ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS SOSTENIBLES DE COLOMBIA – ASOMUCOL

ANEXO 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES, ALCANCE CONSTRUCTIVO Y CRITERIOS DE RECEPCIÓN

LICITACIÓN PÚBLICA No. LP-AMSC-003-2026

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO EN EL BARRIO VILLA CATA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

1. Naturaleza y propósito del anexo

Este Anexo 1 constituye la descripción técnica de las prestaciones exigibles al constructor y establece los procedimientos de producción, controles verificables, soportes de medición y condiciones de aceptación de cada actividad de la obra. Sus disposiciones se aplican en coordinación con los planos y diseños aprobados, el Formulario 1 de presupuesto, las especificaciones particulares incorporadas al expediente, las normas de referencia que correspondan y las instrucciones escritas de la interventoría dentro de sus competencias.

La función de este anexo es estrictamente constructiva. Los estudios previos motivan la necesidad y la modalidad de selección; el análisis del sector estudia el mercado y los costos; este documento determina cómo se ejecutan, inspeccionan, miden y reciben las obras. No altera las reglas inmodificables de selección de los documentos tipo ni permite introducir obras o cantidades fuera del procedimiento contractual.

2. Identificación técnica y parámetros generales

Variable	Condición técnica
Localización	Barrio Villa Cata, municipio de Los Córdobas, Córdoba.
Tipo de intervención	Pavimentación urbana mediante losas de concreto hidráulico, con capas de soporte, drenajes, bordillos, andenes y señalización.
Sistema de pago	Precios unitarios por cantidades ejecutadas, verificadas y recibidas.
Material principal	Concreto hidráulico para pavimento de resistencia a flexión MR-40 kgf/cm², de acuerdo con la denominación del diseño y la especificación particular.
Obras hidráulicas	Box culvert de concreto reforzado y elementos de protección hidráulica, según planos y memoria.
Gestión del tránsito	Plan de Manejo de Tránsito – PMT durante los trabajos y señalización final según diseño.
Plazo contractual	Quince (15) meses, contados conforme al contrato y el acta de inicio.
Interventoría	Independiente del contrato de obra; controla técnicamente la ejecución y los recibos.

El levantamiento topográfico comprende varios tramos de la zona urbana y no equivale, por sí solo, a la longitud final de pavimento. La localización exacta, las abscisas, los anchos y las secciones de obra resultan de los planos, carteras, memorias de cantidades y replanteos aprobados.

3. Jerarquía y trazabilidad de documentación técnica

La ejecución deberá guardar consistencia entre el plano de localización, diseño geométrico, carteras de corte, diseño de pavimento, diseño hidráulico e hidrológico, planos del box culvert, estudio geotécnico, memoria de cantidades, especificaciones técnicas, señalización, PMT, PMA y programación. Las discrepancias que puedan incidir en seguridad, estabilidad, cantidades o funcionalidad deberán resolverse por el procedimiento formal previsto en el contrato, antes de ejecutar o cubrir la actividad afectada.

Documento de origen	Uso técnico en obra	Evidencia esperada
Topografía, diseño geométrico y carteras	Ejes, niveles, rasantes, secciones y coordenadas de control.	Acta de replanteo, cartera topográfica, registro de puntos de control.
Diseño de pavimento y geotecnia	Preparación del apoyo, espesores, materiales, deformabilidad y respuesta estructural.	Actas de aprobación de subrasante y capas; ensayos de control.
Hidrología, hidráulica y planos del box	Cotas, secciones y condiciones de descarga y drenaje.	Verificación topográfica y geométrica, registro de refuerzo y recibo estructural.
Especificaciones técnicas particulares	Materiales, métodos de prueba, tolerancias y condiciones de recibo.	Certificados de materiales, ensayos de laboratorio y formatos de aceptación.
PMT, PMA y señalización	Manejo de flujos, peatones, residuos, accesibilidad y seguridad de la obra.	Informes de implementación, inspecciones, bitácora y registro fotográfico.
Memoria de cantidades y Formulario 1	Unidad, medición física, ítems y precios unitarios.	Memoria mensual de cantidades y acta parcial de obra.

4. Metas físicas de referencia y forma de interpretación

Parámetro	Cantidad de referencia	Alcance de la métrica
Concreto de pavimento MR-40	1.445,11 m³	Cantidad presupuestada del ítem de pavimento; no constituye volumen ejecutado.

Parámetro	Cantidad de referencia	Alcance de la métrica
Acero de refuerzo de pavimento	31.856,92 kg	Cantidad prevista para refuerzo, conforme a despieces y mediciones.
Bordillos de concreto	3.426,01 m	Longitud de referencia en memorias, conforme a geometría aprobada.
Andenes de concreto	1.819,29 m²	Área de referencia a construir, con espesor de diseño de 10 cm.

Estas cifras se utilizan para control de magnitudes y consistencia documental. El avance físico real se medirá con base en cantidades recibidas por interventoría y no mediante estimaciones porcentuales sin sustento. La cuantificación económica corresponde al Formulario 1 aprobado, que conserva su prevalencia respecto de la oferta económica.

5. Organización del frente, actividades previas y protocolos de liberación

Antes de intervenir un tramo, el contratista deberá disponer del levantamiento de condiciones iniciales, registro fotográfico de fachadas y accesos potencialmente expuestos, verificación de redes visibles y servicios públicos, reconocimiento de cotas, identificación de puntos de descarga y programación de rutas de maquinaria y suministros. Se establecerán zonas delimitadas de trabajo, pasos peatonales protegidos, manejo de residuos y señalización temporal.

El residente de obra coordinará la programación semanal por tramos y el control de interferencias. Cada frente se liberará mediante acta que permita comprobar las cotas y rasantes de proyecto, la condición del terreno, la implementación del PMT, la disponibilidad de materiales con trazabilidad y el plan de ensayos correspondiente. Ningún avance posterior impedirá inspeccionar una obra destinada a quedar oculta.

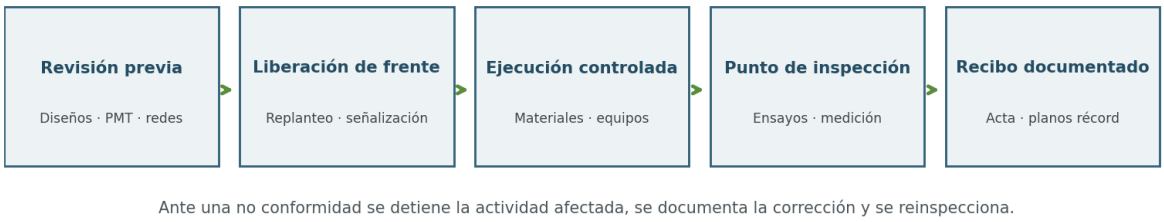


Figura 1. Ciclo de aseguramiento técnico y documental para cada frente de obra.

6. Descripción técnica de actividades por ítem

Las actividades siguientes se desarrollan individualmente con alcance constructivo, metodología, verificación, medición y tratamiento de no conformidades. Las unidades se corresponden con las memorias de cantidades técnicas aportadas. La ejecución deberá atender la especificación particular y el diseño del proyecto, sin crear ítems ni modificar unilateralmente alcances contratados.

1.1. DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONA NO BOSCOSA

Alcance y metodología. Comprende la preparación superficial de las franjas viales señaladas, retiro de vegetación menor, elementos sueltos, basuras y materiales incompatibles con las etapas posteriores, sin extenderse a áreas fuera de los límites del proyecto.

Materiales y ejecución. Se delimitarán previamente los sectores de trabajo, se implementarán medidas de protección peatonal y se diferenciarán los residuos ordinarios y aprovechables. El material retirado se transportará a destino permitido de acuerdo con el PMA.

Control de calidad y verificación. Se verificará el perímetro intervenido y su correspondencia con las secciones previstas, mediante croquis, mediciones de campo y fotografías antes y después. Se inspeccionará que la zona quede libre de material que comprometa la conformación de la plataforma.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cuadrado (m²); se reconocerá únicamente el área efectivamente limpiada dentro de los límites aprobados, sin duplicar superficies. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Las áreas intervenidas fuera del límite autorizado no generan reconocimiento; la disposición inadecuada y los elementos remanentes deberán corregirse.

1.2. DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS

Alcance y metodología. Consiste en desmantelar y retirar de forma controlada las estructuras existentes contempladas en diseño, con identificación previa de redes, instalaciones, predios y accesos que deban preservarse.

Materiales y ejecución. La demolición seguirá una secuencia segura; se adoptarán medios mecánicos o manuales que eviten daño a elementos vecinos, vibraciones innecesarias y dispersión de residuos. Los escombros se clasificarán y transportarán a sitios autorizados.

Control de calidad y verificación. Se levantarán secciones, dimensiones y actas previas y posteriores, con evidencia de transporte y disposición del material. La interventoría verificará las cotas alcanzadas y que la operación no deje elementos peligrosos.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m³); el volumen se determinará con medidas geométricas verificables de los elementos autorizados a demoler. El

interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Las afectaciones a redes, predios o estructuras no previstas deberán ser documentadas y tratadas con la entidad competente antes de continuar.

2.1. EXCAVACIÓN EN MATERIAL COMÚN EN SECO, INCLUYE TRANSPORTE

Alcance y metodología. Incluye el corte de la explanación y el retiro de materiales en condiciones compatibles con la clasificación del ítem, hasta conseguir las cotas, pendientes y secciones del diseño geométrico.

Materiales y ejecución. Se ejecutarán excavaciones por tramos y capas, preservando las referencias topográficas y aplicando medidas de estabilidad de taludes y control de tránsito. El material apto podrá manejarse conforme a las disposiciones contractuales y el material no aprovechable irá a destino permitido.

Control de calidad y verificación. Se comprobarán perfiles iniciales y finales, abscisas, niveles, anchos y límites de excavación, respaldados por cartera topográfica y bitácoras de transporte. El fondo será inspeccionado antes de colocar material de apoyo.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m^3); el volumen se medirá con secciones de diseño y levantamientos aceptados, excluyendo sobreexcavaciones no autorizadas. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Si se detectan zonas saturadas, blandas o no previstas, se documentarán y se solicitará instrucción técnica antes de sustituir materiales o aumentar profundidades.

2.2. EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR, INCLUYE TRANSPORTE

Alcance y metodología. Comprende excavaciones para obras complementarias y adecuaciones que, por su ubicación, geometría o composición, se clasifican en el ítem sin distinción por tipos de material.

Materiales y ejecución. El constructor realizará el replanteo del contorno, definirá protección y acceso seguro, evitará socavaciones bajo redes o estructuras y transportará el material conforme a su naturaleza y al PMA.

Control de calidad y verificación. Se controlarán las dimensiones del volumen autorizado, la estabilidad de paredes, la protección de servicios y las cotas de entrega. La medición se respaldará con perfiles, croquis de campo y acta conjunta.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m^3); se determinará el volumen real excavado dentro de las líneas y cotas aprobadas. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. No podrá pagarse excavación adicional causada por deficiencias de procedimiento o errores de replanteo del contratista.

2.3. RELLENOS CON MATERIAL FILTRANTE (PIEDRA RAJÓN)

Alcance y metodología. Comprende la colocación de piedra rajón en las zonas de mejoramiento, filtración o soporte previstas en las secciones del diseño, con función estructural o hidráulica según ubicación.

Materiales y ejecución. El material deberá provenir de fuente admisible, estar limpio y presentar características de tamaño y resistencia acordes con las especificaciones. Se colocará por capas o tongadas, controlando su intertrabazón, continuidad y confinamiento.

Control de calidad y verificación. La interventoría inspeccionará material de origen, espesor, nivel, continuidad de la capa, tratamiento de finos, limpieza y geometría. El recibo debe producirse antes de cubrir el relleno con otras capas.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m^3); se calculará a partir de volúmenes compactados o colocados en sitio, según la definición de la especificación particular. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Se retirará o repondrá el material contaminado, segregado o fuera de la sección aceptada.

2.4. AFIRMADO

Alcance y metodología. Consiste en preparar una capa granular de afirmado con función de conformación y soporte de tránsito de obra o de la estructura de pavimento donde el diseño lo indique.

Materiales y ejecución. Se aprobarán previamente fuente, propiedades y granulometría. El material se extenderá con humedad y espesor adecuados para compactación uniforme, evitando segregación y mezclas con suelos de fundación.

Control de calidad y verificación. Se realizarán verificaciones de granulometría, humedad, densidad/compactación, espesor, sección, cota y bombeo conforme a las especificaciones aplicables y al plan de muestreo aprobado.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m^3); se medirá el volumen conformado y aceptado a la sección de proyecto. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Sectores con densidad insuficiente, granulometría no conforme o espesor deficitario deberán corregirse y ensayarse nuevamente.

2.5. SUBBASE GRANULAR

Alcance y metodología. Corresponde al suministro, extensión, nivelación y compactación de la subbase que hace parte de la estructura del pavimento rígido y distribuye esfuerzos al terreno de apoyo.

Materiales y ejecución. La superficie inferior deberá recibirse antes de colocar el material. Se dispondrá material granular verificado, control de agua, extendido por capas y compactación que no deteriore niveles ni genere segregación.

Control de calidad y verificación. El lote deberá contar con resultados de propiedades del material, granulometría, compactación, espesor y niveles, según los métodos y frecuencias definidos en la especificación particular. La aceptación antecede la instalación de formaletas y concretos.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m³); se pagará el volumen de subbase terminada, verificada y recibida. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. No se vaciará pavimento sobre subbase no recibida o deteriorada; las zonas segregadas, blandas o fuera de geometría serán restituidas.

3.1. PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO MR-40

Alcance y metodología. Incluye el suministro, transporte, colocación, vibrado, nivelación, acabado, texturizado, juntas y curado de losas de concreto hidráulico con resistencia a flexión de referencia MR-40 kgf/cm² y características geométricas del diseño.

Materiales y ejecución. Antes de cada vaciado deberá recibirse la subbase y comprobarse formaletería, niveles, pendientes, espesor previsto, dispositivos de transferencia o refuerzo cuando figuren en planos, accesos de equipos y continuidad de abastecimiento. Se colocará el concreto evitando segregación, pérdida de trabajabilidad y juntas frías no previstas. Se ejecutarán texturizado, aserrado o conformación de juntas y curado oportuno.

Control de calidad y verificación. Cada lote de vaciado contará con identificación, hora, procedencia, registro de asentamiento o trabajabilidad cuando proceda, temperatura, muestreo para resistencia a flexión según norma y especificación aplicable, verificación de espesores, cotas, pendientes, alineación, textura, curado y sellado de juntas. La habilitación al tránsito dependerá de la resistencia y condiciones definidas en el diseño.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m³); se reconocerá el volumen de concreto colocado y aceptado, sin incluir por separado materiales o labores ya remunerados en el precio unitario. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Los resultados deficientes de resistencia, defectos de superficie, espesores no conformes o fallas de juntas deberán evaluarse técnicamente y corregirse antes del recibo del lote.

3.2. ACERO DE REFUERZO DE 60.000 PSI

Alcance y metodología. Comprende provisión, corte, figurado, transporte interno y fijación del acero estructural previsto para elementos de pavimento y obras asociadas, en la cuantía, grado y geometría de los planos.

Materiales y ejecución. La instalación utilizará barras con certificados de calidad, despieces aprobados, amarres y separadores que conserven posición durante el vaciado; no se autorizarán cambios de diámetro o espaciamiento sin autorización técnica escrita.

Control de calidad y verificación. Antes de fundir se verificará correspondencia con despiece, diámetros, longitudes, traslapos, anclajes, ubicación, recubrimientos, separación y limpieza de las armaduras. Los registros se firmarán antes de que el acero quede oculto.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el kilogramo (kg); se contabilizará el peso teórico conforme a despieces y longitudes aprobados, según la especificación técnica, sin duplicar desperdicios del contratista. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Se corregirán armaduras mal posicionadas, barras sin soporte de procedencia y recubrimientos insuficientes antes de autorizar el vaciado.

3.3. ADECUACIÓN DE MANHOLES EN CONCRETO

Alcance y metodología. Incluye ajuste en cota y condiciones de servicio de cámaras, anillos, marcos y tapas existentes interferidas por la rasante proyectada, conservando acceso para mantenimiento de redes.

Materiales y ejecución. Se coordinará con el operador del servicio correspondiente, se protegerán conducciones y se ejecutará el ajuste geométrico de cada cámara, con asiento y transición adecuados respecto de las losas y el flujo vehicular.

Control de calidad y verificación. La inspección verificará ubicación, integridad, cota final, asentamiento de marco, continuidad y apertura de tapa, acabados y protección del sistema existente. Se levantará acta individual por cámara.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será la unidad (und); el pago se reconocerá por elemento intervenido y completamente funcional, según el alcance integral del ítem. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. No se recibirá una cámara con tapa desnivelada, inestable, bloqueada o que impida mantenimiento.

4.1. BORDILLO EN CONCRETO DE 3.000 PSI DE 15 X 15 CM, FUNDIDO IN SITU, INCLUYE ACERO

Alcance y metodología. Comprende trazado, excavación menor, formaleta, refuerzo incluido, vaciado y acabado de bordillos con la sección nominal indicada y los detalles particulares de diseño.

Materiales y ejecución. Se replantearán alineamientos, curvas, accesos y cotas, asegurando continuidad hacia sumideros y puntos de drenaje. El concreto deberá tener resistencia especificada de 3.000 psi, con juntas, curado y acabado uniforme.

Control de calidad y verificación. Se comprobarán sección, longitud, cota, alineación, juntas, calidad del concreto, textura y remates; la unidad de medición se verificará con cinta/cartera, acta y registro fotográfico.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro lineal (m); se medirá por longitud efectivamente construida y recibida, sin duplicar el acero incluido dentro del ítem. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Las secciones quebradas, desniveles que impidan el drenaje y acabados defectuosos deberán ser reparados o reconstruidos.

4.2. ANDÉN EN CONCRETO DE ESPESOR 10 CM, INCLUYE ACERO

Alcance y metodología. Comprende preparación de superficie, formaleta, colocación del refuerzo previsto, fundida de concreto, juntas, acabados y encuentros peatonales de acuerdo con el diseño aprobado.

Materiales y ejecución. La ejecución conservará pendientes funcionales, continuidad de recorridos, pasos accesibles y entradas existentes; se dispondrán transiciones para evitar barreras, acumulaciones de agua y riesgos de tropiezo.

Control de calidad y verificación. Se verificarán área, espesor de 10 cm conforme a diseño, cotas, pendientes, acabado antideslizante, ubicación del acero, juntas, resistencia y continuidad del itinerario peatonal.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cuadrado (m^2); se reconocerá el área horizontal terminada y recibida, con los elementos incluidos en el precio integral del ítem. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Las superficies con empozamientos, discontinuidades o insuficiencia de espesor no serán recibidas hasta su corrección.

5.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL DE TRÁNSITO

Alcance y metodología. Comprende fabricación, suministro e instalación de señales reglamentarias, preventivas e informativas contempladas por el plano de señalización, con soporte, anclaje y cimentación del diseño.

Materiales y ejecución. Antes de instalar se validarán localizaciones, orientación, alturas, distancias a obstáculos y condiciones de visibilidad. Las caras retrorreflectivas, dimensiones, símbolos y soportes se ajustarán al Manual de Señalización Vial de Colombia vigente y al diseño aplicable.

Control de calidad y verificación. Se comprobarán código de señal, geometría, visibilidad, reflectividad acreditada, verticalidad, firmeza del anclaje, ubicación y seguridad de bordes mediante inspección individual y plano récord.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será la unidad (und); se contará cada señal correctamente instalada, funcional y recibida. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Se sustituirán señales deterioradas, mal orientadas o no conformes con el diseño y normas aplicables.

5.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (DEMARCACIÓN VIAL)

Alcance y metodología. Incluye replanteo y aplicación de líneas y marcas viales previstas en el plano definitivo de señalización, sobre superficie recibida y apta para adherencia.

Materiales y ejecución. La ejecución exigirá limpieza y secado del sustrato, uso de producto aprobado, equipo que garantice ancho y continuidad, protección durante secado y control de interferencia con el tránsito.

Control de calidad y verificación. Se revisarán trazo, ancho, longitud, color, espesor cuando corresponda, adherencia, retroreflectividad exigida y legibilidad del conjunto, según el manual vigente y las especificaciones del producto.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro lineal (m); se medirá la longitud aprobada de marcas ejecutadas en los tramos señalados por el Formulario 1. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Las demarcaciones discontinuas, fuera de alineación o con respuesta óptica inadecuada deberán reponerse.

6.1. EXCAVACIÓN MANUAL DE MATERIAL HÚMEDO PARA DRENAJES, INCLUYE TRANSPORTE

Alcance y metodología. Comprende excavación localizada para obras de drenaje en zonas húmedas y confinadas, mediante procedimientos manuales donde así lo exige la geometría o protección de estructuras.

Materiales y ejecución. Se establecerá control de aguas, acceso seguro, protección de bordes y soporte temporal cuando las condiciones de excavación lo requieran. Los materiales retirados deberán clasificarse y transportarse a destino permitido.

Control de calidad y verificación. Se verificarán ejes, ancho, profundidad, cotas de fundación, condición de suelo, seguridad de excavación y estabilidad de zonas adyacentes mediante levantamientos y acta de fondo.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m³); se medirá el volumen excavado dentro de los límites y secciones aprobados, según la clasificación del ítem. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. La presencia de socavación, ingreso de agua no controlado o pérdida de soporte obligará a suspender la colocación de concreto hasta corregir las condiciones.

6.2. RELLENOS CON MATERIAL FILTRANTE PARA BOX CULVERT

Alcance y metodología. Incluye suministro y conformación de material permeable en zonas de drenaje o protección del box culvert, de acuerdo con los detalles hidráulicos.

Materiales y ejecución. El material se colocará limpio, en la geometría y granulometría exigidas, preservando espacios de drenaje, evitando contaminación con finos y manteniendo el confinamiento diseñado.

Control de calidad y verificación. La verificación comprenderá procedencia, características granulométricas, dimensión de la sección, continuidad, nivel y protección del relleno antes de cubrirlo.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m³); se reconocerá el volumen efectivamente instalado en la sección aprobada. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Se retirará material colmatado o contaminado y se restituirá la sección que haya perdido capacidad de drenaje.

6.3. SOLADO EN CONCRETO DE 2.000 PSI

Alcance y metodología. Consiste en una capa de concreto de limpieza o regularización para facilitar el armado y fundida de las estructuras de drenaje, con resistencia nominal de 2.000 psi.

Materiales y ejecución. Se colocará sobre fondo estable y recibido, con el espesor indicado en planos, pendiente y cotas necesarias, sin mezclar el material con lodos o agua estancada.

Control de calidad y verificación. Se documentarán nivel de fondo, espesor, dimensiones, volumen, procedencia del concreto y condiciones de colocación, mediante acta y fotografías previas al armado.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m³); se medirá el volumen neto ejecutado conforme a sección de plano. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. No será recibido material colocado sobre suelo inestable, contaminado o con espesor insuficiente.

6.4. CONCRETO REFORZADO DE 4.000 PSI PARA BOX CULVERT

Alcance y metodología. Comprende ejecución de losas, muros, aletas y elementos estructurales del box culvert mediante concreto de resistencia nominal de 4.000 psi, conforme a la geometría, juntas y detalles estructurales del proyecto.

Materiales y ejecución. La fundida deberá estar precedida de recibo del fondo, solado, formaletas, armaduras, recubrimientos, anclajes y pases previstos. Se planificará secuencia de vaciados, vibrado, control de segregación, juntas de construcción y curado, manteniendo protección ante flujos y lluvia.

Control de calidad y verificación. La verificación comprenderá geometría, ejes, espesor de elementos, cota hidráulica, inspección de acero, calidad y resistencia del concreto mediante cilindros u otro método previsto, estado de juntas, acabado, continuidad y comportamiento funcional de las transiciones.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m³); se medirá el volumen estructural colocado y aceptado conforme a los planos, sin incluir el acero cuando cuente con ítem específico. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Ningún elemento se rellenará lateralmente sin aceptación de resistencia y condiciones estructurales; defectos de recubrimiento, nidos de grava o fisuras se evaluarán con criterio técnico.

6.5. ACERO DE REFUERZO DE 60.000 PSI PARA BOX CULVERT

Alcance y metodología. Incluye acero corrugado, figuración, despieces, cortes, colocación y amarre de armaduras del box culvert según los planos estructurales y sus detalles de construcción.

Materiales y ejecución. Las barras estarán identificadas por lote y grado, con certificados de fabricante. Los separadores, soportes y amarres deberán asegurar diámetros, traslapos y recubrimientos durante la colocación del concreto.

Control de calidad y verificación. La interventoría comprobará ubicación, geometría, cantidad, anclaje, limpieza, separaciones y recubrimientos antes del vaciado, consignando una lista de chequeo por elemento estructural.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el kilogramo (kg); el peso se calculará por despiece teórico aprobado y material efectivamente incorporado. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Se corregirá cualquier armadura que no corresponda a detalle antes de cubrirla con concreto.

6.6. RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL SELECCIONADO, INCLUYE TRANSPORTE

Alcance y metodología. Comprende relleno lateral y de trasdós alrededor del box culvert y estructuras anexas con material seleccionado, hasta alcanzar la rasante y confinamiento definidos en el diseño.

Materiales y ejecución. El relleno se instalará por capas compatibles con la compactación alrededor de las estructuras, evitando cargas asimétricas, golpes directos sobre el concreto y equipo pesado prematuro.

Control de calidad y verificación. La aceptación requerirá verificación de propiedades del material, espesor de tongadas, densidad y humedad, cotas y simetría de colocación, con registro por capas.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m^3); se medirá el volumen compactado y aceptado de relleno dentro de las secciones de diseño. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Se retirarán tramos que presenten asentamiento, vacíos o compactación insuficiente; no se cubrirán capas no verificadas.

6.7. BARANDAS METÁLICAS FY = 345 MPA

Alcance y metodología. Comprende fabricación, transporte e instalación de elementos metálicos de protección con propiedades mecánicas de referencia fy = 345 MPa según planos de detalle, incluidos montantes, anclajes y protección superficial.

Materiales y ejecución. Se construirán los puntos de fijación sobre soporte apto, se alinearán barandas, se controlará su altura y se ejecutarán uniones y recubrimientos de protección de acuerdo con el proyecto.

Control de calidad y verificación. Se registrarán certificados de material, geometría, continuidad, ubicación y capacidad de anclaje, inspección visual de soldaduras, anticorrosivo y estabilidad de fijaciones.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro lineal (m); se medirá la longitud efectiva de baranda totalmente instalada y aceptada. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. No se recibirán barandas con uniones defectuosas, anclajes sueltos, corrosión incipiente o discontinuidades peligrosas.

7.1. EMPEDRADO DE PROTECCIÓN

Alcance y metodología. Incluye el suministro y colocación de piedra para proteger zonas de salida, taludes, márgenes o sectores hidráulicos expuestos a erosión, según los detalles de diseño.

Materiales y ejecución. Se conformará y estabilizará previamente la superficie de apoyo; las piezas pétreas tendrán dimensiones y resistencia acordes con las especificaciones y se colocarán formando un conjunto trabado y continuo.

Control de calidad y verificación. Se verificará geometría, extensión, espesor, continuidad, acomodación de las piezas, presencia de socavaciones y conformidad de la piedra; se elaborarán actas de sectores intervenidos.

Medición, aceptación y pago. La unidad de medida será el metro cúbico (m^3); se calculará el volumen de protección construido dentro de la sección autorizada. El interventor dejará constancia del alcance aprobado, la cantidad realmente ejecutada y el soporte de recibo.

Control de no conformidades. Se reacomodarán piezas sueltas, se suplirán faltantes y se repararán tramos con erosión o pérdidas de soporte.

7. Control transversal de materiales, proveedores, ensayos y trazabilidad

El constructor deberá documentar el origen de los materiales y garantizar que los suministros se correspondan con los requerimientos de diseño. La simple factura de compra no reemplaza la verificación técnica. Para productos manufacturados se conservarán fichas, certificados de calidad y registros de recepción; para materiales granulares se identificará fuente, lote y resultados de caracterización, preservando correspondencia con la ubicación en obra.

Familia de materiales	Antes de incorporar	Durante instalación	Evidencia para aceptación
Granulares y rajón	Origen, granulometría, propiedades y limpieza.	Humedad, espesor de tongada, compactación, segregación.	Certificados, ensayos de material y densidad, acta por capa.
Concreto MR-40 de pavimento	Diseño de mezcla y criterio de resistencia a flexión.	Trabajabilidad, vaciado, vibrado, curado y juntas.	Registro de lote, ensayo de resistencia, niveles y espesores.
Concretos 2.000/3.000/4.000 psi	Resistencia especificada y procedencia.	Formaleta, compactación, curado y protección.	Registros de vaciado, resultados de resistencia y

Familia de materiales	Antes de incorporar	Durante instalación	Evidencia para aceptación
			geometría.
Acero de refuerzo	Certificado, diámetro y grado.	Despiece, espaciamientos, traslapos y recubrimiento.	Acta de inspección previa a vaciado y peso teórico.
Señales, pinturas y barandas	Fichas, conformidad y anticorrosión/reflexión.	Ubicación, anclajes, geometría y acabado.	Inspección final, certificado y plano récord.

Las frecuencias de muestreo, métodos normalizados y tolerancias se tomarán de las especificaciones particulares aplicables, el diseño y las normas técnicas válidamente incorporadas. No podrán fijarse umbrales nuevos de resistencia, compactación, resistencia a deslizamiento o reflectividad mediante una simple instrucción verbal.

8. Puntos de inspección obligatoria y actividades que no pueden cubrirse sin recibo

Punto de control	Condición para liberar	Soporte de interventoría
PC-01. Replanteo de frente	Ejes, cotas, alcance, accesos y PMT coherentes.	Acta de entrega de frente, croquis y fotografía.
PC-02. Subrasante y excavaciones	Nivel, capacidad y condición de soporte verificados.	Acta de fondo / subrasante y reporte de novedades.
PC-03. Capas granulares	Material, densidad, espesor y geometría conformes.	Resultados de ensayos y acta de capa terminada.
PC-04. Antes del vaciado	Acero, formaletas, juntas y niveles aceptados.	Lista de chequeo de pre-vaciado.
PC-05. Concreto colocado	Trazabilidad de lote, muestras, curado y juntas.	Registro de vaciado y ensayos.
PC-06. Box culvert	Recubrimientos, concreto, hidráulica y rellenos controlados.	Actas estructurales y registro de rellenos.
PC-07. Señalización y recibo	Dispositivos funcionales y espacios seguros.	Inspección final y plano récord.

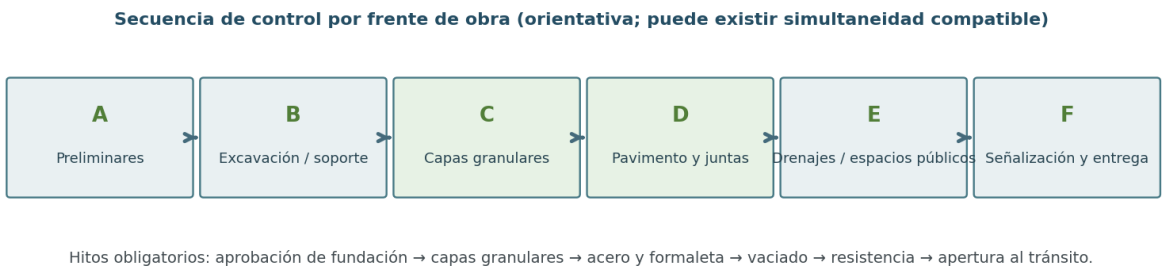


Figura 2. Flujo de trabajo e hitos de inspección por tramos.

9. Plan de calidad y gestión de ensayos

El plan de calidad se presentará por ítems y frentes, con identificación del método de ensayo, el lote, la norma de referencia, el responsable de toma de muestra, el laboratorio que emite resultados y la ventana de decisión de aceptación. La programación de ensayos se anticipará al comienzo de las actividades para no afectar la continuidad de los frentes. Toda muestra deberá contar con cadena básica de identificación, fecha, sector y actividad.

Cuando un resultado no sea conforme, se identificará el lote afectado y se documentará el tratamiento técnico: repetición o ampliación de ensayos cuando resulte admisible, análisis del diseñador si compromete capacidad estructural, reparación o reposición, y constancia del cierre de la no conformidad. No se considerarán recibidos materiales o volúmenes que comprometan calidad, seguridad o funcionalidad.

10. Plan de Manejo de Tránsito, accesibilidad y atención a la comunidad

El contratista implementará el PMT y la señalización temporal por frente, considerando accesos a viviendas, comercios, servicios de emergencia, movilidad peatonal y tránsito de materiales. Se programarán cierres, cambios de circulación, rutas de acceso y actividades críticas, comunicándolos oportunamente a residentes y autoridades competentes. Los dispositivos se conservarán limpios, visibles y estables de día y de noche según las condiciones del PMT.

El tratamiento de pasos peatonales temporales y conexiones de andenes atenderá los requerimientos de accesibilidad del proyecto; se mantendrán zonas protegidas y señalización de excavaciones, concretos frescos, maquinaria, acopios y bordes del box culvert. Los incidentes y quejas comunitarias se registrarán con fecha, ubicación, solución y cierre.

11. Gestión ambiental, seguridad y residuos

Durante la obra se controlarán material particulado, ruido, manejo de aguas de escorrentía, residuos de construcción y demolición, derrames, puntos de acopio, consumo de agua y afectaciones a drenajes existentes. El constructor conservará soportes de transporte y entrega de residuos a gestores o sitios permitidos, según la normativa y el PMA. Las áreas de almacenamiento y circulación se mantendrán delimitadas y en condiciones de orden y aseo.

La seguridad y salud en el trabajo incluirá identificación de peligros por excavaciones, tránsito de maquinaria, corte de materiales, manipulación de acero, trabajo con concreto y trabajos en zonas húmedas. Se exigirá personal capacitado, elementos de protección, inspecciones de equipos, protocolos de emergencia y coordinación del ingreso de terceros.

12. Programación y sistema de seguimiento físico por frentes

El plazo de ejecución será de quince (15) meses conforme al contrato. El contratista presentará programación detallada con ruta crítica, actividades predecesoras, recursos y entregables por frente, ajustada a la disponibilidad física de sectores y a las exigencias de tránsito y seguridad. Se permitirán frentes simultáneos cuando los accesos, la supervisión y la capacidad de control de calidad lo hagan técnicamente viable.

Indicador	Fórmula de seguimiento	Fuente documental
Avance físico por ítem	Cantidad recibida acumulada / cantidad contractual del ítem × 100.	Actas de medida y memorias de cantidades.
Conformidad de lotes	Lotes recibidos sin reparos / lotes inspeccionados × 100.	Reportes de laboratorio y listas de chequeo.
Cumplimiento de pruebas	Pruebas realizadas válidas / pruebas programadas × 100.	Plan de inspección y reportes de ensayo.
Cierre de no conformidades	No conformidades cerradas / no conformidades registradas × 100.	Registro correctivo e informes de interventoría.
Trazabilidad de vaciados	Vaciados con expediente completo / vaciados ejecutados × 100.	Bitácora, registros de lote y ensayos.
Entrega documental	Documentos finales recibidos / documentos exigibles × 100.	Listado de cierre y acta de entrega final.

Los indicadores anteriores son fórmulas de gestión, no valores iniciales ni porcentajes de ejecución. Su aplicación no reemplaza el cumplimiento de especificaciones ni autoriza pagos por avances estadísticos que no estén respaldados en obra física ejecutada y recibida.

13. Topografía de control, mediciones y conciliación de cantidades

El contratista llevará carteras de replanteo y levantamiento final con identificación de ejes, abscisas, anchos, cotas, pendientes y secciones. Los volúmenes de excavación, relleno y concreto se calcularán mediante fórmulas geométricas o métodos topográficos verificables, con croquis y soportes de campo. Las cantidades quedarán suscritas en memorias mensuales y conciliadas con el Formulario 1, sin aceptar el mero suministro de material como obra ejecutada.

En actividades medibles por unidad, se individualizará la ubicación y el acta de cada elemento; para longitud y área, se identificarán tramos o polígonos de medición. Las cantidades finales deberán evitar la doble contabilización entre capítulos, incluyendo el acero expresamente incorporado en precios integrales de bordillo y andén.

14. Procedimiento de gestión de cambios y hallazgos de ingeniería

Las condiciones de campo que difieran de los diseños deberán documentarse con ficha de hallazgo: localización, fotografía, cota, descripción, causa probable, riesgo para la obra, recomendación técnica y concepto del profesional competente. Cuando afecten la integridad del proyecto, estructura de pavimento, hidráulica, redes o cantidades contractuales, se seguirán los trámites de autorización, modificación o ajuste que correspondan, sin sustituciones informales de materiales o secciones.

Deberá conservarse el vínculo entre plano de diseño, versión autorizada, instrucción de obra y plano récord. Las decisiones de la interventoría se ejercerán dentro de su competencia y no reemplazarán aprobaciones de diseñadores, autoridades o representantes contractuales cuando sean jurídicamente exigibles.

15. Entregables de ejecución e informes periódicos

Etapa	Entregable obligatorio	Criterio de comprobación
Alistamiento	Programa de obra, PMT por frentes, PMA, plan de calidad, organigrama técnico, plan de ensayos y replanteo.	Documentación coherente con inicio y actas de frentes.
Producción	Bitácora, informes de obra, memorias de cantidades, reportes de ensayo, registro fotográfico, RCD y control de tránsito.	Consistencia entre actividad, prueba, medición y acta de recibo.
Control económico	Actas parciales, cortes de obra, cuadro comparativo de cantidades, soportes de medición y amortización del anticipo.	Trazabilidad con precios unitarios del contrato.
Cierre técnico	Planos récord, inventario de señales, informe de materiales, resultados completos de	Integridad y correspondencia con la obra recibida.

Etapa	Entregable obligatorio	Criterio de comprobación
	ensayos, reparaciones y manual de mantenimiento.	
Recibo final	Acta final, registro fotográfico de entrega, documentación ambiental y de seguridad y dossier de calidad.	Verificación de funcionalidad, seguridad y correcciones cerradas.

16. Criterios de rechazo técnico y corrección

Constituirán motivos de no aceptación técnica, entre otros: obras ejecutadas fuera de la ubicación o sección contratada; materiales sin trazabilidad o con resultados desfavorables de ensayo; densidad, espesor, resistencia, nivel o alineamiento incompatibles con las especificaciones; armaduras cubiertas sin revisión; defectos estructurales del box culvert; drenajes obstruidos; acabados inseguros para peatones o vehículos; señalización no conforme; y ausencia de soportes de medición. El tratamiento se determinará según la naturaleza del defecto y los procedimientos contractuales aplicables.

17. Medida, recibo y pago de la obra

La base de pago serán las cantidades físicas de obra terminadas, medidas y aceptadas por la interventoría, aplicando los precios unitarios pactados y la estructura del Formulario 1. Los registros de avance, fotografía, factura de compra o reporte de suministro, por sí solos, no habilitan el reconocimiento de obra no incorporada o no recibida. La amortización del anticipo y demás aspectos económicos se tramitarán en las actas conforme al contrato.

Los mayores volúmenes, obras adicionales, cambios de materiales y ajustes de ingeniería solamente podrán ejecutarse y pagarse mediante las autorizaciones y modificaciones legalmente correspondientes. La reparación de trabajos defectuosos imputables al contratista no generará pago adicional.

18. Verificación final de funcionamiento y puesta al servicio

Previo al recibo final se realizará recorrido técnico conjunto de los frentes intervenidos, con verificación de continuidad y textura de pavimento, estado de juntas, pendientes, funcionamiento del drenaje, conexiones a estructuras existentes, accesibilidad peatonal, bordillos, tapas y cámaras, empedrados de protección, barandas y señales. Se levantarán pendientes de corrección por localización, se asignará responsable y se realizará reinspección documentada para su cierre.

La entrega comprenderá informe final de construcción, planos récord, balance de cantidades, dossier de ensayos, fichas de materiales, inventario de señalización y manual de mantenimiento y conservación con recomendaciones del proyecto. La habilitación de

circulación se sujetará a las condiciones de seguridad y capacidad del pavimento determinadas por el diseño y las especificaciones.

19. Referencias técnicas de aplicación

Se utilizan como documentos de base los diseños y especificaciones particulares del proyecto Villa Cata y las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras 2022 del INVIAS, adoptadas mediante Resolución 4561 de 29 de noviembre de 2022, en las materias que resulten técnicamente pertinentes y hayan sido incorporadas al expediente. Para señalización temporal y definitiva se atenderá el Manual de Señalización Vial de Colombia adoptado mediante Resolución 20243040045005 de 2024, sus normas de aplicación y las condiciones del diseño de señalización del proyecto. La aplicación de estas referencias respetará el ámbito de cada norma y la documentación contractual vigente.

Relación de soportes técnicos de proyecto: "Cantidades de Obras.pdf"; "Esp Tecnicas.pdf"; "Diseno Geometrico y Carteras de Corte.pdf"; "Diseno de Pavimento.pdf"; "Estudio Hidrahulico Hidrologico.pdf"; "Plano Box 1x1.pdf"; "Diseno de Senalizacion.pdf"; "PMT.pdf"; "PMA.pdf"; "Topografia.pdf"; "Proceso Constructivo.pdf" y "Programacion y Flujo de Caja.pdf". Los datos de referencia se usan únicamente con el alcance acreditado por estos documentos.

20. Obligación de coordinación técnica

El contratista deberá garantizar disposición de profesionales y personal competente, continuidad del registro de calidad y acceso oportuno a frentes, materiales, ensayos y archivos para la interventoría independiente. Las actividades por ejecutar deberán ser compatibles con las restricciones de acceso de la comunidad, la protección de redes, el manejo de tránsito, la estabilidad de los trabajos y la conservación de obras ya terminadas.

Se expide en Montería, departamento de Córdoba, a los treinta (30) días del mes de octubre de dos mil veintiséis (2026).

ORIGINAL FIRMADO
DIRECTOR EJECUTIVO
ASOMUCOL

Proyectó: Asesor Jurídico Externo

ASOMUCOL
ASOCIACIÓN DE MUNICIPIOS SOSTENIBLES DE COLOMBIA
NIT 900.918.272-2

RELACIÓN DE SOPORTES TÉCNICOS

LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

01	MEMORIAS DE CANTIDADES DE OBRA	23 págs.
02	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	56 págs.
03	DISEÑO GEOMÉTRICO Y CARTERAS DE CORTE	35 págs.
04	ESTUDIO DE TRÁNSITO	26 págs.
05	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO	18 págs.
06	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO	18 págs.
07	DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL	23 págs.
08	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	374 págs.
09	METODOLOGÍA Y PROCESO CONSTRUCTIVO	16 págs.
10	PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO - PMT	24 págs.
11	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL - PMA	62 págs.
12	PLANO DE LOCALIZACIÓN Y CANTERAS	3 págs.

Archivos PDF individualizados como anexos técnicos del proceso.

LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

SOPORTE TÉCNICO 01

MEMORIAS DE CANTIDADES DE OBRA

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
1.1	Desmonte y limpieza en zona no boscosa	M2

LOCALIZACION	DIMENSIONES			UNIDAD	CANTIDAD	ACUMULADO	TOTAL PARCIAL	ESQUEMA
	Largo	Ancho	Area					
CALLEJON 1	59.07			M2	0		0.00	
CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.04			M2	0		0.00	
CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	278.85			M2	0		0.00	
CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	118.81			M2	0		0.00	
CALLEJON 2	0.00			M2	0		0.00	
CALLEJON 3	126.91			M2	0		0.00	
CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	316.50			M2	0		0.00	
CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.34			M2	0		0.00	
CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	36.70			M2	0		0.00	
CALLEJON 4	53.03			M2	0		0.00	
CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	21.85			M2	0		0.00	
CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	176.58			M2	1		176.58	
CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	195.65			M2	1		195.65	
CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	146.72			M2	0		0.00	
CALLEJON 5	40.20			M2	0		0.00	
CALLEJON 6	0.00			M2	0		0.00	
DESCUENTO INTERSECEPCIONES	-21.00			M2	0		0.00	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**372.23**	

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
1.2	Demolición de estructuras	M3

LOCALIZACION	DIMENSIONES			UNIDAD	CANTIDAD	ACUMULADO	TOTAL PARCIAL	ESQUEMA
	Largo	Ancho	Alto					
CALLEJON 1	5			M3	0.2		1.00	
CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	5			M3	0.2		1.00	
CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	5			M3	0.2		1.00	
CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	5			M3	0.2		1.00	
CALLEJON 2	5			M3	0.2		1.00	
CALLEJON 3	5			M3	0.2		1.00	
CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	5			M3	0.2		1.00	
CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	5			M3	0.2		1.00	
CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9				M3				
CALLEJON 4				M3				
CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A				M3				
CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	11.00			M3	1.13		12.43	
CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B				M3				
CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	11.00			M3	1.13		12.43	
CALLEJON 5				M3				
CALLEJON 6				M3				
DESCUENTO INTERSECEPCIONES				M3				
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**32.86**	





ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
2.1	Excavaciones varias en material común en seco, Incluye transporte	M3

LOCALIZACION	DIMENSIONES			UNIDAD	CANTIDAD	AREA	TOTAL PARCIAL
	Largo	Ancho	Alto				
CALLEJON 1	59.07	1.8	0.3121332	M3			33.19
CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.04	4.30	0.667	M3			275.26
CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	278.85	4.30	0.724	M3			868.21
CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	118.81	4.30	0.706	M3			360.53
CALLEJON 2	0.00	1.80	0.319	M3			0.00
CALLEJON 3	126.91	2.30	0.619	M3			180.77
CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	316.50	5.30	0.627	M3			1052.24
CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.34	5.30	0.612	M3			312.30
CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	36.70	5.30	0.682	M3			132.68
CALLEJON 4	53.03	1.80	0.320	M3			30.56
CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	21.85	4.30	0.690	M3			64.80
CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	176.58	4.30	0.648	M3			491.70
CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	195.65	4.30	0.613	M3			515.62
CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	146.72	4.30	0.657	M3			414.65
CALLEJON 5	40.20	1.80	0.360	M3			26.04
CALLEJON 6	0.00	1.80	0.364	M3			0.00
DESCUENTO INTERSECEPCIONES	-21.00	2.30	0.557	M3			-26.92
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**4731.61**

ESQUEMA



OBSERVACION: el valor de la profundidad es un promedio hecho en base a la cartera de corte y relleno del diseño geometrico

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
2.2	Excavaciones varias sin clasificar, Incluye transporte	M3

LOCALIZACION	DIMENSIONES			RECOMEN	UNIDAD	ACUMULADO	TOTAL PARCIAL
	Largo	Ancho	Alto				
CALLEJON 1	59.07	1.80	0.31	10%	M3		
CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.04	4.30	0.67	10%	M3		27.53
CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	278.85	4.30	0.72	10%	M3		86.82
CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	118.81	4.30	0.71	10%	M3		36.05
CALLEJON 2	0.00	1.80	0.32	10%	M3		0.00
CALLEJON 3	126.91	2.30	0.62	10%	M3		18.08
CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	316.50	5.30	0.63	10%	M3		105.22
CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.34	5.30	0.61	10%	M3		31.23
CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	36.70	5.30	0.68	10%	M3		13.27
CALLEJON 4	53.03	1.80	0.32	10%	M3		3.06
CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	21.85	4.30	0.69	10%	M3		6.48
CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	176.58	4.30	0.65	10%	M3		49.17
CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	195.65	4.30	0.61	10%	M3		51.56
CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	146.72	4.30	0.66	10%	M3		41.47
CALLEJON 5	40.20	1.80	0.36	10%	M3		2.60
CALLEJON 6	0.00	1.80	0.36	10%	M3		0.00
DESCUENTO INTERSECEPCIONES	-21.00	2.30	0.56	10%	M3		-2.69
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**469.84**

ESQUEMA



OBSERVACION: Este ítem corresponde a una recomendación ya que cuando se hizo la exploración del suelo se encontró material sobre saturado esto genera colchones que pueden afectar la vida útil del pavimento.

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
2.3	Rellenos con material filtrante (Piedra Rajon)	M3

LOCALIZACION	DIMENSIONES			RECOMEN	UNIDAD		TOTAL PARCIAL
	Largo	Ancho	Alto				
CALLEJON 1	59.07	1.80	0.31	10%	M3		
CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.04	4.30	0.67	10%	M3		27.53
CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	278.85	4.30	0.72	10%	M3		86.82
CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	118.81	4.30	0.71	10%	M3		36.05
CALLEJON 2	0.00	1.80	0.32	10%	M3		0.00
CALLEJON 3	126.91	2.30	0.62	10%	M3		18.08
CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	316.50	5.30	0.63	10%	M3		105.22
CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.34	5.30	0.61	10%	M3		31.23
CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	36.70	5.30	0.68	10%	M3		13.27
CALLEJON 4	53.03	1.80	0.32	10%	M3		3.06
CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	21.85	4.30	0.69	10%	M3		6.48
CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	176.58	4.30	0.65	10%	M3		49.17
CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	195.65	4.30	0.61	10%	M3		51.56
CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	146.72	4.30	0.66	10%	M3		41.47
CALLEJON 5	40.20	1.80	0.36	10%	M3		2.60
CALLEJON 6	0.00	1.80	0.36	10%	M3		0.00
DESCUENTO INTERSECEPCIONES	-21.00	2.30	0.56	10%	M3		-2.69
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**469.84**

ESQUEMA



OBSERVACION: Este ítem corresponde a una recomendación ya que cuando se hizo la exploración del suelo se encontró material sobre saturado esto genera colchones que pueden afectar la vida útil del pavimento.

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
2.4	Afirmado	M3

LOCALIZACION	DIMENSIONES			UNIDAD	ACUMU	AREA	TOTAL PARCIAL	ESQUEMA
	Largo	Ancho	Alto					
CALLEJON 1	59.07	1.80	0	M3				
CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.04	4.30	0.2	M3			82.60	
CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	278.85	4.30	0.2	M3			239.81	
CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	118.81	4.30	0.2	M3			102.18	
CALLEJON 2	0.00	1.80	0	M3			0.00	
CALLEJON 3	126.91	2.30	0.2	M3			58.38	
CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	316.50	5.30	0.2	M3			335.49	
CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.34	5.30	0.2	M3			102.12	
CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	36.70	5.30	0.2	M3			38.90	
CALLEJON 4	53.03	1.80	0	M3			0.00	
CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	21.85	4.30	0.2	M3			18.79	
CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	176.58	4.30	0.2	M3			151.86	
CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	195.65	4.30	0.2	M3			168.26	
CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	146.72	4.30	0.2	M3			126.18	
CALLEJON 5	40.20	1.80	0	M3			0.00	
CALLEJON 6	0.00	1.80	0	M3			0.00	
DESCUENTO INTERSECEPCIONES	-21.00	2.30	0.2	M3			-9.66	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**1414.90**	


ESPINOSA ESTEBAN
ESPINOSA
ESPINOSA
ESPINOSA

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
2.5	Subbase granular	M3

LOCALIZACION	DIMENSIONES			UNIDAD		AREA	TOTAL PARCIAL	ESQUEMA
	Largo	Ancho	Alto					
CALLEJON 1	59.07	1.80	0.15	M3				
CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.04	4.30	0.2	M3			82.60	
CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	278.85	4.30	0.2	M3			239.81	
CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	118.81	4.30	0.2	M3			102.18	
CALLEJON 2	0.00	1.80	0.15	M3			0.00	
CALLEJON 3	126.91	2.30	0.2	M3			58.38	
CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	316.50	5.30	0.2	M3			335.49	
CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.34	5.30	0.2	M3			102.12	
CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	36.70	5.30	0.2	M3			38.90	
CALLEJON 4	53.03	1.80	0.15	M3			14.32	
CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	21.85	4.30	0.2	M3			18.79	
CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	176.58	4.30	0.2	M3			151.86	
CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	195.65	4.30	0.2	M3			168.26	
CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	146.72	4.30	0.2	M3			126.18	
CALLEJON 5	40.20	1.80	0.15	M3			10.85	
CALLEJON 6	0.00	1.80	0.15	M3			0.00	
DESCUENTO INTERSECEPCIONES	-21.00	2.30	0.2	M3			-9.66	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**1440.08**	



ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
3.1	Pavimento de concreto hidráulico Mr-40 kg/cm2	M3

LOCALIZACION	DIMENSIONES			UNIDAD		AREA	TOTAL PARCIAL	ESQUEMA
	Largo	Ancho	Alto					
CALLEJON 1	59.07	1.80	0.18	M3				
CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.04	4.30	0.2	M3			82.60	
CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	278.85	4.30	0.2	M3			239.81	
CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	118.81	4.30	0.2	M3			102.18	
CALLEJON 2	0.00	1.80	0.18	M3			0.00	
CALLEJON 3	126.91	2.30	0.2	M3			58.38	
CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	316.50	5.30	0.2	M3			335.49	
CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.34	5.30	0.2	M3			102.12	
CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	36.70	5.30	0.2	M3			38.90	
CALLEJON 4	53.03	1.80	0.18	M3			17.18	
CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	21.85	4.30	0.2	M3			18.79	
CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	176.58	4.30	0.2	M3			151.86	
CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	195.65	4.30	0.2	M3			168.26	
CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	146.72	4.30	0.2	M3			126.18	
CALLEJON 5	40.20	1.80	0.18	M3			13.02	
CALLEJON 6	0.00	1.80	0.18	M3			0.00	
DESCUENTO INTERSECEPCIONES	-21.00	2.30	0.2	M3			-9.66	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**1445.11**	



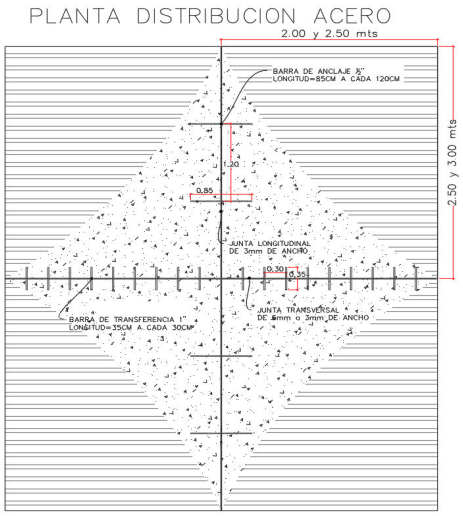
ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
3.2	Acero de refuerzo 60.000 psi	KG

LOCALIZACION	DIMENSIONES			UNIDAD	KG/M	CANTIDAD JUNTAS	TOTAL PARCIAL
	Largo	Ancho	Alto				
Dovelas 1" L=35cm @ 30cm - son 20 und por junta	15.00	0.35		KG	3.973	753	15,706.26
Barra de Anclaje 1/2 L=85cm @ 120cm - Son 2 und por junta	2.00	1.20		KG	0.990	753	1,789.13
Canastilla para juntas varilla 8mm	1.00	32.39		KG	0.394	753	9,609.53
Losas Irregulares 1/2 @ 20cm		12.00	400.0	KG	0.990		4,752.00
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							31856.92

ESQUEMA



OBSERVACION: el valor corresponde a los m2 de losas irregulares por 12m que corresponde a los metros de la varilla de 1/2 que caben por m2

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS								
ITEM	**ACTIVIDAD**							**UNIDAD**
3.3	Adecuación de Manholes en concreto de 3000 psi							UND
LOCALIZACION	**DIMENSIONES**			**UNIDAD**	**ACUMU**	**AREA**	**TOTAL PARCIAL**	**ESQUEMA**
	Largo	**Ancho**	**Alto**					
Adecuación de Manholes				UND	31.0		31.00	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**31.00**	



ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
4.1	Bordillo en concreto de 3000 psi de 15x15 cm fundido in situ, incluye Acero	M

LOCALIACION	DIMENCIONES			UNIDAD	CANTIDAD	ACOMULADO	TOTAL PARCIAL	ESQUEMA
	Largo	Ancho	Alto					
CALLEJON 1	59.07			M	2		118.14	
CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.04			M	2		192.09	
CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	278.85			M	2		557.70	
CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	118.81			M	2		237.62	
CALLEJON 2	0.00			M	2		0.00	
CALLEJON 3	126.91			M	2		253.82	
CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	316.50			M	2		633.00	
CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.34			M	2		192.68	
CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	36.70			M	2		73.40	
CALLEJON 4	53.03			M	2		106.06	
CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	21.85			M	2		43.70	
CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	176.58			M	2		353.16	
CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	195.65			M	2		391.30	
CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	146.72			M	2		293.44	
CALLEJON 5	40.20			M	2		80.40	
CALLEJON 6	0.00			M	2		0.00	
DESCUENTO INTERSECEPCIONES	-100.50			M	1		-100.50	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**3426.01**	



ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

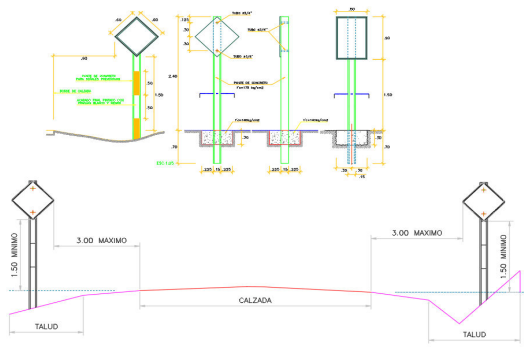
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
4.2	Anden en concreto e:10cm, incluye acero	M2

LOCALIACION	DIMENCIONES			UNIDAD	CANTIDAD	ACOMULADO	TOTAL PARCIAL
	Largo	Ancho	Alto				
CALLEJON 1	59.07	0.6		M2	0		0.00
CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.04	0.6		M2	2		115.25
CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	278.85	0.6		M2	2		334.62
CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	118.81	0.6		M2	2		142.57
CALLEJON 2	0.00	0.6		M2	0		0.00
CALLEJON 3	126.91	0.6		M2	0		0.00
CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	316.50	0.6		M2	2		379.80
CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.34	0.6		M2	2		115.61
CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	36.70	0.6		M2	2		44.04
CALLEJON 4	53.03	0.6		M2	2		63.64
CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	21.85	0.6		M2	2		26.22
CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	176.58	0.6		M2	2		211.90
CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	195.65	0.6		M2	2		234.78
CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	146.72	0.6		M2	2		176.06
CALLEJON 5	40.20	0.6		M2	0		0.00
CALLEJON 6	0.00	0.6		M2	0		0.00
DESCUENTO INTERSECEPCIONES	-21.00	0.6		M2	2		-25.20
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**1819.29**

ESQUEMA



ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS									
ITEM	**ACTIVIDAD**								**UNIDAD**
5.1	Señales verticales de transito								UND
LOCALIACION	**DIMENCIONES**			**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**ACOMULADO**	**TOTAL PARCIAL**	**ESQUEMA**	
	Largo	**Ancho**	**Alto**						
Señal reglamentaria de tránsito SR-01 (PARE)				UND	31		31.00		
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**31.00**		

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

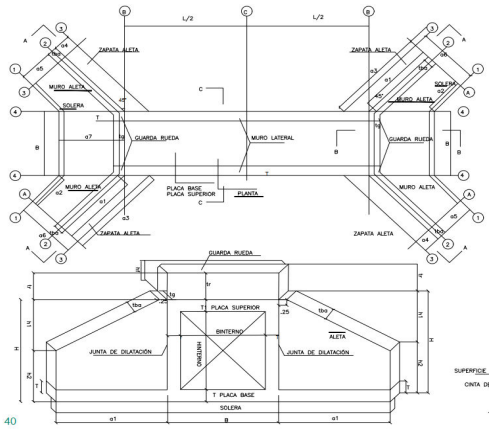
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
5.2	Señales horizontales de transito (Demarcacion Vial)	M

LOCALIACION	DIMENCIONES			UNIDAD	CANTIDAD	ACOMULADO	TOTAL PARCIAL	ESQUEMA
	Largo	Ancho	Alto					
CALLEJON 1	59.07			M	1		59.07	
CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.04			M	3		288.13	
CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	278.85			M	3		836.55	
CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	118.81			M	3		356.43	
CALLEJON 2	0.00			M	0		0.00	
CALLEJON 3	126.91			M	1		126.91	
CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	316.50			M	3		949.50	
CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	96.34			M	3		289.02	
CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	36.70			M	3		110.10	
CALLEJON 4	53.03			M	3		159.09	
CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	21.85			M	3		65.55	
CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	176.58			M	3		529.74	
CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	195.65			M	3		586.95	
CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	146.72			M	3		440.16	
CALLEJON 5	40.20			M	1		40.20	
CALLEJON 6	0.00			M	0		0.00	
DESCUENTO INTERSECEPCIONES	-21.00			M	3		-63.00	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**4774.40**	



ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS								
ITEM	**ACTIVIDAD**							**UNIDAD**
6.1	Excavación a mano de material humedo Incluye transporte.							M3
LOCALIACION	**DIMENCIONES**			**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**AREA**	**TOTAL PARCIAL**	**ESQUEMA**
	Largo	**Ancho**	**Esp**					
Box 1.0x1.0x7.0	1.0		122.68	M3	2		245.36	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**245.36**	



40

DATOS TOMADOS DE LA CARTILLA de OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES PROGRAMA COLOMBIA RURAL CALCULADOS EN AUTOCAD

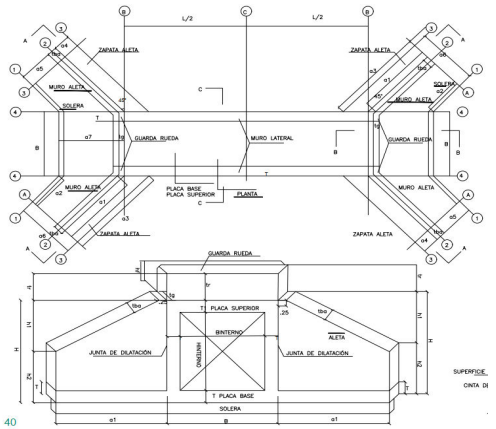
ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
6.2	Rellenos con material filtrante (Piedra Rajon)	M3

LOCALIACION	DIMENCIONES			UNIDAD	CANTIDAD	ACOMULADO	TOTAL PARCIAL
	Largo	Ancho	Esp				
Box 1.0x1.0x7.0	1.0		23.37		2		46.74
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**46.74**

ESQUEMA



40

DATOS TOMADOS DE LA CARTILLA de OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES PROGRAMA COLOMBIA RURAL CALCULADOS EN AUTOCAD

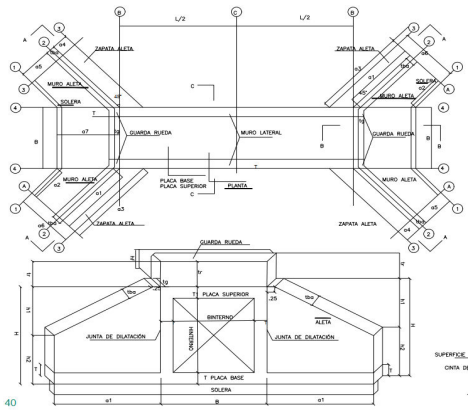
ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
6.3	Solado en concreto de 2000 psi	M3

LOCALIACION	DIMENCIONES			UNIDAD	CANTIDAD	ACOMULADO	TOTAL PARCIAL
	Largo	Ancho	Alto				
Box 1.0x1.0x7.0 - Cajon	11.0			M3	2	0.08	1.76
Box 1.0x1.0x7.0 - Aletas	1.0			M3	2	0.41	0.82
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**2.58**

ESQUEMA



DATOS TOMADOS DE LA CARTILLA de OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES PROGRAMA COLOMBIA RURAL

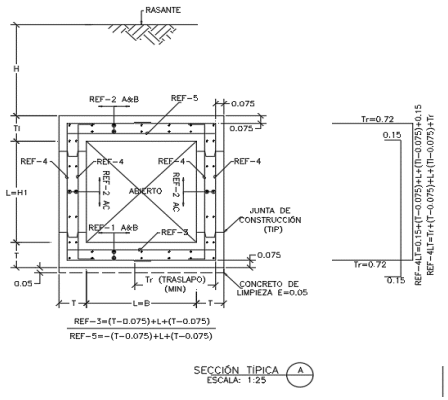
OBSERVACIÓN: Datos obtenidos de la Cartillas de Obras de Drenaje de Colombia rural

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
6.4	Concreto reforzado de 4.000 PSI para box culvert	M3

LOCALIACION	DIMENCIONES			UNIDAD	CANTIDAD	ACOMULADO	TOTAL PARCIAL	ESQUEMA
	Largo	Ancho	Alto					
Box 1.0x1.0x7.0 - Cajon	11.0				2	1.33	29.26	
Box 1.0x1.0x7.0 - Aletas	1.0				2	3.18	6.36	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**35.62**	



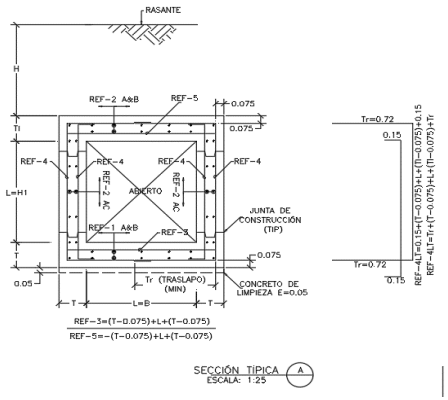
OBSERVACIÓN: Datos obtenidos de la Cartillas de Obras de Drenaje de Colombia rural

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
6.5	Acero de Refuerzo 60,000 psi para box culvert.	KG

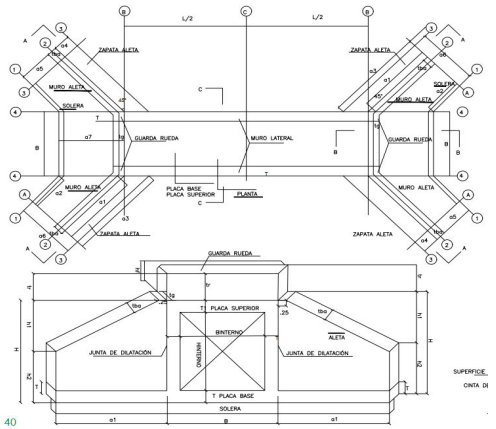
LOCALIACION	DIMENCIONES			UNIDAD	CANTIDAD	ACOMULADO	TOTAL PARCIAL	ESQUEMA
	Largo	Ancho	Alto					
Box 1.0x1.0x7.0 - Cajon	11.0				2	98.54	2167.88	
Box 1.0x1.0x7.0 - Aletas	1.0				2	187.06	374.12	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**2542.00**	



OBSERVACIÓN: Datos obtenidos de la Cartillas de Obras de Drenaje de Colombia rural

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS								
ITEM	**ACTIVIDAD**							**UNIDAD**
6.6	Relleno para estructuras con material seleccionado. incluye transporte del material al sitio de la obra							M3
LOCALIACION	**DIMENCIONES**			**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**ACOMULADO**	**TOTAL PARCIAL**	**ESQUEMA**
	Largo	**Ancho**	**Alto**					
Box 1.0x1.0x7.0	1.0			M3	2	60.96	121.92	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**121.92**	



40

DATOS TOMADOS DE LA CARTILLA de OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES PROGRAMA COLOMBIA RURAL CALCULADOS EN AUTOCAD

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS								
ITEM	**ACTIVIDAD**							**UNIDAD**
6.7	Barandas metálicas fy= 345 Mpa							M
LOCALIACION	**DIMENCIONES**			**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**ACOMULADO**	**TOTAL PARCIAL**	**ESQUEMA**
	Largo	**Ancho**	**Alto**					
Baranda Metalica para box	5.0			M			5.00	
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							**5.00**	

ASOMUCOL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD
7.1	Empedrado de Proteccion	M3

LOCALIZACION	DIMENSIONES			UNIDAD	Cantidad	Area	TOTAL PARCIAL
	Largo	Esp	Ancho				
CALLEJON 1	59.07	0.05	0.6	M3			
CALLEJON 2	0.00	0.05	0.60	M3			0.00
CALLEJON 3	126.91	0.05	0.60	M3			3.81
CALLEJON 4	53.03	0.05	0.60	M3			1.59
CALLEJON 5	40.20	0.05	0.60	M3			1.21
CALLEJON 6	0.00	0.05	0.60	M3			0.00
BOX 1						10.00	5.00
BOX 2						10.00	5.00
SUMATORIA DE LOS TOTALES PARCIALES							16.60

ESQUEMA



LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

SOPORTE TÉCNICO 02

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA



INFORME TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN PLANTA, DE CALLES PERTENECIENTES AL BARRIO VILLA CATA, UBICADAS EN ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.



INFORME TOPOGRÁFICO

TOPOGRAFÍA DE CALLES PERTENECIENTES AL BARRIO VILLA CATA, UBICADAS EN ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.



TRAMOS: Carrera 1ª, Carrera 2ª, Carrera 3ª, Carrera 11ª, Carrera 4ª, Callejón 1, Calle 1ª, Callejón 2, Carrera 1B, Callejón 3, Carrera 11B, Carrera 4B, Carrera 5B, Callejón 4, Callejón 6, Callejón 5, Calle 4B, Calle 7, Calle 3B, Calle 2B, Calle 9ª; Con longitudes de: 0+095.62, 0+110.63, 0+119.24, 0+138.80, 0+096.81, 0+062.28, 0+025.17, 0+035.77, 0+157.66, 0+129.94, 0+171.51, 0+065.81, 0+111.13, 0+052.76, 0+090.09, 0+044.49, 0+073.79, 0+066.51, 0+026.69, 0+016.53, 0+067.22; Longitud Total: 1+758.45m

TOP. CARLOS ALBERTO PACHECO BERROCAL

TABLA DE CONTENIDO

Pag.

1. GENERALIDADES 3

2. OBJETIVOS 3

2.1 OBJETIVO GENERAL 3

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

3. METODOLOGÍA 4

3.1 LOGISTICA 4

3.1.1 RECURSO HUMANO 4

3.2 RECURSO TECNICO 5

3.2.1 EQUIPO DE CAMPO 5

3.2.2 EQUIPO DE OFICINA. 6

4. PROCEDIMIENTO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO 6

4.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE DETALLES 6

5. DIBUJO DE PLANOS TOPOGRAFICOS 8

5.1 CARACTERISTICAS DE LOS PLANOS TOPOGRAFICOS 8

5.2. DIBUJO DE PLANOS DEL PROYECTO 10

6. PLANOS FINALES DEL PROYECTO. 10

7. RESULTADOS OBTENIDOS 11

ANEXOS 21

1. GENERALIDADES

Se presenta el informe técnico de las actividades propias de la topografía, desarrolladas para generar la información requerida en los estudios y diseños técnicos para, los diseños estructurales y de implantación en las calles ubicadas en el barrio Villa Cata, zona urbana del municipio de Los Córdobas departamento de Córdoba.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento topográfico detallado del terreno natural, obras de arte tales como; vías, pavimento, calles, paramentos, postes, arboles, entre otros. Los cuales son necesarios para generar datos para los estudios, modelamientos y diseños técnicos del proyecto.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Levantar a detalle el terreno natural del sector urbano, ubicado en el barrio Villa Cata, municipio de Los Córdobas departamento de Córdoba.

3. METODOLOGÍA

En la realización del levantamiento topográfico, para los levantamientos topográficos se tuvieron en cuenta las siguientes fases:

- ✓ En la fase 1. Se procedió a comenzar el levantamiento de las calles para la ejecución del proyecto.

- ✓ En la fase 2. Se procedió a extraer los datos de coordenadas de cada uno de los puntos levantados con la GPS RTK pasándolos a AutoCAD para el proceso de dibujo.

3.1 LOGÍSTICA

La logística de campo estuvo a cargo de la empresa.

3.1.1 RECURSO HUMANO

El proyecto fue dirigido y conducido en campo por Carlos Alberto Pacheco Berrocal, Tecnólogo en topografía con licencia profesional N° 01-11961, del Consejo Profesional Nacional De Topografía (CPNT), con el apoyo de un (1) auxiliar de topografía que fueron contratados para tal fin, se coordinó en este proyecto la parte de campo y oficina.

3.2 RECURSO TÉCNICO

Para lograr una mayor cobertura y obtener información copiosa de manera rápida y precisa, se utilizaron herramientas con tecnología de punta, como el sistema de posicionamiento global GPS y estación total electrónica.

3.2.1 EQUIPO DE CAMPO

- Una GPS RTK, marca CHCNAV doble frecuencia
- Una cinta métrica
- Un flexómetro
- Una almádana (mona)
- Clavos de acero
- Estacas
- Pintura
- Machete (rula)

3.2.2 EQUIPO DE OFICINA.

- Computador personal de alto rendimiento marca **hp**
- programas especializados como CIVILCAD, AUTOCAD 2017.

4. PROCEDIMIENTO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Se armó la GPS RTK encima del punto de referencia, seguidamente se hizo el amarre respectivo para el levantamiento, esto con el fin de darles coordenadas X, Y, Z a los detalles que se encontraron donde se desarrolló el levantamiento.

4.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE DETALLES

Consiste en localizar los detalles que se encuentren a los costados y/o largo del área del proyecto identificando sus características más relevantes; el levantamiento de detalles se puede distribuir de acuerdo con las características y/o especificaciones del proyecto. Dentro de estas características de detalles se puede reflejar las más comunes para los levantamientos topográficos tales como vías, redes eléctricas, paramentos, entre otros. Para realizar este tipo de levantamientos, se pueden utilizar diferentes instrumentos de mediciones de acuerdo con las características que exija el contrato. Dentro de estos se encuentran los más utilizados como la estación total, RTK, GPS, nivel, cinta y Brújula.

- Para este proyecto se hizo uso de la una GPS RTK, marca CHCNAV doble frecuencia.

Para realizar el levantamiento de detalles con estos instrumentos se deben conocer dos vértices con coordenadas fijas (Norte, este y elevación) para referenciar los puntos de los detalles; este tipo de instrumentos son utilizados con mayor frecuencia, ya que permite realizar el levantamiento en cualquier lugar obteniendo excelentes precisiones, cabe anotar que dependiendo del tipo de instrumento se necesita realizar unos cálculos adicionales, lo que podría demorar más la ejecución de los proyectos. Con este instrumento, el levantamiento de detalles consiste en medir ángulos y distancias de un punto conocido y un punto de referencia.

Las GPS RTK por su capacidad de almacenamiento permiten recolectar la información de campo automáticamente y después registrándola en su memoria, evitando cometer errores en transcribir los datos de campo y luego ser transmitida directamente al PC; posteriormente se procesan los datos para obtener las coordenadas (Norte, Este y elevación) de cada detalle levantado.
Una vez recolectados los datos se procesa la información con un programa de Topografía llamado CIVILCAD, obteniendo las coordenadas de cada punto levantado y posteriormente exportando los datos en un formato ASCII para ser manipulado en cualquier programa que permita este lenguaje.
Para esta labor se obtuvieron un número determinado de Puntos los cuales conforman el levantamiento topográfico y el modelo digital.

5. DIBUJO DE PLANOS TOPOGRÁFICOS.

El dibujo de los planos topográficos se puede realizar de la siguiente manera:

Dibujo manual, lo cual ya no se utiliza con frecuencia, por la demora en ejecutarse y en realizarse las correcciones; además, por la dificultad de reproducir en original las veces necesarias que el proyecto lo requiera.

Programas especializados de CAD e Ingeniería, que permiten utilizar las diferentes herramientas para la realización de los diferentes planos topográficos, que en la actualidad son utilizados con mayor frecuencia ya que se pueden obtener mejores rendimientos, resultados y precisión del dibujo, pues permite realizar las correcciones con mayor agilidad y lo más importante, poder adicionar o eliminar información de acuerdo a las características del proyecto, reproducirse las veces necesarias o las que el proyecto lo requiera, además se puede cambiar la escala de salida, también, ocultar información que no requiera el especialista en el momento de utilizar dicho plano; igualmente, puede entregarse en forma digital para que cada especialista pueda agregar su propia información.

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS PLANOS TOPOGRÁFICOS.

Los planos son la representación gráfica y exhaustiva de todos los elementos que Plantea un proyecto. Los planos constituyen la geometría plana de las obras proyectadas, de forma que las defina completamente en sus tres dimensiones.
Los planos nos muestran cotas, dimensiones lineales superficiales y volumétricas de todas construcciones y acciones que comportan los trabajos desarrollados por el proyectista.

Los planos definen las obras que se han de desarrollar o que se encuentren en desarrollo y han de contener todos los detalles necesarios para la completa y eficaz representación de las obras.

Los planos son los documentos más utilizados, de lo que constituye un proyecto y por ello han de ser muy completos, suficientes y concisos, es decir, incluir toda la información necesaria para poder ejecutar la obra objeto del proyecto en la forma más concreta posible y sin dar información inútil o innecesaria.

Los planos deben ser lo suficientemente descriptivos para la exacta realización de las obras, a cuyos efectos deberán poder deducirse de ellos, los planos auxiliares de obra o taller y las mediciones que sirvan de base para las valoraciones pertinentes.

Los planos pueden ser generales y de detalle, tanto para la ejecución de obra en campo como de los equipos de oficina.

Su número no debe prefijarse y habrá que realizar tantos planos como sean necesarios, teniendo en cuenta su uso casi exclusivo en la obra y a todos los niveles.

En el plano de planta general se indican a escala reducida todos los elementos del Proyecto que nos permiten situar sus partes dentro de un todo. La planta general viene a ser una vista aérea del conjunto.

Los planos de perfiles o secciones son la representación de un corte longitudinal o Transversal de un terreno existente o un proyecto nuevo a ejecutar, generalmente los perfiles longitudinales se representan en dos escalas diferentes (escala horizontal y vertical) por lo que existe una exageración en relación la longitud horizontal y la diferencia vertical. Estas exageraciones pueden variar de acuerdo

con las necesidades del proyecto o a las diferencias de elevaciones que exista entre el punto inicial y el punto final.

5.2. DIBUJO DE PLANOS DEL PROYECTO.

Los planos fueron realizados bajo el programa de AutoCAD Civil 2017 de autodesk, obteniendo un archivo en formato digital con extensión *.dwg.
Para poder manipular y acceder con mayor agilidad se creó un archivo en planta donde se muestran los detalles levantados en el terreno.

5.2.1 Características de los planos Topográficos

Los planos topográficos del proyecto se encuentran separados por capas de dibujo (Layers) lo cual permite separar los diferentes objetos de dibujo (Detalles levantados), lo cual permite obtener de manera fácil información detallada, cuantificar los objetos encontrados entre otras, además puede separarse por tipo de servicios y realizar los diferentes estudios de acuerdo con la especialización.

6. PLANOS FINALES DEL PROYECTO.

Una vez realizados los dibujos en el software, se obtuvo un plano el cual se ajustó a la escala indicada, realizando la distribución adecuada y de tal manera que se represente en el plano el mayor número de detalles posibles.

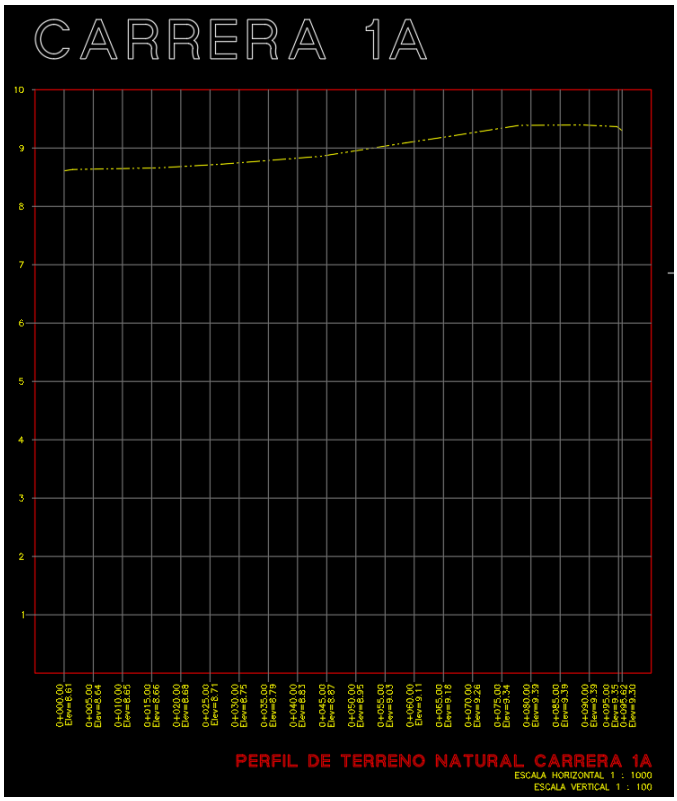
7. RESULTADOS OBTENIDOS.

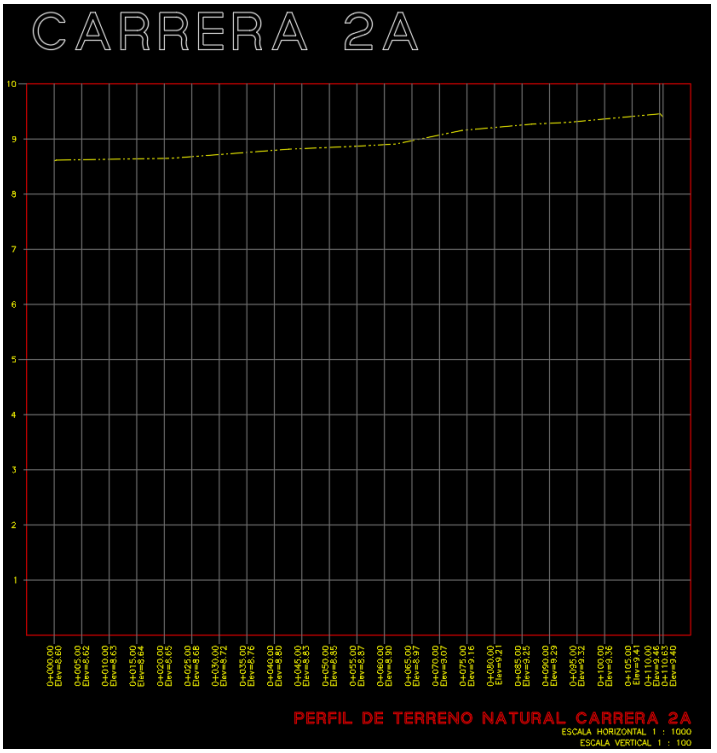
RESULTADOS DEL PROYECTO PLANO EN PLANTA

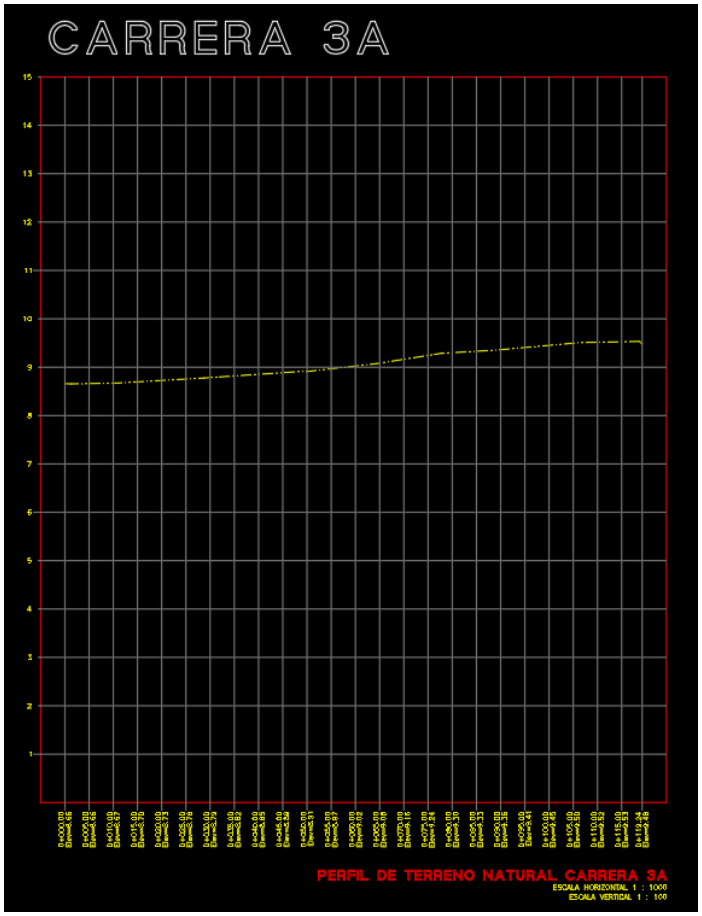
Barrio Villa Cata

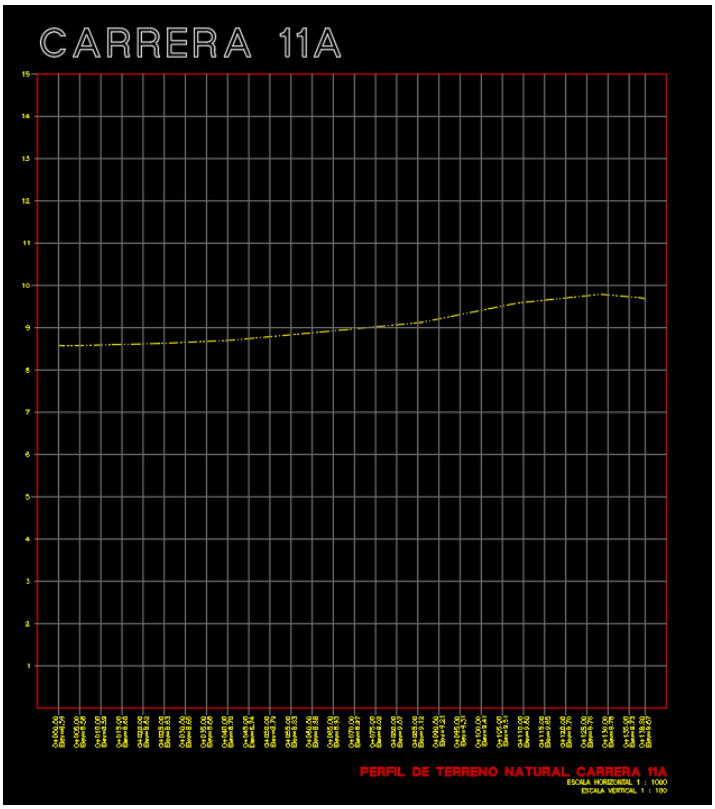


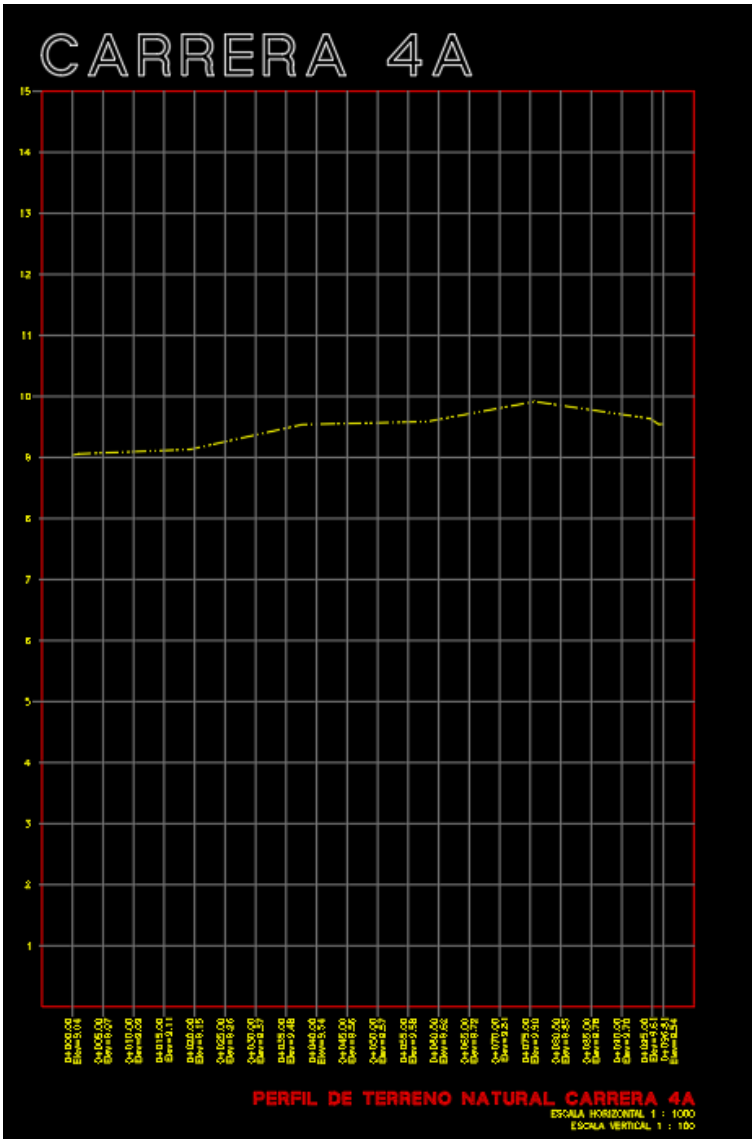
PERFILES BARRIO VILLA CATA

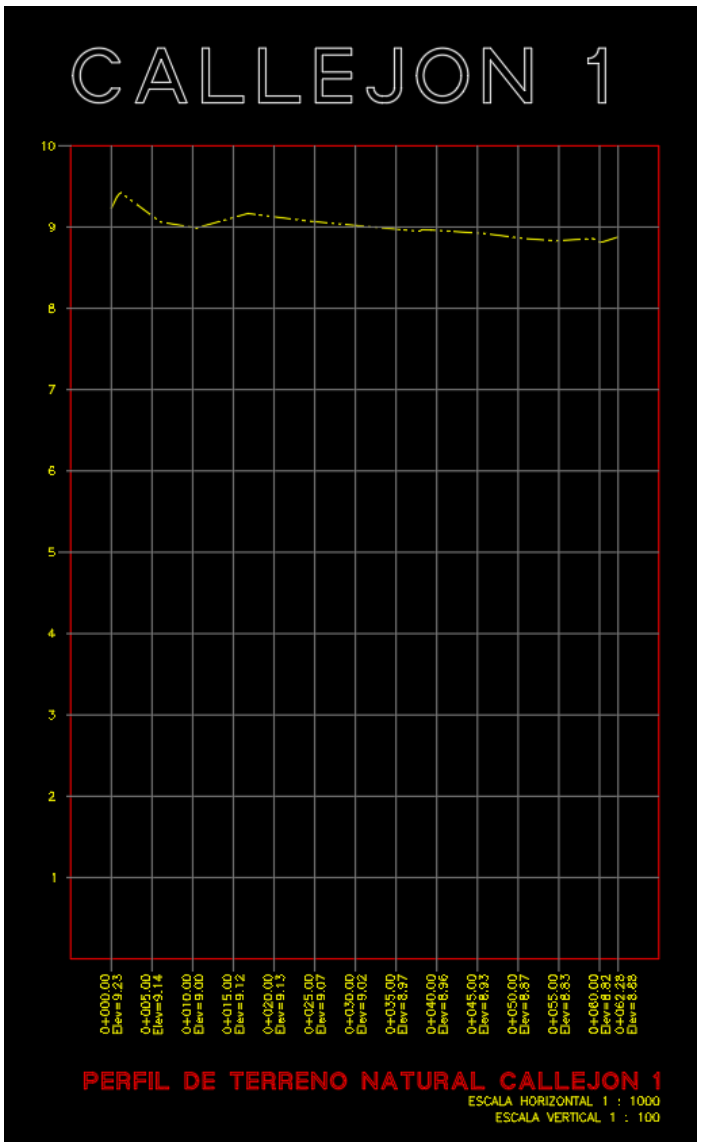


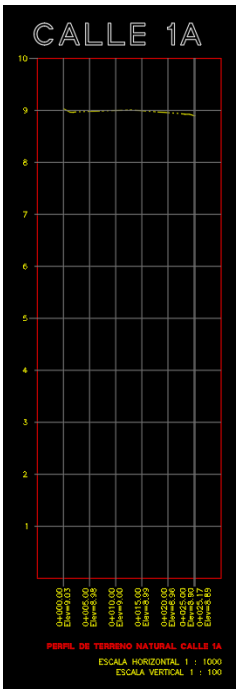


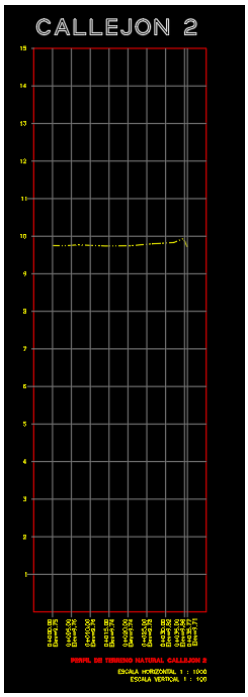

CARRERA 3A
PERFIL DE TERRENO NATURAL CARRERA 3A
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

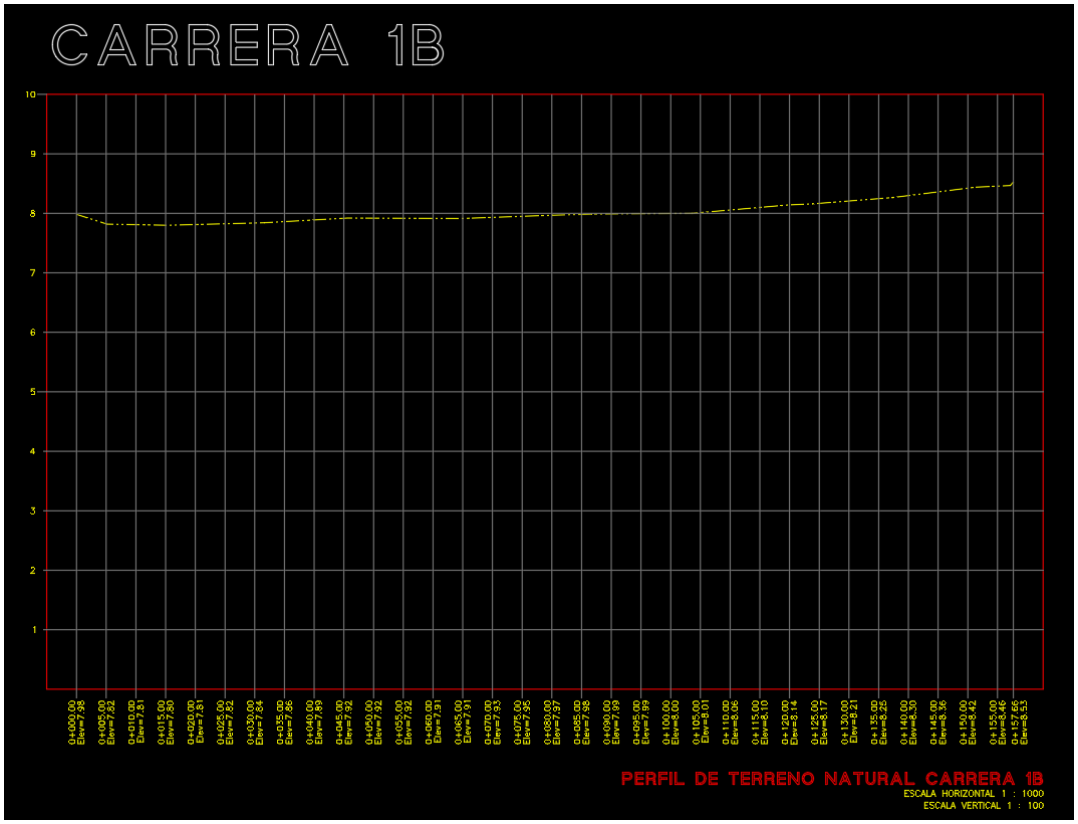

CARRERA 11A
PERFIL DE TERRENO NATURAL CARRERA 11A
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

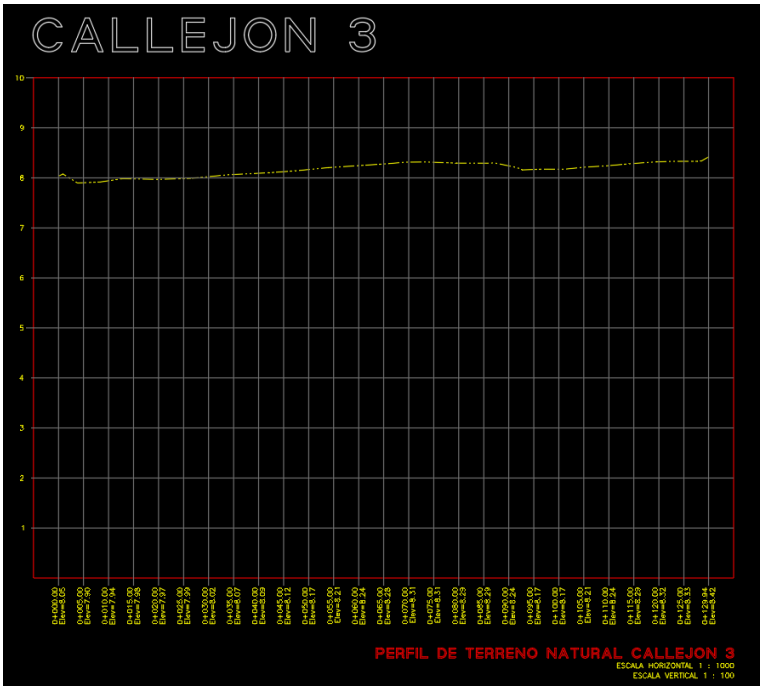

CARRERA 4A
PERFIL DE TERRENO NATURAL CARRERA 4A
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

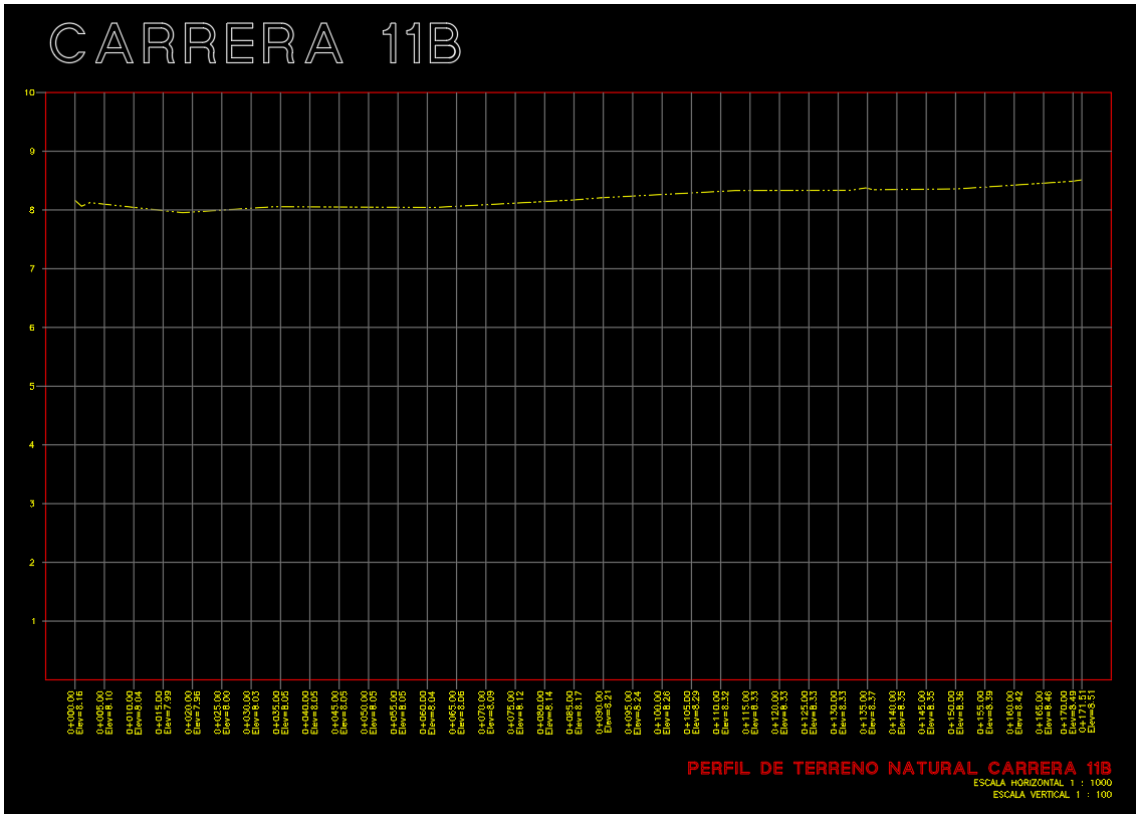

CALLEJON 1
0+000.00 Elev=9.23
0+005.00 Elev=9.14
0+010.00 Elev=9.00
0+015.00 Elev=9.12
0+020.00 Elev=9.13
0+025.00 Elev=9.07
0+030.00 Elev=9.02
0+035.00 Elev=8.97
0+040.00 Elev=8.96
0+045.00 Elev=8.93
0+050.00 Elev=8.87
0+055.00 Elev=8.83
0+060.00 Elev=8.82
0+062.25 Elev=8.85
PERFIL DE TERRENO NATURAL CALLEJON 1
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

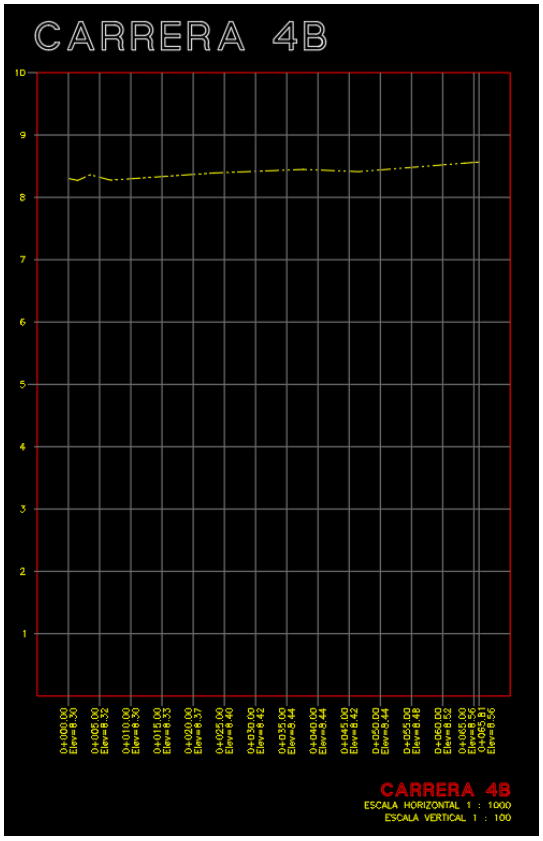

CALLE 1A
PERFIL DE TERRENO NATURAL CALLE 1A
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

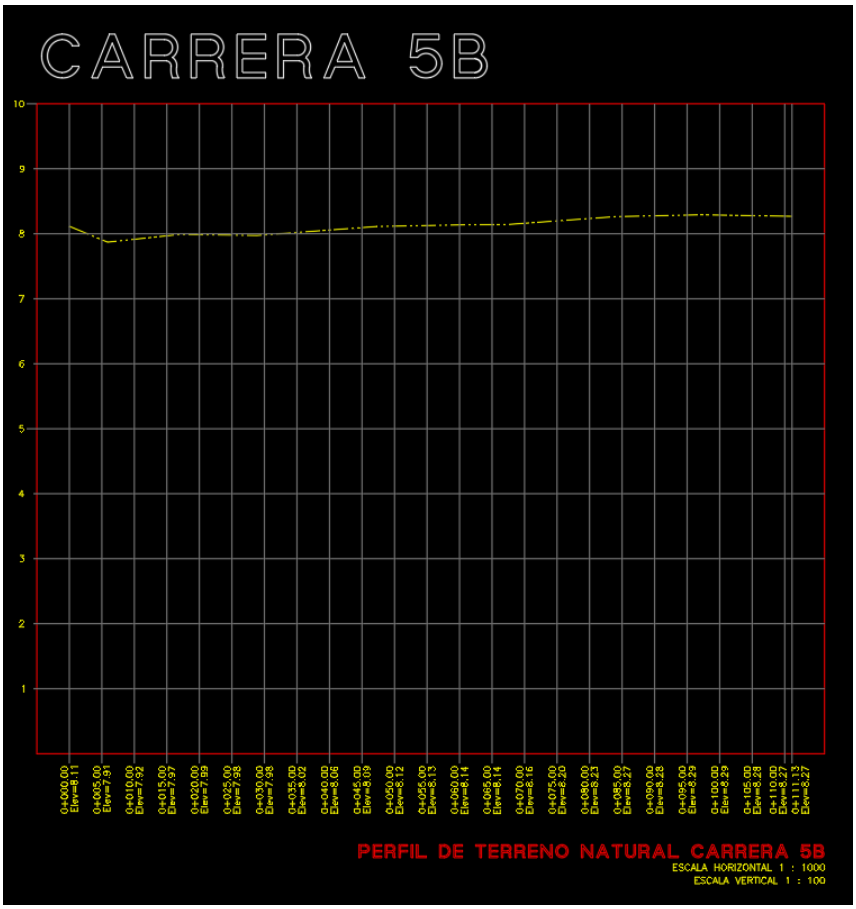

CALLEJON 2

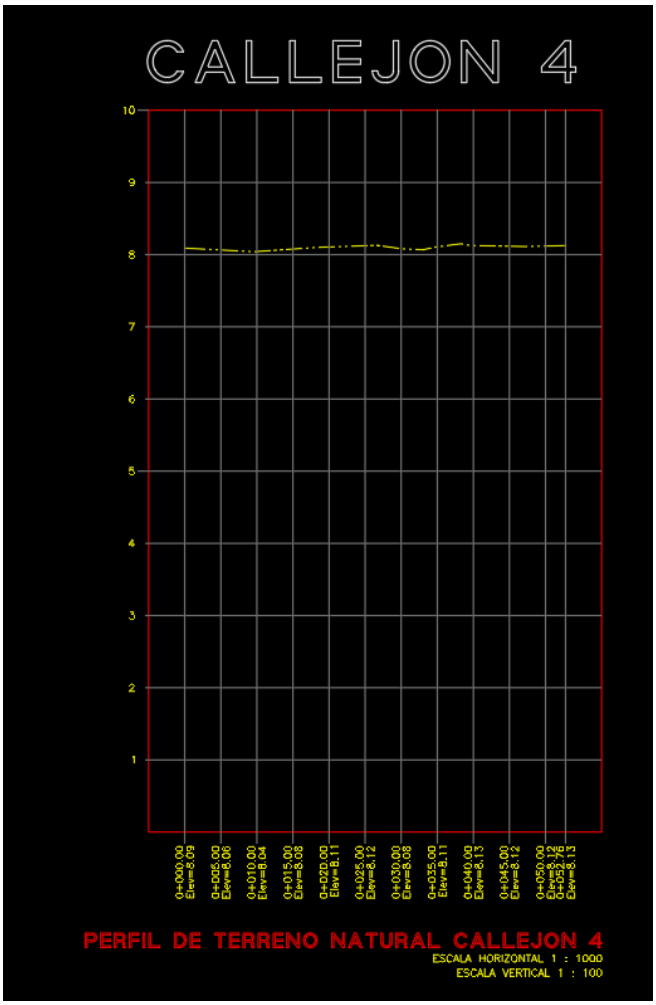

CARRERA 1B
PERFIL DE TERRENO NATURAL CARRERA 1B
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

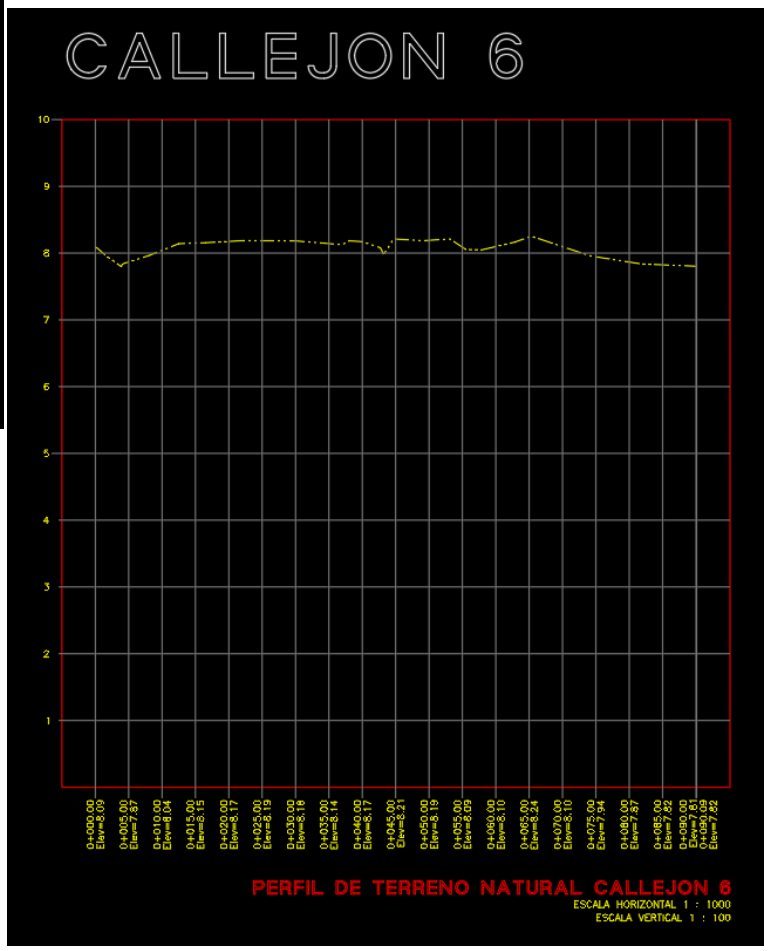

CALLEJON 3
PERFIL DE TERRENO NATURAL CALLEJON 3
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100


CARRERA 11B
PERFIL DE TERRENO NATURAL CARRERA 11B
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100


CARRERA 4B
CARRERA 4B
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100


CARRERA 5B
PERFIL DE TERRENO NATURAL CARRERA 5B
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

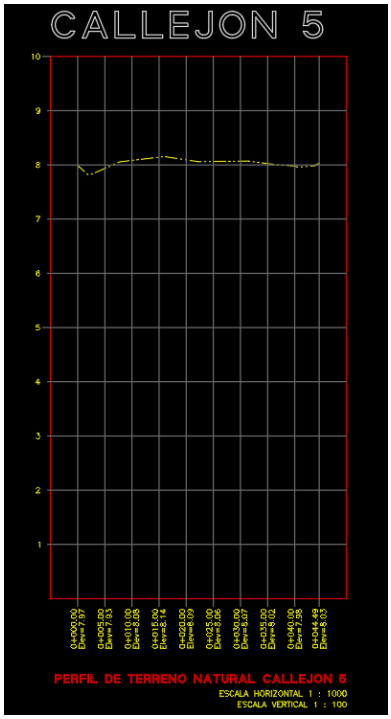

CALLEJON 4
PERFIL DE TERRENO NATURAL CALLEJON 4
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

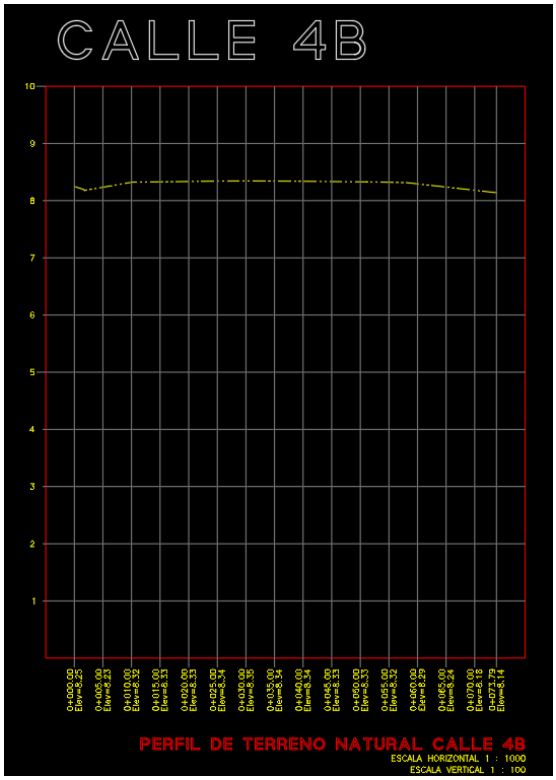

CALLEJON 6
PERFIL DE TERRENO NATURAL CALLEJON 6
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

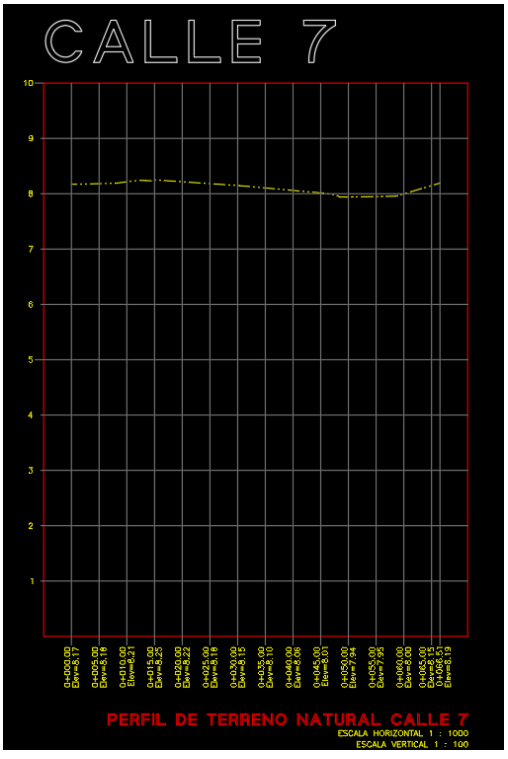


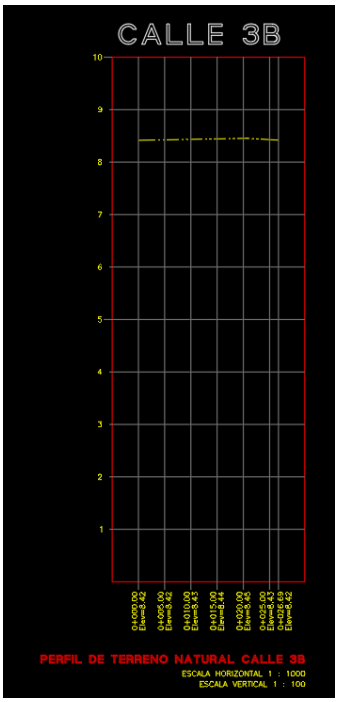
INFORME TOPOGRÁFICO DEL PROYECTO LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO EN PLANTA, DE VIAS UBICADO EN ZONA URBANA DEL BARRIO VILLA CATA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

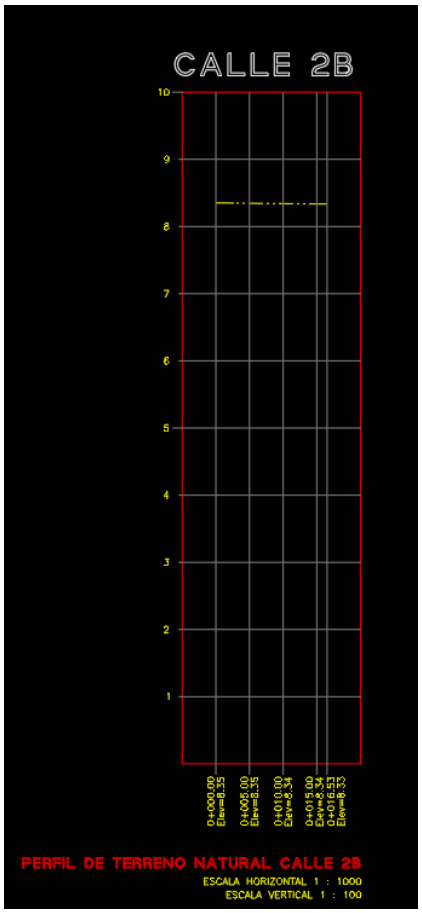


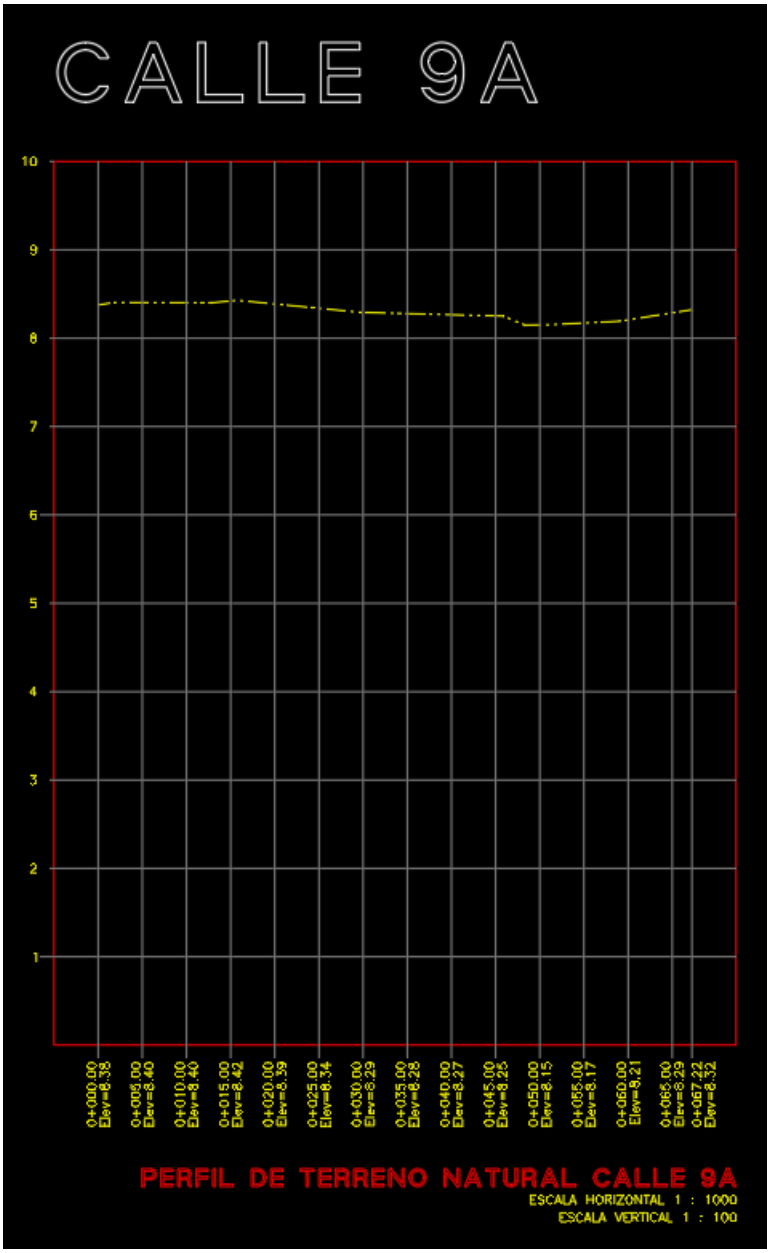









CALLE 2B
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0+000.00 Elev=8.35
0+005.00 Elev=8.35
0+010.00 Elev=8.34
0+015.00 Elev=8.34
0+016.53 Elev=8.33
PERFIL DE TERRENO NATURAL CALLE 2B
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100


CALLE 9A
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0+000.00 Elev=8.38
0+005.00 Elev=8.40
0+010.00 Elev=8.40
0+015.00 Elev=8.42
0+020.00 Elev=8.39
0+025.00 Elev=8.34
0+030.00 Elev=8.29
0+035.00 Elev=8.28
0+040.00 Elev=8.27
0+045.00 Elev=8.25
0+050.00 Elev=8.15
0+055.00 Elev=8.17
0+060.00 Elev=8.21
0+065.00 Elev=8.29
0+067.22 Elev=8.32
PERFIL DE TERRENO NATURAL CALLE 9A
ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000
ESCALA VERTICAL 1 : 100

ANEXOS:

Registro fotográfico:











NUMERO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
0	2541999.19	4631049.31	9.189	BM
1	2541997.71	4631053.93	9025.2	PAV
2	2542000.61	4631054.73	9.269	PAV
3	2542003.64	4631055.57	9.234	PAV
4	2542004.56	4631054.98	9.211	PAV
5	2542005.65	4631054.63	9.179	PAV
6	2542006.59	4631054.59	9.171	PAV
7	2542011.48	4631050.93	9.151	PAV
8	2542009.82	4631049.25	9.163	PAV
9	2542008.46	4631047.22	9.135	PAV
10	2542007.68	4631044.94	9.139	PAV
11	2542007.08	4631042.21	9.115	PAV
12	2542010.17	4631030.56	8.972	PAV
13	2542007.3	4631029.7	9.025	PAV
14	2542004.38	4631028.88	8.962	PAV
15	2542013.22	4631019.09	8.867	PAV
16	2542014.71	4631017.87	8.85	PAV
17	2542016.95	4631016.93	8.832	PAV
18	2542019.32	4631016.43	8.811	PAV
19	2542020.29	4631016.3	8.801	PAV
20	2542020.91	4631013.84	8.838	PAV
21	2542021.86	4631011.55	8.797	PAV
22	2542012.15	4631010.68	8.849	MH
23	2541997.64	4631002.34	8.836	PAV
24	2542000.61	4631001.88	8.842	PAV
25	2542000.11	4631003.14	8.814	PAV
26	2541998.04	4631009	8.859	PAV
27	2541997.61	4631010.27	8.899	PAV
28	2541949.69	4630992.91	9.065	PAV
29	2541950.25	4630991.59	9.057	PAV
30	2541948.2	4630990.88	9.056	PAV
31	2541949.14	4630987.88	9.113	PAV
32	2541950.16	4630984.87	9.049	PAV
33	2541952.45	4630985.7	9.026	PAV
34	2541952.88	4630984.42	9.085	PAV
35	2542022.31	4631010.14	9.028	PAV

36	2542014.51	4631019.94	9.105	PAV
37	2542015.92	4631018.91	9.083	PAV
38	2542018.7	4631018	9.086	PAV
39	2542020.15	4631017.92	9.065	PAV
40	2542057.14	4631031.16	8.896	PAV
41	2542057.62	4631029.73	8.651	PAV
42	2542058.25	4631027.55	8.655	MH
43	2542057.63	4631027.1	8.681	PAV
44	2542059.29	4631025	8.685	PAV
45	2542059.79	4631023.65	8.93	PAV
46	2542104.02	4631039.54	8.747	PAV
47	2542101.91	4631040.39	8.53	PAV
48	2542104.04	4631039.78	8.528	PAV
49	2542096.45	4631043.69	8.541	PAV
50	2542097.2	4631044.36	8.556	PAV
51	2542098.71	4631046.21	8.564	PAV
52	2542099.81	4631048.36	8.598	PAV
53	2542100.56	4631050.67	8.587	PAV
54	2542100.74	4631051.75	8.587	PAV
55	2542099.26	4631051.75	8.845	PAV
56	2542098.39	4631048.88	8.832	PAV
57	2542097.5	4631047.1	8.818	PAV
58	2542095.91	4631045.25	8.84	PAV
59	2542098.16	4631060.4	8.66	PAV
60	2542100.61	4631061.15	8.674	PAV
61	2542102.99	4631061.96	8.653	PAV
62	2542104.16	4631062.18	8.886	CERCA
63	2542105.9	4631056.46	8.841	CERCA
64	2542106.72	4631054.2	8.813	PAV
65	2542105.55	4631053.16	8.603	PAV
66	2542108.42	4631051.36	8.636	PAV
67	2542110.6	4631050.33	8.639	PAV
68	2542112.97	4631049.88	8.618	PAV
69	2542113.12	4631051.41	8.776	PAV
70	2542110.92	4631051.88	8.808	PAV
71	2542109.18	4631052.73	8.817	PAV
72	2542120.68	4631053.87	8.582	PAV
73	2542121.05	4631052.47	8.56	PAV

74	2542120.98	4631054.29	8.632	POSTE
75	2542124.37	4631051.82	8.587	MH
76	2542126.83	4631054.28	8.546	PAV
77	2542126.43	4631055.74	8.561	PAV
78	2542126.05	4631057.49	8.693	REG AGUA
79	2542126.04	4631058.38	8.702	REG ALC
80	2542126.8	4631057.34	8.682	PTO
81	2542125.34	4631056.66	8.494	VIA
82	2542123.35	4631056.18	8.57	VIA
83	2542121.14	4631055.48	8.641	VIA
84	2542123.96	4631053.38	8.578	PAV
85	2542123.52	4631054.78	8.591	PAV
86	2542117.84	4631060	8.61	PARAM
87	2542123.98	4631063.67	8.65	PARAM
88	2542117.16	4631069.2	8.601	POSTE
89	2542114.16	4631076.62	8.673	POSTE
90	2542113.25	4631076.94	8.714	PARAM
91	2542114.72	4631077.05	8.629	VIA
92	2542116.71	4631077.59	8.626	VIA
93	2542118.69	4631078.17	8.658	VIA
94	2542119.51	4631077.27	8.651	PARAM
95	2542121.15	4631077.75	8.732	PARAM
96	2542119.08	4631079.92	8.791	ARBOL
97	2542111.42	4631083.31	8.75	REG ALCT
98	2542110.99	4631084.68	8.757	REG ALCT
99	2542115.02	4631090.24	8.868	ARBOL
100	2542108.9	4631092.28	8.811	PARAM
101	2542110.21	4631092.65	8.73	VIA
102	2542111.96	4631093.18	8.698	VIA
103	2542114.11	4631093.68	8.836	VIA
104	2542115.55	4631092.63	9.011	REG ALCT
105	2542116.21	4631093.91	8.888	PARAM
106	2542113.74	4631097.24	8.933	ARBOL
107	2542113.04	4631098.72	8.865	REG AGUA
108	2542108.04	4631100.26	8.853	POSTE
109	2542112.59	4631105.97	9.046	PARAM
110	2542111.89	4631105.8	8.84	PARAM
111	2542110.26	4631111.37	8.879	PARAM

112	2542111.05	4631111.6	8.962	PARAM
113	2542109.86	4631111.06	8.91	REG AGUA
114	2542111.06	4631112.02	8.932	REG ALC
115	2542109.55	4631111.36	8.856	VIA
116	2542107.78	4631110.6	8.86	VIA
117	2542105.76	4631109.82	8.981	VIA
118	2542104.09	4631109.28	9.074	PARAM
119	2542107.03	4631111.43	8.939	MH
120	2542107.24	4631121.18	8.993	ARBOL
121	2542106.56	4631126.88	9.053	ARBOL
122	2542106.64	4631128.47	9.287	REG ALC
123	2542099.36	4631125.23	9.167	REG ALC
124	2542099.02	4631126.04	9.265	REG ALC
125	2542098.52	4631135	9.114	POSTE
126	2542096.65	4631134.84	9.466	PARAM
127	2542097.27	4631134.94	9.314	PARAM terra
128	2542098.45	4631136.68	9.132	VIA
129	2542100.37	4631137.28	9.122	VIA
130	2542102.53	4631137.9	9.228	VIA
131	2542103.97	4631139.01	9.288	PARAM
132	2542101.75	4631141.74	9.336	ÁRBOL
133	2542101.5	4631144.6	9.329	REG ALC
134	2542100.64	4631147.07	9.537	REG ALC
135	2542094.71	4631144.62	9.361	PARAM terra
136	2542093.12	4631144.07	9.468	PARAM
137	2542094.04	4631145.45	9.477	REG ALC
138	2542091.52	4631158.54	9.551	POSTE
139	2542089.71	4631158.06	9.863	PARAM
140	2542090.68	4631156.94	9.558	REG ALC
141	2542091.08	4631158.34	9.571	PARAM TERRA
142	2542092.02	4631158.87	9.582	VIA
143	2542093.96	4631159.26	9.584	VIA
144	2542096.29	4631159.64	9.545	VIA
145	2542096.02	4631159.03	10.825	PARAM
146	2542094.78	4631168.28	9.606	PARAM
147	2542095.83	4631168.58	9.596	PARAM
148	2542088.61	4631168.68	9.793	PARAM
149	2542086.22	4631177.85	9.805	PARAM

150	2542086.83	4631178.05	9.733	VIA
151	2542088.71	4631178.28	9.79	VIA
152	2542090.75	4631178.53	9.761	VIA
153	2542091.37	4631178.72	9.869	PARAM TERRA
154	2542094.18	4631178.69	10.012	PARAM
155	2542083.72	4631188.72	9.851	PARAM
156	2542084.22	4631188.63	9.84	POSTE
157	2542084.58	4631188.18	9.74	VIA
158	2542086.8	4631188.09	9.701	VIA
159	2542089.49	4631187.99	9.755	VIA
160	2542090.16	4631186.24	9.791	VIA
161	2542089.55	4631189.48	9.567	PAV
162	2542086.9	4631189.72	9.588	PAV
163	2542084.46	4631189.89	9.586	PAV
164	2542086.1	4631193.27	9.609	MH
165	2542085.78	4631195.92	9.613	PAV
166	2542077.34	4631196.32	9.535	PAV
167	2542076.92	4631190.38	9.486	PAV
168	2542076.89	4631189.19	9.732	PAV
169	2542083.77	4631188.85	9.79	PAV
170	2542095.49	4631188.88	9.539	PAV
171	2542095.37	4631187.74	9.8	PAV
172	2542095.57	4631186.52	9.897	PARAM
173	2542105.43	4631187.29	9.509	PAV
174	2542105.42	4631186.11	9.76	PAV
175	2542105.45	4631185.25	9.922	REG ALC
176	2542106.53	4631193.18	9.432	PAV
177	2542103.43	4631186.28	9.639	PARAM
178	2542105.48	4631182.71	9.82	VIA CALL
179	2542104.07	4631182.51	9.84	VIA CALL
180	2542106.23	4631171.03	9.735	VIA CALL
181	2542107.61	4631171.37	9.754	VIA CALL
182	2542111.31	4631158.5	9.742	VIA CALL
183	2542109.95	4631157.47	9.802	VIA CALL
184	2542113.18	4631151.72	9.696	VIA CALL
185	2542111.87	4631151.16	9.805	VIA CALL
186	2542115.34	4631191.5	9.456	PAV
187	2542114.25	4631185.62	9.449	PAV

188	2542113.99	4631184.49	9.682	PAV
189	2542114.09	4631182.85	9.841	PARAM
190	2542114.9	4631183.15	9.872	REG ALC
191	2542116.19	4631183.42	9.709	POSTE
192	2542130.47	4631181.98	9.379	PAV
193	2542132.74	4631181.51	9.355	PAV
194	2542135.35	4631180.92	9.34	PAV
195	2542136.64	4631186.83	9.323	PAV
196	2542147.61	4631184.39	9.269	PAV
197	2542146.45	4631178.49	9.264	PAV
198	2542146.18	4631177.37	9.504	PAV
199	2542145.65	4631176.46	9.609	PARAM
200	2542136.46	4631178.52	9.602	PARAM
201	2542135.88	4631179.64	9.525	PAV
202	2542135.38	4631179.3	9.508	VIA
203	2542133.21	4631179.7	9.533	VIA
204	2542130.83	4631180.01	9.594	VIA
205	2542129.68	4631179.76	9.648	PARAM
206	2542130.12	4631167.35	9.705	PARAM
207	2542130.48	4631167.41	9.584	VIA
208	2542132.3	4631167.4	9.508	VIA
209	2542134.25	4631167.27	9.499	VIA
210	2542134.82	4631167.09	9.615	PARAM
211	2542135.16	4631149.64	9.343	PARAM
212	2542134.61	4631149.71	9.342	VIA
213	2542132.7	4631149.74	9.351	VIA
214	2542130.39	4631149.76	9.321	VIA
215	2542129.49	4631149.85	9.395	PARAM
216	2542129.24	4631144.83	9.281	PARAM
217	2542130.09	4631144.87	9.244	PARAM
218	2542130.62	4631144.91	9.282	PARAM
219	2542131.03	4631138.58	9.225	PARAM
220	2542130.42	4631138.51	9.284	PARAM
221	2542128.98	4631138.49	9.36	PARAM
222	2542135.07	4631139.35	9.279	PARAM
223	2542134.58	4631138.95	9.219	VIA
224	2542132.91	4631138.75	9.286	VIA
225	2542131.32	4631138.62	9.219	VIA

226	2542129.83	4631144.03	9.396	REG ALC
227	2542135.69	4631146.48	9.578	REG ALC
228	2542135.11	4631143.04	9.321	PARAM
229	2542129.74	4631130.96	9.202	PARAM
230	2542129.6	4631130.1	9.333	REG ALC
231	2542129.25	4631130.92	9.193	PARAM
232	2542130.67	4631130.52	9.146	PARAM
233	2542135.55	4631125.99	9.228	PARAM
234	2542134.91	4631125.87	9.158	PARAM
235	2542134.48	4631125.79	9.11	VIA
236	2542133.35	4631125.44	9.074	VIA
237	2542132.23	4631125.18	9.084	VIA
238	2542132.26	4631123.67	9.094	PARAM
239	2542131.45	4631123.01	9.266	PARAM
240	2542131.57	4631122.53	9.318	REG ALC
241	2542135.57	4631124.31	9.384	REG ALC
242	2542133.74	4631121.19	9.066	MH
243	2542136.12	4631118.68	9.036	PARAM
244	2542136.79	4631118.79	9.242	PARAM
245	2542139.15	4631111.88	9.128	PARAM
246	2542138.17	4631111.61	8.927	VIA
247	2542136.74	4631111.19	8.908	VIA
248	2542135.04	4631110.63	8.91	VIA
249	2542134.33	4631109.97	9.001	PARAM
250	2542132.85	4631115.87	9.113	PARAM
251	2542136.3	4631102.52	9.087	PARAM
252	2542137.3	4631102.71	8.872	PARAM
253	2542137.89	4631102.91	8.832	VIA
254	2542139.68	4631103.23	8.861	VIA
255	2542141.49	4631103.63	8.905	VIA
256	2542142.35	4631103.9	8.986	PARAM
257	2542146.52	4631092.12	8.789	PARAM
258	2542145.85	4631091.75	8.774	VIA
259	2542144.08	4631091.36	8.776	VIA
260	2542142.14	4631091.06	8.738	VIA
261	2542141.29	4631090.79	8.862	PARAM
262	2542152	4631074.17	8.667	PARAM
263	2542151.46	4631074.09	8.675	VIA

264	2542149.95	4631073.83	8.669	VIA
265	2542148.22	4631073.59	8.683	VIA
266	2542147.52	4631073.29	8.738	PARAM
267	2542150.37	4631064.69	8.683	PARAM
268	2542150.86	4631064.79	8.628	VIA
269	2542152.83	4631065.39	8.655	VIA
270	2542154.77	4631065.66	8.685	VIA
271	2542155.8	4631064.76	8.697	PARAM
272	2542155.73	4631064.73	8.705	PAV
273	2542156.09	4631063.62	8.629	PAV
274	2542153.7	4631062.91	8.635	PAV
275	2542153.24	4631064.25	8.659	PAV
276	2542151.31	4631062.12	8.626	PAV
277	2542150.87	4631063.45	8.634	PAV
278	2542155.59	4631065.02	8.583	PAV
279	2542128.53	4631048.45	8.503	PAV
280	2542128.95	4631047.06	8.491	PAV
281	2542125.64	4631047.51	8.533	PAV
282	2542126.03	4631046.14	8.514	PAV
283	2542123.17	4631045.22	8.473	PAV
284	2542122.73	4631046.65	8.491	PAV
285	2542123.89	4631038.5	8.574	PARAM
286	2542125.7	4631039.76	8.497	POSTE
287	2542124.58	4631044.31	8.466	VIA
288	2542126.42	4631044.58	8.489	VIA
289	2542128.4	4631045	8.462	VIA
290	2542129.41	4631047.18	8.483	ESQ PARQ
291	2542131.63	4631039.47	8.584	ESQ PARQ
292	2542131.94	4631038.27	8.721	PARAM
293	2542130.87	4631038.02	8.546	PARAM
294	2542126.76	4631030.62	8.687	REG ALC
295	2542126.37	4631032.36	8.562	REG ALC
296	2542128.17	4631024.94	8.591	PARAM
297	2542128.89	4631025.08	8.51	PARAM
298	2542129.89	4631025.31	8.379	PARAM terr
299	2542130.53	4631025.49	8.339	VIA
300	2542132.4	4631025.88	8.359	VIA
301	2542134.03	4631026.34	8.438	VIA

302	2542134.49	4631026.48	8.561	PARAM terr
303	2542129.01	4631026.33	8.479	REG AGUA
304	2542130.35	4631023.95	8.38	ARBOL
305	2542131.11	4631021.52	8.394	ARBOL
306	2542131.8	4631018.91	8.333	ARBOL
307	2542135.67	4631022.68	8.443	PARAM terr
308	2542136.82	4631023.14	8.519	PARAM
309	2542138.29	4631018.72	8.627	PARAM
310	2542137.39	4631018.37	8.44	PARAM trr
311	2542138.74	4631014.87	8.348	PARAM trr
312	2542139.24	4631016.07	8.654	PARAM
313	2542131.92	4631017.88	8.39	PARAM trr
314	2542126.27	4631016.32	8.488	PARAM trr
315	2542132.16	4631014.77	8.503	REG ALC
316	2542134.5	4631010.93	8.489	POSTE
317	2542137.05	4631010.33	8.368	MH
318	2542138.57	4631013.7	8.348	VIA
319	2542139.39	4631011.7	8.404	VIA
320	2542140.29	4631009.22	8.452	VIA
321	2542138.53	4631008.82	8.335	VIA
322	2542136.11	4631008.29	8.334	VIA
323	2542135.25	4631010.55	8.337	VIA
324	2542136.76	4631004.88	8.272	VIA
325	2542134.47	4631003.2	8.443	PARAM
326	2542135.84	4631003.33	8.278	PARAM trr
327	2542123.1	4630999.33	8.434	PARAM
328	2542121.19	4631000.02	8.348	VIA
329	2542120.66	4631002.38	8.351	VIA
330	2542119.95	4631004.61	8.406	VIA
331	2542116.84	4631004.72	8.484	MH
332	2542118.81	4631007.86	8.436	PTO
333	2542118.51	4631012.28	8.47	PTO
334	2542119.19	4631014.19	8.535	PARAM
335	2542118.18	4631014.09	8.487	VIA
336	2542115.53	4631013.53	8.448	VIA
337	2542112.34	4631012.72	8.444	VIA
338	2542110.17	4631011.68	8.461	PTO
339	2542110.14	4631008.88	8.525	POSTE

340	2542110.55	4631006.66	8.417	VIA
341	2542111.12	4631004.08	8.454	VIA
342	2542111.42	4631001	8.449	VIA
343	2542109.83	4630999.76	8.416	PARAM
344	2542093.35	4630991.66	8.413	PARAM
345	2542092.73	4630993.35	8.364	VIA
346	2542091.75	4630996.65	8.415	VIA
347	2542090.87	4630999.46	8.454	VIA
348	2542092.58	4631002.69	8.61	POSTE
349	2542096.71	4631002.18	8.745	REG ALC
350	2542102.75	4631004.34	8.753	REG ALC
351	2542108.45	4631006.46	8.689	REG ALC
352	2542117.72	4630999.44	8.391	VIA
353	2542114.45	4630997.56	8.354	VIA
354	2542111.71	4630996.45	8.514	PARAM
355	2542119.01	4630982.06	8.507	PARAM
356	2542120.51	4630982.77	8.434	VIA
357	2542123.53	4630983.87	8.275	VIA
358	2542126.28	4630985.26	8.363	VIA
359	2542127.06	4630985.78	8.407	PARAM
360	2542128.7	4630982.15	8.261	VIA
361	2542129.96	4630979.49	8.326	VIA
362	2542131.03	4630977.07	8.257	VIA
363	2542132.38	4630976.03	8.357	PARAM
364	2542132.67	4630975.6	8.407	PARAM
365	2542125.06	4630972.31	8.305	PARAM
366	2542124.06	4630973.05	8.269	VIA
367	2542122.11	4630975.72	8.281	PAV
368	2542120.75	4630978.46	8.235	PAV
369	2542120.25	4630979.42	8.471	PAV
370	2542120.44	4630979.79	8.522	POSTE
371	2542103.57	4630970.85	8.458	PAV
372	2542103.91	4630969.73	8.266	PAV
373	2542105.28	4630967.05	8.324	PAV
374	2542107.31	4630964.12	8.322	VIA
375	2542108.38	4630962.57	8.475	PARAM
376	2542105.4	4630960.6	8.562	REG ALC
377	2542102.99	4630959.73	8.595	REG ALC

378	2542096.68	4630955.17	8.537	PARAM
379	2542095.5	4630956.41	8.352	PARAM
380	2542094.82	4630956.01	8.606	REG ALC
381	2542095.04	4630957.64	8.309	VIA
382	2542093.47	4630960.94	8.358	PAV
383	2542092.21	4630963.64	8.253	PAV
384	2542091.63	4630964.67	8.464	PAV
385	2542090.88	4630957.16	8.426	MH
386	2542089.01	4630952.61	8.521	MH
387	2542087.75	4630951.65	8.561	MH
388	2542080.12	4630947.62	8.465	MH
389	2542080.83	4630949.14	8.292	VIA
390	2542078.85	4630953.24	8.302	VIA
391	2542079.19	4630953.57	8.35	PAV
392	2542078.03	4630956.35	8.305	PAV
393	2542077.51	4630957.39	8.518	PAV
394	2542077.65	4630956.11	8.383	VIA
395	2542074.78	4630943.06	8.255	PARAM
396	2542073.5	4630943.19	8.237	VIA
397	2542071.55	4630941.65	8.269	VIA
398	2542069.52	4630940.05	8.299	VIA
399	2542068.61	4630939.61	8.281	CERCA
400	2542067.33	4630941.65	8.317	VIA
401	2542065.23	4630944.42	8.395	VIA
402	2542063.4	4630947.43	8.849	PTO
403	2542064.05	4630945.08	8.593	CERCA
404	2542066.88	4630944.65	8.338	MH
405	2542138.47	4630989.72	8.323	PARAM
406	2542141.36	4630988.72	8.246	VIA
407	2542142.33	4630985.94	8.257	VIA
408	2542143.42	4630982.82	8.225	VIA
409	2542143.23	4630980.44	8.444	POSTE
410	2542143.2	4630979.47	8.411	PARAM
411	2542142.02	4631007.53	8.48	PARAM
412	2542140.71	4631008.66	8.456	PARAM trr
413	2542143.54	4630989.79	8.33	VIA
414	2542145.29	4630990.49	8.361	VIA
415	2542145.8	4630990.58	8.469	PARAM trr

416	2542145.48	4630981.89	8.284	MH
417	2542150.47	4630974.73	8.249	PARAM TRR
418	2542150.98	4630975.77	8.49	PARAM
419	2542150.35	4630973.99	8.19	VIA
420	2542150.84	4630971.17	8.17	VIA
421	2542151.57	4630968.48	8.177	VIA
422	2542149.78	4630967.82	8.208	VIA
423	2542148.19	4630966.7	8.164	VIA
424	2542147.5	4630966.87	8.209	PARAM
425	2542148.72	4630971.76	8.236	MH
426	2542148.92	4630964.69	8.139	VIA
427	2542149.37	4630962.18	8.165	VIA
428	2542150.35	4630960.97	8.256	MH
429	2542147.3	4630959.5	8.296	PARAM
430	2542153.25	4630967.18	8.466	PARAM
431	2542153.17	4630968.57	8.241	PARAM TRR
432	2542155.81	4630955.4	8.195	ARBOL
433	2542150.76	4630953.02	8.229	POSTE
434	2542149.77	4630954.06	8.426	REG ALC
435	2542158.7	4630950.6	8.607	PARAM
436	2542157.59	4630950.07	8.254	PARAM
437	2542157.6	4630950.07	8.233	PARAM
438	2542151.16	4630963.33	8.17	VIA
439	2542152.88	4630963.73	8.197	VIA
440	2542160.57	4630941.24	8.192	PARAM
441	2542159.17	4630940.93	8.106	VIA
442	2542157.01	4630940.45	8.043	VIA
443	2542154.79	4630939.78	8.038	VIA
444	2542153.87	4630939.21	8.093	PARAM
445	2542152.89	4630944.14	8.242	ARBOL
446	2542164	4630932.33	8.305	PARAM
447	2542163.26	4630932	8.135	PARAM TRR
448	2542159.46	4630925.84	8.15	POSTE
449	2542166.15	4630923.62	8.076	PARAM TRR
450	2542166.9	4630923.88	8.355	PARAM
451	2542160.07	4630921.91	8.075	PARAM
452	2542168.97	4630915.95	8.163	PARAM
453	2542168.84	4630915.13	8.142	REG ALC

454	2542167.72	4630915.45	7.996	VIA
455	2542165.84	4630914.46	8.055	VIA
456	2542163.76	4630913.38	8.054	VIA
457	2542162.66	4630912.39	8.054	PARAM
458	2542166.15	4630898.17	8.083	PARAM
459	2542167.82	4630898.97	7.931	VIA
460	2542169.95	4630899.47	7.954	VIA
461	2542172.43	4630900.09	7.995	VIA
462	2542174.33	4630897.93	8.253	PARAM
463	2542173.62	4630897.63	8.002	PARAM TRR
464	2542174.21	4630897.35	8.472	REG ALC
465	2542172.02	4630893.13	7.959	MH
466	2542178.54	4630885.81	7.984	PARAM TRR
467	2542179.26	4630886.25	8.138	PARAM
468	2542177.61	4630885.68	8.013	VIA
469	2542175.84	4630884.81	8.125	VIA
470	2542174.21	4630883.95	8.019	VIA
471	2542173.11	4630883.48	7.56	PTO
472	2542172.17	4630883.19	8.062	PTO
473	2542173.02	4630881.3	8.145	PARAM
474	2542174.47	4630881.93	8.147	PAV
475	2542175.66	4630880.31	8.217	BOX
476	2542179	4630882.7	8.202	BOX
477	2542178.21	4630884.55	8.125	PAV
478	2542181.33	4630878.79	8.222	BOX
479	2542178	4630876.46	8.196	BOX
480	2542179.96	4630876.46	8.196	MH
481	2542176.68	4630876.28	8.414	PAV
482	2542184.2	4630863.57	8.306	PAV
483	2542185.39	4630864	8.079	PAV
484	2542188.89	4630866.03	8.05	PAV
485	2542189.64	4630867.07	8.258	PAV
486	2542181.92	4630880.18	8.413	PAV
487	2542181.23	4630879.79	8.21	CANAL
488	2542181.1	4630880.66	6.943	FONDO
489	2542181.05	4630881.88	6.917	FONDO
490	2542179.84	4630882.07	8.203	CANAL
491	2542175.77	4630879.26	8.181	CANAL

492	2542176.17	4630878.47	6.852	FONDO
493	2542176.42	4630877.35	6.81	FONDO
494	2542177.04	4630876.84	8.194	CANAL
495	2542175	4630879.63	8.154	VIA CLL
496	2542173.86	4630881.1	8.098	VIA CLL
497	2542161.24	4630873.14	8.325	PARAM
498	2542161.68	4630872.78	8.213	VIA CLL
499	2542162.74	4630871.23	8.165	VIA CLL
500	2542162.97	4630870.81	8.088	CANAL
501	2542155.04	4630865.17	8.064	CANAL
502	2542154.69	4630865.65	8.114	VIA CLL
503	2542153.88	4630867.01	8.17	VIA CLL
504	2542153.58	4630867.32	8.246	PARAM
505	2542146.43	4630861.84	7.811	CERCA
506	2542146.96	4630861.92	7.896	VIA CLL
507	2542148.01	4630860.8	7.786	VIA CLL
508	2542148.29	4630860.3	8.145	CANAL
509	2542147.33	4630860.05	7.293	PTO
510	2542146.27	4630859.3	7.959	VIA CLL
511	2542144.83	4630858.18	8.115	VIA CLL
512	2542143.45	4630857.12	7.939	VIA CLL
513	2542142.91	4630856.83	7.579	PTO
514	2542142.01	4630855.92	8.043	PARAM
515	2542142.83	4630856.46	8.11	CANAL
516	2542143.72	4630855.64	6.865	FONDO
517	2542144.38	4630854.86	6.841	FONDO
518	2542143.92	4630859.45	8.175	MH
519	2542138.15	4630861.01	7.933	PARAM
520	2542139.72	4630861.83	7.793	VIA
521	2542141.14	4630862.77	7.871	VIA
522	2542142.55	4630863.82	7.831	VIA
523	2542143.11	4630864.29	7.588	PTO
524	2542143.84	4630864.91	8.011	CERCA
525	2542137.32	4630870.51	7.789	VIA
526	2542135.22	4630872.37	7.829	VIA
527	2542135.77	4630873.45	7.934	PARAM
528	2542138.79	4630870.47	8.081	PARAM
529	2542134.66	4630869.77	8.089	MH

530	2542133.79	4630871.19	7.991	VIA
531	2542132.53	4630870.19	7.967	VIA
532	2542130.95	4630868.88	8.013	PARAM
533	2542128.96	4630880.54	8.259	REG ALC
534	2542123.93	4630877.43	8.103	REG ALC
535	2542123.27	4630878.02	8.146	REG ALC
536	2542122.79	4630877.35	8.15	PARAM
537	2542124.42	4630878.7	7.988	VIA
538	2542125.79	4630879.87	7.974	VIA
539	2542127.34	4630881.06	7.932	VIA
540	2542128.92	4630882.54	7.967	PARAM
541	2542117.52	4630888.64	8.196	MH
542	2542110.46	4630890.73	8.261	PARAM
543	2542111.86	4630892.25	8.08	VIA
544	2542113.53	4630893.61	8.112	VIA
545	2542115.04	4630895.14	8.005	VIA
546	2542116.51	4630896.33	8.16	PARAM
547	2542113.77	4630897.43	8.299	REG ALC
548	2542107.87	4630906.73	8.26	PARAM
549	2542106.56	4630906.01	8.237	PARAM
550	2542105.78	4630905.39	8.156	VIA
551	2542104.28	4630904.15	8.139	VIA
552	2542102.39	4630902.62	8.142	VIA
553	2542100.83	4630901.72	8.369	PARAM
554	2542097.24	4630905.58	8.161	PARAM
555	2542098.08	4630906.71	8.205	CERCA
556	2542098.59	4630907.12	8.152	VIA
557	2542100.22	4630908.6	8.142	VIA
558	2542101.73	4630909.79	8.176	VIA
559	2542102.55	4630910.56	8.268	PARAM
560	2542103.97	4630908.03	8.617	REG ALC
561	2542096.28	4630917.32	8.389	PARAM
562	2542095.79	4630917.92	8.283	PARAM trr
563	2542093.87	4630918.86	8.179	VIA
564	2542092.1	4630920.6	8.18	VIA
565	2542090.7	4630922.08	8.206	VIA
566	2542089.19	4630921.13	8.264	VIA
567	2542087.26	4630919.93	8.204	VIA

568	2542086.49	4630919.13	8.264	PARAM trr
569	2542077.71	4630929.18	8.294	PARAM trr
570	2542078.34	4630929.51	8.224	VIA
571	2542080.07	4630930.59	8.292	VIA
572	2542081.94	4630932.06	8.259	VIA
573	2542083.08	4630932.89	8.279	CERCA
574	2542089.43	4630937.33	8.358	CERCA
575	2542096.7	4630928.14	8.425	CERCA
576	2542097.28	4630927.24	8.308	VIA
577	2542098.84	4630925.53	8.324	VIA
578	2542100.35	4630923.82	8.356	VIA
579	2542100.85	4630923.17	8.407	PARAM trr
580	2542101.6	4630922.44	8.662	PARAM
581	2542100.36	4630930.91	8.518	IREG ALC
582	2542107.12	4630927.84	8.695	IREG ALC
583	2542105.52	4630934.9	8.61	IREG ALC
584	2542111.49	4630941.2	8.534	PARAM
585	2542112.32	4630940.4	8.364	PARAM
586	2542113.06	4630939.34	8.274	VIA
587	2542114.27	4630937.73	8.346	VIA
588	2542115.59	4630935.91	8.312	VIA
589	2542116.41	4630935.04	8.454	IPARAM
590	2542116.37	4630935.92	8.484	REG ALC
591	2542115.25	4630934.41	8.507	REG ALC
592	2542121.93	4630939.47	8.294	PARAM
593	2542121.44	4630940.17	8.282	PARAM trr
594	2542117.73	4630944.86	8.342	PARAM
595	2542117.29	4630943.9	8.333	REG ALC
596	2542126.63	4630944.13	8.282	PARAM TRR
597	2542127.22	4630943.43	8.384	PARAM
598	2542131.83	4630947.53	8.371	REG ALC
599	2542133.41	4630949.33	8.295	REG ALC
600	2542133.3	4630948.27	8.451	PARAM
601	2542132.48	4630949.12	8.258	VIA
602	2542131.26	4630950.53	8.329	VIA
603	2542129.67	4630952.48	8.211	VIA
604	2542128.22	4630953.78	8.287	PARAM
605	2542128.03	4630952.6	8.491	REG ALC

606	2542129.86	4630954.31	8.482	REG AGUA
607	2542132.49	4630956.12	8.353	REG ALC
608	2542137.86	4630952.48	8.372	PARAM
609	2542137.48	4630953.45	8.247	VIA
610	2542136.4	4630955.26	8.315	VIA
611	2542135.25	4630957.06	8.226	VIA
612	2542134.46	4630958.16	8.26	PARAM
613	2542140.35	4630962.38	8.257	PARAM
614	2542143.65	4630957.27	8.417	PARAM
615	2542144.28	4630958.76	8.182	REG ALC
616	2542141.78	4630873.03	8.122	PARAM
617	2542141.61	4630873.97	8.031	VIA
618	2542140.77	4630875.06	8.057	VIA
619	2542139.86	4630876.2	8.099	VIA
620	2542139.53	4630876.52	8.146	PARAM
621	2542145.67	4630876.36	8.205	PARAM
622	2542146.61	4630875.29	8.275	PARAM
623	2542145.74	4630881.95	8.179	PARAM
624	2542147.8	4630883.49	8.099	VIA
625	2542149.11	4630884.44	8.09	VIA
626	2542150.45	4630885.27	8.003	VIA
627	2542152.37	4630884.03	8.089	PARAM
628	2542152.97	4630882.91	8.083	VIA
629	2542153.4	4630881.53	8.059	VIA
630	2542153.89	4630880.26	8.151	VIA
631	2542154.15	4630879.9	8.238	PARAM
632	2542154.45	4630880.52	8.197	REG ALC
633	2542149.35	4630876.94	8.213	PARAM
634	2542148.35	4630878.61	8.141	VIA
635	2542147.41	4630879.82	8.153	VIA
636	2542146.36	4630881.14	8.124	VIA
637	2542159.84	4630888.98	8.012	PARAM
638	2542160.6	4630887.89	8.05	PARAM
639	2542160.77	4630887.34	7.998	VIA
640	2542161.76	4630885.61	8.131	VIA
641	2542161.89	4630885.28	8.173	PARAM
642	2542158.5	4630883.22	8.203	REG ALC
643	2542158.17	4630882.48	8.185	PARAM

644	2542163.35	4630886.28	8.129	PARAM
645	2542169.12	4630889.74	8.043	PARAM
646	2542169.01	4630890.02	8.003	VIA
647	2542168.68	4630891.47	7.952	VIA
648	2542168.15	4630892.47	8.108	PARAM
649	2542168.97	4630892.52	7.89	POSTE
650	2542178.53	4630885.27	7.969	VIA
651	2542179.63	4630883.53	7.995	VIA
652	2542181.33	4630883.43	8.233	CANAL
653	2542180.9	4630884.27	8.231	VIA
654	2542179.88	4630886	8.194	VIA
655	2542187.21	4630890.57	8.245	VIA
656	2542187.82	4630888.83	8.178	VIA
657	2542188.22	4630888.25	8.227	CANAL
658	2542187.77	4630892.03	8.2	MH
659	2542186.07	4630890.21	8.237	PARAM
660	2542186.4	4630891.1	7.497	PTO
661	2542188.74	4630889.28	7.447	PTO
662	2542188.26	4630888.54	8.201	VIA CLL
663	2542190.33	4630890.04	8.156	VIA CLL
664	2542190.64	4630889.94	8.22	CANAL
665	2542191.77	4630891.29	8.2	VIA CLL
666	2542191.09	4630893.2	7.932	VIA CLL
667	2542190.62	4630894.38	7.943	PARAM
668	2542196.95	4630897.64	8.077	PARAM
669	2542197.47	4630896.92	8.18	PARAM
670	2542197.64	4630896.56	8.218	VIA CLL
671	2542198.08	4630895.69	8.282	VIA CLL
672	2542198.27	4630895.38	8.255	CANAL
673	2542198.76	4630894.53	6.936	FONDO
674	2542204.75	4630900.47	8.252	REG ALC
675	2542204.59	4630901.01	7.998	PARAM
676	2542205.26	4630901.02	7.929	VIA CLL
677	2542205.8	4630900.17	7.988	VIA CLL
678	2542205.88	4630899.96	8.159	CANAL
679	2542218.25	4630910.4	7.82	PARAM
680	2542218.13	4630910.16	7.87	VIA CLL
681	2542218.65	4630909.3	7.739	VIA CLL

682	2542218.91	4630909.07	8.151	CANAL
683	2542219.19	4630909.65	7.504	PTO
684	2542220.32	4630910.36	7.994	VIA CLL
685	2542221.82	4630911.57	7.845	VIA CLL
686	2542222.27	4630911.77	7.551	PTO
687	2542223.16	4630912.21	8.055	PARAM
688	2542223.05	4630911.99	8.161	CANAL
689	2542223.31	4630911.33	7.362	FONDO
690	2542220.22	4630912.83	8.12	MH
691	2542215.81	4630914.65	7.918	PARAM
692	2542216.73	4630914.9	7.88	VIA
693	2542218.36	4630915.58	7.818	VIA
694	2542219.95	4630916.27	7.741	VIA
695	2542221.2	4630916.48	7.928	PARAM
696	2542189.09	4630894.76	7.856	VIA
697	2542186.58	4630894.31	7.946	VIA
698	2542185.48	4630894.21	7.672	PTO
699	2542139.69	4630889.85	8.154	PARAM
700	2542142.16	4630891.45	8.22	PARAM
701	2542142.85	4630891.76	8.058	VIA
702	2542144.87	4630893.21	8.021	VIA
703	2542145.84	4630893.75	8.176	PARAM
704	2542138.33	4630897.36	8.173	PARAM
705	2542137.67	4630896.92	8.203	PARAM
706	2542141.08	4630899.82	8.158	PARAM
707	2542135.78	4630906.97	8.208	REG ALC
708	2542134.49	4630908.38	8.276	REG ALC
709	2542135.55	4630907.56	8.236	PARAM
710	2542135.15	4630906.98	8.139	VIA
711	2542133.17	4630905.88	8.12	VIA
712	2542132.19	4630904.92	8.133	VIA
713	2542130.03	4630913.17	8.157	MH
714	2542129.91	4630911.42	8.087	VIA
715	2542131.49	4630912.35	8.047	VIA
716	2542132.33	4630913.12	8.13	PARAM
717	2542130.92	4630914.31	8.099	VIA
718	2542130.13	4630915.71	8.122	VIA
719	2542131.35	4630916.15	8.241	REG ALC

720	2542130.02	4630917.27	8.289	REG ALC
721	2542130.56	4630917.42	8.174	PARAM
722	2542128.88	4630919.83	8.276	PARAM
723	2542124.92	4630916.67	8.294	PARAM
724	2542126.49	4630917	8.175	VIA
725	2542128.51	4630918.36	8.132	VIA
726	2542143.53	4630919.99	8.291	PARAM
727	2542141.86	4630924.16	8.464	PARAM
728	2542140.95	4630923.49	8.153	VIA
729	2542141.72	4630921.48	8.098	VIA
730	2542162.08	4630972.27	8.225	PARAM TRR
731	2542162.52	4630970.99	8.323	PARAM
732	2542162.5	4630972.8	8.272	VIA cll
733	2542164.51	4630973.79	8.311	VIA cll
734	2542165.72	4630973.29	8.357	PARAM
735	2542165.11	4630974.33	8.348	PARAM TRR
736	2542169.6	4630961.63	8.274	PARAM
737	2542168.77	4630961.52	8.316	VIA cll
738	2542166.47	4630960.72	8.319	VIA cll
739	2542165.76	4630960.48	8.325	PARAM
740	2542167.94	4630953.2	8.291	PARAM
741	2542168.39	4630953.34	8.253	VIA cll
742	2542170.6	4630954.2	8.309	VIA cll
743	2542171.57	4630954.52	8.336	PARAM
744	2542175.06	4630943.24	8.26	PARAM
745	2542174.39	4630942.81	8.234	VIA CLL
746	2542171.79	4630942.01	8.173	VIA CLL
747	2542171.09	4630942.04	8.245	PARAM
748	2542177.97	4630931.58	8.154	PARAM
749	2542177.56	4630931.39	8.115	VIA CLL
750	2542175.23	4630930.73	8.09	VIA CLL
751	2542174.87	4630930.6	8.105	PARAM
752	2542182.56	4630916.63	8.017	PARAM
753	2542181.78	4630916.34	8.036	VIA CLL
754	2542179.75	4630915.82	7.948	VIA CLL
755	2542179.22	4630915.61	7.979	PARAM
756	2542183.03	4630902.49	7.952	PARAM
757	2542183.72	4630902.82	7.978	VIA CLL

758	2542185.84	4630903.38	7.991	VIA CLL
759	2542186.39	4630903.55	8.103	PARAM
760	2542161.34	4630974.69	8.28	VIA
761	2542160.78	4630977.53	8.194	VIA
762	2542160.73	4630978.31	8.215	PARAM TRR
763	2542160.75	4630979.08	8.214	PARAM
764	2542161.23	4630979.26	8.131	VIA
765	2542163.29	4630980	8.182	VIA
766	2542163.72	4630980.47	8.252	PARAM
767	2542160.9	4630978.64	8.246	POSTE
768	2542162.47	4630976.97	8.293	MH
769	2542179.62	4630979.33	8.369	PARAAM
770	2542179.22	4630980.06	8.259	PARAM TRR
771	2542179.1	4630980.52	8.156	PARAM TRR
772	2542179.37	4630981.21	8.114	VIA
773	2542178.86	4630982.86	8.145	VIA
774	2542178.49	4630984.94	8.118	VIA
775	2542178.25	4630986.13	8.137	PARAM
776	2542181.81	4630987.63	8.055	PARAM
777	2542181.43	4630988.36	8.178	PARAM
778	2542185.7	4630983.1	8.032	PARAM TRR
779	2542186.25	4630981.92	8.114	PARAM
780	2542193.79	4630984.7	8.08	PARAM
781	2542193.81	4630986.48	7.999	VIA
782	2542195.73	4630987.05	7.968	VIA
783	2542197.45	4630987.77	7.966	VIA
784	2542198.92	4630987.59	7.924	PARAM
785	2542198.76	4630986.94	8.245	REG ALC
786	2542197.56	4630971.9	7.968	PARAM
787	2542198.05	4630972.04	7.99	VIA
788	2542199.96	4630972.37	7.913	VIA
789	2542202.02	4630972.89	7.997	VIA
790	2542202.82	4630973.72	8.097	PARAM
791	2542201.99	4630973.58	8.024	POSTE
792	2542198.88	4630966.66	7.955	PARAM
793	2542198.05	4630966.36	8.199	PARAM
794	2542203.16	4630953.15	8.024	PARAM
795	2542204.06	4630953.43	7.893	VIA

796	2542205.94	4630954.05	7.92	VIA
797	2542208.38	4630954.65	7.904	VIA
798	2542209.02	4630954.85	7.954	PARAM
799	2542205.1	4630966.82	7.968	PARAM
800	2542207.62	4630947.8	7.918	MH
801	2542207.37	4630940.86	8.072	REG ALC
802	2542207.46	4630939.96	7.936	PARAM
803	2542210.41	4630940.78	7.841	VIA
804	2542208.58	4630940.08	7.845	VIA
805	2542212.22	4630941.18	7.838	VIA
806	2542212.94	4630941.72	7.891	PARAM
807	2542212.76	4630942.71	8.41	REG ALC
808	2542218.25	4630925.79	7.994	PARAM
809	2542218.03	4630924.85	7.951	REG ALC
810	2542217.03	4630925.71	7.813	VIA
811	2542214.91	4630925.15	7.799	VIA
812	2542213.17	4630924.67	7.801	VIA
813	2542212.04	4630924.37	7.879	PARAM
814	2542192.94	4630988.37	8.01	VIA
815	2542192.07	4630990.43	8.02	VIA
816	2542191.47	4630992.56	8.095	PARAM
817	2542192.3	4630992.73	7.922	VIA
818	2542193.81	4630993.32	7.986	VIA
819	2542195.46	4630993.97	7.889	VIA
820	2542196.6	4630994.41	8.078	PARAM
821	2542196.46	4630993.74	7.973	POSTE
822	2542204.29	4630996.81	8.034	PARAM
823	2542204.24	4630995.82	7.783	PTO
824	2542204.45	4630994.92	7.917	VIA
825	2542205.11	4630993.04	7.955	VIA
826	2542205.81	4630991.22	7.843	VIA
827	2542206.19	4630990.16	7.906	PARAM
828	2542213.76	4630992.83	7.826	PARAM
829	2542213.4	4630993.32	7.706	PTO
830	2542213.23	4630994.12	7.889	VIA
831	2542213.7	4630993.2	8.21	CANAL
832	2542212.61	4630995.65	8.192	VIA
833	2542211.9	4630997.87	7.901	VIA

834	2542211.76	4630998.82	7.722	PTO
835	2542211.75	4630999.69	8.247	PARAM
836	2542211	4631002.32	8.191	CANAL
837	2542211.67	4631002.4	7.526	FONDO
838	2542212.34	4631002.55	7.533	FONDO
839	2542212.98	4631002.63	8.242	CANAL
840	2542214.25	4630993.59	7.556	FONDO
841	2542215.1	4630993.47	7.556	FONDO
842	2542215.69	4630993.79	8.16	CANAL
843	2542191.64	4631010.53	8.107	PARAM
844	2542190.73	4631010.24	8.004	VIA
845	2542189.09	4631009.59	8	VIA
846	2542187.23	4631008.65	8.052	VIA
847	2542186.41	4631008.4	8.063	PARAM
848	2542181.06	4631022.81	8.404	PARAM
849	2542183.16	4631016.88	8.312	PARAM
850	2542183.64	4631017.11	8.152	PARAM trr
851	2542181.35	4631023.44	8.192	PARAM trr
852	2542181.77	4631024.39	8.173	VIA
853	2542183.82	4631024.78	8.14	VIA
854	2542186.2	4631025.24	8.135	VIA
855	2542187.6	4631024.35	8.158	PARAM
856	2542191.65	4631010.65	8.127	PARAM
857	2542192.22	4631010.9	8.088	PARAM
858	2542189.63	4631018.21	8.134	PARAM
859	2542183.93	4631026.92	8.318	MH
860	2542181.08	4631026	8.25	VÍA
861	2542181.06	4631028.08	8.205	VÍA
862	2542182.86	4631028.85	8.159	VÍA
863	2542184.93	4631029.76	8.161	VÍA
864	2542185.43	4631030.42	8.292	POSTE
865	2542184.99	4631032.98	8.32	PARAM
866	2542186.15	4631027.56	8.153	VÍA
867	2542194.55	4631026.97	8.184	VÍA
868	2542194.05	4631028.07	8.112	VÍA
869	2542193.51	4631030.19	8.192	VÍA
870	2542192.74	4631032.35	8.128	VÍA
871	2542191.51	4631034.97	8.33	PARAM

872	2542200.46	4631038.06	8.317	PARAM
873	2542200.13	4631039.21	8.231	CANAL
874	2542200.56	4631039.12	8.095	FONDO
875	2542201.82	4631039.31	8.037	FONDO
876	2542202.2	4631039.5	8.25	CANAL
877	2542200.45	4631035.96	8.284	VIA
878	2542201.01	4631033.53	8.322	VIA
879	2542201.75	4631030.86	8.254	VIA
880	2542201.98	4631029.64	8.282	PARAM
881	2542199.49	4631029.04	8.23	REG ALC
882	2542202.72	4631030.23	8.278	CANAL
883	2542203.15	4631030.67	7.758	FONDO
884	2542204.02	4631030.94	7.785	FONDO
885	2542204.64	4631031.04	8.266	CANAL
886	2542204.74	4631030.84	8.378	PAV
887	2542204.39	4631032.04	8.261	PAV
888	2542203.59	4631034.75	8.294	PAV
889	2542205.01	4631034.74	8.327	MH
890	2542202.98	4631036.92	8.287	PAV
891	2542202.65	4631038.04	8.383	PAV
892	2542215.85	4631043.4	8.551	PAV
893	2542216.25	4631042.22	8.366	PAV
894	2542217.2	4631039.89	8.421	PAV
895	2542218.22	4631037.63	8.352	PAV
896	2542218.6	4631036.45	8.564	PAV
897	2542179.44	4631030.65	8.196	PARAM l
898	2542179.64	4631029.3	8.228	PARAM trr
899	2542164.88	4631023.78	8.291	PARAM trr
900	2542164.85	4631023.15	8.261	POSTE
901	2542165.26	4631022.59	8.235	VIA
902	2542165.85	4631020.67	8.292	VIA
903	2542166.58	4631018.77	8.236	VIA
904	2542167.14	4631017.53	8.388	PARAM
905	2542172.25	4631020.09	8.266	PARAM trr
906	2542172.43	4631019.58	8.318	PARAM
907	2542163.03	4631015.89	8.416	PARAM
908	2542162.8	4631016.46	8.304	CERCA
909	2542153.81	4631013.18	8.422	CERCA

910	2542153.18	4631013.52	8.302	VIA cll
911	2542151.26	4631012.65	8.367	VIA cll
912	2542151.03	4631011.75	8.371	PARAM trr
913	2542151.52	4631010.27	8.387	PARAM
914	2542150.07	4631014.65	8.401	VIA
915	2542149.5	4631016.93	8.31	VIA
916	2542149.11	4631017.91	8.305	PARAM trr
917	2542152.07	4631017.81	8.233	VIA
918	2542152.72	4631015.72	8.429	VIA
919	2542151.6	4631015.3	8.51	MH
920	2542153.06	4631005.09	8.363	PARAM
921	2542153.56	4631005.02	8.337	VIA CLL
922	2542155.19	4631005.46	8.306	VIA CLL
923	2542156.39	4631005	8.355	PARAM
924	2542155.52	4631004.74	8.284	PARAM trr
925	2542156.36	4631002.13	8.29	PARAM trr
926	2542157.26	4631002.29	8.374	PARAM
927	2542158.67	4630996.23	8.384	REG ALC
928	2542159.38	4630996.39	8.179	PARAM
929	2542158.35	4630996.02	8.231	VIA CLL
930	2542156.2	4630995.43	8.253	VIA CLL
931	2542155.59	4630995.58	8.331	PARAM
932	2542158.2	4630986.79	8.238	PARAM
933	2542158.5	4630987.23	8.165	VIA
934	2542160.56	4630988	8.18	VIA
935	2542161.16	4630988.86	8.192	PARAM
936	2542160.56	4630989.31	8.171	REG ALC
937	2542216.04	4630997.45	8.39	MH
938	2542213.55	4631000.86	8.54	PAV
939	2542214.09	4630999.26	8.351	PAV
940	2542214.99	4630996.38	8.368	PAV
941	2542215.8	4630993.44	8.345	PAV
942	2542216.29	4630991.82	8.51	PAV
943	2542234.91	4630999.13	8.515	PAV
944	2542234.31	4631000.69	8.292	PAV
945	2542233.24	4631003.5	8.319	PAV
946	2542232.34	4631006.39	8.264	PAV
947	2542231.49	4631007.9	8.501	PAV

948	2542231.17	4631007.78	8.443	YUCA
949	2542238.3	4631010.53	8.469	YUCA
950	2542238.95	4631008.99	8.229	YUCA
951	2542241.19	4631003.39	8.249	YUCA
952	2542232.49	4631024.89	9.6	YUCA
953	2542225.53	4631021.98	8.261	YUCA
954	2542180.01	4631031.09	8.216	REG ALC
955	2542176.52	4631040.92	8.195	PARAM
956	2542177.12	4631041.16	8.225	PARAM
957	2542177.74	4631041.33	8.273	VIA
958	2542179.4	4631041.89	8.265	VIA
959	2542181.23	4631042.43	8.234	VIA
960	2542182.29	4631042.99	8.406	PARAM
961	2542181.55	4631042.84	8.259	PARAM trr
962	2542179.75	4631048.7	8.455	PARAM trr
963	2542180.19	4631048.94	8.556	PARAM trr
964	2542178.08	4631056.24	8.567	PARAM trr
965	2542179.09	4631056.54	8.563	PARAM
966	2542177.43	4631056.34	8.489	VIA
967	2542175.67	4631055.26	8.439	VIA
968	2542173.08	4631054.35	8.368	VIA
969	2542172.62	4631053.78	8.401	PARAM
970	2542171.12	4631054.62	8.414	ESQ PARQ
971	2542168.84	4631059.64	8.605	ESQ PARQ
972	2542168.08	4631059.35	8.734	POSTE
973	2542175.33	4631056.11	8.51	MH
974	2542177.6	4631062.63	8.552	PARAM
975	2542175.92	4631062.15	8.498	PAV
976	2542175.52	4631063.55	8.488	PAV
977	2542173.02	4631062.7	8.546	PAV
978	2542173.44	4631061.27	8.529	PAV
979	2542171.07	4631060.38	8.485	PAV
980	2542170.65	4631061.82	8.498	PAV
981	2542170.98	4631059.77	8.421	VIA
982	2542173.6	4631060.78	8.467	VIA
983	2542175.94	4631061.55	8.466	VIA
984	2542168.34	4631061.12	8.529	PAV
985	2542157.21	4631057.52	8.642	PAV

986	2542168.85	4631067.57	8.561	PAV
987	2542168.39	4631069.03	8.577	PAV
988	2542170.7	4631069.85	8.605	PAV
989	2542171.22	4631068.44	8.583	PAV
990	2542173.59	4631069.31	8.541	PAV
991	2542173.1	4631070.73	8.56	PAV
992	2542173.66	4631071.41	8.657	PARAM
993	2542172.67	4631070.91	8.545	VIA
994	2542170.56	4631070.21	8.617	VIA
995	2542168.78	4631069.36	8.558	VIA
996	2542168.1	4631069.08	8.727	PARAM
997	2542168.62	4631069.26	8.517	PARAM trr
998	2542172.06	4631066.92	8.559	MH
999	2542192.96	4631076.98	8.607	PAV
1000	2542192.36	4631078.32	8.613	PAV
1001	2542189.54	4631077.18	8.607	PAV
1002	2542192.88	4631078.68	8.688	PARAM
1003	2542191.87	4631079.63	8.619	VIA
1004	2542190.39	4631079.11	8.632	VIA
1005	2542188.72	4631078.69	8.734	VIA
1006	2542188.75	4631077.14	8.7	PARAM
1007	2542193.26	4631077.06	8.604	PAV VIJ
1008	2542194.31	4631074.25	8.644	PAV VIJ
1009	2542195.32	4631071.42	8.649	PAV VIJ
1010	2542194.44	4631069.43	8.825	PAV VIJ
1011	2542193.84	4631070.84	8.651	PAV VIJ
1012	2542207.79	4631074.45	8.887	PAV VIJ
1013	2542207.39	4631075.92	8.625	PAV VIJ
1014	2542206.48	4631078.79	8.642	PAV VIJ
1015	2542205.5	4631081.6	8.639	PAV VIJ
1016	2542205.08	4631083.05	8.843	PAV VIJ
1017	2542190.7	4631086.13	8.667	PARAM
1018	2542191.3	4631086.43	8.746	PARAM
1019	2542188.68	4631093.76	8.711	PARAM
1020	2542187.93	4631093.54	8.698	VIA
1021	2542186.08	4631092.98	8.659	VIA
1022	2542184.45	4631092.39	8.741	VIA
1023	2542183.74	4631092.22	8.903	PARAM

1024	2542185.89	4631101.56	8.713	POSTE
1025	2542180.74	4631102.99	8.927	PARAM
1026	2542181.58	4631103.24	8.77	PARAM trr
1027	2542182	4631103.32	8.749	VIA
1028	2542183.43	4631103.66	8.723	VIA
1029	2542185.03	4631103.81	8.685	VIA
1030	2542185.69	4631104.06	8.826	PARAM trr
1031	2542179.52	4631110.1	8.878	PARAM trr
1032	2542178.89	4631109.86	9.102	PARAM
1033	2542183.95	4631110.31	8.775	PARAM trr
1034	2542184.63	4631110.46	8.817	PARAM trr
1035	2542182.08	4631120.7	8.838	PARAM trr
1036	2542181.36	4631120.84	8.796	VIA
1037	2542179.34	4631120.19	8.859	VIA
1038	2542177.16	4631119.51	8.847	VIA
1039	2542176.22	4631119.23	8.895	PARAM
1040	2542190.38	4631122.11	8.932	PARAM
1041	2542190.45	4631122.63	8.885	VIA cll
1042	2542190.26	4631124.35	8.825	VIA cll
1043	2542190.24	4631124.88	8.941	PARAM
1044	2542182.39	4631124.67	8.905	PARAM
1045	2542174.81	4631127.44	8.982	PARAM
1046	2542175.44	4631128.34	8.92	VIA
1047	2542175.35	4631130.66	8.971	VIA
1048	2542174.99	4631133.15	8.99	VIA
1049	2542174.47	4631134.19	8.996	PARAM
1050	2542175.17	4631134.33	9	VIA
1051	2542176.89	4631134.51	9.089	VIA
1052	2542178.88	4631134.61	8.99	VIA
1053	2542181.16	4631134.98	9.142	PARAM
1054	2542179.23	4631131.37	8.981	POSTE
1055	2542173.32	4631141.25	9.294	PARAM
1056	2542173.92	4631141.41	9.168	PARAM trr
1057	2542174.77	4631141.66	9.185	VIA
1058	2542176.71	4631141.84	9.198	VIA
1059	2542178.66	4631141.96	9.115	VIA
1060	2542180.3	4631141.67	9.138	PARAM
1061	2542179.69	4631139.92	9.287	REG ALC

1062	2542179.24	4631147.14	9.378	REG ALC
1063	2542179.05	4631153.95	9.325	PARAM
1064	2542177.8	4631153.89	9.352	PARAM
1065	2542176.7	4631153.86	9.335	VIA
1066	2542174.82	4631153.78	9.388	VIA
1067	2542172.44	4631153.47	9.361	VIA
1068	2542171.58	4631155.71	9.359	PARAM trr
1069	2542170.8	4631155.62	9.337	PARAM
1070	2542170.64	4631162.61	9.476	REG ALC
1071	2542169.78	4631164.37	9.348	PARAM
1072	2542171.2	4631164.4	9.296	VIA
1073	2542173.28	4631164.54	9.395	VIA
1074	2542175.54	4631164.8	9.381	VIA
1075	2542176.98	4631164.94	9.377	PARAM
1076	2542175.71	4631165.57	9.45	POSTE
1077	2542173.66	4631166.86	9.393	MH
1078	2542170.22	4631170.93	9.336	PARAM
1079	2542171.54	4631170.7	9.348	VIA
1080	2542173.11	4631170.43	9.367	VIA
1081	2542175.23	4631170.26	9.335	VIA
1082	2542176.3	4631170.09	9.364	PARAM
1083	2542175.88	4631170.65	9.283	PAV
1084	2542171.1	4631171.77	9.367	PAV
1085	2542171.02	4631173.01	9.134	PAV
1086	2542175.23	4631172.09	9.119	PAV
1087	2542176.96	4631177.79	9.135	PAV
1088	2542193.05	4631171.16	9.065	MH
1089	2542209.77	4631170.73	8.879	PAV
1090	2542208.8	4631164.68	8.949	PAV
1091	2542208.49	4631163.57	9.207	PAV
1092	2542203.34	4631164.66	9.245	PAV
1093	2542201.07	4631165.17	9.213	PAV
1094	2542201.63	4631166.25	8.975	PAV
1095	2542203.34	4631165.88	8.988	PAV
1096	2542203.3	4631163.35	9.336	PARAM
1097	2542202.75	4631163.68	9.401	VIA cll
1098	2542201.19	4631163.96	9.457	VIA cll
1099	2542200.77	4631165.12	9.244	PARAM

1100	2542202.17	4631154.31	9.308	PARAM
1101	2542201.64	4631154.41	9.267	VIA cll
1102	2542200.16	4631154.53	8.747	VIA cll
1103	2542199.63	4631154.93	8.772	PARAM
1104	2542199.8	4631140.94	9.146	PARAM
1105	2542200.4	4631140.99	9.049	VIA cll
1106	2542202.17	4631140.93	9.099	VIA cll
1107	2542202.67	4631140.95	9.147	PARAM
1108	2542199.87	4631127.03	8.922	PARAM
1109	2542200.65	4631127.1	8.915	VIA
1110	2542202.57	4631127.12	8.973	VIA
1111	2542203.12	4631127.08	9.002	PARAM
1112	2542203.27	4631124.15	9.05	PARAM
1113	2542202.98	4631124.45	9.028	VIA
1114	2542202.94	4631125.99	8.972	VIA
1115	2542190.24	4631127	8.928	PARAM
1116	2542159.87	4631174.27	9.44	PAV
1117	2542160.11	4631175.45	9.21	PAV
1118	2542161.25	4631181.36	9.209	PAV
1119	2542149.87	4631183.82	9.263	PAV
1120	2542150.97	4631175.66	9.509	PARAM
1121	2542150.05	4631176.06	9.517	VIA
1122	2542148.2	4631176.36	9.457	VIA
1123	2542146.11	4631176.5	9.474	VIA
1124	2542145.64	4631176.45	9.622	PARAM
1125	2542145.93	4631177.42	9.514	PAV
1126	2542151.86	4631177.36	9.281	PAV
1127	2542145.55	4631159.61	9.4	PARAM
1128	2542145.18	4631161.57	9.418	PARAM
1129	2542146.07	4631159.61	9.326	VIA
1130	2542147.7	4631159.71	9.302	VIA
1131	2542148.84	4631159.76	9.327	VIA
1132	2542149.54	4631160.23	9.425	PARAM
1133	2542149.26	4631153.01	9.323	VIA
1134	2542147.73	4631153.06	9.27	VIA
1135	2542146.29	4631152.84	9.23	VIA
1136	2542145.65	4631152.92	9.315	PARAM
1137	2542150.12	4631151.85	9.279	PARAM

1138	2542151.54	4631140.92	9.233	PARAM
1139	2542150.25	4631140.81	9.066	VIA
1140	2542148.28	4631140.42	9.156	VIA
1141	2542146.32	4631140.03	9.151	VIA
1142	2542145.54	4631139.72	9.196	PARAM
1143	2542149.03	4631128.43	9.012	PARAM
1144	2542150.08	4631128.53	8.943	VIA
1145	2542151.77	4631128.86	8.909	VIA
1146	2542153.62	4631129.31	8.973	VIA
1147	2542154.74	4631129.65	9.008	PARAM
1148	2542154.86	4631128.21	8.965	VIA
1149	2542155.52	4631126.41	8.938	VIA
1150	2542156.62	4631124.14	8.916	VIA
1151	2542155.93	4631123.86	8.976	POSTE
1152	2542152.91	4631125.8	8.969	MH
1153	2542163.76	4631131.79	9.265	PARAM
1154	2542163.94	4631131.09	9.124	PARAM
1155	2542164.32	4631130.55	9.033	VIA
1156	2542164.7	4631128.8	9.008	VIA
1157	2542165.16	4631126.57	9.028	VIA
1158	2542165.64	4631124.98	9.096	PARAM
1159	2542164.92	4631125.24	9.147	REG ALC
1160	2542163.97	4631125.29	9.216	REG ALC
1161	2542160.27	4631129.98	9.014	PARAM
1162	2542159.75	4631131.16	9.132	PARAM
1163	2542157.86	4631122.62	9.185	PARAM
1164	2542156.87	4631123.07	8.928	PARAM trr
1165	2542155.89	4631122.78	8.871	via
1166	2542154.24	4631121.96	8.868	via
1167	2542152.72	4631121.4	8.866	via
1168	2542152.14	4631121.39	8.858	PARAM
1169	2542161.3	4631112.07	8.941	PARAM
1170	2542160.55	4631111.76	8.792	PARAM trr
1171	2542159.93	4631111.33	8.815	via
1172	2542158.39	4631110.65	8.816	via
1173	2542156.25	4631110.28	8.802	via
1174	2542155.46	4631110.11	8.771	PARAM
1175	2542161.28	4631089.21	8.744	PARAM

1176	2542162	4631089.31	8.68	PARAM trr
1177	2542162.46	4631089.44	8.725	VIA
1178	2542164.08	4631089.92	8.65	VIA
1179	2542165.97	4631090.78	8.63	VIA
1180	2542167.35	4631091.77	8.946	PARAM
1181	2542166.32	4631091.4	8.719	POST
1182	2542172.65	4631074.26	8.802	PARAM
1183	2542171.48	4631074.14	8.595	VIA
1184	2542169.91	4631073.71	8.623	VIA
1185	2542167.99	4631073.34	8.656	VIA
1186	2542166.88	4631072.86	8.757	PARAM
1187	2542166.62	4631076.38	8.551	PARAM trr
1188	2542165.85	4631076.15	8.798	PARAM
1189	2542108.99	4631042.25	8.556	PAV
1190	2542109.36	4631041.06	8.554	PAV
1191	2542103.82	4631040.73	8.504	PAV
1192	2542104.25	4631039.56	8.517	PAV
1193	2542107.24	4631040.46	8.563	PAV
1194	2542105.47	4631044.31	8.567	MH
1195	2542105.53	4631037.57	8.566	VIA
1196	2542107.61	4631038.07	8.548	VIA
1197	2542110.19	4631038.72	8.564	VIA
1198	2542113.06	4631036.11	8.695	PARAM
1199	2542116.17	4631023.1	8.564	PARAM
1200	2542115.17	4631022.92	8.515	VIA
1201	2542112.35	4631021.82	8.412	VIA
1202	2542110.22	4631021.03	8.426	VIA
1203	2542100.37	4631076.46	8.883	PARAM
1204	2542098.82	4631076.1	8.791	pav
1205	2542093.98	4631074.76	8.775	pav
1206	2542093.07	4631075.73	8.8	pav
1207	2542091.07	4631077.18	8.841	pav
1208	2542088.78	4631077.96	8.876	pav
1209	2542086.46	4631078.27	8.897	pav
1210	2542087.84	4631078.53	8.895	Delta
1211	2542084.7	4631083	8.936	pav
1212	2542086.16	4631084.6	8.933	pav
1213	2542087.56	4631086.55	8.973	pav

1214	2542088.59	4631088.76	8.98	pav
1215	2542089.14	4631091.1	8.978	pav
1216	2542087.89	4631095.27	9.031	pav
1217	2542092.72	4631096.65	9.039	pav
1218	2542094.57	4631096.65	9.187	PARAM
1219	2542092.41	4631097.5	9.031	via
1220	2542090.37	4631097.09	9.059	via
1221	2542088	4631096.42	9	via
1222	2542086.15	4631096.12	9.152	PTO
1223	2542078.2	4631102.76	9.357	estadio plc
1224	2542082.51	4631107.47	9.343	estadio plc
1225	2542080.85	4631113.53	9.37	estadio plc
1226	2542082.7	4631114.1	9.143	via
1227	2542085.26	4631114.56	9.131	via
1228	2542087.82	4631115.02	9.13	via
1229	2542089.3	4631115.48	9.189	PARAM
1230	2542085.29	4631132.41	9.371	PARAM
1231	2542083.52	4631131.95	9.388	via
1232	2542080.69	4631132.38	9.539	via
1233	2542076.8	4631132.68	9.32	via
1234	2542075.54	4631132.85	9.483	estadio plc
1235	2542072.22	4631133.47	9.258	Pav
1236	2542072.63	4631136.41	9.317	Pav
1237	2542072.97	4631139.59	9.263	Pav
1238	2542072.49	4631139.42	9.264	estadio plc
1239	2542073.51	4631140.05	9.326	estadio plc
1240	2542070.52	4631150.73	9.543	via
1241	2542071.51	4631150.97	9.527	via
1242	2542074.33	4631151.78	9.587	via
1243	2542077.42	4631152.56	9.651	via
1244	2542079.81	4631154.62	9.706	Param
1245	2542075.31	4631170.38	9.899	Param
1246	2542073.34	4631169.8	9.823	via
1247	2542070.6	4631169.05	9.915	via
1248	2542067.72	4631168.41	9.707	via
1249	2542065.68	4631168.16	9.498	via
1250	2542060.63	4631186.59	9.499	via
1251	2542061.63	4631186.75	9.566	via

1252	2542064.95	4631187.04	9.637	via
1253	2542068.78	4631187.75	9.652	via
1254	2542070.72	4631189.22	9.741	Param
1255	2542070.94	4631189.4	9.708	Pav
1256	2542069.4	4631190.49	9.413	Pav
1257	2542065.48	4631190.58	9.378	Pav
1258	2542061.13	4631190.55	9.353	Pav
1259	2542061.14	4631189.02	9.453	Pav
1260	2542061.16	4631196.54	9.317	Pav
1261	2542052.67	4631190.56	9.27	Pav
1262	2542053.29	4631189.07	9.468	Pav
1263	2542050.09	4631186.11	9.467	Pav
1264	2542049.39	4631187.53	9.298	Pav
1265	2542038.76	4631187.51	9.217	Pav
1266	2542039.12	4631186.2	9.34	Pav
1267	2542035.45	4631186.23	9.377	Pav
1268	2542035.5	4631187.6	9.196	Pav
1269	2542025.47	4631187.68	9.111	Pav
1270	2542024.82	4631186.28	9.293	Pav
1271	2542022.11	4631189.33	9.231	Pav
1272	2542022.94	4631190.84	9.055	Pav
1273	2542018.18	4631196.99	8.991	Pav
1274	2542017.29	4631191.06	9.024	Pav
1275	2542017.29	4631189.54	9.208	Pav
1276	2542010.38	4631190.36	9.168	Pav
1277	2542010.42	4631190.67	9.171	Pav
1278	2542010.6	4631191.85	8.963	Pav
1279	2541989.31	4631194.51	8.795	Pav
1280	2541985.89	4631194.98	8.751	Pav
1281	2541982.48	4631195.5	8.724	Pav
1282	2541975.58	4631196.54	8.703	Pav
1283	2541976.09	4631202.46	8.649	Pav
1284	2541982.25	4631194.33	8.945	Pav
1285	2541989.23	4631193.31	9.038	Pav
1286	2542001.87	4631050.07	9.221	MH

LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

SOPORTE TÉCNICO 03

DISEÑO GEOMÉTRICO Y CARTERAS DE CORTE

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

DISEÑO GEOMÉTRICO



MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.

LOS CORDOBAS - CORDOBA

SEP DE 2026

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

TABLA DE CONTENIDO

1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 4
1.1 VIA A INTERVENIR 4
2. OBJETIVOS 5
2.1. Objetivo general 5
2.2. Objetivos específicos 5
3. METODOLOGIA DE DISEÑO 6
4. PARAMETROS PARA EL DISEÑO GEOMETRICO 7
4.1. Características actuales de la vía 7
4.2. Características propuestas de diseño geométrico de la vía 7
4.3. Velocidad de diseño y clasificación de la vía 7
4.4. Selección del radio de curvatura mínima 8
4.5. Cálculo de la rasante y curvas verticales 8
4.6. Determinación de la longitud de las curvas verticales 10
4.7. Diseño transversal ancho de calzada y bombeo. 11
4.8. Rotación de la calzada respecto al eje de la carretera 12
5. MEMORIAS DE CÁLCULO 13
5.1. Cálculo de los elementos de curvatura horizontal y vertical 13
5.2. Cálculo de las cotas de borde de la vía. 13
5.3. Cálculo de los volúmenes de movimiento de tierras 13
5.4. Sección transversal tipo 14
6. LIMITACIONES 14
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 15

TABLAS

Tabla 1.Datos generales 4
Tabla 2 Radios mínimos para peralte máximo e máx. = 6 % y fricción máxima 8
Tabla 3 Valores de K mín. para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales 9
Tabla 4 Ancho de calzada en metros 11
Tabla 5 Determinación del bombeo de la vía a diseñar 12

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la solicitud presentada por la Alcaldía de Los córdobas, Córdoba se realizó el diseño geométrico para el Proyecto " **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS".**

En el presente documento se relaciona el informe de Diseño Geométrico que tiene la finalidad de que el presente proyecto pueda ser ejecutado y así mejorar la calidad de vida de las personas que habitan las zonas de influencia, facilitando de esta forma la mejor movilidad vehicular y el adecuado desplazamiento de las escorrentías superficiales por la vía; adicional a lo mencionado se busca garantizarles a los conductores una mejor seguridad al momento de conducir en las vías.

Mediante el estudio de diseño geométrico se busca plantear diseños optimizados que cumplan los parámetros mínimos de seguridad, según la norma manual de diseño geométrico del INVIAS; sin dejar a un lado que el proyecto sea económicamente viable.

Para un buen desarrollo en el diseño geométrico es necesario considerar como parámetro principal el diseño vertical de la vía, ya que uno de los principales inconvenientes que se puede presentan en la zona son los puntos de captación de aguas, para lo cual se debe mejorar las pendientes para la recolección de las escorrentías superficiales, dado que la condición topográfica en la zona de estudio es plana y no cuentan con buenas pendientes natural.

1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El Municipio de Los córdobas está ubicado en las coordenadas 8°53'43"N 76°21'17"O, más específicamente en la parte noroeste del departamento de Córdoba, situado a 57 km de la capital (Montería) es uno de los 30 municipios que conforman el departamento de Córdoba, localizado en la zona costanera; cuenta con una extensión territorial de 430 km2.

La vía objeto del proyecto se describe a continuación.

1.1 VIA A INTERVENIR



Ilustración 1. Localización General

#	UBICACIÓN	INICIO	FIN	LOGUITUD	ANCHO	OBSERVACIONES	INICIO		FINAL	
							LATITUD	LONGUITUD	LATITUD	LONGUITUD
1	CALLEJON 1	K0+000.00	K0+059.07	59.07 m	1.50 m	Pavimento de 1.5m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891625°	-76.354171°	8.891433°	-76.354552°
2	CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+096.04	96.04 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891386°	-76.354113°	8.891530°	-76.354972°
3	CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+278.85	278.85 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891151°	-76.354065°	8.891785°	-76.356495°
4	CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+118.81	118.81 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891036°	-76.354037°	8.891186°	-76.355073°
6	CALLEJON 3	K0+000.00	K0+126.91	126.91 m	2.00 m	Pavimento de 2.0m de ancha, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891162°	-76.355521°	8.891496°	-76.356692°
7	CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+316.50	316.50 m	5.00 m	Pavimento de 5.0m de ancha, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.890637°	-76.352960°	8.891405°	-76.356752°
8	CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+096.34	96.34 m	5.00 m	Pavimento de 5.0m de ancha, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.890425°	-76.353956°	8.890643°	-76.354795°
9	CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	K0+000.00	K0+036.70	36.70 m	5.00 m	Pavimento de 5.0m de ancha, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.890791°	-76.355287°	8.890892°	-76.355637°
10	CALLEJON 4	K0+000.00	K0+053.03	53.03 m	1.50 m	Pavimento de 1.5m de ancha, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891070°	-76.356362°	8.891178°	-76.356757°
11	CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	K0+000.00	K0+021.85	21.85 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancha, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891418°	-76.354475°	8.891188°	-76.354525°
12	CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	K0+000.00	K0+176.58	176.58 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancha, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891627°	-76.355362°	8.892010°	-76.355931°
13	CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	K0+000.00	K0+195.65	195.65 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancha, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891116°	-76.355807°	8.891118°	-76.356949°
14	CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	K0+000.00	K0+146.72	146.72 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancha, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891734°	-76.355698°	8.890632°	-76.356393°
15	CALLEJON 5	K0+000.00	K0+040.20	40.20 m	1.50 m	Pavimento de 1.5m de ancha, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891359°	-76.356641°	8.891036°	-76.356856°
17	B1					box culvert de 1.0x1.0x1.1m	8.891622°	-76.355364°		
18	B2					box culvert de 1.0x1.0x1.1m	8.891724°	-76.355699°		
19	DESCUENTO INTERSECCIONES			-21.00 m	4.00 m	Descuento Intersecciones entre vias del proyecto				
	TOTAL DE VIA A MEJORAR			1.742.26 m						

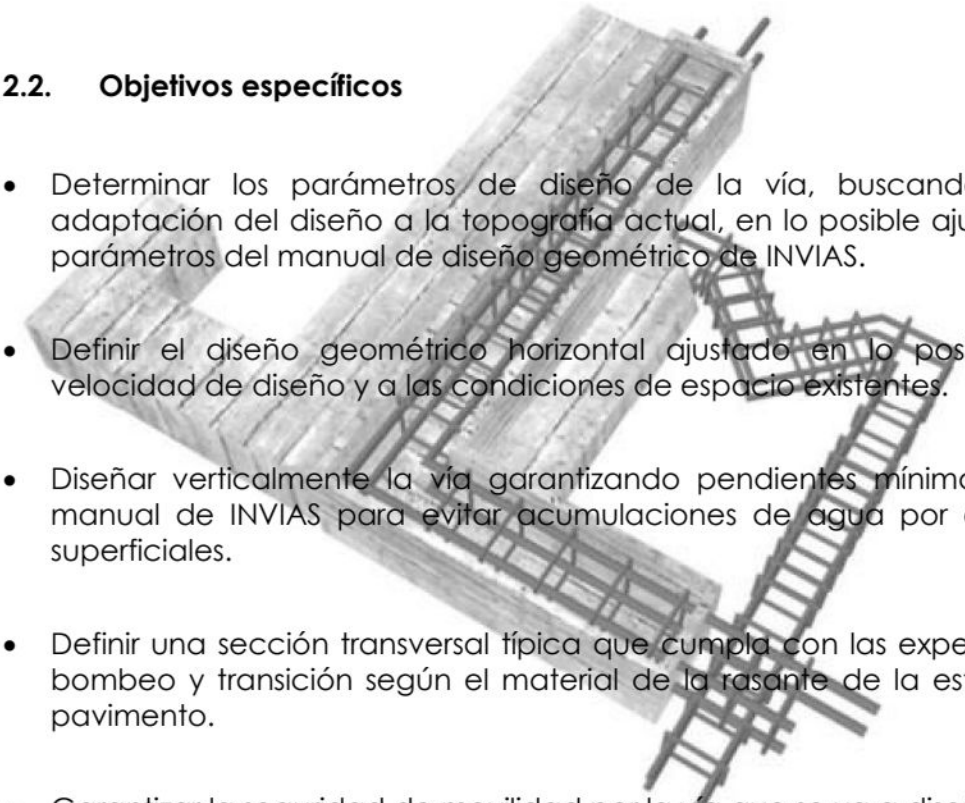
Tabla 1.Datos generales

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

✓ Realizar el estudio de diseño geométrico para el proyecto **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS**. Ajustando todas las variables de diseño en lo posible al manual de diseño geométrico de INVIAS.



2.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros de diseño de la vía, buscando la mejor adaptación del diseño a la topografía actual, en lo posible ajustado a los parámetros del manual de diseño geométrico de INVIAS.

- Definir el diseño geométrico horizontal ajustado en lo posible a una velocidad de diseño y a las condiciones de espacio existentes.

- Diseñar verticalmente la vía garantizando pendientes mínimas según el manual de INVIAS para evitar acumulaciones de agua por escorrentías superficiales.

- Definir una sección transversal típica que cumpla con las expectativas de bombeo y transición según el material de la rasante de la estructura del pavimento.

- Garantizar la seguridad de movilidad por la vía que se va a diseñar.

- Realizar la modulación de las losas de concreto rígido garantizando la relación larga sobre ancho.

- Calcular los volúmenes de excavación y terraplén conforme al diseño geométrico y a la estructura del pavimento.

3. METODOLOGIA DE DISEÑO

Con base en la categorización propuesta por el INVIAS en los términos de referencia, se adoptó una velocidad de diseño de 30 km/h en el tramo homogéneo y una velocidad especifica igual o mayor 30 km/h a la velocidad de diseño para las curvas horizontales, de esta forma garantizar la movilidad de los usuarios en condiciones de seguridad y comodidad.

El eje en planta se determina teniendo como referencia el eje existente y los paramentos de viviendas actuales, sin dejar a un lado los parámetros de diseño como radio mínimo de curvatura establecidos en los términos y manual de diseño del INVIAS. Para el diseño vertical se garantizaran pendientes longitudinales mínimas aunque el manual de INVIAS contempla pendientes mínimas del 0.5%, para Los Córdobas que es topográficamente una zona Plana, con mucha variación de pendientes, es importante tener en cuenta que en donde sea necesario y la pendiente no cumpla los parámetro mínimo anteriormente mencionado, está sea diseñada con una pendiente óptima para su funcionamiento adecuado, lo cual no sea un impedimento diseñar con pendientes recomendadas según el manual de diseño geométrico adecuándonos de esta forma a las condiciones existentes que hay en la zona a mejorar.

El diseño transversal de la vía se define en función de la estructura del pavimento, la geometría de la zona, el diseño vertical y la necesidad de bombeo ya sea a dos aguas desde el eje de la vía o con una sola pendiente transversal entre los bordes de la vía; tal determinación se hará según la topografía de la vía, las vías de empalme que se encuentren pavimentadas, los sistemas de drenaje existentes y las intersecciones viales.

El diseño de modulación de las losas de concreto se hará según el diseño de la estructura del pavimento, conservando una relación de esbeltez para evitar que las losas de concreto fallen por alabeo

4. PARAMETROS PARA EL DISEÑO GEOMETRICO

4.1. Características actuales de la vía

- ✓ Topografía de la vía: Plano
- ✓ Condiciones de la rasante: En material de Afirmado
- ✓ Pendiente longitudinal mínima: 0.53%
- ✓ Ancho de la sección transversal existente: 5.00 m, 4.00m, 2.00m y 1.50m.

4.2. Características propuestas de diseño geométrico de la vía

- ✓ Clasificación: Urbana.
- ✓ Velocidad de diseño: 30 Km/h
- ✓ Velocidad Especifica: 30 Km/h
- ✓ Ancho de Calzada de diseño: 5.00 m, 4.00m, 2.00m y 1.50m
- ✓ Bombeo: Variable % (Doble Bombeo)

4.3. Velocidad de diseño y clasificación de la vía

En el proceso de asignación de la velocidad de diseño se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad de los usuarios. Por ello la velocidad de diseño a lo largo del trazado debe ser tal que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

También se busca garantizar la consistencia en función de la velocidad, debe identificarse a lo largo del corredor tramos homogéneos a los que por las condiciones topográficas se les pueda asignar una misma velocidad. La velocidad de diseño se determina con base al tipo del terreno y a la categoría de la vía, sin embargo, sin embargo, como factor de seguridad las curvas horizontales se

diseñarán con una velocidad especifica de 30 km/h, exceptuando los tramos obligados a las condiciones topográficas que no puedan ser modificadas.

4.4. Selección del radio de curvatura mínima

El radio mínimo (RCmín) se adopta para el límite de curvatura para una velocidad específica (VCH) de acuerdo con el peralte máximo (e máx.) y el coeficiente de fricción transversal máxima (fTmáx). El Radio mínimo de curvatura será usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores.

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
20	6,0	0,35	0,41	7,7	15 (1)
30	6,0	0,28	0,34	20,8	21
40	6,0	0,23	0,29	43,4	43
50	6,0	0,19	0,25	78,7	79
60	6,0	0,17	0,23	123,2	123

Fuente: Tabla 3.2 M.D.G. INVIAS

Tabla 2 Radios mínimos para peralte máximo e máx. = 6 % y fricción máxima

Para el tramo vial diseñado, se adoptó una velocidad especifica de 30 Km/h, para un radio mínimo de 21 m y se tuvo en cuenta el peralte porque es un factor determinante en la seguridad y movilidad de las vías, ya que predomina los tramos en rectas y en curvas, adicional la velocidad operacional es de 30 Km/h, con restricciones de señales de tránsito.

4.5. Cálculo de la rasante y curvas verticales

El diseño vertical se definió con base en la rasante de diseño, ajustándose lo mejor posible a la condición actual del terreno.

Durante el diseño geométrico vertical se definieron pendientes longitudinales mínimas del 0.5%, realizando la cantidad de PK necesarios para garantizar las pendientes mencionadas; adicionalmente se busca garantizar el buen recorrido de las escorrentías superficiales hacia las estructuras hidráulicas con el fin de

optimizar los recursos existentes en la vía a diseñar; en casos extremos donde sea necesario definir un PK cóncavo y no exista estructura hidráulica, en los planos de diseño (Planta-Perfil) se hará la recomendación de construir tal estructura como solución al sistema de drenaje.

El diseño de curvas verticales se realizó con base al parámetro K, de igual manera buscando la mejor acomodación al terreno y mejora en la visibilidad de parada. En ningún caso se excedió la pendiente longitudinal máxima recomendada de acuerdo con la velocidad de diseño adoptada para cada sector.

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CV} (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE $K_{mín}$				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 (1)
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 (1)
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

Fuente: Tabla 4.4 M.D.G. INVIAS

Tabla 3 Valores de K mín. para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales

Cuando sea necesario diseñar curvas verticales, el K min seleccionado para curvas convexas es **2** y para curvas cóncavas es **6** los cuales son valores que aumentan la seguridad del conductor ya que las rasantes de las vías en estudio están conformadas por tangentes de pendientes grandes y curvas circulares con una externa vertical mínima.

4.6. Determinación de la longitud de las curvas verticales

Para la determinación de las curvas verticales ya sean simétricas o asimétricas, cóncavas o convexas se deben considerar diferentes criterios

- ✓ **Criterio de seguridad**: Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para que en toda su trayectoria la distancia de visibilidad sea mayor o igual a la de parada (DP). Es pertinente manifestar que en algunos casos el nivel de servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales que satisfagan la distancia de visibilidad de adelantamiento (Da).

- ✓ **Criterio de operación**: Establece una longitud mínima que debe tener la curva vertical para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

- ✓ **Criterio de drenaje**: Establece una longitud máxima que puede tener la curva vertical para evitar que, por ser muy extensa, en su parte central resulte muy plana dificultándose el drenaje de la calzada, por lo cual el parámetro k para control de visibilidad de parada en ningún caso para curvas cóncavas puede ser mayor a 50 ya que podría convertir la curva vertical en un tramo de la vía con pendiente cero lo que ocasionaría durante un día de precipitación estancamiento de aguas lluvias.

- ✓ **Parámetro Visibilidad de Parada (K)**: La longitud de la curva es la relación del parámetro K con la sumatoria de las pendientes longitudinales, proceso de calculo que generalmente se realiza durante el proceso de cálculo con el software TOPO3, este es el método más usado para el cálculo de la longitud de la curva vertical.

4.7. Diseño transversal ancho de calzada y bombeo.

En estudio se propone anchos variables de calzada, buscando una sección uniforme con el ancho actual, que brinde seguridad y comodidad a lo largo de los trayectos.

Se indica el ancho de la calzada en función de la categoría de la carretera, del tipo de terreno y de la velocidad de diseño del tramo homogéneo (VTR).

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V_{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.00	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Tabla 5.2 M.D.G. INVIAS
Tabla 4 Ancho de calzada en metros

El ancho ideal es de 6.00 m para una vía de una calzada en terreno Plano, posteriormente es ajustado por la limitante de los paramentos, cercas y canal existente a lo largo de la vía, en caso particular de estas vías que bordillos y andenes con el espacio suficiente el ancho será de 5.00 m, 4.00m, 2.00m y 1.50m de calzada más bordillos y andenes.

En la siguiente tabla se indica la inclinación transversal denominada bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura.

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	BOMBEO (%)
Superficie de concreto hidráulico o asfáltico	2
Tratamientos superficiales	2 – 3
Superficie de tierra o grava	2 – 4

Fuente: Tabla 5.3 M.D.G. INVIAS
Tabla 5 Determinación del bombeo de la vía a diseñar

Para el presente estudio geométrico se adopta un doble bombeo de -2.00%, y para empalmes con vías entrantes, nos adecuarnos a lo existente con bombeo mínimo de -0.1%, para darle un suavizado y evitar golpes al vehículo donde sea necesario y lo permita lo existente.

4.8. Rotación de la calzada respecto al eje de la carretera

La rotación de la sección transversal se diseña girando el pavimento de la calzada alrededor de su línea central. Este es el método más empleado en el diseño de carreteras urbanas, porque permite un desarrollo más armónico y genera menor distorsión de los bordes.

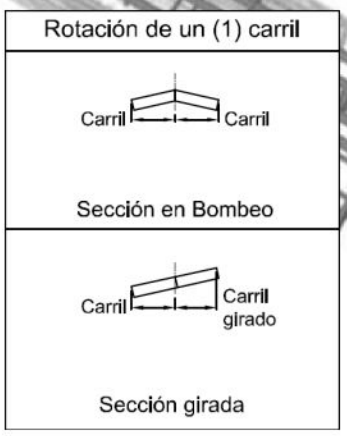


Ilustración 2 Calzada girada alrededor del eje

5. MEMORIAS DE CÁLCULO

5.1. Cálculo de los elementos de curvatura horizontal y vertical

Con base en la velocidad de diseño se definieron los diferentes parámetros de diseño vertical y horizontal de la vía diseñada los cuales se verán reflejados dentro del informe en una cartera de localización que exterioriza la información mínima para la localización del proyecto como es las coordenadas norte, este y cota rasante.

Adicional en los planos de diseño planta perfil se pueden observar los parámetros de diseño horizontal como lo es la abscisa de diseño, el **PI** de las curvas horizontales, el **PC** y **PT** de las curvas circulares; de igual forma en los perfiles se encuentran los elementos verticales como longitud de la curva circular, el parámetro de control de visibilidad K, las cotas de diseño de la rasante con su respectivo abscisado.

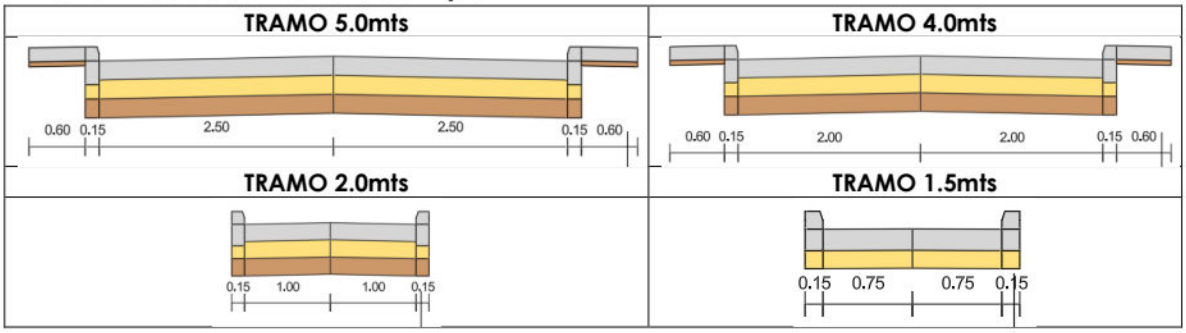
5.2. Cálculo de las cotas de borde de la vía.

Con base en las secciones transversales de diseño y los bombeos de la sección transversal se generó la cartera de control de cotas de borde de diseño, la cual garantiza las especificaciones transversales de diseño, el sentido de rotación del bombeo en la calzada, transiciones de bombeo y pendiente del bombeo, adicional en la cartera se puede observar el ancho de la vía abscisado cada 20 m.

5.3. Cálculo de los volúmenes de movimiento de tierras

Con base en las secciones transversales de diseño y peraltes, se calculó la cartera de movimientos de tierra (Corte) conservando el mismo abscisado.

5.4. Sección transversal tipo



6. LIMITACIONES

El presente diseño geométrico presenta dificultades para cumplir con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente como los es el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008, debido a la limitación del espacio disponible.

En muchas zonas rurales, las vías deben adaptarse a terrenos donde existen cercas de predios que delimitan propiedades privadas, lo que restringe la posibilidad de cumplir con dimensiones óptimas para anchos de calzada, bermas o radios de giro adecuados, entre tangencia, radios consecutivos y transición de peraltes, esta condición obliga a realizar ajustes en el trazado, comprometiendo aspectos como la seguridad vial y la comodidad para los usuarios. El manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008 exige ciertas especificaciones mínimas para garantizar la transitabilidad, pero en casos donde el derecho de vía es reducido, se debe optar por ajustar los parámetro lo más cercano posible al exigido y así evitar traumatismos en la transitabilidad de la vía.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ Los parámetros de diseño de curvatura se calcularon a partir de una velocidad específica de 30 Km/h, ajustando el diseño al manual de diseño geométrico de INVIAS.

- ✓ Se adoptó un ancho de calzada 5.00 m, 4.00m, 2.00m y 1.50m para las vías en el barrio villa cata en el municipio de Los córdobas.

- ✓ Se recomienda la implementación de señales de tránsito, para las guía del tránsito según los estudios.

- ✓ Se recomienda durante el proceso de localización y replanteo, conservar el mismo sistema de coordenadas y hacer uso de los puntos de control materializados en campo con la finalidad de conservar el mismo sistema de elevaciones que aparece en las carteras de control y localización.

- ✓ Se recomienda conservar las pendientes longitudinales planteadas en el presente informe durante el proceso constructivo, ya que la información recolectada del levantamiento topográfico y el diseño geométrico realizado reflejaran el direccionamiento de flujo de escorrentías superficiales.

JORGE A LOPEZ M
Ingeniero Civil.
Especialista en Vías.
TP: 22202-344254 COR

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CALLEJON 1

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		0.596					
		8.201			15.630	5.153	0.564	0.044
PC	8.201		0.422	0.039				
		1.799			3.314	0.793	0.7	0.104
	10		0.481	0.064				
		2.916			4.752	1.183	1.862	0.226
PT	12.916		0.443	0.057				
		7.084			13.039	3.666	1.683	0.177
	20		0.621	0.008				
		10			18.505	5.995	0.547	0.014
	30		0.572	0.001				
		4.93			8.899	2.758	0.27	0.005
PC	34.93		0.548	0.002				
		0.07			0.127	0.039	0.004	
	35		0.548	0.002				
		5			8.981	2.644	0.328	0.007
	40		0.561	0.001				
		2.032			3.649	1.166	0.077	0.001
PT	42.032		0.578	0.001				
		7.968			14.412	4.277	0.422	0.014
	50		0.515	0.002				
		9.072			16.638	5.515	0.208	0.005
	59.072		0.619					
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**33.19**		**0.60**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		2.611	0.001				
		10			55.436	28.707	0.088	0.002
	10		2.778					
		10			55.371	27.732	0.019	
	20		2.885					
		10			55.531	27.788	0.065	0.001
	30		2.728					
		10			54.950	26.223	0.433	0.005
	40		2.445					
		2.991			16.473	7.508	0.005	
PC	42.991		2.545					
		2.009			11.090	5.324	0.001	
	45		2.722					
		3.11			17.203	8.508	0.002	
PT	48.11		2.728					
		1.89			10.471	5.214		
	50		2.66					
		10			55.882	28.673	0.039	
	60		3.043					
		10			56.252	29.432	0.072	0.001
	70		3.063					
		10			56.097	30.145	0.006	
	80		2.956					
		10			56.204	31.821		
	90		3.15					
		6.044			33.847	18.186	0.007	
	96.044		2.882					
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**275.26**		**0.01**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		2.889					
		10			56.677	40.851	0.001	
	10		4.234					
		10			57.459	41.642	0.012	
	20		3.893					
		9.121			52.052	34.495	0.032	
PC	29.121		3.675					
		0.879			4.993	3.227		
	30		3.665					
		5			28.330	18.033	0.002	
	35		3.523					
		4.541			25.646	15.512	0.002	
PT	39.541		3.305					
		0.459			2.589	1.51		
	40		3.283					
		10			56.109	30.332		
	50		2.805					
		10			55.417	27.853	0.086	0.001
	60		2.639					
		10			55.230	26.384	0.044	
	70		2.67					
		10			55.521	28.378	0.019	
	80		2.915					
		10			55.797	29.435	0.001	
	90		2.98					
		10			56.204	29.44	0.009	
	100		3.156					
		10			56.629	31.896	0.02	
	110		3.093					
		10			55.576	29.203	0.052	0.001
	120		2.902					
		10			55.390	28.154	0.042	
	130		2.918					
		10			54.816	27.805	0.92	0.007
	140		2.55	0.005				
		10			53.984	26.794	1.605	0.017
	150		2.933					
		10			55.602	29.077	0.085	0.003
	160		2.863					

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
		10			55.619	28.379	0.013	
	170		2.684					
		10			55.472	25.736	0.059	0.001
	180		2.566					
		10			55.839	26.715	0.004	
	190		2.769					
		10			55.680	29.223	0.107	0.003
	200		3.957					
		10			56.671	36.791	0.005	
	210		3.446					
		10			56.096	32.131	0.029	
	220		3.083					
		10			55.800	30.283		
	230		2.989					
		10			56.439	32.324	0.173	0.003
	240		3.811					
		10			56.503	36.164	0.128	0.005
	250		2.823					
		10			55.924	28.688	0.004	
	260		2.877					
		10			56.233	30.29	0.055	
	270		3.111					
		8.856			50.716	31.466	0.573	0.046
	278.856		2.927	0.109				
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**868.21**		**0.09**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		2.825					
		10			56.149	31.605	0.009	
	10		3.337					
		10			56.567	34.633		
	20		3.359					
		10			56.125	31.963	0.029	
	30		3.054					
		10			55.822	33.691	0.085	0.002
	40		3.19					
		10			56.021	30.153	0.205	0.006
	50		3.107					
		1.685			9.521	5.282		
PC	51.685		3.152					
		3.315			18.767	10.459	0.003	
	55		3.388					
		5			28.508	17.728	0.005	
	60		3.37					
		1.986			11.251	6.443		
PT	61.986		3.149					
		8.014			45.087	23.625	0.023	
	70		2.698					
		10			55.784	26.257	0.007	
	80		2.594					
		10			55.632	26.09	0.011	
	90		2.686					
		10			55.515	27.426	0.001	
	100		2.783					
		10			55.635	28.339	0.018	
	110		2.907					
		8.818			49.076	26.833		
	118.818		3.038					
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**360.53**		**0.01**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CALLEJON 3

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		1.301	0.001				
		10			23.305	14.061	0.008	
	10		1.39					
		10			23.220	14.048	0.053	0.001
	20		1.336					
		10			23.095	13.566	0.341	0.004
	30		1.481					
		10			23.384	15.107	0.037	
	40		1.677					
		10			23.994	16.611	0.014	
	50		1.58					
		10			23.487	15.154	0.006	
	60		1.452					
		10			23.188	14.14	0.009	
	70		1.401					
		10			23.126	13.673	0.191	0.005
	80		1.319	0.001				
		10			23.072	12.978	0.583	0.011
	90		1.276	0.002				
		10			23.006	12.71	0.957	0.025
	100		1.279	0.004				
		10			23.188	13.526	0.582	0.018
	110		1.41					
		10			23.239	14.413	0.006	
	120		1.435					
		6.911			16.234	10.778	0.254	0.021
	126.911		1.975					
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**180.77**		**0.09**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		2.608	0.097				
		10			66.110	32.911	0.719	0.037
	10		3.682					
		10			66.107	37.688		
	20		3.719					
		10			65.820	35.356	0.111	0.002
	30		3.447					
		10			65.625	35.903	0.225	0.008
	40		3.75					
		10			62.917	32.817	2.84	0.074
	50		2.593	0.026				
		10			59.942	25.539	5.671	0.143
	60		2.904	0.001				
		10			59.530	27.735	6.786	0.371
	70		2.439	0.08				
		8.975			52.730	22.312	7.299	0.66
PC	78.975		2.474	0.065				
		1.025			6.049	2.504	0.775	0.065
	80		2.373	0.063				
		5			29.161	11.598	3.897	0.199
	85		2.348	0.048				
		5			28.325	11.838	4.619	0.158
	90		2.376	0.037				
		5			29.452	12.411	3.601	0.198
	95		2.475	0.043				
		5			29.505	12.419	3.587	0.259
	100		2.626	0.057				
		5			29.501	14.279	3.559	0.217
	105		2.927	0.02				
		5			29.596	14.739	3.409	0.062
	110		2.944	0.028				
		4.107			24.243	11.534	2.857	0.143
PT	114.107		2.588	0.036				
		5.893			34.370	15.024	4.403	0.134
	120		2.71	0.016				
		10			61.417	29.16	3.993	0.076
	130		3.17					
		10			65.399	33.131	0.007	
	140		3.27					

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
		10			65.106	32.25	0.043	
	150		3.163					
		10			65.852	37.096	0.02	
	160		4.27					
		10			66.099	41.317	0.012	
	170		3.446					
		3.891			25.541	13.663	0.017	
PC	173.891		3.538					
		1.109			7.295	3.929	0.002	
	175		3.552					
		5			33.137	19.116	0.002	
	180		3.873					
		5			33.203	18.624	0.02	
	185		3.587					
		5			32.997	17.906	0.005	
	190		3.62					
		5			32.915	18.416	0.022	
	195		3.672					
		1.777			11.687	6.506	0.015	
PT	196.777		3.649					
		3.223			21.206	11.671	0.097	0.001
	200		3.596	0.001				
		10			64.042	36.133	1.929	0.023
	210		3.719					
		10			65.829	38.86	0.252	0.011
	220		4.227					
		10			65.906	35.472	0.149	0.004
	230		3.445					
		10			65.610	35.168	0.26	0.008
	240		3.874					
		7.591			50.147	29.191	0.091	0.002
PC	247.591		3.836					
		2.409			15.952	9.321		
	250		3.88					
		5			32.953	18.752	0.012	
	255		3.494					
		5			32.685	15.647	0.078	0.001
	260		3.058					
		5			32.710	16.058	0.003	

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	265		3.355					
		2.936			19.243	10.063	0.004	
PT	267.936		3.497					
		2.064			13.551	7.29		
	270		3.557					
		10			65.439	34.084	0.099	0.001
	280		3.272					
		10			65.391	33.231		
	290		3.349					
		10			65.185	31.975	0.168	0.002
	300		3.03					
		10			63.312	36.462	2.684	0.016
	310		3.94					
		6.503			42.276	25.141	1.365	0.166
	316.503		3.672	0.162				
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**1,052.24**		**3.04**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		3.444					
		10			64.846	37.246	1.009	0.016
	10		3.507	0.018				
		10			59.368	35.127	7.576	0.468
	20		3.54	0.043				
		10			59.364	33.648	7.321	0.295
	30		3.082	0.036				
		10			59.214	29.728	7.103	0.312
	40		2.863	0.033				
		10			56.565	26.175	10.624	0.628
	50		2.288	0.128				
		10			57.446	28.862	9.364	0.386
	60		3.658					
		10			65.309	33.37	0.001	
	70		2.962					
		10			64.709	29.497	0.531	0.006
	80		3.483					
		10			65.416	36.63	0.008	
	90		3.613					
		6.347			41.574	22.012	0.125	0.002
	96.347		3.482					
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**312.30**		**2.11**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		3.652					
		10			65.875	37.9	0.277	0.013
	10		3.765					
		10			65.672	35.637	0.073	0.001
	20		3.372					
		10			65.689	34.893	0.019	
	30		3.579					
		6.704			44.036	24.246	0.039	
	36.704		3.706					
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**132.68**		**0.01**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CALLEJON 4

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		0.482	0.004				
		10			18.057	5.312	0.699	0.021
	10		0.601					
		0.995			1.809	0.605		
PC	10.995		0.618					
		4.005			7.259	2.445	0.071	0.001
	15		0.554	0.002				
		1.074			1.929	0.604	0.056	0.001
PT	16.074		0.548	0.003				
		3.926			7.079	1.979	0.258	0.011
	20		0.603					
		10			18.197	6.627	0.145	0.001
	30		0.679					
		10			18.447	6.065	0.419	0.008
	40		0.487	0.004				
		10			18.025	5.126	0.957	0.026
	50		0.568	0.001				
		3.033			5.553	1.8	0.005	
	53.033		0.614					
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**30.56**		**0.07**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		2.744					
		10			55.463	27.775	0.069	0.001
	10		2.791					
		10			56.119	30.968	0.017	
	20		3.096					
		1.853			10.378	6.057	0.001	
	21.853		3.423					
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**64.80**		**0.00**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		2.749					
		10			55.324	27.929	0.044	
	10		2.486	0.001				
		10			53.501	26.121	2.061	0.018
	20		2.766					
		10			55.646	29.598	0.112	0.002
	30		2.943					
		10			55.632	28.894	0.103	0.002
	40		2.792					
		10			55.480	27.587	0.099	0.001
	50		2.77					
		10			55.534	30.171	0.201	0.005
	60		3.267					
		7.04			39.546	23.051		
PC	67.04		3.203					
		2.96			16.474	8.718	0.071	0.003
	70		2.659					
		2.671			14.870	7.116	0.007	
PT	72.671		2.724	0.001				
		7.329			40.869	22.695		
	80		2.911					
		2.795			15.493	7.932	0.001	
PC	82.795		2.759					
		2.205			12.155	5.922	0.001	
	85		2.622					
		5			26.713	12.443	0.932	0.008
	90		2.454	0.003				
		5			27.365	13.018	0.332	0.002
	95		2.618					
		0.073			0.403	0.191	0.002	
PT	95.073		2.616					
		4.927			27.229	12.811	0.171	0.004
	100		2.817					
		3.482			19.406	10.339	0.077	0.001
PC	103.482		3.098					
		1.518			8.498	4.845	0.005	
	105		3.182					
		5			28.043	16.307		
	110		3.283					

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
		2.375			13.301	7.839	0.001	
PT	112.375		3.283					
		7.625			40.542	20.511	2.278	0.11
	120		2.262	0.035				
		10			51.679	26.06	5.02	0.162
	130		2.583	0.048				
		10			49.526	22.655	7.986	0.936
	140		2.45	0.107				
		10			51.071	24.783	5.736	0.228
	150		2.594	0.001				
		8.427			46.600	22.702	0.118	0.001
PC	158.427		2.868					
		1.573			8.715	4.592		
	160		2.93					
		5			25.194	11.523	2.958	0.271
	165		2.122	0.045				
		0						
	165		2.122	0.045				
		4.861			26.961	14.906	0.249	0.008
PT	169.861		3.347					
		0.139			0.782	0.465		
	170		3.334					
		6.582			36.710	19.975	0.006	
	176.582		2.825					
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**491.70**		**1.76**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		2.781					
		10			55.586	30.169	0.002	
	10		3.06					
		10			55.334	28.288	0.125	0.002
	20		2.633					
		10			55.030	25.528	0.185	0.002
	30		2.538					
		10			55.034	25.319	0.344	0.005
	40		2.527	0.001				
		10			53.280	26.793	2.618	0.025
	50		2.715	0.01				
		10			52.192	27.161	3.902	0.08
	60		3.009					
		10			54.736	27.767	0.88	0.01
	70		2.37	0.011				
		5.022			25.575	11.233	2.582	0.057
PC	75.022		2.215	0.04				
		4.978			25.417	11.349	2.496	0.156
	80		2.193	0.049				
		5			22.976	10.428	5.253	0.242
	85		1.992	0.076				
		4.363			18.735	8.881	6.068	0.247
PT	89.363		2.065	0.053				
		0.637			2.737	1.317	0.882	0.032
	90		2.074	0.05				
		7.191			31.322	15.389	9.313	0.272
PC	97.191		2.204	0.032				
		2.809			12.253	6.27	3.508	0.069
	100		2.266	0.023				
		5			24.402	11.497	3.532	0.071
	105		2.337	0.011				
		3.288			16.711	7.735	1.611	0.021
PT	108.288		2.366	0.005				
		1.712			8.936	4.056	0.593	0.006
	110		2.374	0.003				
		10			53.906	24.889	1.495	0.012
	120		2.684					
		10			55.293	26.735	0.043	
	130		2.402					

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
		10			55.470	27.621	0.039	
	140		2.757					
		10			55.435	29.175	0.106	0.002
	150		2.438	0.013				
		10			55.537	30.586	0.19	0.003
	160		3.057					
		10			54.698	27.366	1.368	0.054
	170		3.447					
		10			55.772	31.099	0.012	
	180		2.589					
		10			52.520	25.192	3.423	0.202
	190		2.265	0.07				
		5.658			25.499	13.775	6.743	0.703
	195.658		2.908	0.146				
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**515.62**		**2.27**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terrapien	
Punto	m	m	Corte	Terrapien	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		3.413					
		10			44.511	21.228	12.326	1.846
	10		2.015	0.101				
		10			50.179	23.927	6.152	0.265
	20		2.788					
		10			55.850	29.944	0.05	0.001
	30		3.036					
		10			55.982	31.274	0.073	0.001
	40		3.336					
		10			56.382	34.146	0.052	
	50		3.518					
		6.493			36.458	22.549	0.024	
PQ	56.493		3.368					
		3.507			19.618	11.572	0.006	
	60		3.424					
		8.863			49.320	29.597	0.057	0.001
PQ	68.863		2.657					
		1.137			6.241	2.952		
	70		2.701					
		6.485			34.746	16.677	1.169	0.01
PQ	76.485		2.29	0.003				
		3.515			19.225	8.304	0.054	
	80		2.314					
		10			54.761	26.698	0.663	0.005
	90		2.501	0.006				
		10			54.726	26.192	0.944	0.017
	100		2.75					
		10			52.450	24.832	3.611	0.122
	110		2.134	0.04				
		10			46.930	21.652	9.22	0.365
	120		2.381	0.019				
		10			55.638	32.774	0.608	0.011
	130		3.831					
		10			56.127	32.692	0.013	
	140		2.676					
		6.72			37.231	17.644	0.043	0.001
	146.72		2.605					
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**414.65**		**2.65**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CARTERA DE CORTE Y RELLENO - CALLEJON 5

Tipo	Abscisa	Longitud	Area Sección (m2)		Corte		Terraplen	
Punto	m	m	Corte	Terraplen	Area Planta (m2)	Volumen (m3)	Area Planta (m2)	Volumen (m3)
	0		0.596	0.001				
		10			18.387	6.625	0.121	0.003
	10		0.663					
		10			18.514	6.503	0.072	0.001
	20		0.53	0.002				
		1.417			2.552	0.748	0.116	0.002
PC	21.417		0.534	0.002				
		2.943			5.289	1.607	0.177	0.003
PT	24.36		0.561					
		5.64			10.221	3.469	0.041	
	30		0.661					
		10			18.322	6.962	0.041	0.001
	40		0.612					
		0.203			0.368	0.124	0.002	
	40.203		0.62					
		0						
TOTAL ÁREAS Y VOLÚMENES:						**26.04**		**0.01**

JORGE LOPEZ MORENO
INGENIERO CIVIL ESP.
M.P: 22202-344254 COR
14/10/2026

LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

SOPORTE TÉCNICO 04

ESTUDIO DE TRÁNSITO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

PROYECTO
MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.



ESTUDIO DE TRANSITO

RESPONSABLE: JORGE LOPEZ

LOS CÓRDOBAS– CORDOBA.
SEP DE 2026.

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

CONTENIDO

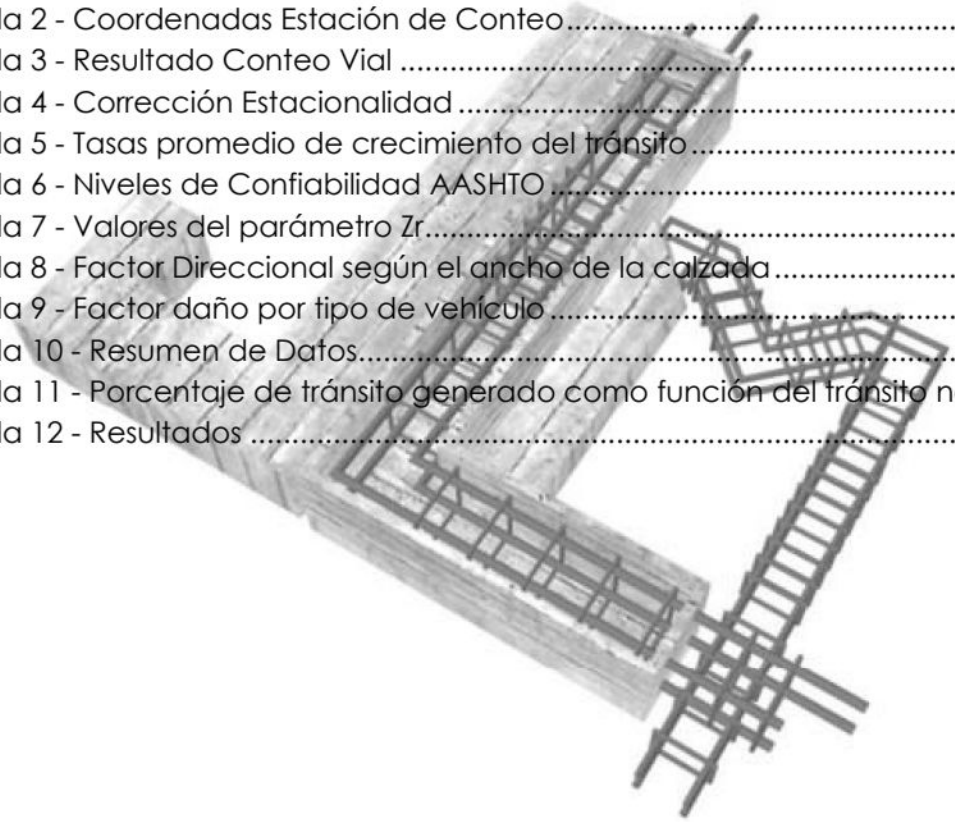
1. INTRODUCCION. 3
2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 5
3. ANTECEDENTES 5
4. ALCANCE DEL ESTUDIO DE LA VARIABLE TRANSITO. 5
4.1 CONFIGURACION TIPICAS Y CARGAS REGLAMENTARIAS. 6
5. TRABAJOS DE CAMPO 7
5.1 AFOROS DE TRÁFICO. 7
5.2 ESTACION DE CONTEO 8
5.3 PROGRAMA DE CONTEOS DE TRÁFICO 8
6. CALCULOS Y RESULTADOS. 8
6.1 RESULTADOS CONTEO VIAL 9
6.2 CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD 9
6.3 TAZA DE CRECIMIENTO ANUAL 10
6.4 NIVEL DE CONFIANZA DEL PROYECTO 10
6.5 PERIODO DE DISEÑO 11
6.6 FACTOR DIRECCIONAL (FD) 11
6.7 FACTORES DE DAÑO POR TIPO DE VEHÍCULO 11
6.8 RESUMEN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO. 12
6.9 FORMULA PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO TRANSITO NORMAL 12
6.10 FORMULA PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES ACULADOS EN EL CARRIL DE DISEÑO TRANSITO NORMAL 12
6.11 FORMULA PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO TRANSITO NORMAL CON NIVEL DE CONFIANZA ESTABLECIDO 13
6.12 PRONOSTICO DE TRANSITO ATRAIDO 13
6.13 RESULTADOS 14
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 15

8. LIMITACIONES..... 15

ANEXOS 16

Ilustración 1 - Localización General..... 5
Ilustración 2 - Esquema de clasificación de vehículos..... 6
Ilustración 3 - Ubicación Estación de Conteo 8

Tabla 1 - Pesos brutos vehiculares vigentes en Colombia..... 7
Tabla 2 - Coordenadas Estación de Conteo..... 8
Tabla 3 - Resultado Conteo Vial 9
Tabla 4 - Corrección Estacionalidad 10
Tabla 5 - Tasas promedio de crecimiento del tránsito..... 10
Tabla 6 - Niveles de Confiabilidad AASHTO 10
Tabla 7 - Valores del parámetro Zr..... 11
Tabla 8 - Factor Direccional según el ancho de la calzada..... 11
Tabla 9 - Factor daño por tipo de vehículo 12
Tabla 10 - Resumen de Datos..... 12
Tabla 11 - Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal 13
Tabla 12 - Resultados 14



1. INTRODUCCION.

Desde el principio de la existencia del ser humano sé a observado la necesidad por comunicarse, por lo cual fue desarrollando diversos métodos para la construcción de caminos, ya sean a base de piedra y aglomerante hasta nuestra época con métodos perfeccionados basándose en la experiencia que conducen a grandes autopistas de pavimento flexible o rígido. Las carreteras y vías son un factor muy importante en el desarrollo socio-económico de las regiones y países.

El transporte es un elemento de gran influencia en la economía de las zonas urbanas y rurales, y la serviciabilidad de las carreteras contribuyen al desarrollo socio-económico de los sectores de la población, por ello es necesario de una adecuada planificación en los proyectos viales para que puedan garantizar y facilitar el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes. Dicha serviciabilidad es función directa del estado superficial y estructura del pavimento. Por ello es de gran importancia para la región, que se cuente con una red vial eficiente, que permita la comunicación entre sus diferentes núcleos nacionales, urbanos y rurales.

Dentro del contexto del diseño de pavimentos se acepta que el dimensionamiento de estas estructuras, se incluya las diferentes características de los materiales y emplear en las capas del pavimento mantengan un "índice" de servicio aceptable durante la vida útil de servicio estimada.

El comportamiento del tránsito es complejo, con varios factores que afectan en forma simultánea las decisiones de cómo, cuántos y dónde van a ser los vehículos a transitar por una vía, por lo cual el efecto del desarrollo de las poblaciones en el comportamiento del tránsito no está bien entendido, lo que ha generado un incremento en el interés de usar la planeación en la formulación de proyectos viales.

El interés de desarrollar este tipo de proyectos, es mejorar la comunicación entre los distintos lugares y así mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

Para tener diseños más óptimos y obtener verdaderos beneficios en cuanto a la utilidad de proyectos de gran impacto a las comunidades se hace necesario que los proyectistas recuran a analizar de una forma más detallada el comportamiento del tránsito en la zona de influencia del proyecto buscando con esto obtener más claridad en los siguientes aspectos:

- Buen entendimiento del sistema,
- Los estudios de tránsito, adicionalmente deben permitir la definición de elementos y parámetros dinámicos, necesarios para el diseño de estructuras de pavimentos
- Evaluación económica
- Diseño geométrico de la totalidad de los corredores utilizados.
- Realizar el análisis de capacidad y nivel de servicio de la vía y la modelación, con ayuda de programas de computador, con el fin de tener elementos de juicio en la implementación de nuevas alternativas de control sobre la misma.

El presente informe de estudio de tránsito, presenta la metodología a seguir en la determinación del tránsito de diseño para la evaluación de los pavimentos. El cálculo tiene como objetivo la cuantificación del número acumulado de ejes simples equivalentes de 8.2 toneladas (N) que circularan por el carril de diseño durante un determinado periodo de diseño, que normalmente para pavimento rígido es de 20 años.

El transito es uno de los parámetros de diseño fundamentales, y aunque se pueden permitir ciertas imprecisiones en la determinación de esta variable, siempre será necesario conocerla para poder determinar los espesores de las capas que constituyen el pavimento. Dentro del procesamiento de los datos relacionados con el transito es necesario distinguir los siguientes aspectos:



- Transito promedio diario
- Componentes del tránsito (normal, atraído, generado)
- Tasa de crecimiento
- Nivel de confianza de los datos y ZR
- Factor de daño por tipo de vehículo
- Clasificación de vehículos
- Distribución por carril
- Proyección de las variables en la vida de diseño
- Cálculo de ejes equivalentes de 8.2 toneladas

Finalmente, un aspecto de primordial importancia es conocer los números de ejes equivalentes que de 8.2 toneladas teniendo en cuenta todos los factores antes mencionados para poder un valor lo más cercano posible a la realidad.

2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



Ilustración 1 - Localización General

3. ANTECEDENTES

El municipio de LOS CÓRDOBAS en su afán de brindar a la comunidad del **BARRIO VILLA CATA** ha decido pavimentar varias vías internas.

4. ALCANCE DEL ESTUDIO DE LA VARIABLE TRANSITO.

El propósito del presente estudio es conocer la variable tránsito en el futuro, la cual va está sometido el pavimento, dar las conclusiones y recomendaciones inherentes al presente proyecto.
Escogeremos el punto con más frecuencia vehicular, de los cuales con ella la diseñaremos, la estacione de conteo se colocó en el siguiente punto:

- Estación de conteo Única se ubica en el tramo 8 de este proyecto en las siguientes coordenadas: 8.890438°, -76.354037°.

El estudio contempla los siguientes aspectos:

- Transito promedio diario
- Componentes del tránsito atraído
- Tasa de crecimiento
- Nivel de confianza de los datos
- Factor de daño por tipo de vehículo
- Clasificación de vehículos

- Distribución por carril
- Proyección de las variables en la vida de diseño
- Cálculo de ejes equivalentes de 8.2 toneladas

4.1 CONFIGURACION TIPICAS Y CARGAS REGLAMENTARIAS.

La configuración típica de vehículos, se tomará de acuerdo a las normas de invias, las cuales contempla tres categorías: autos, buses y camiones. Los camiones se dividen, a su vez en nueve grupos de acuerdo a la configuración de los ejes. Ver Ilustración 2.

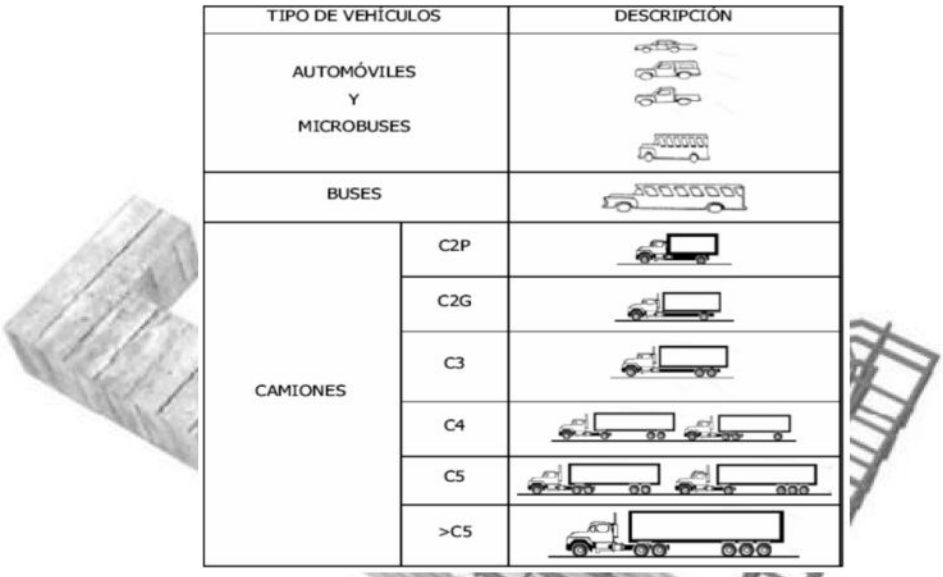


Ilustración 2 - Esquema de clasificación de vehículos

El ministerio del transporte, mediante diferentes resoluciones, ha reglamentado a través de los años los pesos y dimensiones máximos de los vehículos de carga que operan en el país.

De las diferentes resoluciones se ha establecido que la tendencia ha sido la de incrementar las cargas máximas permitidas, pero lo que normalmente ha ocurrido es que, al autorizar un incremento en las cargas máximas, los transportadores tratan de reforzar sus vehículos y obtener cargas superiores a las autorizadas, situación que se ha visto favorecida por la carencia de un control adecuado de pesos.

La tabla No.1 presenta los pesos brutos vehiculares vigentes en Colombia para los diferentes tipos de camiones.

TIPO DE CAMIÓN	CONFIGURACIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR
RÍGIDO	C-2 CONVENCIONAL	16
	C-2 DIRECCIÓN ADELANT	
	C-3	28
	C-3 TANDEM MIXTO	23
	C-4A	36
	C-4B	
CAMIÓN SEMIRREMOLQUE	C2-S1	27
	C2-S2	32
	C2-S3	
	C3-S1	29
	C3-S2	48
	C3-S3	52
REMOLQUE	R2	16
CAMIÓN REMOLQUE	C2-R2	31
	C3-R2	44
	C4-R2	48

Tabla 1 - Pesos brutos vehiculares vigentes en Colombia

5. TRABAJOS DE CAMPO.

Los estudios de campo realizados, incluyen: conteos vehiculares en la vía. Los datos obtenidos en estos estudios y los resultados de su análisis, son apoyados por la revisión de estudios y proyectos previos. Se colocó un punto de conteo manual en el sitio de mayor confluencia.
Se realizó un recorrido, donde se determinó el sitio a los que confluían los mayores volúmenes de flujo vehicular y en los cuales se desarrollaron conteos durante un período de 24 horas consecutivas, con el propósito de establecer una relación entre los volúmenes diurnos y nocturnos.

5.1 AFOROS DE TRÁFICO.

Con la finalidad de actualizar la base de datos del comportamiento del tránsito, se determinó realizar un conteo durante siete días por 24 horas.
Se ubico una estación en el punto más crítico según la inspección visual y conteo anteriores, a continuación, se describe la ubicación de la estación:

5.2 ESTACION DE CONTEO



Ilustración 3 - Ubicación Estación de Conteo

	REFERENCIA	COORDENADAS
1	Tramo 8 Pav Villa Cata	8.890438°,-76.354037°

Tabla 2 - Coordenadas Estación de Conteo

5.3 PROGRAMA DE CONTEOS DE TRÁFICO

Los conteos se realizaron en la semana comprendida entre el 14 de septiembre y el 20 de septiembre de 2026, Los resultados se consignan en el Anexo 1 del Estudio.

Los conteos se efectuaron durante un período de tiempo: 24 Horas durante 7 días de la semana, tomando en cuenta las festividades.

6. CALCULOS Y RESULTADOS.

Después de realizar las inspecciones y en base a conteos anteriores se seleccionó la **ESTACIÓN DE CONTEO ÚNICA SE UBICA EN EL TRAMO 8 DE ESTA PROYECTO EN LAS SIGUIENTES COORDENADAS: 8.890438°,-76.354037°,** ya que es la punto de mayor fluencia del proyecto, Se hizo un conteo físico de los vehículos que transitaban por la vía, de los cuales se tomó una

semana, El transito promedio normal diario semanal de la vía, corresponde a **49** vehículos.

- El porcentaje de vehículos livianos= 78.01%
- El porcentaje de buses= 0.00 %
- El porcentaje de camiones= 21.99%.
- El porcentaje de buses y camiones = 21.99%.

La clasificación de los vehículos se hizo de acuerdo con el conteo físico de la vía de la semana, En la categoría de los buses y camiones lo más representativo en esta vía es el camión de dos ejes pequeño (C2-P).

En base a este resultado determinamos que el nivel de tránsito de esta vía es **T2 < 500.000** Números de ejes equivalentes, lo que establece una tasa de crecimiento del tránsito del **3.0%.**

6.1 RESULTADOS CONTEO VIAL

VEHICULOS	VEHICULOS SEMANALES	%	PROMEDIO VEHICULOS DIARIO
AUTOS	266	78.01%	38
BUSES	0	0.00%	0
C2P	39	11.44%	6
C2G	36	10.56%	5
C3	0	0.00%	0
C4	0	0.00%	0
C2-S1	0	0.00%	0
C2-S2	0	0.00%	0
C3-S1	0	0.00%	0
C3S2	0	0.00%	0
C3S3	0	0.00%	0
TOTAL	**341**	**100.00%**	**49**

Tabla 3 - Resultado Conteo Vial

6.2 CORRECCIÓN POR ESTACIONALIDAD

En este estudio se consideró el factor de estacionalidad, ya que según datos del municipio de **LOS CÓRDOBAS**esta zona presenta potencial turístico que afecte el tránsito en sus promedios diarios, se escoge el factor de corrección de **1.15** correspondiente a los meses de **JUNIO Y DICIEMBRE** ya que es un mes de alta afluencia de turismo, a continuación de muestran los resultados de la corrección:

VEHICULOS	VEHICULOS SEMANALES	%	PROMEDIO VEHICULOS DIARIO	FACTOR DE ESTACIONALIDAD	
AUTOS	266	78.01%	38	1.15	44
BUSES	0	0.00%	0	1.15	0
C2P	39	11.44%	6	1.15	7
C2G	36	10.56%	5	1.15	6
C3	0	0.00%	0	1.15	0
C4	0	0.00%	0	1.15	0
C2-S1	0	0.00%	0	1.15	0
C2-S2	0	0.00%	0	1.15	0
C3-S1	0	0.00%	0	1.15	0
C3S2	0	0.00%	0	1.15	0
C3S3	0	0.00%	0	1.15	0
TOTAL	**341**	**100.00%**	**49**		**57**

Tabla 4 - Corrección Estacionalidad

6.3TAZA DE CRECIMIENTO ANUAL

Ya que **NO** se dispone de una serie histórica para establecer la tasa de crecimiento se optó por usar la propuesta por las del INVIAS en el MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARAVÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO.

Teniendo en cuenta los parámetros anteriores como lo es el nivel de tránsito se establece una taza de crecimiento del **3.0%**

NIVEL DE TRANSITO	NUMERO DE EJES DE 8.2 TON	TASA DE CRECIMIENTO
T1	<150.000	2.0%
T2	150.000 – 500.000	3.0%

Tabla 5 - Tasas promedio de crecimiento del tránsito

6.4NIVEL DE CONFIANZA DEL PROYECTO

En base a los parámetros de diseño de las AASHTO de la tabla, y al tipo de vía que se considera una colectora rural, considero un nivel de confiabilidad del **80%**

Tipo de Carretera	Niveles de Confiabilidad	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	**85 - 99.9**	**80 - 99.9**
Arterias principales	**80 - 99**	**75 - 95**
Colectoras	**80 - 95**	**75 - 95**
Locales	**50 - 80**	**50 - 80**

Tabla 6 - Niveles de Confiabilidad AASHTO

En base a la confiabilidad establecida y asumiendo una distribución normal para la diferencia del tránsito real con el estimado, se puede establecer el parámetro **Zr** que asegura el nivel de confianza deseado que en este caso es de **0.842**

Confiabilidad	Zr
70%	0.524
75%	0.674
80%	0.842
85%	1.036
90%	1.282
95%	1.645
96%	1.751
97%	1.881
98%	2.055
99%	2.328

Tabla 7 - Valores del parámetro Zr

6.5 PERIODO DE DISEÑO

El periodo de diseño sugerido por el MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTO, es de **20** años.

6.6 FACTOR DIRECCIONAL (FD)

El método propuesto por el manual de MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARAVÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO, que considera un factor direccional según el ancho de la calzada, será el utilizado en este estudio a continuación se muestra una tabla con los valores propuestos, en este caso se usará un Fd de 1.00, por el tipo de vía.

Ancho de la calzada	Tránsito de diseño	Fd
Menos de 5 m	Total en los dos sentidos	1.0
Igual o mayor de 5 m y menor de 6 m	3/4 del total en los dos sentidos	0.75
Igual o mayor de 6 m	1/2 del total en los dos sentidos	0.50

Tabla 8 - Factor Direccional según el ancho de la calzada

6.7 FACTORES DE DAÑO POR TIPO DE VEHÍCULO

Los factores de daños son los propuesto por el manual de MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARAVÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO, para este estudio se tuvieron en cuenta consideraciones especiales, como lo son considerar todos los vehículos cargados y darle un factor de daño a las automóviles de **1.0** ya que durante el conteo se observaron vehículos modificado que permitían una carga mayor a la establecida.

VEHICULOS	FACTOR DE DAÑO CARGADO
AUTOS	1
BUSES	1
C2P	1.01
C2G	2.72
C3	3.72
C4	3.72
C2-S1	3.72
C2-S2	3.72
C3-S1	3.72
C3S2	4.88
C3S3	5.23

Tabla 9 - Factor daño por tipo de vehículo

6.8 RESUMEN DE DATOS PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO.

DESCRIPCCION	VALORES
% DE AUTOS:	78.01
% DE BUSES:	0.00
% DE CAMIONES:	21.99
% DE BUSES Y CAMIONES:	21.99
TRAFICO PROMEDIO SEMANAL:	49
TRAFICO PROMEDIO ANUAL:	2548
TASA DE CRECIMIENTO	3.0%
NIVEL DE CONFIANZA	80.0%
FACTOR DIRECCCIONAL	1.00
PARAMETRO Zr	0.8420
PERIODO DE DISEÑO EN AÑOS	20.00

Tabla 10 - Resumen de Datos

6.9 FORMULA PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO TRANSITO NORMAL

$$N_{80\ kN\ carril\ de\ diseño(normal),año\ base} = 365_{días/\ año} \times \left[\sum_{i=1}^{k} \left(Vehículos\ Comerciales_{\ dia/\ ambas\ direcciones} \times \%V_k \times FD_k \right) \right] \times Fd$$

6.10 FORMULA PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES ACULADOS EN EL CARRIL DE DISEÑO TRANSITO NORMAL

$$N_{80\ kN\ carril\ de\ diseño\ (normal),\ acumulado} = N_{80\ kN\ carril\ de\ diseño\ (normal),\ año\ base} \times \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

6.11 FORMULA PARA EL CÁLCULO DE NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO TRANSITO NORMAL CON NIVEL DE CONFIANZA ESTABLECIDO

$$N'_{80\,kN\,carril\,de\,diseño(normal)} = N_{80kN\,carril\,de\,diseño(normal),\,acumulado} \times (10^{\,0.05Zr})$$

6.12 PRONOSTICO DE TRANSITO ATRAIDO

En base al tipo de tránsito, al análisis socio-económico de la zona donde se construirá la vía y a las recomendaciones del MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS PARAVÍAS CON BAJOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO se estable que la zona es de alto potencial de desarrollo económico. En esta situación las componentes que se podrían dar en el tránsito son la de tránsito atraído, para el cálculo de este transito atraído se usara la siguiente tabla, donde se escoge el valor de **3.5%** del tránsito normal.

Clasificación del área del proyecto	Población beneficiada, hab	Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal
Área con potencial minero alto	Menos de 5000 5000 o más	3.0 6.0
Área con potencial agrícola alto	Menos de 5000 5000 o más	2.5 5.5
Área con potencial turístico alto	Menos de 5000 5000 o más	2.0 3.5
Área de bajo potencial de desarrollo		1.5

Tabla 11 - Porcentaje de tránsito generado como función del tránsito normal

6.13 RESULTADOS

VEHICULOS	VEHICULOS SEMANALES	%	PROMEDIO VEHICULOS DIARIO	FACTOR DE ESTACIONALIDAD		FACTOR DAÑO	EJE 8.2 TON TRANSITO NORMAL	EJE 8.2 TON ACUMU	EJE 8.2 TON NIVEL DE CONFIANZA
AUTOS	266	78.01%	38	1.15	44	1	9,396.00	252,474.00	278,174.00
BUSES	0	0.00%	0	1.15	0	1	0.00	0.00	0.00
C2P	39	11.44%	6	1.15	7	1.01	190.00	5,105.00	5,625.00
C2G	36	10.56%	5	1.15	6	2.72	393.00	10,560.00	11,635.00
C3	0	0.00%	0	1.15	0	3.72	0.00	0.00	0.00
C4	0	0.00%	0	1.15	0	3.72	0.00	0.00	0.00
C2-S1	0	0.00%	0	1.15	0	3.72	0.00	0.00	0.00
C2-S2	0	0.00%	0	1.15	0	3.72	0.00	0.00	0.00
C3-S1	0	0.00%	0	1.15	0	3.72	0.00	0.00	0.00
C3S2	0	0.00%	0	1.15	0	4.88	0.00	0.00	0.00
C3S3	0	0.00%	0	1.15	0	5.23	0.00	0.00	0.00
TOTAL	**341**	**100.00%**	**49**		**57**		**9,979.00**	**268,139.00**	**295,434.00**

# DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TON CONSIDERANDO UN 3.5% DE TRAFICO ATRAIDO	**299,925.00**

Tabla 12 - Resultados

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

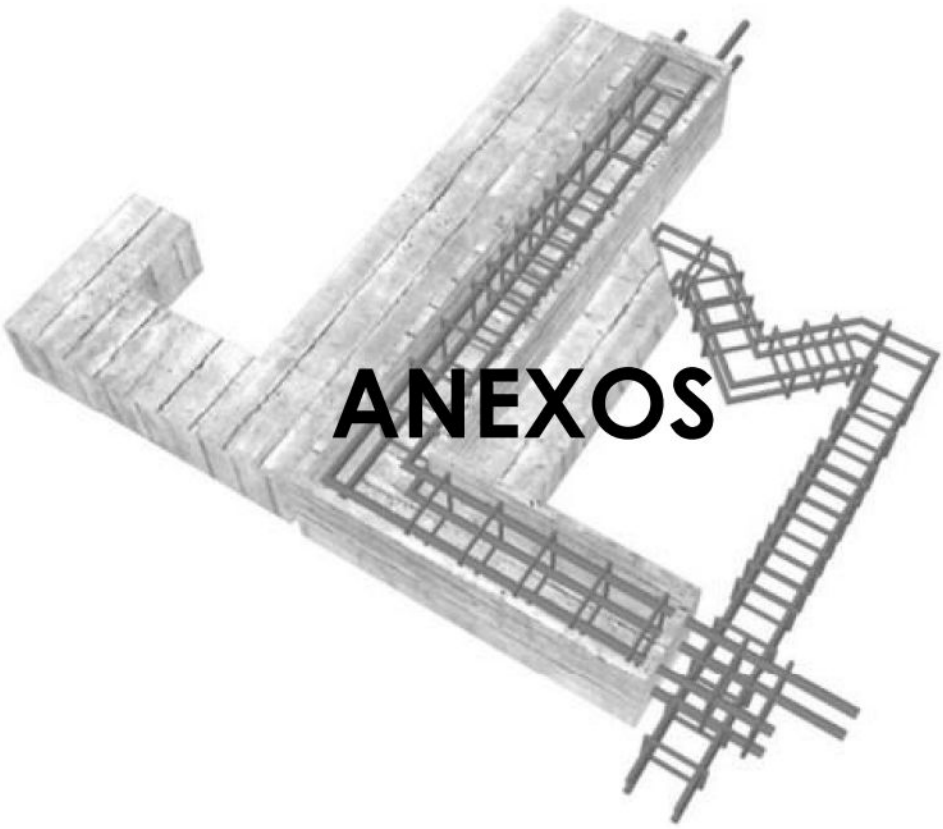
1. El número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el periodo de diseño de **20** años es de **299,925** ejes equivalentes de 8.2 toneladas.
2. El crecimiento vehicular se tomó de acuerdo al crecimiento del parque automotor, que es del 3%.
3. Se hizo conteo de tráfico en la vía a intervenir y se tomó el tráfico promedio diario de la semana.
4. El vehículo más frecuente en esta vía es el automóvil.
5. El tráfico promedio diario se realizó en una semana.
6. Para el diseño de pavimentos se recomienda usar **1.000.000** ejes equivalentes de 8.2 toneladas.

8. LIMITACIONES.

Las recomendaciones de este informe corresponden al estudio de tráfico que se realizó en una semana, lo cual consideramos que puede ser un buen índice del tráfico futuro de acuerdo la practica normal de la ingeniera de tránsito, pero un tráfico mayor o de mayores cargas que perjudiquen al pavimento, las autoridades municipales tendrán que tomar cartas en el asunto y el diseño en si se sale de estas normas.
A pesar de que se considera que el alcance de los trabajos ejecutados es adecuado para definir las condiciones del pavimento en el área del proyecto, pueden existir condiciones no encontradas en la investigación realizada.



JORGE A LOPEZ M
Ingeniero Civil.
Especialista en Vías.



ANEXOS

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

AFOROS • ESTACIÓN DE CONTEO UNICA - VIA BARRIO VILLA CATA
HOJA RESUMEN PARA LA CLASIFICACION DEL VOLUMEN VEHICULAR
DIA LUNES 14 DE SEPTIEMBRE DE 2026

HORARIO DE INICIO	TIPOS DE VEHICULOS											SUMATORIA		
	AUTOS	BUSES	CAMION											
	AUTOS	BUS	C2-P (CAMION DE DOS EJES	C2-G (CAMION DE DOS EJES	C3 Y C4					C5	> C5	TOTAL AUTOS	TOTAL BUS	TOTAL CAMIONES
					C3	C4	C2-S1	C2-S2	C3-S1	C3-S2	C3-S3			
12:00 1:00												0	0	0
1:00 - 2:00												0	0	0
2:00 - 3:00												0	0	0
3:00 - 4:00												0	0	0
4:00 - 5:00	2			1								2	0	1
5:00 - 6:00	2		1	1								2	0	2
7:00 - 8:00	5		1									5	0	1
8:00 - 9:00	3			1								3	0	1
9:00 - 10:00	5											5	0	0
10:00 - 11:00	2		1									2	0	1
12:00 - 1:00 P.M.	3											3	0	0
1:00 - 2:00	4		1	1								4	0	2
2:00 -3:00	4		1									4	0	1
3:00 - 4:00	2		1									2	0	1
4:00 - 5:00	1											1	0	
5:00 - 6:00												0	0	0
6:00 - 7:00	4											4	0	0
7:00 - 8:00	3											3	0	0
8:00 - 9:00	2											2	0	0
10:00 - 11:00												0	0	0
11:00 - 12:00												0	0	0
TOTAL EN EL DIA	**42**	**0**	**6**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**42**	**0**	**10**
												SUMA DE LOS VEHICULOS POR DIA		**52**

% DE AUTOS	**80.769**
% DE BUSES	**0.000**
% DE CAMIONES	**19.231**

RESPONSABLE:	**JORGE LOPEZ MORENO - TP: 22202-344254 COR**
DIRECCION:	**BARRIO VILLA CATA**
No. ESTACION:	**ESTACION UNICA**

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

AFOROS • ESTACIÓN DE CONTEO UNICA - VIA BARRIO VILLA CATA
HOJA RESUMEN PARA LA CLASIFICACION DEL VOLUMEN VEHICULAR
DIA MARTES 15 DE SEPTIEMBRE DE 2026

HORARIO DE INICIO	TIPOS DE VEHICULOS											SUMATORIA		
	AUTOS	BUSES	CAMION											
	AUTOS	BUS	C2-P (CAMION DE DOS EJES	C2-G (CAMION DE DOS EJES	C3 Y C4					C5	> C5	TOTAL AUTOS	TOTAL BUS	TOTAL CAMIONES
					C3	C4	C2-S1	C2-S2	C3-S1	C3-S2	C3-S3			
12:00 1:00												0	0	0
1:00 - 2:00												0	0	0
2:00 - 3:00												0	0	0
3:00 - 4:00												0	0	0
4:00 - 5:00	5		1									5	0	1
5:00 - 6:00	1		1									1	0	1
7:00 - 8:00	4			1								4	0	1
8:00 - 9:00	5											5	0	0
9:00 - 10:00	1		1	1								1	0	2
10:00 - 11:00												0	0	0
12:00 - 1:00 P.M.	1		1	1								1	0	2
1:00 - 2:00	1		1									1	0	1
2:00 -3:00			1	1								0	0	2
3:00 - 4:00	2		1	1								2	0	2
4:00 - 5:00	3											3	0	0
5:00 - 6:00	4											4	0	0
6:00 - 7:00	1											1	0	0
7:00 - 8:00	5											5	0	0
8:00 - 9:00	3											3	0	0
10:00 - 11:00												0	0	0
11:00 - 12:00												0	0	0
TOTAL EN EL DIA	**36**	**0**	**7**	**5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**36**	**0**	**12**
												SUMA DE LOS VEHICULOS POR DIA		**48**

% DE AUTOS	**75.000**
% DE BUSES	**0.000**
% DE CAMIONES	**25.000**

RESPONSABLE:	**JORGE LOPEZ MORENO - TP: 22202-344254 COR**
DIRECCION:	**BARRIO VILLA CATA**
No. ESTACION:	**ESTACION UNICA**

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

AFOROS • ESTACIÓN DE CONTEO UNICA - VIA BARRIO VILLA CATA
HOJA RESUMEN PARA LA CLASIFICACION DEL VOLUMEN VEHICULAR
DIA MIÉRCOLES 16 DE SEPTIEMBRE DE 2026

HORARIO DE INICIO	TIPOS DE VEHICULOS											SUMATORIA		
	AUTOS	BUSES	CAMION											
	AUTOS	BUS	C2-P (CAMION DE DOS EJES	C2-G (CAMION DE DOS EJES	C3 Y C4					C5	> C5	TOTAL AUTOS	TOTAL BUS	TOTAL CAMIONES
					C3	C4	C2-S1	C2-S2	C3-S1	C3-S2	C3-S3			
12:00 1:00												0	0	0
1:00 - 2:00												0	0	0
2:00 - 3:00												0	0	0
3:00 - 4:00												0	0	0
4:00 - 5:00			1	1								0	0	2
5:00 - 6:00	5		1									5	0	1
7:00 - 8:00	3											3	0	0
8:00 - 9:00				1								0	0	1
9:00 - 10:00	5			1								5	0	1
10:00 - 11:00	2		1									2	0	1
12:00 - 1:00 P.M.	4											4	0	0
1:00 - 2:00	2		1									2	0	1
2:00 -3:00	4		1	1								4	0	2
3:00 - 4:00			1									0	0	1
4:00 - 5:00												0	0	0
5:00 - 6:00	4											4	0	0
6:00 - 7:00												0	0	0
7:00 - 8:00	1											1	0	0
8:00 - 9:00												0	0	0
10:00 - 11:00	4											4	0	0
11:00 - 12:00												0	0	0
TOTAL EN EL DIA	**34**	**0**	**6**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**34**	**0**	**10**
												SUMA DE LOS VEHICULOS POR DIA		**44**

% DE AUTOS	**77.273**
% DE BUSES	**0.000**
% DE CAMIONES	**22.727**

RESPONSABLE:	**JORGE LOPEZ MORENO - TP: 22202-344254 COR**
DIRECCION:	**BARRIO VILLA CATA**
No. ESTACION:	**ESTACION UNICA**

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

AFOROS • ESTACIÓN DE CONTEO UNICA - VIA BARRIO VILLA CATA
HOJA RESUMEN PARA LA CLASIFICACION DEL VOLUMEN VEHICULAR
DIA JUEVES 17 DE SEPTIEMBRE DE 2026

HORARIO DE INICIO	TIPOS DE VEHICULOS											SUMATORIA		
	AUTOS	BUSES	CAMION											
	AUTOS	BUS	C2-P (CAMION DE DOS EJES	C2-G (CAMION DE DOS EJES	C3 Y C4					C5	> C5	TOTAL AUTOS	TOTAL BUS	TOTAL CAMIONES
					C3	C4	C2-S1	C2-S2	C3-S1	C3-S2	C3-S3			
12:00 1:00												0	0	0
1:00 - 2:00												0	0	0
2:00 - 3:00												0	0	0
3:00 - 4:00												0	0	0
4:00 - 5:00	3			1								3	0	1
5:00 - 6:00	5		1	1								5	0	2
7:00 - 8:00	1		1									1	0	1
8:00 - 9:00	1			1								1	0	1
9:00 - 10:00	4											4	0	0
10:00 - 11:00				1								0	0	1
12:00 - 1:00 P.M.	2		1	1								2	0	2
1:00 - 2:00			1	1								0	0	2
2:00 -3:00	4											4	0	0
3:00 - 4:00	3		1	1								3	0	2
4:00 - 5:00												0	0	0
5:00 - 6:00	4											4	0	0
6:00 - 7:00	4											4	0	0
7:00 - 8:00	1											1	0	0
8:00 - 9:00	5											5	0	0
10:00 - 11:00	2											2	0	0
11:00 - 12:00												0	0	0
TOTAL EN EL DIA	**39**	**0**	**5**	**7**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**39**	**0**	**12**
												SUMA DE LOS VEHICULOS POR DIA		**51**

% DE AUTOS	**76.471**
% DE BUSES	**0.000**
% DE CAMIONES	**23.529**

RESPONSABLE:	**JORGE LOPEZ MORENO - TP: 22202-344254 COR**
DIRECCION:	**BARRIO VILLA CATA**
No. ESTACION:	**ESTACION UNICA**

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

AFOROS • ESTACIÓN DE CONTEO UNICA - VIA BARRIO VILLA CATA
HOJA RESUMEN PARA LA CLASIFICACION DEL VOLUMEN VEHICULAR
DIA VIERNES 18 DE SEPTIEMBRE DE 2026

HORARIO DE INICIO	TIPOS DE VEHICULOS											SUMATORIA		
	AUTOS	BUSES	CAMION											
	AUTOS	BUS	C2-P (CAMION DE DOS EJES	C2-G (CAMION DE DOS EJES	C3 Y C4					C5	> C5	TOTAL AUTOS	TOTAL BUS	TOTAL CAMIONES
					C3	C4	C2-S1	C2-S2	C3-S1	C3-S2	C3-S3			
12:00 1:00												0	0	0
1:00 - 2:00												0	0	0
2:00 - 3:00												0	0	0
3:00 - 4:00												0	0	0
4:00 - 5:00	5		1									5	0	1
5:00 - 6:00	1											1	0	0
7:00 - 8:00	3		1									3	0	1
8:00 - 9:00	2			1								2	0	1
9:00 - 10:00	3											3	0	0
10:00 - 11:00												0	0	0
12:00 - 1:00 P.M.	5		1									5	0	1
1:00 - 2:00	1		1									1	0	1
2:00 -3:00	2											2	0	0
3:00 - 4:00			1	1								0	0	2
4:00 - 5:00	2											2	0	0
5:00 - 6:00	3											3	0	0
6:00 - 7:00	5											5	0	0
7:00 - 8:00	3											3	0	0
8:00 - 9:00	3											3	0	0
10:00 - 11:00												0	0	0
11:00 - 12:00												0	0	0
TOTAL EN EL DIA	**38**	**0**	**5**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**38**	**0**	**7**
												SUMA DE LOS VEHICULOS POR DIA		**45**

% DE AUTOS	**84.444**
% DE BUSES	**0.000**
% DE CAMIONES	**15.556**

RESPONSABLE:	**JORGE LOPEZ MORENO - TP: 22202-344254 COR**
DIRECCION:	**BARRIO VILLA CATA**
No. ESTACION:	**ESTACION UNICA**

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

AFOROS • ESTACIÓN DE CONTEO UNICA - VIA BARRIO VILLA CATA
HOJA RESUMEN PARA LA CLASIFICACION DEL VOLUMEN VEHICULAR
DIA SÁBADO 19 DE SEPTIEMBRE DE 2026

HORARIO DE INICIO	TIPOS DE VEHICULOS											SUMATORIA		
	AUTOS	BUSES	CAMION											
	AUTOS	BUS	C2-P (CAMION DE DOS EJES	C2-G (CAMION DE DOS EJES	C3 Y C4					C5	> C5	TOTAL AUTOS	TOTAL BUS	TOTAL CAMIONES
					C3	C4	C2-S1	C2-S2	C3-S1	C3-S2	C3-S3			
12:00 1:00												0	0	0
1:00 - 2:00												0	0	0
2:00 - 3:00												0	0	0
3:00 - 4:00												0	0	0
4:00 - 5:00	5		1	1								5	0	2
5:00 - 6:00	4		1	1								4	0	2
7:00 - 8:00	5		1	1								5	0	2
8:00 - 9:00	2											2	0	0
9:00 - 10:00	3											3	0	0
10:00 - 11:00	4			1								4	0	1
12:00 - 1:00 P.M.	1		1	1								1	0	2
1:00 - 2:00	1		1	1								1	0	2
2:00 -3:00	5			1								5	0	1
3:00 - 4:00	1											1	0	0
4:00 - 5:00	1											1	0	0
5:00 - 6:00	4											4	0	0
6:00 - 7:00												0	0	0
7:00 - 8:00	1											1	0	0
8:00 - 9:00	3											3	0	0
10:00 - 11:00	3											3	0	0
11:00 - 12:00												0	0	0
TOTAL EN EL DIA	**43**	**0**	**5**	**7**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**43**	**0**	**12**
												SUMA DE LOS VEHICULOS POR DIA		**55**

% DE AUTOS	**78.182**
% DE BUSES	**0.000**
% DE CAMIONES	**21.818**

RESPONSABLE:	**JORGE LOPEZ MORENO - TP: 22202-344254 COR**
DIRECCION:	**BARRIO VILLA CATA**
No. ESTACION:	**ESTACION UNICA**

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

AFOROS • ESTACIÓN DE CONTEO UNICA - VIA BARRIO VILLA CATA
HOJA RESUMEN PARA LA CLASIFICACION DEL VOLUMEN VEHICULAR
DIA DOMINGO 20 DE SEPTIEMBRE DE 2026

HORARIO DE INICIO	TIPOS DE VEHICULOS											SUMATORIA		
	AUTOS	BUSES	CAMION											
	AUTOS	BUS	C2-P (CAMION DE DOS EJES	C2-G (CAMION DE DOS EJES	C3 Y C4					C5	> C5	TOTAL AUTOS	TOTAL BUS	TOTAL CAMIONES
					C3	C4	C2-S1	C2-S2	C3-S1	C3-S2	C3-S3			
12:00 1:00												0	0	0
1:00 - 2:00												0	0	0
2:00 - 3:00												0	0	0
3:00 - 4:00												0	0	0
4:00 - 5:00	3		1	1								3	0	2
5:00 - 6:00	1			1								1	0	1
7:00 - 8:00	5											5	0	0
8:00 - 9:00			1	1								0	0	2
9:00 - 10:00	2		1									2	0	1
10:00 - 11:00												0	0	0
12:00 - 1:00 P.M.	1			1								1	0	1
1:00 - 2:00			1	1								0	0	2
2:00 -3:00				1								0	0	1
3:00 - 4:00	1		1	1								1	0	2
4:00 - 5:00	1											1	0	0
5:00 - 6:00	4											4	0	0
6:00 - 7:00	3											3	0	0
7:00 - 8:00	4											4	0	0
8:00 - 9:00	4											4	0	0
10:00 - 11:00	5											5	0	0
11:00 - 12:00												0	0	0
TOTAL EN EL DIA	**34**	**0**	**5**	**7**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**34**	**0**	**12**
												SUMA DE LOS VEHICULOS POR DIA		**46**

% DE AUTOS	**73.913**
% DE BUSES	**0.000**
% DE CAMIONES	**26.087**

RESPONSABLE:	**JORGE LOPEZ MORENO - TP: 22202-344254 COR**
DIRECCION:	**BARRIO VILLA CATA**
No. ESTACION:	**ESTACION UNICA**

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

AFOROS • ESTACIÓN DE CONTEO UNICA - VIA BARRIO VILLA CATA
HOJA RESUMEN PARA LA CLASIFICACION DEL VOLUMEN VEHICULAR

TOTAL AUTOS DE LA SEMANA:	266
TOTAL BUSES DE LA SEMANA:	0
TOTAL CAMIONES DE LA SEMANA:	75
TOTAL VEHICULOS DE LA SEMANA:	341

% DE AUTOS:	78.01
% DE BUSES:	0.00
% DE CAMIONES:	21.99
% DE BUSES Y CAMIONES:	21.99
TRAFICO PROMEDIO SEMANAL:	49
TRAFICO PROMEDIO ANUAL:	2548
TASA DE CRECIMIENTO	3.0%
NIVEL DE CONFIANZA	80.0%
FACTOR DIRECCCIONAL	0.75
PARAMETRO Zr	0.8420
PERIODO DE DISEÑO EN AÑOS	20.00

CALCULO DEL TRANSITO EQUIVALENTE

VEHICULOS	VEHICULOS SEMANALES	%	PROMEDIO VEHICULOS DIARIO	FACTOR DE ESTACIONALIDAD		FACTOR DAÑO	EJE 8.2 TON TRANSITO NORMAL	EJE 8.2 TON ACUMU	EJE 8.2 TON NIVEL DE CONFIANZA
AUTOS	266	78.01%	38	1.15	44	1	9,396.00	252,474.00	278,174.00
BUSES	0	0.00%	0	1.15	0	1	0.00	0.00	0.00
C2P	39	11.44%	6	1.15	7	1.01	190.00	5,105.00	5,625.00
C2G	36	10.56%	5	1.15	6	2.72	393.00	10,560.00	11,635.00
C3	0	0.00%	0	1.15	0	3.72	0.00	0.00	0.00
C4	0	0.00%	0	1.15	0	3.72	0.00	0.00	0.00
C2-S1	0	0.00%	0	1.15	0	3.72	0.00	0.00	0.00
C2-S2	0	0.00%	0	1.15	0	3.72	0.00	0.00	0.00
C3-S1	0	0.00%	0	1.15	0	3.72	0.00	0.00	0.00
C3S2	0	0.00%	0	1.15	0	4.88	0.00	0.00	0.00
C3S3	0	0.00%	0	1.15	0	5.23	0.00	0.00	0.00
TOTAL	341	100.00%	49		57		9,979.00	268,139.00	295,434.00

# DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 TON CONSIDERANDO UN 4.0% DE TRAFICO ATRAIDO	299,925.00

RESPONSABLE:	JORGE LOPEZ MORENO - TP: 22202-344254 COR
DIRECCION:	BARRIO VILLA CATA
No. ESTACION:	ESTACION UNICA

LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

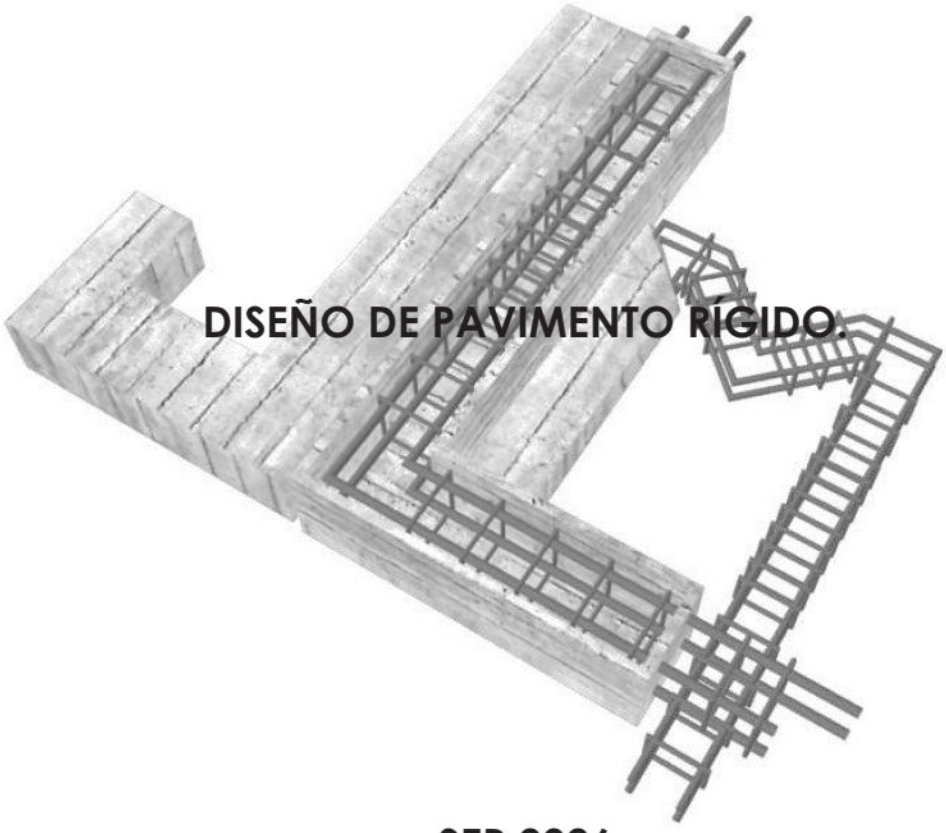
SOPORTE TÉCNICO 05

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

PROYECTO
MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.



DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO.

SEP 2026

CONTENIDO

1. INTRODUCCION. 2
2. ANTECEDENTES 2
3. ALCANCE DEL ESTUDIO Y DISEÑOS 2
4. DATOS GEOTECNICOS 2
5. DATOS DE TRANSITO 3
6. CALCULO DEL ESPESOR DE PAVIMENTO 3
7. CONSIDERACIONES PRELIMINARES PARA EL DISEÑO 4
8. CALCULO DEL ESPESOR DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO 4
9. DISEÑO DE JUNTAS 5
ESPACIAMIENTO DE JUNTAS 6
JUNTAS LONGITUDINALES 6
BARRAS DE ANCLAJE 7
LONGITUD DE LAS BARRAS DE ANCLAJE 7
JUNTAS TRANSVERSALES 8
BARRAS DE TRANSFERENCIA 9
SELLADO DE JUNTAS 10
JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN 10
JUNTAS ESPECIALES DE EXPANSIÓN 11
10. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO 11
11. DISEÑO GEOMÉTRICO 11
LOCALIZACION 11
TRABAJOS DE CAMPO 11
PARÁMETROS DE DISEÑO 12
VELOCIDAD DE DISEÑO 12
RADIO MÍNIMO 12
BOMBEO 12
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 13



1. INTRODUCCION.

El presente informe muestras los espesores de pavimento rígido, que se llevaran a cabo en el municipio de Los córdobas.

El presente informe contiene la propuesta técnica sugerida para el diseño del pavimento rígido sobre suelos de subrasante en condiciones blandas y compresibles empleando sobre estos materiales de subbase granular.

En Colombia los métodos de diseño para los pavimentos de concreto más utilizados son los propuestos por la AASHTO-1993 y PCA-84, también existe la metodología de INVIAS que es una combinación de los dos métodos anteriores. Ambos métodos es decir de la AASHTO y la PCA, tienen características distintas y los espesores calculados con ellos, para condiciones similares pueden ser diferentes, pero aquí seguimos o utilizaremos la metodología de la **AASHTO-1993**

2. ANTECEDENTES

El municipio de Los córdobas en su afán de brindar a la comunidad del **BARRIO VILLA CATA** la movilidad ha decido pavimentar varias vías internas.

3. ALCANCE DEL ESTUDIO Y DISEÑOS.

El propósito del presente estudio es diseñar el espesor del concreto en capa de rodadura y la modulación de las placas de concreto.

4. DATOS GEOTECNICOS.

Del estudio de suelos elaborado por el ingeniero **RAFAEL NUÑEZ EMILIANI con M.P. 1320233062 DE BLV**, se toma un CBR para La subrasante **2.0%**. Tomando el valor de los CBR´s para suelos sumergidos, esto lo clasifica como clase o tipo **S1**, en las conclusiones el geotécnista contempla un mejoramiento en Material tipo afirmado mínimo de 20 cm, adicional se debe considerar un 10% del volumen de excavación para manejo de material sobre saturado, el cbr que se tomará para este diseño será del **5.00%**, esto según la metodología de Ivanov, expuesta a continuación:

REFERENCIA	VALOR	MODULO REACCION	FORMULA
CBR Subrasante (según estudio de suelos)	2.00 %	200	100 x CBR
CBR Capa Granular (Datos de laboratorio)	34.5 %	1629	130 x (CBR^0.714)
Esp Material Granular	20 cm		
n	2.31		
a: Constante **15** (área radio de carga)	15		
ES:Modulo de Reaccion Equivalente entre Es y Ei	**4.994 %**	499.44	ES/100

5. DATOS DE TRANSITO.

- El tráfico promedio diario (semanal)= 49 vehículos/día
- Numero de ejes equivalentes 8.2 Ton a 20 años =1.000.000
- Periodo de diseño = 20 años
- Rata de crecimiento= 3%

6. CALCULO DEL ESPESOR DE PAVIMENTO.

La metodología usada para calcular el espesor del pavimento es la AASHTO-93.

$$Log_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35Log_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{Log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1+\frac{1.25 \times 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times Log_{10}\left(\frac{M_r C_{dx}(0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J\left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

(W_{18})	=	Numero Previsto de Ejes Equivalentes de 18000 libras (82 Kn) a lo largo del periodo de Diseño.
Zr	=	Desviación Normal Estándar
So	=	Error Estándar combinado en la producción del Tránsito y en la variación del comportamiento esperado del Pavimento = (0.30 – 0.40).
D	=	Espesor del Pavimento de concreto en centímetros.
Δ PSI	=	Diferencia entre los Índices de servicio Inicial y Final
Pt	=	Índice de servicio Final
Mr	=	Módulo de rotura del concreto en PSI a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz) Mr = (2.0 – 2.7) x √ F'c Kg/cm2. (ACI recomienda 2.0 y el comité europeo 2.50)
Cd	=	Coeficiente de Drenaje = 0.9 ≤Cd ≤ 1.10
J	=	Coeficiente de Transmisión de carga en las juntas
Ec	=	Módulo de elasticidad del concreto en PSI. Ec = 15200 x √ F'c Kg/cm2. (ACI)
K	=	Módulo de reacción en PSI / Pulgada de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

7. CONSIDERACIONES PRELIMINARES PARA EL DISEÑO

Lugar:	:	Zona Urbana del Municipio de Los córdobas
Dirección:	:	Barrio Villa Cata
Trafico:	:	Bajo
Trafico Promedio Diario:	:	TPDo = 49 Vehículos
Suelo:	:	Arcilla, Con Limite Liquido < 50
Módulo de Reacción de la Subrasante:	:	Para un CBR EQUIVALENTE: 5% y una Subbase de 20 cm K = 50.54 Mpa/m.
Módulo de Rotura a la Flexión del Concreto:	:	Mr = 40 Kg/cm2. = 563 PSI
Resistencia a la Compresión del concreto:	:	Mr = 2.3 √ F'c → F´c = 280 Kg/cm2. = 4000 PSI
Módulo de Elasticidad del Concreto:	:	Ec = 15200 √ F'c = 237920 Kg/cm2. = 3398820 PSI
Confiabilidad:	:	80 %
Error Estándar:	:	So = 0.35
Índice de Servicio Inicial:	:	Pt =4.10
Índice de Servicio Final:	:	Pi = 2.10
Coeficiente de drenaje:	:	Cd = 0.90
Coeficiente de Transmisión de carga en las Juntas:	:	J = 3.10

8. CALCULO DEL ESPESOR DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO

- Periodo de Diseño: 20 Años
- Numero de ejes equivalentes 8.2 Ton a 20 años = 1.000.000
- Interpolando para un cbr equivalente de 5% según estudio de suelos, obtenemos que el k de la subrasante mejorada es 38 mpa/m.

Resistencia K de la Subrasante : 38 Mpa/m
Espesor Subbase : 20 cm
Tipo de Subbase : Granular
K Combinado : 50.54 Mpa/m
Aceptar K | Salir

CBR	3	4	5	8	10	20
k (pci)	100	120	140	175	200	250
k (Mpa/m)	27	33	38	47	54	68
k (Tn/m3)	2,768	3,322	3,875	4,844	5,536	6,920

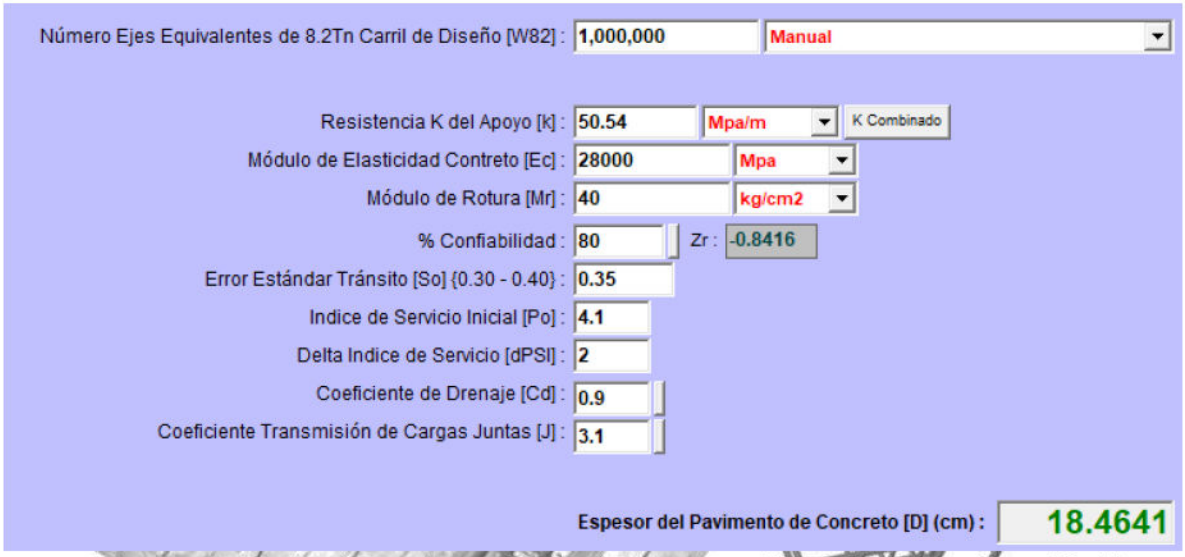
SUBBASE GRANULAR		H subbase (cm)			
		10	15	23	30
k Subrasante (Mpa/m)	20	23	26	32	38
	41	45	49	57	66
	61	64	66	76	90
	81	87	90	100	117

SUBBASE ESTABILIZADA CON CEMENTO		H subbase (cm)			
		10	15	23	30
k Subrasante (Mpa/m)	20	60	80	105	135
	41	100	129	184	229
	61	139	189	244	319

Software BS-PCAA

- Contemplando una Subbase de 20 cm optemos una k combinado de 50.54 mpa/m.

Producto de Todos estos resultados aplicando la ecuación de la AASHTO, por medio software BS-PCAA obtenemos los siguientes resultados:



- Espesor de Pavimento en concreto con MR= 40kg/cm2 = 18.46cm, este valor de aproxima a 20cm ya que por la vía circulan vehículos que pueden exceder el limite carga legal.
- Espesor de subbase= 20 cm
- Espesor de Subrasante mejorada = 20 cm.

PAVIMENTO RÍGIDO	E: 20cm Concreto MR: 40kg/cm2
SUBBASE GRANULAR	E: 20cm Material Tipo Subbase
SUBRASANTE MEJORADA	E: 20cm Material Tipo Afirmado

Se aclara que en las vías donde el ancho propuesto es de 1.5m se usara el esperar mínimo recomendado, ya que no circularan vehículos pesado.

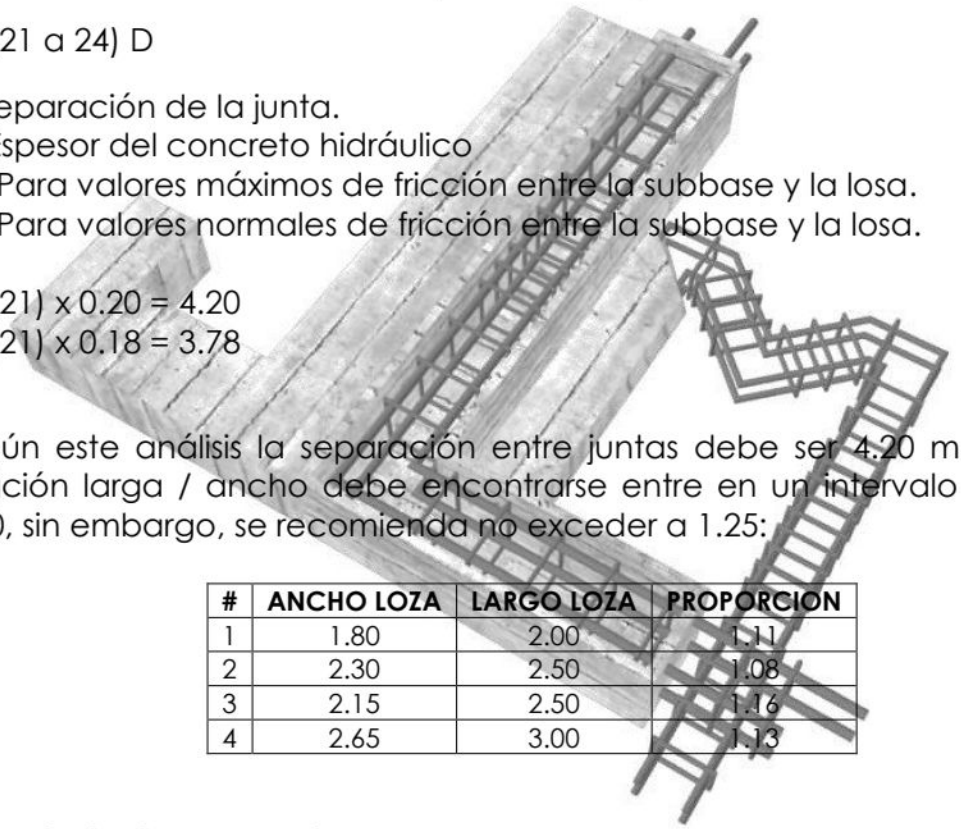
PAVIMENTO RÍGIDO	E: 18cm Concreto MR: 40kg/cm2
SUBBASE GRANULAR	E: 15cm Material Tipo Subbase

9. DISEÑO DE JUNTAS

El diseño de juntas determina el espaciamiento de las juntas longitudinales y transversales, la transferencia de carga, construcción de juntas y materiales de sellado.

ESPACIAMIENTO DE JUNTAS

El concreto hidráulico como superficie de rodadura, se encuentra sujeto a diferentes esfuerzos, entre los cuales se encuentran: cargas de tránsito, contracción y expansión del concreto (el concreto al endurecer ocupa menos volumen que cuando está fresco) y diferencias de temperatura o humedad entre la fibra superior y la inferior, entre otras. Con el fin de contrarrestar estos esfuerzos, no es suficiente el proporcionar un espesor adecuado, sino proyectar juntas longitudinales y transversales que impiden un fisuramiento temprano del concreto, estas juntas deben estar diseñadas técnicamente, mediante el empleo de los siguientes criterios:



S= (21 a 24) D

S: Separación de la junta.
D: Espesor del concreto hidráulico
21: Para valores máximos de fricción entre la subbase y la losa.
24: Para valores normales de fricción entre la subbase y la losa.

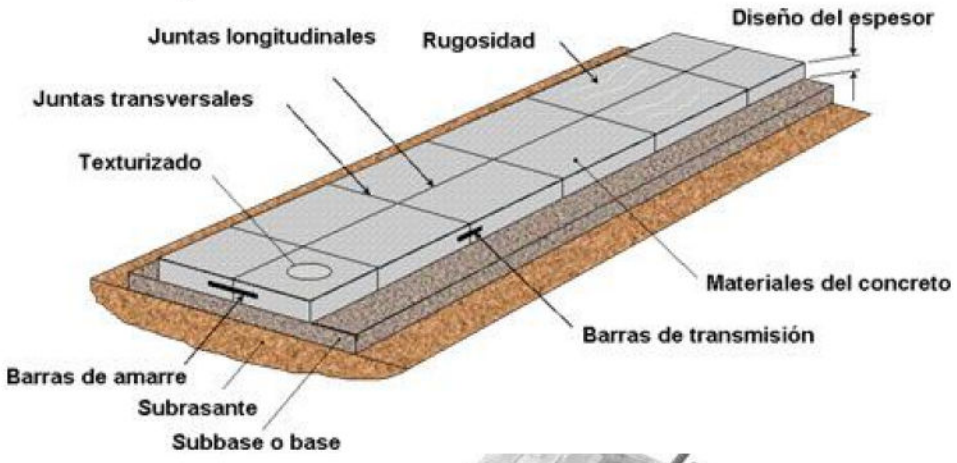
S= (21) x 0.20 = 4.20
S= (21) x 0.18 = 3.78

Según este análisis la separación entre juntas debe ser 4.20 m y 3.78, la relación larga / ancho debe encontrarse entre en un intervalo de 1.00 y 1.40, sin embargo, se recomienda no exceder a 1.25:

#	ANCHO LOZA	LARGO LOZA	PROPORCION
1	1.80	2.00	1.11
2	2.30	2.50	1.08
3	2.15	2.50	1.16
4	2.65	3.00	1.13

JUNTAS LONGITUDINALES

La junta longitudinal controla el agrietamiento producido por alabeo. En la construcción del pavimento, la junta debe ser marcada con una ranura que separe los carriles y proporcione alojamiento para el sellado, unida por una barra de anclaje, si el pavimento se construye carril por carril, la junta longitudinal es del tipo junta de construcción. Para este diseño se adopta el ancho máximo de 2.65 m.



BARRAS DE ANCLAJE

Las barras de anclaje mantienen unidas las caras de las juntas y garantizan su eficiencia, no están diseñadas para transmitir cargas verticales ni momento flector, se diseñan para resistir la fuerza de tracción generada por la fricción entre losa y subrasante. La sección transversal del acero se calcula mediante la siguiente expresión:

$$As = b * f * w / fs$$

Donde:

As: Área del acero por unidad de longitud de junta (cm2/ metro lineal):4.68
b: distancia al borde libre de losa más cercano. En este caso, b= 3.0m
f: Coeficiente de fricción entre losa y suelo: 1.8 para subbases y rellenos.
w: Peso de losa por unidad de área: 2400 kg/m3 x espesor de la losa (m).
fs: esfuerzo de trabajo del acero: adoptar 0.67 fy (fluencia del acero) = 0.67 * 4200 = 2814 kg/cm2

LONGITUD DE LAS BARRAS DE ANCLAJE

La longitud de las barras de anclaje debe ser tal que el esfuerzo de adherencia a cada lado de la junta iguale el esfuerzo de trabajo del acero.

Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L = (2 * A * fs + 7.5) / a*p$$

donde:

L: Longitud de la barra de anclaje (cm).

A: Área transversal de una barra de anclaje (cm2): π * (Ø²) /4.
a: Esfuerzo de trabajo por adherencia: 10% f'c, no mayor de 24,5 kg/cm2.
p: perímetro de una varilla(cm): π * Ø.
fs: esfuerzo de trabajo del acero: adoptar 0.67 fy (fluencia del acero) = 0.67 * 4200 = 2814 kg/cm2

Con base en estas fórmulas se obtuvieron de la tabla 67 (*"Recomendación para las Barras de Anclaje, Diseño, Construcción y Mantenimiento de Pavimentos de Concreto, ICPC 1-ed. ,2000")* el diámetro, separación y longitud de las barras.

Barras de anclaje: Acero corrugado fy = 2800kg/cm2. Esfuerzo de Trabajo: 4200 kg/cm2 (60.000) psi

- Diámetro: **1/2".**
- Longitud= **0.85 mts**
- Separación= **1.20 mts**

JUNTAS TRANSVERSALES

Con el fin de controlar las grietas del concreto causadas por el fenómeno de retracción de fraguado del hormigón y por las acciones climáticas: temperatura y humedad, las juntas transversales se colocarán máximo a cada 2.75m, cada placa y se complementarán con la colocación de pasadores de carga, que son, barras de acero cortas y lisas con un límite de fluencia mínimo de 60KSI, metidas en el concreto fresco.
Los pasadores se instalan en las juntas de tal manera que les permitan a las losas separarse y unirse entre sí, pero no desplazarse verticalmente, y su función es, entonces, absorber los esfuerzos de cortante, generados por las cargas del tránsito al cruzar las juntas y transmitir a la losa adyacente entre el 40 y 45% de la carga de diseño, cuando esta se coloca cerca de la junta.
Las dovelas, para poder cumplir con su objetivo, deben ser fáciles de instalar, lisas y al menos dos terceras partes de su longitud deben estar recubiertas con un material antiadherente, con el propósito de no restringir los desplazamientos horizontales de las losas. Además, deben ser resistentes a la fatiga y a la corrosión.
Los pasadores se deben colocar en la mitad del espesor de las losas, paralelos entre sí, al eje longitudinal de la vía y a la superficie del pavimento, con una tolerancia medida en el extremo del pasador que no sobrepase los 10 mm respecto a la posición teórica. La manera más eficiente de lograr esto, es la de colocar los pasadores sobre unos soportes hechos con varillas, que quedan embebidos en el concreto.
El concreto alrededor de los pasadores debe tener la misma compactación que en el resto del pavimento, para evitar la creación de

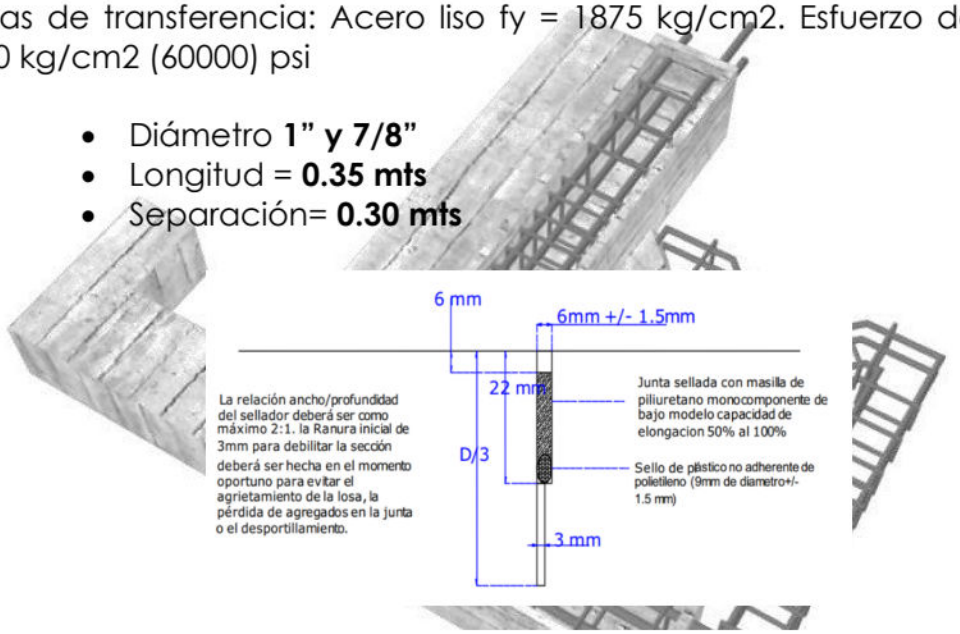
zonas en las cuales la resistencia a la tracción sea más baja y por ende se convierta en un área que se puede fisurar.

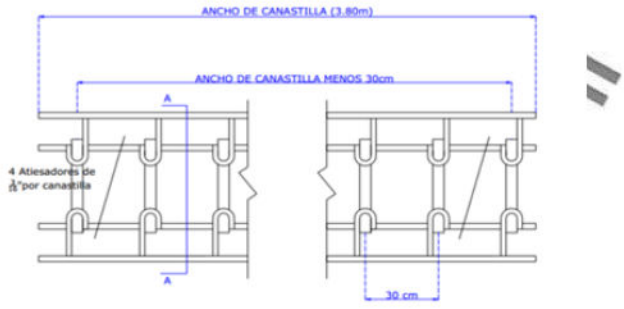
BARRAS DE TRANSFERENCIA

En condiciones en las cuales no es posible construir mecanismos adecuados para transferencia de cargas, se debe construir una junta transversal, los diámetros, longitud y separación de los pasadores se obtienen de la tabla VI.3 *("Manual de diseño pavimentos de concreto, ICPC,1996"*) para la cual se tiene:

Barras de transferencia: Acero liso fy = 1875 kg/cm2. Esfuerzo de Trabajo: 2800 kg/cm2 (60000) psi

- Diámetro **1" y 7/8"**
- Longitud = **0.35 mts**
- Separación= **0.30 mts**







INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

SELLADO DE JUNTAS.

El sellante propuesto será del tipo masilla de poliuretano y sello plástico. La disposición de la ranura es la siguiente:

h: espesor de losa de concreto, el sellante tiene un coeficiente de forma de 2:1.

Para el cálculo de abertura de la junta contracción se requiere considerar los movimientos de apertura y cierre de la junta y el tipo de material de sellado a usar.



La apertura media en una junta es:

- **ΔL**= c*L ((αc* T)+Z))
- **WL** = ΔL/s

Donde:

- **WL=** Ancho de la junta de contracción.
- **ΔL=** Apertura de la junta por variaciones de temperatura y contracción por secado (mm)
- **S=** De formación específica admisible del material de sellado. Para asfalto S=0.25 mm/mm y para sellantes de silicona S=0.50 mm/mm
- **αc=** Coeficiente de contracción térmica del hormigón. (10E-6/ °C)
- T**=** Rango de temperatura
- **Z=** Contracción por secado del hormigón.
- **L=** Esparcimiento entre juntas (mm)
- **C=**Factor de ajuste en función de la fricción entre la losa y la subbase C= 0.80.

ΔL= 0.80*(3500*(10.8*10^-6*15+0.0003)

ΔL=1.29 mm

W=1.29/0.50

W= 2.59 mm se adopta de 3 a 6 mm

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Cuando la interrupción del vaciado es imprevista se presenta la necesidad de colocar una junta de construcción no proyectada en los planos, se deben seguir los siguientes criterios:

- La longitud de la losa no será menor de 3.00 m.
- La junta tendrá todo el ancho del vaciado
- La transmisión de cargas se ejecuta normalmente por medio de junta machi-hembrado, provista de barras de anclaje solo cuando el

vaciado se hace carril por carril, a fin de impedir que la fisura se propague al carril vecino.

JUNTAS ESPECIALES DE EXPANSIÓN

Alrededor de la caja de inspección y de los sumideros de drenaje, se colocarán juntas sin pasadores de 0.5 cm de ancho.

10. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Esta actividad tiene por objeto conocer las condiciones iníciales de la vía, comprende trabajos como la planimetría y altimetría, detallando en cada caso la presencia de obras de drenaje, postes, cercas y cualquier detalle que sea de interés para el diseño.
Se realizó un levantamiento topográfico detallado, Se tomaron secciones para la nivelación cada 20 metros en las rectas, en cuanto al levantamiento plan métrico se buscó tomar la mayor información posible del terreno, de tal forma que se aproveche al máximo la vía existente. También se tomaron datos de los propietarios de los predios adyacentes a la vía.
Con la información obtenida del levantamiento topográfico, se procede a realizar el diseño geométrico y el hidráulico de la vía.

11. DISEÑO GEOMÉTRICO

En este capítulo se presentan los resultados del estudio realizado para Realizar el diseño geométrico del proyecto, el diseño geométrico es la parte más importante del proyecto de una vía, que establece una base de condiciones o factores existentes como son la topografía, los accidentes geográficos, la geología, la geotecnia y la configuración ambiental preexistente, para satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración en su entorno y la economía.

LOCALIZACION

El proyecto se localiza en el municipio de Los córdobas, más específicamente en el barrio VILLA CATA.

TRABAJOS DE CAMPO

El trabajo de campo llevado a cabo para el diseño geométrico consistió en un levantamiento topográfico, utilizando tecnología de punta que nos permite conocer la planimetría, la altimetría del proyecto.
En el reconocimiento efectuado por los especialistas se tuvo en cuenta que los alineamientos cumplieran con las especificaciones mínimas.

PARÁMETROS DE DISEÑO

Los criterios utilizados para el diseño geométrico de la vía se basaron en las normativas generales del INVIAS.

VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño es el valor escogido para relacionar sus características físicas con la estabilidad en la operación del vehículo. Es aquella velocidad máxima a la cual puede operar con seguridad un vehículo en una carretera o tramo de ella.

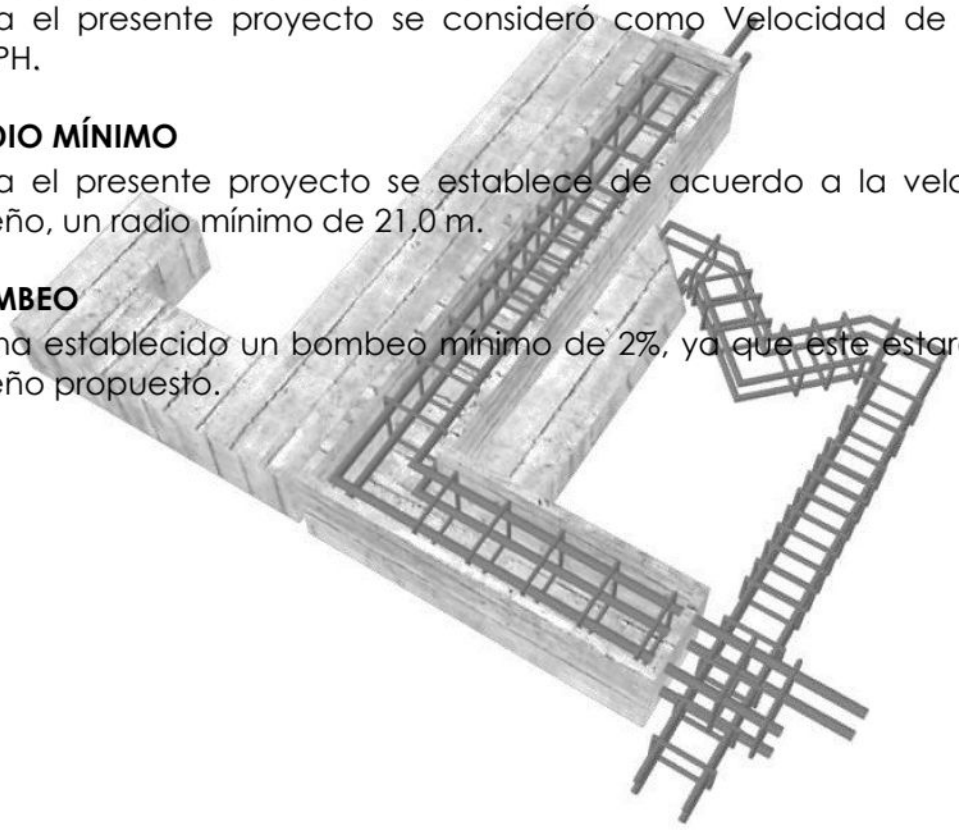
Para el presente proyecto se consideró como Velocidad de Diseño 30 KMPH.

RADIO MÍNIMO

Para el presente proyecto se establece de acuerdo a la velocidad de diseño, un radio mínimo de 21.0 m.

BOMBEO

Se ha establecido un bombeo mínimo de 2%, ya que este estará sujeto al diseño propuesto.



INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- La subrasante es un material más dominante es el denominado CL, de media plasticidad con CBR=2.0%.
- El CBR EQUIVALEN que se tomo fue del 5%, según la metodología de Ivanov.
- Se recomienda la considerar el 10% del volumen de excavación en piedra rajón para el manejo de material sobre saturado.
- El material de subbase se recomienda utilizar, el recomendado por las normas de la INVIAS.
- El espesor del material de mejoramiento de subrasante es de 0.20 mts de afirmado donde, en las via de 1.5mt de ancho no usara afirmado.
- El espesor del material tipo Subbase es de 20cm, en las via de 1.5mt de ancho el espesor es de 15cm.
- El espesor de la placa de concreto hidráulico es de 0.20 mts y 0.18 en las vias de 1.5 de ancho.
- El concreto a usar tendrá un módulo de rotura MR: 40kg/cm2.
- La longitud de placa es de:

#	ANCHO LOZA	LARGO LOZA	PROPORCION
1	1.80	2.00	1.11
2	2.30	2.50	1.08
3	2.15	2.50	1.16
4	2.65	3.00	1.13



JORGE A LOPEZ M
Ingeniero Civil.
Especialista en Vías.
TP: 22202-344254 COR

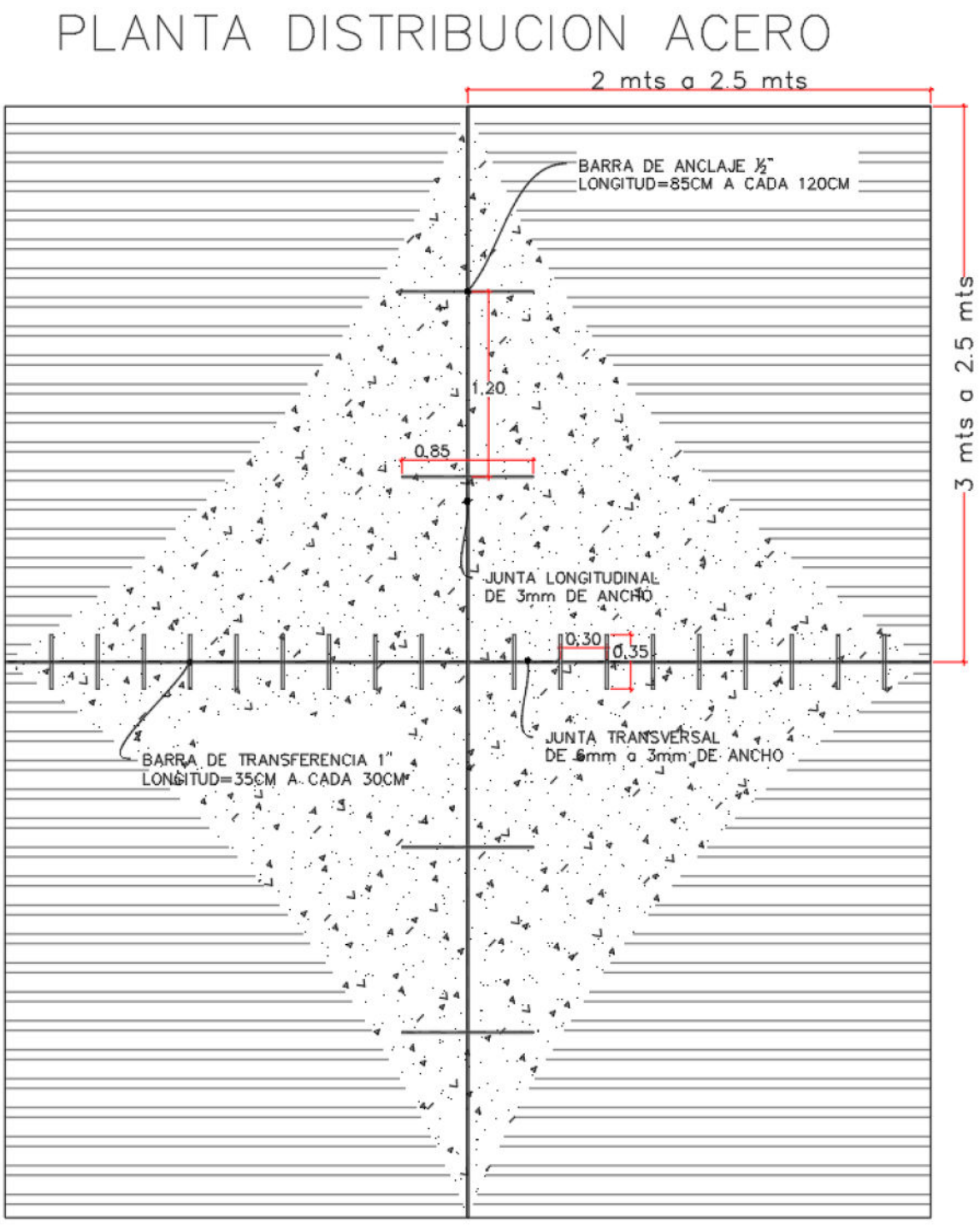
JLM
JORGE LOPEZ MORENO



ANEXOS

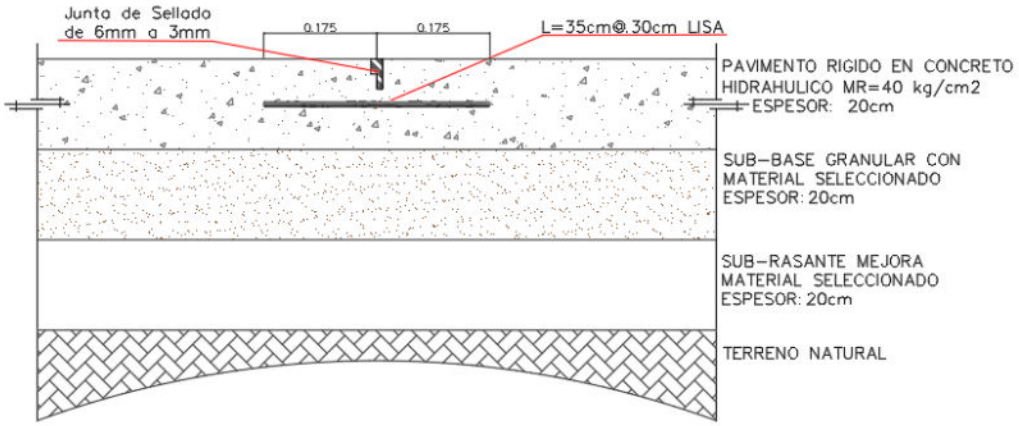
INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

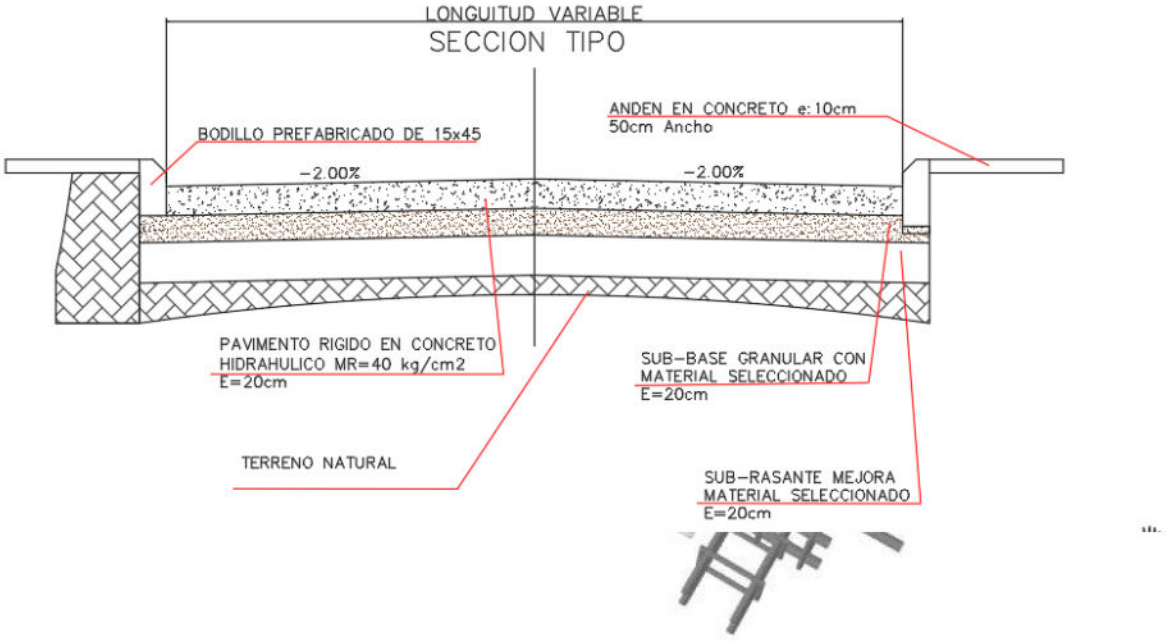
PLANTA DE LA VIA, ESQUEMA DE LA PLACA Y DETALLES.



INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

CORTE TRANSVERSAL
SECCION TIPO





INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

SOPORTE TÉCNICO 06

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRAULICO

SEPTIEMBRE 2026

1. OBJETO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

1.1 ASPECTOS GENERALES MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

El presente informe contiene los resultados de las investigaciones que permitan dar un adecuado manejo de las aguas lluvias a las vías urbanas del barrio villa Cata del municipio de LOS CÓRDOBAS, estos diseños presentados son con base en estudios hidrológicos e hidrológicos de las cuencas existentes que intervienen el corredor vial.

A continuación, se muestra la ubicación de las vías anteriores:

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.



El Municipio de Los córdobas está ubicado en las coordenadas 8°53'43"N 76°21'17"O, más específicamente en la parte noroeste del departamento de Córdoba, situado a 57 km de la capital (Montería) es uno de los 30 municipios que conforman el departamento de Córdoba, localizado en la zona costanera; cuenta con una extensión territorial de 430 km2.

1.2 EXTENSIÓN TERRITORIAL

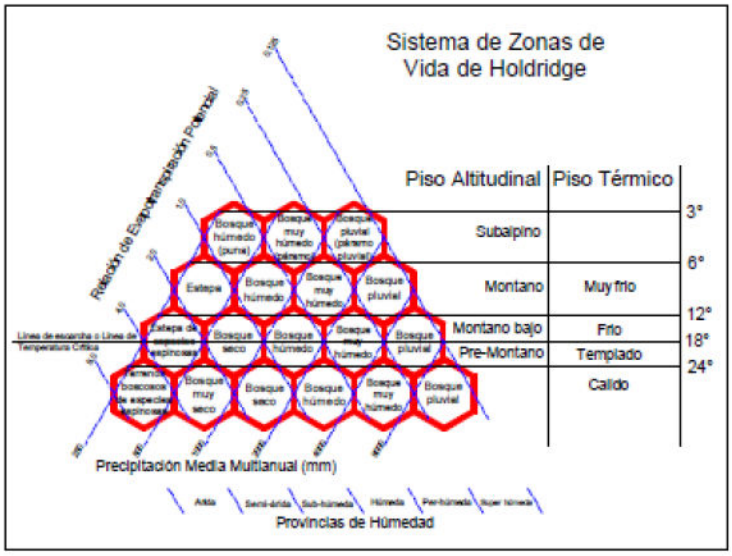
El municipio presenta una extensión de 430 km^2

1.3 FISIOGRAFÍA

El municipio de Los córdobas se caracteriza por una morfología variada y heterogénea. La cabecera municipal presenta un relieve predominantemente ondulado ha quebrado, con elevaciones topográficas que oscilan entre los 25 y 55 m.s.n.m. Esta variación en el relieve incide directamente en los patrones de escorrentía superficial y la red de drenaje pluvial urbano.

Por su parte, la franja costera, asociada a sistemas de manglares y llanuras de mareas, se ubica a una cota promedio de 5 m s. n. m. Estas bajas pendientes y su cercanía al nivel del mar generan zonas de baja dinámica de descarga, susceptibles a fenómenos de remanso dinámico o influencia de marea en los puntos de vertimiento final de las obras de drenaje.

1.4 CLIMATOLOGÍA



Fuente: POMCAS Sinú, 2005

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de L. R. Holdridge, el municipio de Los córdobas se localiza en la zona de vida de Bosque Seco Tropical (bs-T).

Precipitación: El municipio registra un valor de precipitación media anual que oscila entre los 1.100 mm y 1.400 mm, con un régimen de distribución bimodal

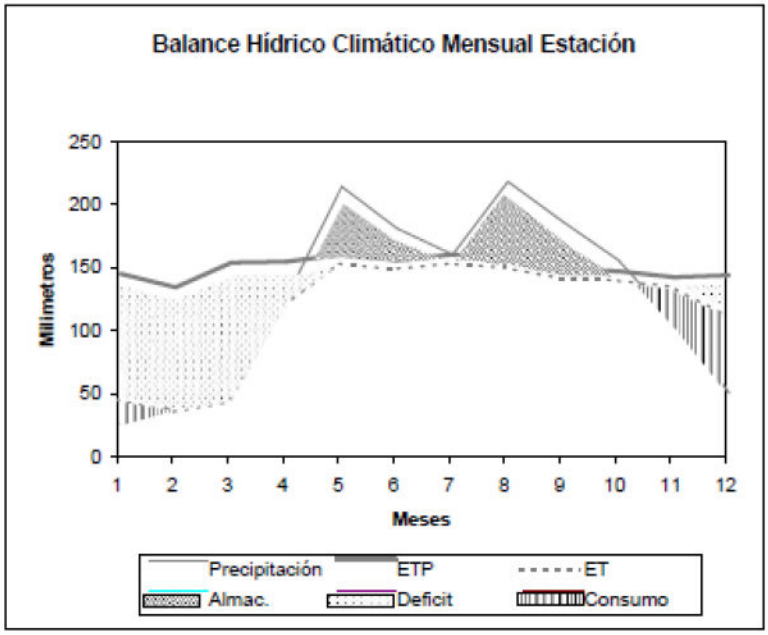
característico de la zona costera norte del departamento de Córdoba, concentrando los mayores volúmenes de escorrentía durante la época de lluvias (mayo a noviembre).

Temperatura: La temperatura media anual en la zona se sitúa entre los 27 °C y 27.8 °C, correspondiente al piso térmico cálido, lo que incide directamente en los cálculos de evapotranspiración y balances hídricos para el diseño.

Balance hídrico climático Estación JARAMAGAL [12040010]

BALANCE HIDRICO CLIMATICO ESTACIÓN

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Precipitación	19,3	33,4	42,8	119,1	207,3	174,2	153,3	211,2	179,3	149,1	100,4	43,7	1433,1
ETP	138,3	127,2	147,0	147,8	153,3	149,1	153,3	150,3	141,8	140,3	135,5	136,9	1721,0
Perd. Almac.	26,2	2,2	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,1	68,6	
Almac.	3,1	0,9	0,2	0,2	54,1	79,2	79,2	133,0	133,0	133,0	97,9	29,3	
ET	45,5	35,6	43,5	119,1	153,3	149,1	153,3	150,3	141,8	140,3	135,5	112,3	
Deficit	92,8	91,6	103,5	28,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,6	341,2
Exesos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1	37,5	8,8	0,0	0,0	53,3
R (ET/ETP)	0,33	0,28	0,30	0,81	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,82	



Fuente: POMCA Sinú, 2005

2. PARÁMETROS DE LA CUENCA

2.1 Morfometria

La Morfometría de la cuenca hidrográfica de las escorrentías en las vías en el Municipio de LOS CÓRDOBAS se determina calculando los siguientes parámetros:

2.2 Área.

El cálculo del área de la Cuenca se determinó topográficamente.

2.3 Clasificación.

Teniendo el cálculo del área, se procedió a clasificar las Cuencas según tabla N° 3.

2.4 Perímetro.

El perímetro se halló midiendo la envolvente de la Cuenca en el plano resultado de la topografía.

2.5 Longitud axial.

Se obtuvo tomando la distancia en el plano de los puntos más equidistantes de la cuenca.

2.6 Ancho promedio.

Se calculó con la siguiente formula:

A = AT / LAX

Donde:

A = Ancho promedio AT = Área Total LAX = Longitud Axial

Para obtener este parámetro se determinaron los siguientes coeficientes:

- **COEFICIENTE DE COMPACIDAD.**

Se obtuvo utilizando la siguiente expresión:

Kc = 0.28P / JK Donde:

Kc = Coeficiente de compacidad P = Perímetro de la Cuenca (Km)

A = Área de las Cuencas (Km)

- **Factor de forma.**

Para hallar este parámetro se utilizó la siguiente ecuación:

Kf =A/L2 Donde:

Kf = Factor de forma A = Área de la Cuenca (km2)

L = Longitud axial de las Cuencas (km)

3. CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICAS DE LA CUENCA.

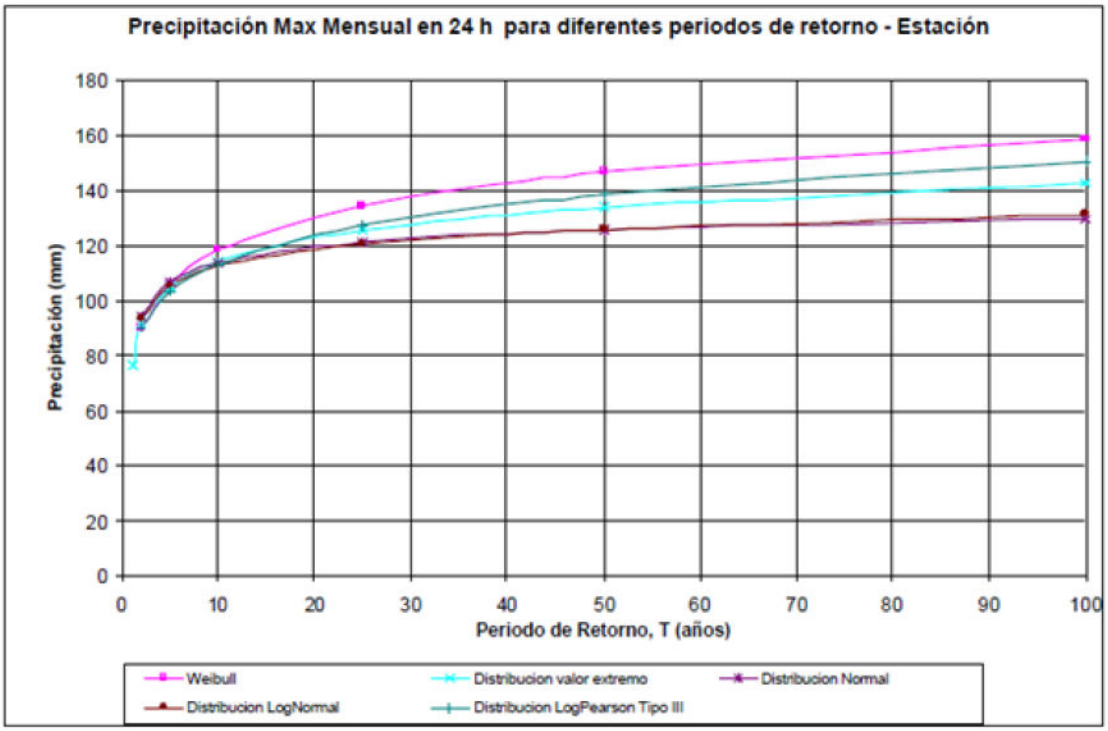
El municipio de Los córdobas no forma parte de la cuenca hidrográfica del Río Sinú. De acuerdo con la Zonificación Hidrográfica de Colombia del IDEAM, el área de estudio se localiza en la Zona Hidrográfica del Caribe Autónomo (Sinu - San Jorge y Vertiente del Caribe) y pertenece a la Subcuenca Hidrográfica del Río Canalete, Río Los córdobas y Vertientes Directas al Mar. A diferencia de la cuenca macro del Río Sinú, los sistemas hídricos que drenan el municipio de Los córdobas poseen las siguientes características hidrológicas:

Delimitación y Escala: La cuenca hidrográfica principal a nivel municipal corresponde al Río Los córdobas y sus microcuencas afluentes, con un área de drenaje sensiblemente menor a la del Río Sinú.

Orden de Corriente: La red de drenaje local está clasificada según la metodología de Horton-Strahler como corrientes de orden 3 a, a diferencia del Río Sinú que corresponde a un orden 7.

Régimen y Comportamiento Hidráulico: Las microcuencas del municipio son de tipo costero-torrencial. Presentan tiempos de concentración Tc relativamente cortos, con caudales de respuesta rápida e instantánea ante eventos pluviométricos intensos, descargando directamente sobre la franja del litoral mar Caribe o estuarios de manglar.

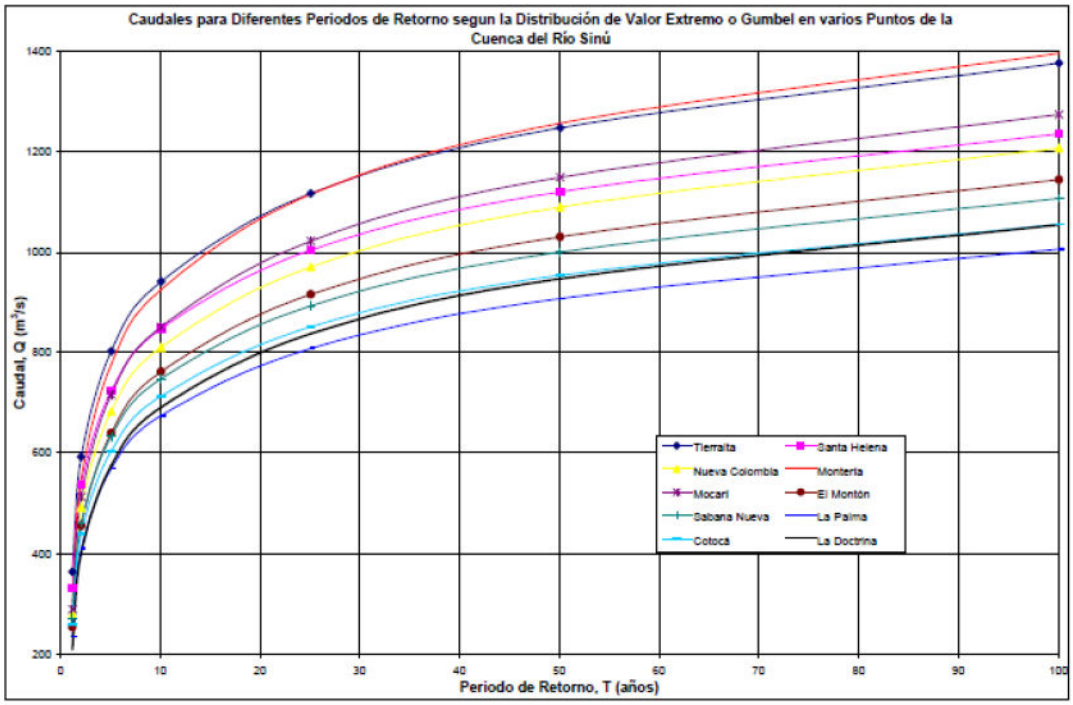
Zonificación Hydro-Administrativa: Los córdobas integra la subregión del Costanero Cordobés junto con municipios como Canalete, Moñitos, Puerto Escondido y San Bernardo del Viento, compartiendo problemáticas de escorrentía superficial costera, erosión litoral y drenaje pluvial urbano.



Precipitación máxima mensual en 24 horas vs periodos de retorno en la cuenca

Fuente: CVS, 2005

A continuación, se presentan los diferentes periodos de retorno en la cuenca.

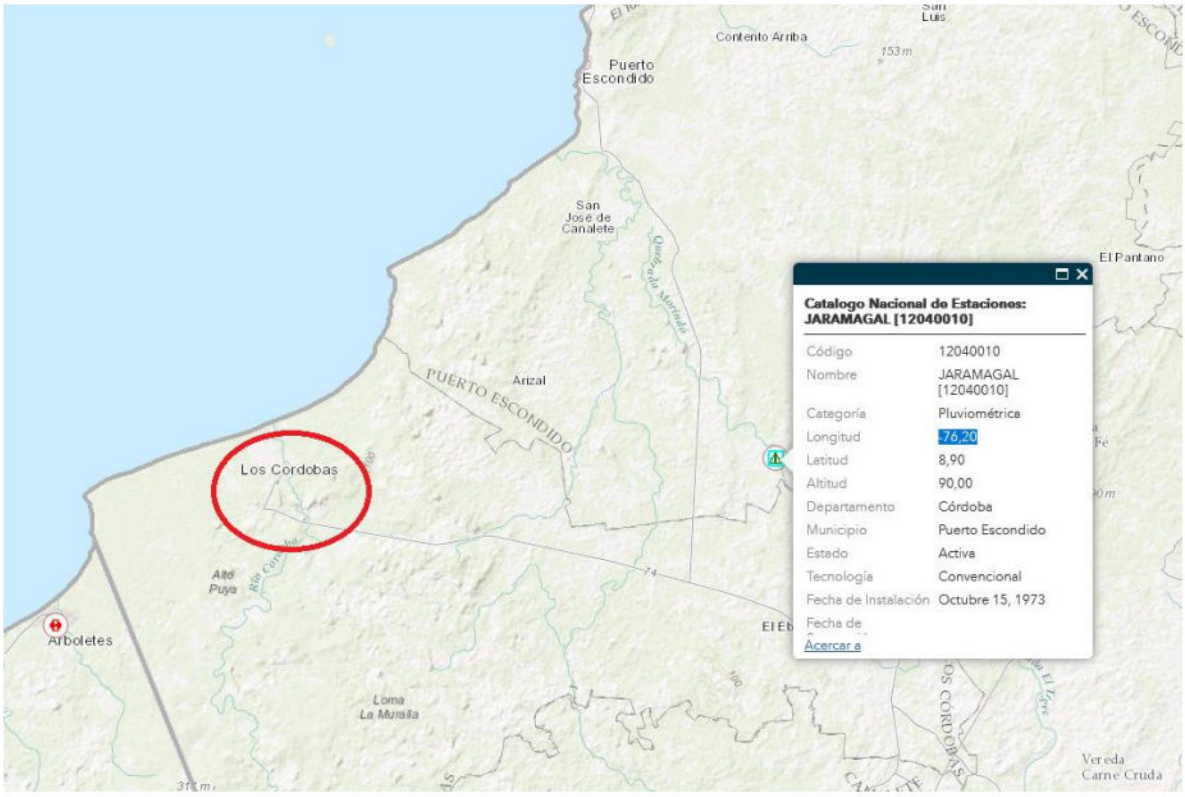


Periodos de retorno de la cuenca

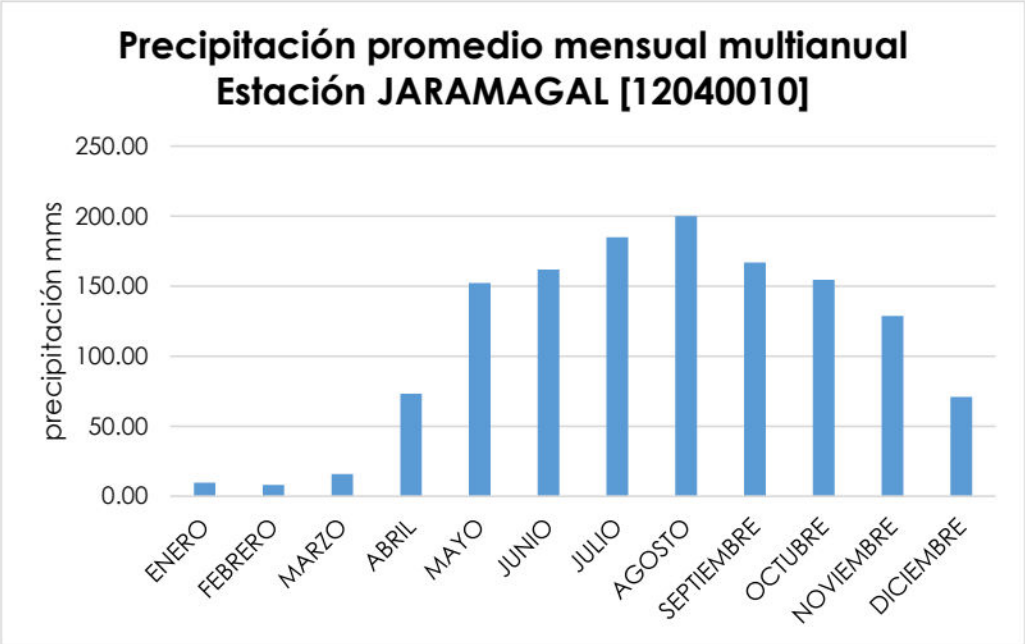
Fuente: CVS, 2005

ESTACION JARAMAGAL [12040010] – IDEAM

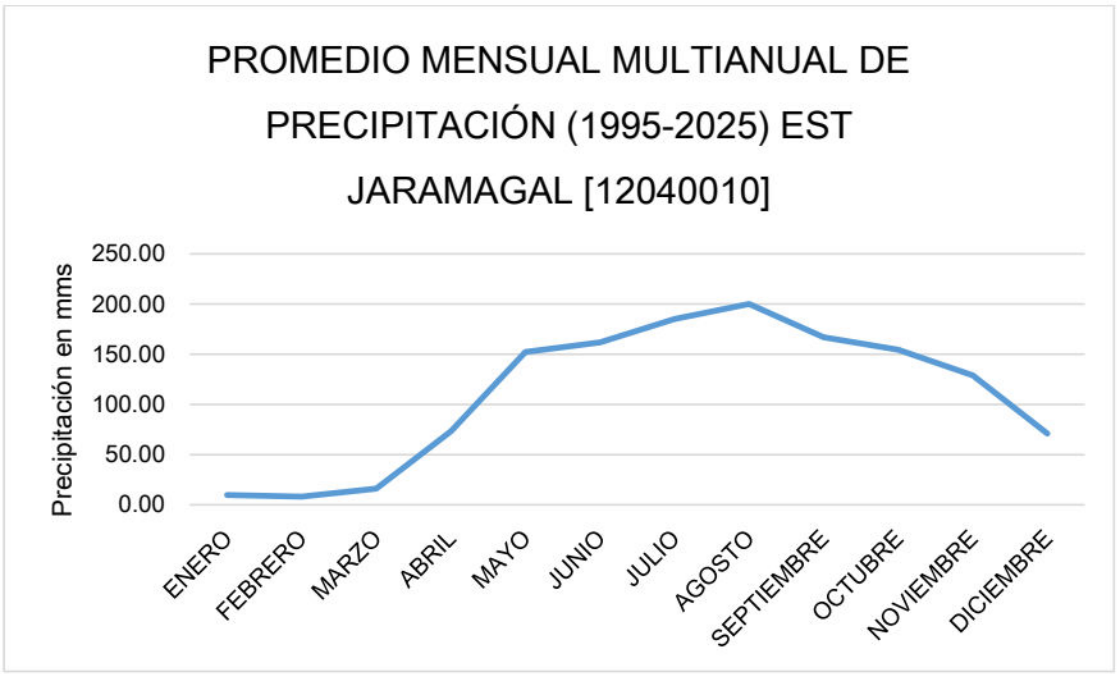
Código estación: 12040010
Nombre: JARAMAGAL [12040010]
Tipo: Convencional
Clase: Meteorológica
Categoría: Pluviométrica
Estado: Activa
Departamento: Córdoba
Latitud: 8,90
Longitud: -76,20
Altitud: 90



Precipitaciones. El análisis de precipitación se llevó a cabo con los registros pluviométricos suministrados por el IDEAM de la Estación JARAMAGAL [12040010], correspondiente a valores totales mensuales de precipitación, durante el periodo comprendido entre 1973 y 2025, para un total de 52 años.



Según los registro pluviométricos de la estación el periodo con más precipitaciones en el municipio inicia desde el mes de mayo hasta el mes de octubre. Conservándose el resto de meses con precipitaciones por debajo de los 150 mms.



PERIODO DE RETORNO.

El periodo de retorno de un evento hidrológico es un concepto probabilístico y corresponde al tiempo promedio en años que transcurrirá para que la magnitud de ese evento sea igualada o excedida.

De acuerdo con el Manual de Drenaje para Carreteras de INVIAS, el periodo de retorno a utilizar para el cálculo de la intensidad de precipitación varía según la estructura a construir, como se muestra en la siguiente tabla:

Características del área de drenaje	Período de retorno (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 hectáreas	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores de 10 hectáreas	10
Canales abiertos que drenan áreas menores a 1000 hectáreas	50
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 hectáreas	100

Se evalúa inicialmente la vía como un colector tipo cuneta, de gran ancho y poca altura, para determinar si es capaz de drenar las aguas que recolecta sin necesidad de estructuras adicionales, por lo tanto, se utilizará un periodo de retorno de 5 años.

MÉTODO GUMBELL

Se organizaron los datos de mayor a menor y se hallaron los tiempos de retorno para cada uno, por la fórmula de Weibull:

Tr= (n-M)/m

Tr= Tiempo de retorno n = número de años

m = número de orden del dato

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N° 5. Calculo de la precipitación crítica. Método Gumbell

M	P(mm)	Tr (anos)
1	198,3	14
2	195,8	9,5
3	191,7	3,3

4	183,3	4,5
5	179,2	1,6
6	178,3	3,3
7	177,5	2,4
8	175	0,9
9	172,5	2,3
10	156,7	1,1
11	155	0,2
12	154,2	1
13	148,3	1,8
14	144,2	0,2
15	141,7	1,1
16	141,7	0,4
17	137,5	1,3
18	128,3	0,5
19	126,7	0,2
20	125,4	0,3
21	100	0,7
22	72,5	0,6

Estos datos se grafican en el Papel de Probabilidades Gumbell Tipo I y proyectando la recta, los resultados de precipitación para los diferentes tiempos de retorno son los siguientes:

P2= 162.50 mm

P5= 185.00 mm

P10= 198.00 mm

P25= 212.50 mm

P50 =225.00 mm

P10 = 262.50 mm

MÉTODO PEARSON III

En la siguiente tabla se muestran los resultados:

Pprom = 153.80 mm

Tabla N° 6. Calculo de la precipitación crítica. Método Pearson III

P(mm)	P - Pprom	(P - Pprom)2	(P - Pprom)3
198,3	44,49	1979,44	88067,13
195,8	41,99	1763,24	74039,9
191,7	37,89	1435,72	54400,77
183,3	29,49	869,71	25648,65
179,2	25,39	644,7	16369,48
178,3	24,49	599,8	14689,76
177,5	23,69	561,26	13296,74
175	21,19	449,05	9515,88
172,5	18,69	349,35	6529,67
156,7	2,89	8,36	24,16
155	1,19	1,42	1,69
154,2	0,39	0,15	0,06
148,3	-5,51	30,35	-167,2
144,2	-9,61	92,33	-887,25
141,7	-12,11	146,63	-1775,56
141,7	-12,11	146,63	-1775,56
137,5	-16,31	265,99	-4338
128,3	-25,51	650,71	-16599,12
126,7	-27,11	734,9	-19922,55
125,4	-28,41	807,08	-22928,31
100	-53,81	2895,42	-155799,82
72,5	-81,31	6611,17	-537548,08
I	0	21043,42	-459157,56

S = VX (P-Pprom)2 = V21043, 42/(22-1)

S = 31.65 —> S3= 31720.90

Calculo de la coeficiencia asimétrica:

Cs = [n £ (P - Pprom)3] (n - 1) (n - 2) S3]

Cs= (22*(-459157,5))/ (21*20*31720.90) = -0.76 -0.8

Entrando en la tabla de Pearson (Anexo 7) con este valor, se hallan los KT para los diferentes tiempos de retorno:

K2 = 0.132

K5= 0.856

K10=1.166

K25= 1.448

K50= 1-606

K100=1.733

P=Pprom + (Kit * S)

P2= 153.80 + (0.132*31.65) = 157.99 mm

P5 = 153.80 + (0.856*31.65) = 180.914 mm

P1o = 153.80 + (1.166*31.65) = 190.72 mm

P25 = 153.80 + (1.448*31.65) = 199.66 mm

P50 = 1 53.80 + (1 .606*31 .65) = 204.65 mm

P100 = 153.80 + (1.733*31.65) = 208.67 mm

Los datos de precipitación obtenidos para los diferentes periodos de retorno son los siguientes:

P2=1 57.99 mm

P5=180.91mm

P10= 190.72 mm

P25= 199.66 mm

P50 = 204.65 mm

P100 = 208.67 mm

MÉTODO DE LOG PEARSON III.

Para los mismos anos de tiempo de retorno, precipitación máxima en 24 horas y la fórmula de log Pearson II), se obtienen los siguientes datos:

Tabla N° 7. Calculo de la precipitación crítica. Método Log Pearson III

Log P (mm)	Log (P - Pprom	Log (P - Pprom)	Log(P - Pprom)
2,297322714	0,110340709	0,012175072	0,001343406
2,291812687	0,104830682	0,010989472	0,001152034
2,282622113	0,095640108	0,00914703	0,000874823
2,263162465	0,07618046	0,005803462	0,00044211
2,253338005	0,066356	0,004403119	0,000292173
2,251151343	0,064169338	0,004117704	0,00026423
2,249198357	0,062216352	0,003870874	0,000240832
2,243038049	0,056056043	0,00314228	0,000176144
2,236789099	0,049807094	0,002480747	0,000123559
2,195068996	0,008086991	6,539944E-05	5,28885E-07
2,190331698	0,003349693	1,12204E-05	3,7585E-08
2,188084374	0,001102368	1,215222E-06	1 .33962E-09
2,171141151	-0,015840854	0,000250933	-3,97499E-06
2,15896526	-0,028016745	0,000784938	-219914E-05
2,15136985	-0,035612155	0,001268226	-4,52E+00
2,15136985	-0,035612155	0,001268226	-4,52E+00
2,138302698	-0,048679307	0,002369675	-0,000115354
2,108226656	-0,078755349	0,006202405	-0,000488473
2,102776615	-0,08420539	0,007090548	-0,000597062
2,098297536	-0,088684469	0,007864935	-0,000697498
2	-0,186982005	0,03496227	-0,006537315
1 ,860338007	-0,326643999	0,106696302	-0,034851707
Z	-0,2309	0,225	-0,0385

Donde Log Pprom=2.186982005

S= VX (Log P - Log Pprom) 2 / (n-1) = V0, 2250/21

S =0,103502025 ^ S3 =0,0011 08783

Calculo de la coeficiencia asimétrica:

Cs= [n X (Log P - Log Pprom) 3]/ [(n - 1) (n - 2) S3]

Cs = (22*-0,0385) / (21 *20*0,001 1 08783) = -1 ,82» -1 ,80

Entrando en la tabla de Pearson (Anexo 7) con este valor, se hallan los KT para los

diferentes tiempos de retorno:

K2 = 0.282

K5 = 0.799

KI0 = 0.945

K25 = 1 .035

K50= 1-069

K100= 1-087

Las precipitaciones se obtuvieron con la fórmula:

LogPT = LogPprom + KT*S

Log P2 = 2, 1869 + (0.282*0.103502) = 2, 2162

Log P5 = 2, 1869 + (0.799*0.103502) = 2, 2697

Log P10 = 2, 1869 + (0.945*0.103502) =2, 2848

Log P25= 2, 1869 + (1.035*0.103502) = 2, 2941

Log P50 = 2,1869 + (1.069*0.103502) = 2,2976

Log P-,00 - 2,1869 + (1 .087*0.103502) = 2,2995

Los datos de precipitación obtenidos para los diferentes periodos de retorno son los siguientes:

P2 = 164,50 mm

P5 = 186,07 mm

P10 = 192, 66 mm

P25= 196, 84 mm

P50= 198, 44 mm

P100= 199, 29 mm

En la siguiente tabla se promedian los resultados arrojados por los métodos utilizados:

Tabla N° 8. Promedios de precipitaciones críticas

PRECIPITACION	GUMBELL	PEARSON III	LOS PEARSON III	PROMEDIO
P2	162.50	157.99	164,5	161,66
P5	185.00	180.91	186,07	183,99
Pfo	198.0	190.72	192,66	194,13
P25	212.50	199.66	196,84	203
P50	225.00	204.65	198,44	209,36
P100	262.50	208.67	199,29	223,49

Debido a que el área a intervenir es urbana se escogió para el diseño la mayor precipitación crítica para un periodo de retorno de 25 años. Donde:

Pc = 199.60 mm

Utilizando la fórmula de Manning:

Q= VxA Q = x Rh2/3 x S1/2x A

Ya que existe varios anchos de via en el proyecto, se escoge el ancho mas critico:

DIMENSIONES DE LAS VÍAS A INTERVENIR EN EL MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS			PARÁMETROS			CÁLCULOS		
Ancho mínimo (B) (m)	Altura mínima (h) (m)	Pendiente Mínima (S)	Rugosidad (n)	Tirante (Y) m	Área (A) m2	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (Rh) (m)	Caudal para sección calculada (m3/s)
4	0.15	0.01	0.013	0.15	0.60028	4.30	0.18	2.53

CONCLUSIONES

Con base en los análisis hidrológicos y las evaluaciones hidráulicas realizadas para el proyecto " **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS**", se establecen las siguientes conclusiones:

- Manejo de la Escorrentía Pluvial Vial: En la mayoría de los tramos de vía a intervenir, las aguas de escorrentía superficial se evacuarán longitudinalmente a través de la calzada propuesta, aprovechando el bombeo y la pendiente de la vía para que esta funcione hidráulicamente como un canal superficial de sección variable, garantizando el drenaje sin generar estancamientos sobre la superficie de rodadura.
- Capacidad Hidráulica y Caudal de Diseño: De acuerdo con la evaluación hidrológica para un periodo de retorno de T = 25años, la red vial a intervenir evacuará un caudal pico promedio de 2,53m^3. Los chequeos hidráulicos demuestran que las secciones transversales y las pendientes longitudinales proyectadas ofrecen la capacidad suficiente para transportar dicho caudal dentro de los límites de velocidad y tirante permisibles, evitando represamientos o anegamientos en el sector.
- Obras de Arte y Transversales de Drenaje: Debido a la presencia de un canal de escorrentía que intercepta transversalmente el trazado vial interrumpiendo la continuidad del tránsito, se proyecta la construcción de dos (2) box culvert de sección 1,0m x 1,0m. Estas estructuras permitirán restituir el flujo natural del canal, garantizando el paso seguro de la vía y la estabilidad de la estructura del pavimento.
- Disposición Final de las Aguas: La descarga final de la escorrentía pluvial recolectada se efectuará de forma controlada hacia los microcaños y drenajes naturales existentes en el área de influencia del proyecto, los cuales conducen los caudales hacia la zona costera y su vertimiento final al mar Caribe, asegurando la entrega sin generar afectaciones por erosión o socavación en predios aledaños.

JUAN CARLOS ARIAS
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL.
MAT. PROF.20260-271217 CES

LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

SOPORTE TÉCNICO 07

DISEÑO DE SEÑALIZACIÓN VIAL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

PROYECTO
MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.



DISEÑO DE SEÑALIZACION

RESPONSABLE: JORGE LOPEZ

LOS CORDOBAS – CORDOBA.
SEP DE 2026.

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

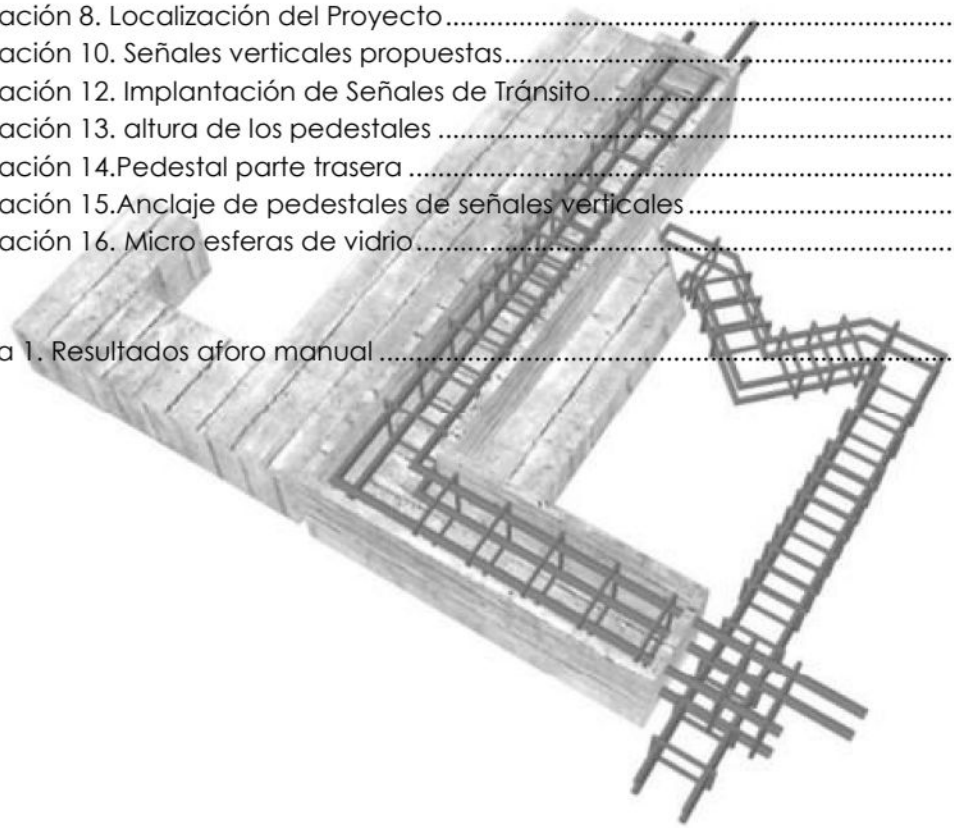
CONTENIDO

1. INTRODUCCION. 3
2. ANTECEDENTES. 4
3. OBJETIVOS 5
   OBJETIVO GENERAL 5
   OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
4. MARCO DE REFERENCIA 6
5. CLASIFICACIÓN DE SEÑALES 7
   SEÑALES REGLAMENTARIAS 7
   SEÑALES PREVENTIVAS 9
   SEÑALES INFORMATIVAS 10
   LÍNEAS LONGITUDINALES 11
   LÍNEAS TRANSVERSALES 11
6. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 12
   LÍMITES DEL MUNICIPIO 12
7. ESTUDIOS DE SOLUCIÓN ADOPTADA 13
   CONTEO VIAL 13
8. DISEÑO PROPUESTO 15
   SEÑALES VERTICALES PROPUESTAS 15
   IMPACTO Y BENEFICIOS 15
9. DESCRIPCIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES PROPUESTAS 15
   SR-01 PARE 15
10. ESPECIFICACIÓN DE TÉCNICAS E INSTALACIÓN DE LAS SEÑALES 15
   SEÑALES VERTICALES – PARTES 15
      TABLERO 16
      PEDESTAL 16
      ANCLAJE AL TERRENO 17
   SEÑALES HORIZONTALES O DEMARCACIONES 18
      IMPRIMANTE ACRÍLICO 18
      PINTURA PARA DEMARCACIÓN DE PAVIMENTOS BASE SOLVENTE 18
      MICRO ESFERAS 19
   PATRONES DE LAS LÍNEAS 20
11. CONCLUSIONES 21

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Ilustración 1.Señales de tránsito reglamentarias 7
Ilustración 2.Señales de tránsito reglamentarias 8
Ilustración 3.Señales de tránsito preventivas 9
Ilustración 4.Señales de servicios generales 10
Ilustración 5.Señales de identificación y localización turística 10
Ilustración 6. Demarcaciones longitudinales 11
Ilustración 7. Demarcaciones transversales 11
Ilustración 8. Localización del Proyecto 12
Ilustración 10. Señales verticales propuestas 15
Ilustración 12. Implantación de Señales de Tránsito 15
Ilustración 13. altura de los pedestales 17
Ilustración 14.Pedestal parte trasera 17
Ilustración 15.Anclaje de pedestales de señales verticales 18
Ilustración 16. Micro esferas de vidrio 19

Tabla 1. Resultados aforo manual 13



1. INTRODUCCION.

Una vía debe garantizar funcionalidad, seguridad y comodidad; estos aspectos se logran mediante el diseño geométrico, estudios de tránsito, el proceso constructivo y la señalización implementada. Las señales de tránsito son indispensables para garantizar el buen funcionamiento de una vía y su mala ubicación o ausencia puede provocar alteraciones de tráfico y desorden social. Su importancia se debe a que son herramientas muy sencillas y de mucha utilidad, ya que son de fácil comprensión tanto para conductores como para peatones y se usan de distintas formas, ya sea para prevenir, informar o describir características técnicas de un tramo de vial, enforcado en la anterior la mayoría de las vías del municipio están falta de señalización. Ante esta problemática, se busca la implementación de este diseño cuyo objetivo es garantizar la transitabilidad y accesibilidad de la red vial del municipio, priorizando corredores viales bien informados que permitan incrementar la productividad del campo y la calidad de vida en las regiones.



2. ANTECEDENTES.

Mucho antes de la invención de los automotores, ya se presentaban incidentes en los cuales los protagonistas eran coches impulsados por tracción animal o humana, pero con la aparición de los vehículos impulsados por motores, estos hechos se presentaban cada día con mayor frecuencia; tales invenciones en el transporte no fueron acompañadas de una propuesta pedagógica y de conciencia hacia las personas que hacían uso de estos medios de trasporte, los riesgos de las altas velocidades y el no consenso de una señalización clara y definida para la organización de las prioridades en la vía dieron como resultado una gran cantidad de accidentes y muertes en este tipo de actividades.

> "Los accidentes viales ocurrieron antes de la aparición del automotor; hay registro de eventos con trenes, ciclistas y carros de tracción animal desde el siglo XIX. Luego de la segunda guerra mundial, el uso del automóvil se convirtió en el siglo XX en un fenómeno global que llevó a que su producción aumentara de 11 millones en 1950 a 71 millones en 2007; desde los años noventa del siglo pasado ocurre un fenómeno semejante de masificación de la producción y uso de las motocicletas, especialmente en países con economías emergentes. Los vehículos de motor se convirtieron en el siglo XXI en artículos de consumo masivo que modifican el comportamiento humano, estimulan la movilidad individual, dan estatus y son símbolo de prosperidad. Por su parte, la planificación urbana, la expansión de las mallas viales, la cultura y la educación ciudadana no acompañaron tal fenómeno y la motorización de la vida humana generó, entre otros efectos negativos, el problema de la seguridad vial." (Cabrera, Velásquez, & Valladares, 2009, pág. 3).

En Colombia el segundo caso de fatalidad registrado en el año 2021fueron los accidentes de tránsito, cifra que ha aumentado su valor en los últimos años, sin que las autoridades tomen en serio su rol de concientizar y capacitar a las personas en el uso responsable de sus vehículos o medios de transporte.

En el municipio las vías carecen de señalización adecuada, presentando una gran dificultad y peligrosidad en la movilidad peatonal y vehicular, poniendo en alto riesgo la vida de los peatones y conductores.

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Elaborar diseño que permita que el proceso de presupuestar e implementar las señales viales resultantes, de una manera más clara y cómoda, mediante la interpretación de la normatividad vigente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la recopilación de información del tema, principalmente del MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL DE COLOMBIA DISPOSITIVOS UNIFORMES EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA LA REGULACIÓN DEL TRANSITO Y LA SEGURIDAD VIAL 2024 y documentos a fines, para así poder desglosar el proceso de señalización vial.
- Organizar y generar las pautas que se deben tener en cuenta a la hora de analizar la inclusión o no de señales verticales (tales como señales reglamentarias, preventivas, informativas, etc.) y demarcaciones (señalización horizontal), en un diseño de señalización.



4. MARCO DE REFERENCIA

Señal de tránsito: Es un símbolo que indica la necesidad de una maniobra, la prevención de un obstáculo, la restricción de alguna acción o informa algún sitio o ruta de interés. Esta señal debe ser prevista desde una distancia considerable y que a su vez es dependiente de la velocidad de diseño del tramo de la vía, además debe tener un buen índice de retroflexión de tal forma que pueda ser detectada en cualquier hora del día y en cualquier situación climática.

Señalización vial: Es el conjunto de símbolos utilizados para organizar el tráfico vial. Este sistema nace de la necesidad de implementar un lenguaje universal y de fácil comprensión para conductores y peatones, que permita ordenar y dirigir el tráfico vehicular. Las señales de tránsito se dividen principalmente en dos sistemas, señales verticales y señales horizontales, cada uno con ciertas características que permiten comodidad en su implantación dependiendo la necesidad.

Señales verticales: Son las encargadas de advertir peligros, informar rutas y sitios de interés o reglamentar limitaciones de un trayecto de vía. La implementación de las mismas debe hacerse de tal forma que no haya un exceso de señales de tránsito, ya que puede llegar a obstaculizar la visualización del conductor.

Señales horizontales: Son señales utilizadas para controlar el tráfico, encargándose se advertir y guiar a los usuarios en la vía, siendo en algunos casos utilizadas como señal complementaria. Estas no utilizan espacios adicionales y por eso ello se convierte en señales de mucha utilidad en lugares con escases de espacio.

5. CLASIFICACIÓN DE SEÑALES

En generales las señales se dividen en dos grandes grupos, como lo son las horizontales y las verticales.
De acuerdo a su función las señales de tránsito verticales se clasifican en:

SEÑALES REGLAMENTARIAS

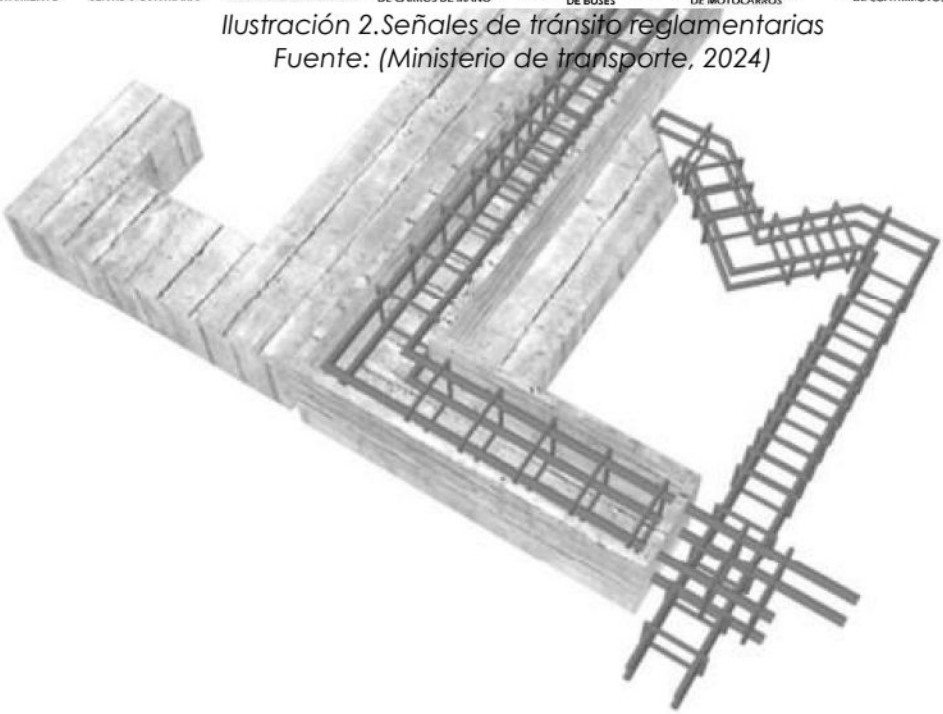
Se usan para notificar a los usuarios las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones en una vía determinada, que muestran a continuación:



Ilustración 1.Señales de tránsito reglamentarias
Fuente: (Ministerio de transporte, 2024)



Ilustración 2.Señales de tránsito reglamentarias
Fuente: (Ministerio de transporte, 2024)



SEÑALES PREVENTIVAS

Advierten la existencia de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía, de forma temporal o permanente:

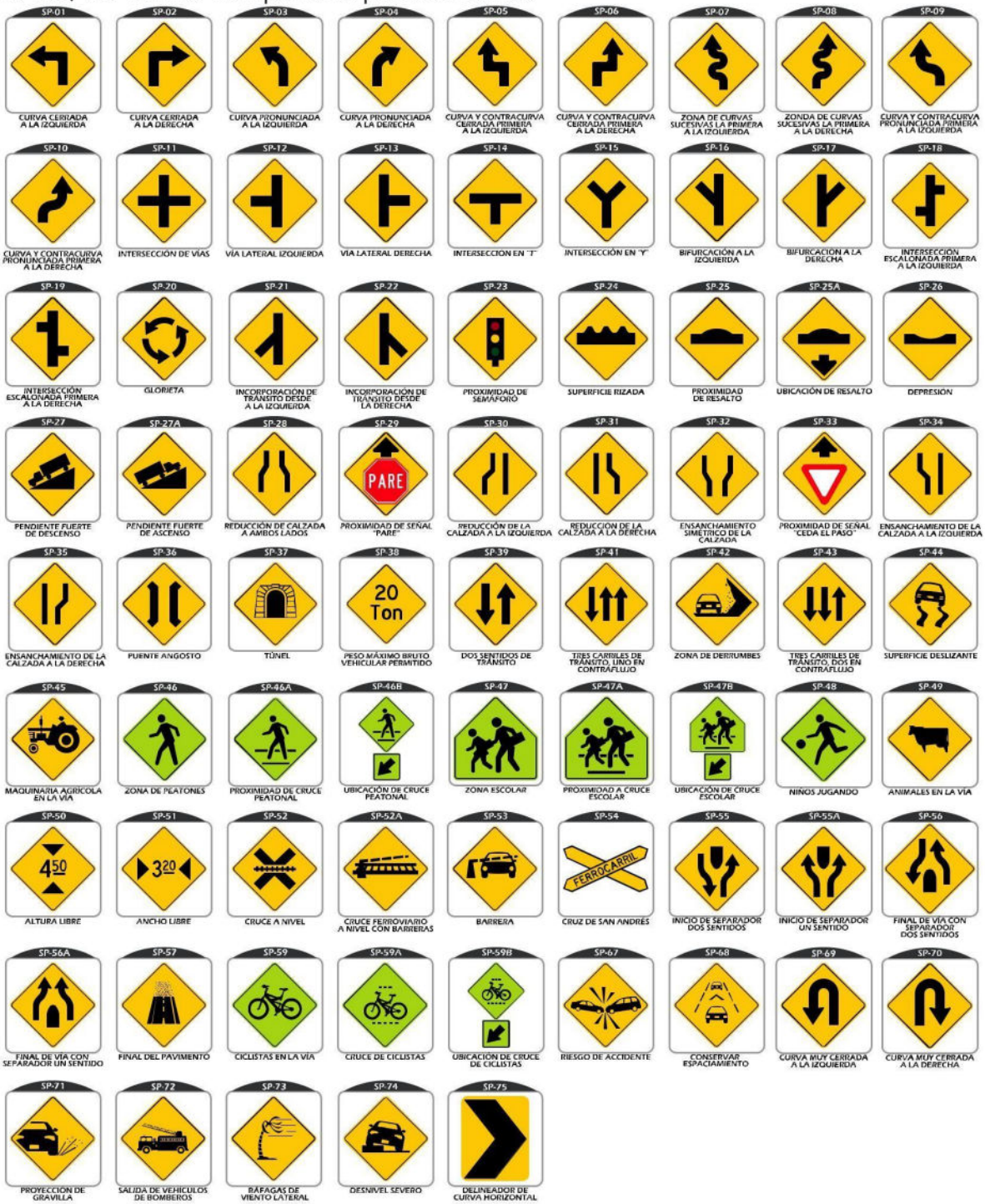


Ilustración 3.Señales de tránsito preventivas
Fuente: (Ministerio de transporte, 2024)

SEÑALES INFORMATIVAS

Se encargan de guiar a usuarios de la vía en cuanto a sitios de interés, rutas más eficientes, ubicación de ciudades, localidades o municipios y/o servicios públicos.



Ilustración 4.Señales de servicios generales
Fuente: (Ministerio de transporte, 2024)



Ilustración 5.Señales de identificación y localización turística
Fuente: (Ministerio de transporte, 2024)

De acuerdo a su función las **SEÑALES DE TRÁNSITO HORIZONTALES** se dividen en:

LÍNEAS LONGITUDINALES

Se emplean para delimitar carriles y calzadas, para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o de cambio de carril, zonas con prohibición de estacionar, y para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, a su vez estas líneas de dividen en: Líneas de carriles segmentadas. Líneas de carril continuas.

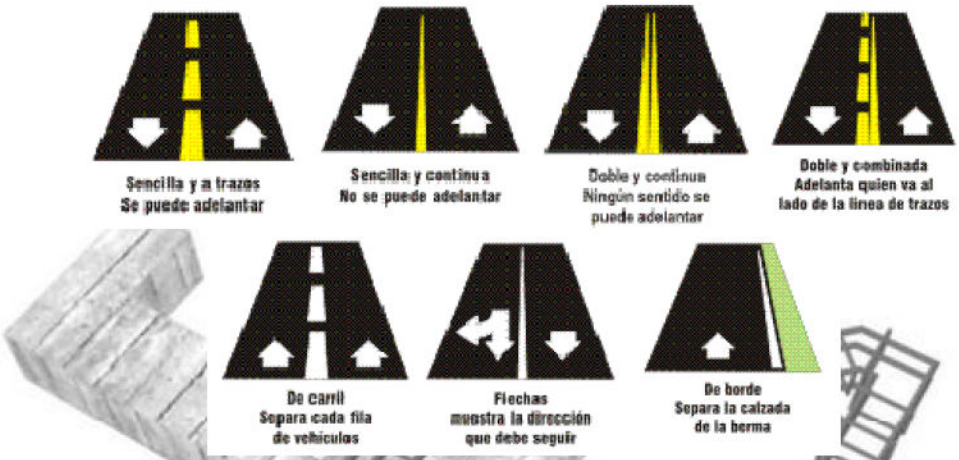


Ilustración 6. Demarcaciones longitudinales
Fuente: (Conducir Colombia, 2024)

LÍNEAS TRANSVERSALES

Se emplean fundamentalmente en intersecciones para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para demarcar senderos destinados al cruce de peatones o de bicicletas. Se clasifican en: Líneas de detención: Indican el lugar ante el cual los vehículos que se aproximan a una intersección o a un paso para peatones o de ciclistas deben detenerse y Líneas de cruce: Éstas delimitan y señalan el sendero destinado al cruce de peatones o de ciclistas en la calzada.

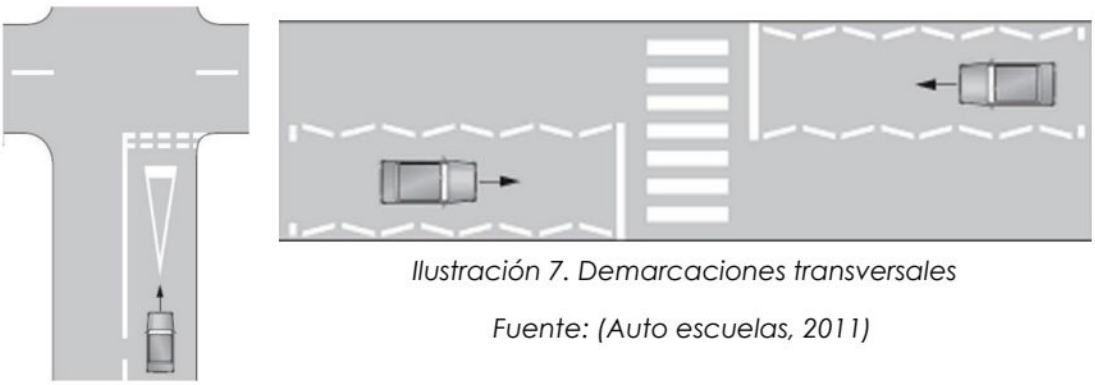


Ilustración 7. Demarcaciones transversales

Fuente: (Auto escuelas, 2011)

6. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



Ilustración 8. Localización del Proyecto

El Municipio de Los córdobas está ubicado en las coordenadas 8°53'43"N 76°21'17"O, más específicamente en la parte noroeste del departamento de Córdoba, situado a 57 km de la capital (Montería) es uno de los 30 municipios que conforman el departamento de Córdoba, localizado en la zona costanera; cuenta con una extensión territorial de 430 km2.

LÍMITES DEL MUNICIPIO

Norte:	Municipio de Puerto Escondido	Departamento de Córdoba
Sur:	Municipio de Canalete	Departamento de Córdoba
Oriente:	Municipio de Montería	Departamento de Córdoba
Occidente:	Mar Caribe	Departamento de Córdoba

7. ESTUDIOS DE SOLUCIÓN ADOPTADA

Los estudios de ingeniería son importantes porque por medio de su elaboración, se tiene la visión de cuáles son las alternativas de solución que se van adoptar en un proyecto, estos nos dan la pauta de cuál es el estado actual, su ordenamiento territorial, de movilidad vehicular y peatonal del sitio de implantación del propósito a seguir.
La naturaleza de los estudios se basa en la recopilación de datos de campo, para su posterior análisis y tabulación de resultados para obtener la sustentación adecuada para realizar la pre factibilidad, luego a la toma de decisiones las cuales nos transporten a la consecución directa hacia la factibilidad y posteriormente adoptar la alternativa de solución más adecuada para la consecución de nuestro proyecto.
Para la consecución de nuestro proyecto copilamos información de varios estudios de ingeniería, tales como el conteo vial y el diseño geométrico, los cuales nos mostraron el camino a seguir para la realización de este trabajo y son presentados a lo largo de la consecución de este capítulo.

CONTEO VIAL

VEHICULOS	VEHICULOS SEMANALES	%	PROMEDIO VEHICULOS DIARIO
AUTOS	266	78.01%	38
BUSES	0	0.00%	0
C2P	39	11.44%	6
C2G	36	10.56%	5
C3	0	0.00%	0
C4	0	0.00%	0
C2-S1	0	0.00%	0
C2-S2	0	0.00%	0
C3-S1	0	0.00%	0
C3S2	0	0.00%	0
C3S3	0	0.00%	0
TOTAL	**341**	**100.00%**	**49**

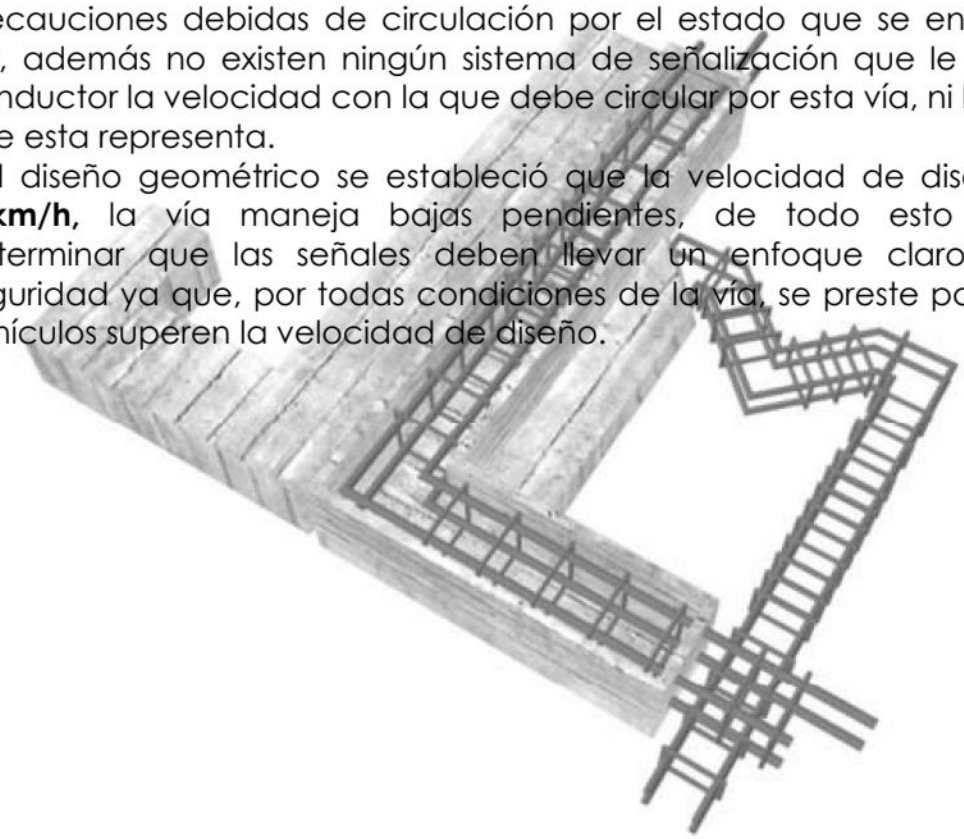
Tabla 1. Resultados aforo manual

Los resultados obtenidos son en base a un aforo manual realizado, nos dan una evaluación que en el transcurso de veinte años la circulación vehicular se incrementara de acuerdo a los resultados que se presentan en la tabla anterior, de cual interpretamos que el tipo de vehículo que más circula por la vía son los automóviles con un 78.01%, este porcentaje preocupa ya que los automóviles tienen a circular por encima del límite de velocidad, en el traslado de un lugar a otro, generando la proliferación de accidentes de tránsito, ya que la vía cuenta con anchos variables, lo que genera una

falsa confianza a este tipo de vehículos, para lo cual se deben tomar las medidas pertinentes utilizando mecanismos de control, sin que afecte la circulación de los otros tipos de vehículos.

Al momento de movilizarnos en un vehículo debemos tomar en cuenta dos factores que influyen durante nuestro desplazamiento, estos son la velocidad de circulación y el diseño geométrico de la vía por la cual transitamos, ya que de esto depende que la circulación sea normal, el diseño geométrico nos muestra todas las características de la vía como son la topografía, donde está implantada la vía, para optar circular con una velocidad adecuada, al conductor que transita por esta vía debe toma las precauciones debidas de circulación por el estado que se encuentra la vía, además no existen ningún sistema de señalización que le indique al conductor la velocidad con la que debe circular por esta vía, ni los peligros que esta representa.

Del diseño geométrico se estableció que la velocidad de diseño es de **30km/h,** la vía maneja bajas pendientes, de todo esto podemos determinar que las señales deben llevar un enfoque claro hacia la seguridad ya que, por todas condiciones de la vía, se preste para que los vehículos superen la velocidad de diseño.



8. DISEÑO PROPUESTO

la solución más factible y la que se está planteando es realizar el diseño de un sistema de señalización vial a lo largo de las vías del proyecto, el cual cumplirá con todas las especificaciones técnicas requeridas.

SEÑALES VERTICALES PROPUESTAS

Señal reglamentaria de tránsito SR-01 (PARE)				UND	31

Ilustración 9. Señales verticales propuestas

IMPACTO Y BENEFICIOS

El diseño pretende mejorar muchos aspectos negativos que puedan ocurren en las vías de estudio una vez entre en funcionamiento y los presentamos a continuación.

- Reducir la cantidad de accidentes que se puedan presentar vía de estudio.
- Que las señales verticales propuestas para la vía mantengan informado a los conductores sobre las velocidades de circulación.

9. DESCRIPCIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES PROPUESTAS

SR-01 PARE: es una señalización reglamentaria caracterizada por su forma octagonal, permite a los conductores identificarla al instante desde cualquier ángulo. Su función principal es ordenar la detención total y obligatoria del vehículo en los límite de la intersección.

10. ESPECIFICACIÓN DE TÉCNICAS E INSTALACIÓN DE LAS SEÑALES

SEÑALES VERTICALES – PARTES

El color y la forma son características representativas de cada señal que permiten la fácil comprensión de los usuarios. El color en las señales se logra mediante el material retrorreflector, aplicación de tintas traslúcidas, tintas de transferencia térmica por impresión digital o mediante un sobre laminado traslúcido coloreado o mediante una sobre capa transluciente.

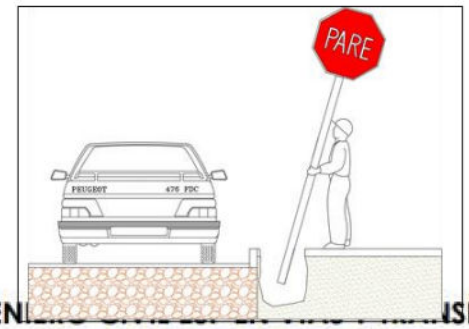


Ilustración 10. Implantación de Señales de Tránsito

TABLERO

El tablero se fabricará con lámina de acero galvanizado calibre dieciséis (16), con una tolerancia de más o menos quince centésimas de milímetro (1,5+0,15 mm), revestida por ambas caras con una capa de zinc por inmersión en caliente o por electrólisis. La medida del espesor se podrá efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

SR-01 PARE



PEDESTAL

El pedestal de las señales verticales será fabricado en ángulo de acero con un límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm2). Para el soporte principal de la señal se utilizará ángulo de 2" x 2" x 1/4"y los elementos trasversales que conforman la cruceta de soporte de tablero y el anclaje de la parte inferior con ángulo de 2" x 2" x 1/8", soldado en forma de T. Así mismo, se puede utilizar tubo galvanizado de 2" de diámetro y 2 mm de espesor, dependiendo de las necesidades del sector a señalizar.

La longitud de los pedestales varía de acuerdo con los diferentes tipos y tamaños de las señales, los cuales no contaran con traslapo ni añadiduras o soldaduras de reparación.

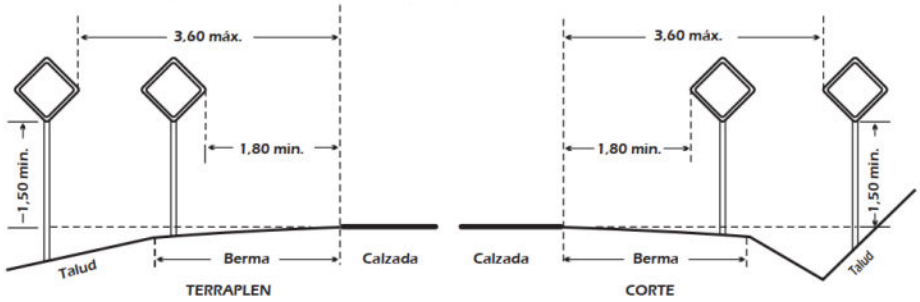


Ilustración 11. altura de los pedestales

La soldadura utilizada deberá tener una resistencia mayor al veinticinco por ciento (25%) de la resistencia del acero. Los acabados y bordes no podrán presentar filos ni puntas, estos deberán ser redondeados y para recubrir el elemento se utilizará pintura electrostática blanca.
Con el fin de sujetar el tablero a la estructura, la cruceta del pedestal deberá contar con ocho (8) perforaciones, de las cuales las cuatro (4) externas serán de diámetro 5/16" para la fijación de los tornillos y cuatro (4) internas con diámetro 3/16" para la fijación de los remaches.



Ilustración 12.Pedestal parte trasera

ANCLAJE AL TERRENO

Para las señales verticales fabricadas en pedestal de ángulo y en tubo galvanizado la cimentación se efectuará en una excavación cilíndrica con un diámetro de 25 centímetros por 60 centímetros de profundidad. Para la señalización con pedestal de tubo galvanizado, se debe efectuar una excavación cilíndrica con diámetro de 25 centímetros por 60 centímetros de profundidad.

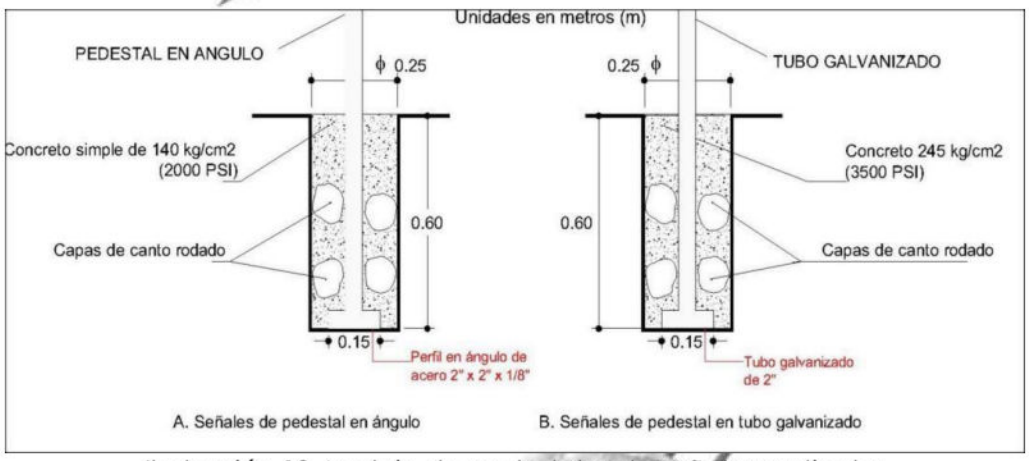


Ilustración 13.Anclaje de pedestales de señales verticales

SEÑALES HORIZONTALES O DEMARCACIONES

Se hace claridad que los materiales que se emplearán deben cumplir con las características expuestas en las Normas NTC 1360, NTC 4744-1 y NTC 5867, a continuación, se describe el orden en el que debe ir las capas de puntura:

IMPRIMANTE ACRÍLICO

Se denominan con este nombre a los productos que se emplean como primera capa sobre la que posteriormente se aplica el producto definitivo, y que están constituidas por resinas sintéticas en disolución, cuya naturaleza guarda relación con el fin para el que son aplicadas, Sirven asimismo como barrera protectora para los materiales sensibles a determinadas características de ciertos pavimentos. Tal es el caso de los de hormigón, cuya alcalinidad es incompatible con los ligantes saponificables de algunos materiales de. Una vez realizada la imprimación, se deberá implementar la pintura de demarcación máximo 72 horas después de imprimar, teniendo en cuenta que después de ese tiempo, el imprimante pierde la propiedad de adherencia entre la pintura y la superficie del pavimento.

PINTURA PARA DEMARCACIÓN DE PAVIMENTOS BASE SOLVENTE

Estos materiales corresponden a las pinturas para tráfico base solvente pura y pueden ser aplicadas con equipos airless o equipos convencionales de spray. El espesor húmedo de aplicación debe ser máximo 20 millas y la temperatura superficial debe estar sobre los 10 °C y al menos 3 °C sobre el punto de rocío.

Dada su naturaleza volátil, se requiere un adecuado procedimiento de almacenaje con el objetivo de minimizar la probabilidad de explosiones. De igual manera que la pintura base de agua, el producto debe estar en un lugar ventilado. Para este tipo de material el contrato exigirá un espesor seco mínimo de 9 millas y un 51% de sólidos por volumen.

MICRO ESFERAS

Estos elementos se disponen en la superficie de ciertas marcas viales para proporcionar retrorreflexión (visibilidad nocturna a las marcas).
La retrorreflexión final de la marca vial depende entre otras cosas, en lo que se refiere a las micro-esferas de vidrio, de su índice de refracción, de su granulometría, de su esfericidad y del número de defectos que tengan. La durabilidad de esta retrorreflexión depende, sin embargo, del conjunto pintura/micro-esferas y de la resistencia al desgaste del material base, pero en lo que concierne a este capítulo, dependerá de su dosificación, del grado de hundimiento de las micro esferas en la capa de pintura y de la fuerza con que éstas estén agarradas a ella.



Ilustración 14. Micro esferas de vidrio

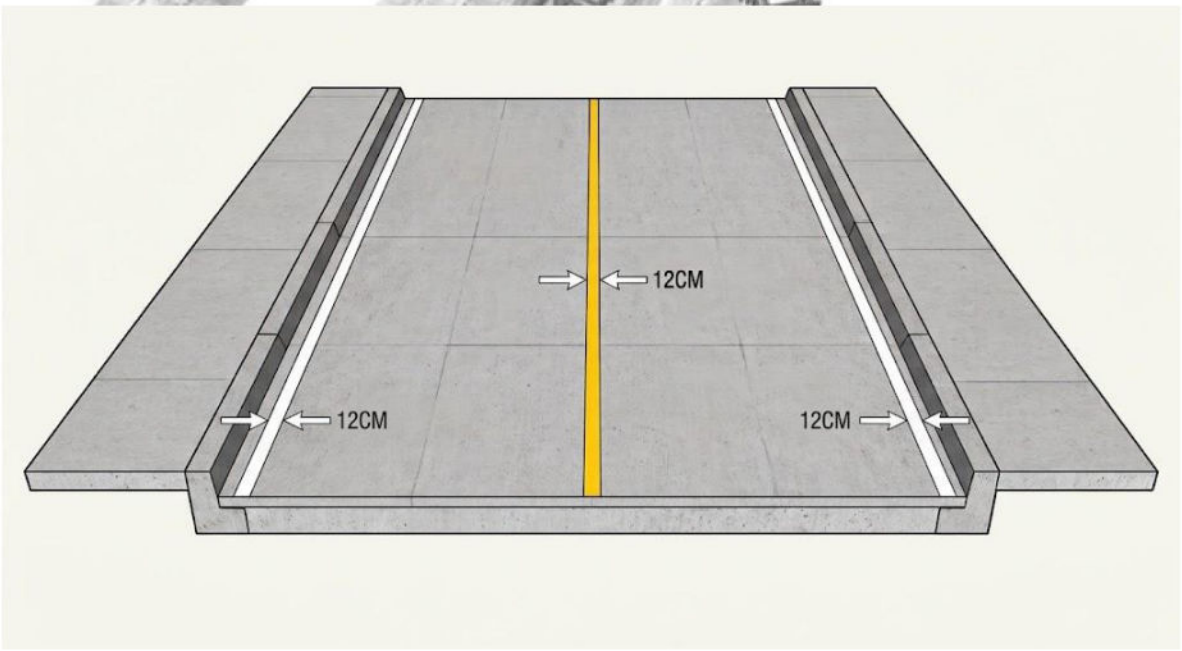
PATRONES DE LAS LÍNEAS

El patrón de una línea segmentada puede variar entre 4 m y 12 m. La relación entre el tramo demarcado y la brecha varía según la velocidad máxima permitida de la vía, la velocidad de diseño de esta vía es de **30 km/h**.

Tabla 3-3 Patrón - Demarcación / Brecha para líneas segmentadas

Velocidad máxima de la vía (km/h)	Patrón p(m)	Relación demarcación brecha	Largo demarcación (m)	Largo brecha (m)
Mayor a 60	12	3 a 5	4,5	7,5
Menor o igual a 60	8	3 a 5	3	5
Ciclovía	3	1 a 2	1	2

Todas las líneas tienen un **ancho de 12 cm**, esto incluye las líneas centrales y las líneas de borde.

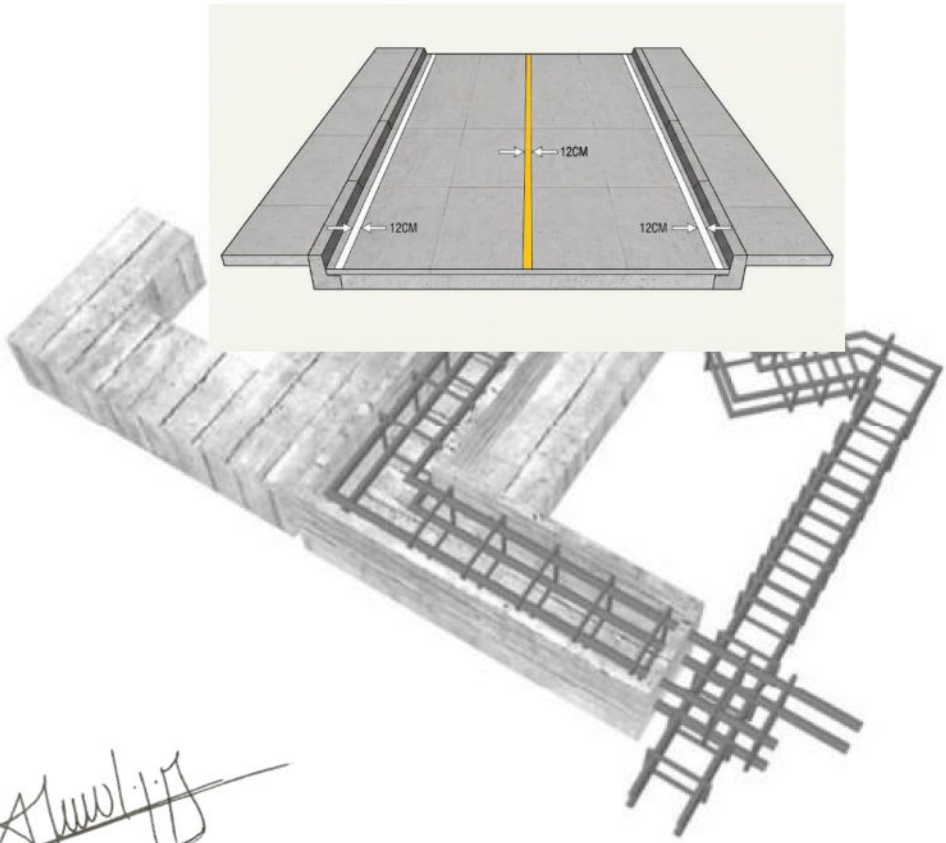


INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

11. CONCLUSIONES

- La falta de la señalización adecuada, el aumento poblacional, el incremento del parque automotor que circulara por esta vía y el mejoramiento es esta misma, son los factores que producen que en la vía objeto de nuestro diseño, tenga un aumento en el índice de accidentalidad, si no se toman las medias propuestas en este diseño:

Señal reglamentaria de tránsito SR-01 (PARE)				UND	31



JORGE A LOPEZ M
Ingeniero Civil.
Especialista en Vías.
TP: 22202-344254 COR

LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

SOPORTE TÉCNICO 08

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

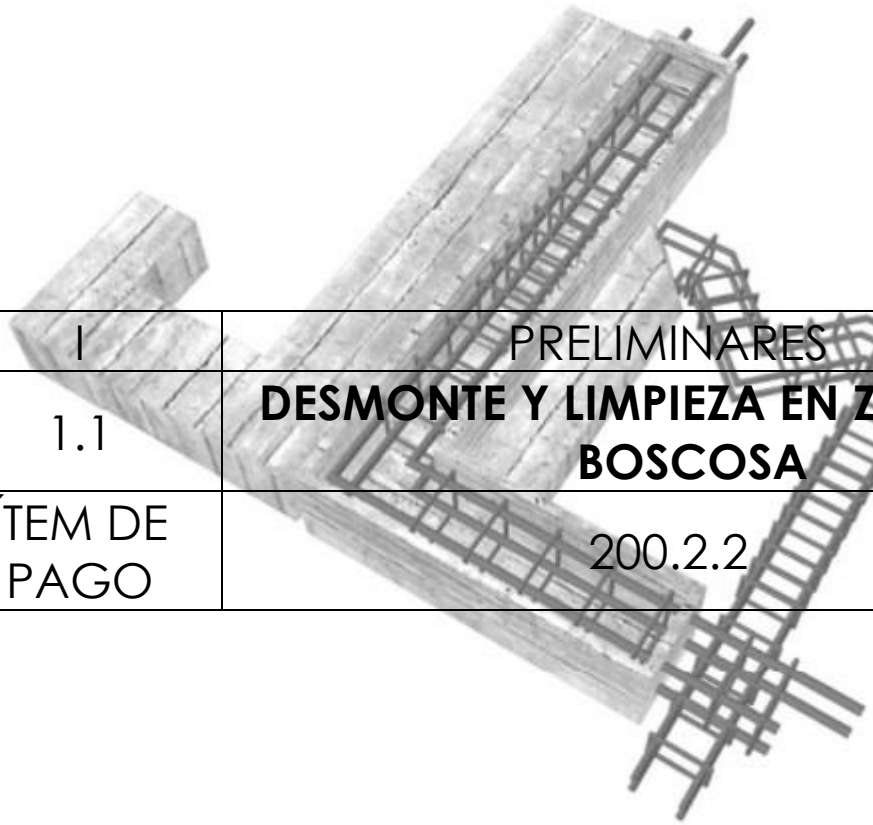
SEP 2026

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

INDICE

DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONA NO BOSCOSA 2
DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS 3
EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMÚN EN SECO, INCLUYE TRANSPORTE 4
EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR, INCLUYE TRANSPORTE 5
RELLENOS CON MATERIAL FILTRANTE (PIEDRA RAJON) 6
AFIRMADO 7
SUBBASE GRANULAR 8
PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO MR-40 KG/CM2 9
ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI 10
ADECUACIÓN DE MANHOLES EN CONCRETO DE 3000 PSI 11
BORDILLO EN CONCRETO DE 3000 PSI DE 15X15 CM FUNDIDO IN SITU, INCLUYE ACERO 12
ANDEN EN CONCRETO E:10CM, INCLUYE ACERO 13
SEÑALES VERTICALES DE TRANSITO 14
SEÑALES HORIZONTALES DE TRANSITO (DEMARCACION VIAL) 15
EXCAVACIÓN A MANO DE MATERIAL HUMEDO INCLUYE TRANSPORTE. 16
RELLENOS CON MATERIAL FILTRANTE (PIEDRA RAJON) 17
SOLADO EN CONCRETO DE 2000 PSI 18
CONCRETO REFORZADO DE 4.000 PSI PARA BOX CULVERT 19
ACERO DE REFUERZO 60,000 PSI PARA BOX CULVERT. 20
RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL SELECCIONADO. INCLUYE TRANSPORTE DEL MATERIAL AL SITIO DE LA OBRA 21
BARANDAS METÁLICAS FY= 345 MPA 22
EMPEDRADO DE PROTECCION 23

JLM
JORGE LOPEZ MORENO



I	PRELIMINARES
1.1	**DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONA NO BOSCOSA**
ÍTEM DE PAGO	200.2.2

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Desmonte y limpieza

Artículo 200 – 22

200.1 Descripción

200.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en las áreas que deben ocupar las obras del proyecto vial y las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, que se encuentren cubiertas de rastrojo, maleza, bosque, pastos, cultivos, etc., incluyendo la remoción de tocones, raíces, escombros y basuras, de modo que el terreno quede limpio y libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos.

El trabajo debe incluir, también, el retiro y la disposición final dentro o fuera de la zona del proyecto, de todos los materiales provenientes de las operaciones de desmonte y limpieza, previa autorización del interventor, atendiendo las normas y disposiciones legales vigentes, entre ellas las obligaciones que deriven de los permisos y licencias emanadas de la autoridad ambiental competente; siendo de gran importancia el manejo y protección de la fauna silvestre contenidos en la guía ambiental; además de los aspectos generales dispuestos en el artículo 106, Aspectos ambientales y en los lineamientos ambientales para la construcción de infraestructura del Programa Nacional de Transporte Urbano, emitido por el Ministerio de Transporte (Plan de manejo forestal, silvicultura y paisajístico, entre otros).

Al finalizar cada jornada de trabajo no deben quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso.

200.1.2 Clasificación

El desmonte y limpieza se clasifica de acuerdo con los siguientes criterios:

200.1.2.1 Desmonte y limpieza en bosque

Comprende la tala de árboles, remoción de tocones, desraíce y limpieza de las zonas donde la vegetación se presenta en forma de bosque continuo.

200.1.2.2 Desmonte y limpieza en zonas no boscosas

Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos.

También comprende la remoción total de árboles aislados o grupos de árboles dentro de superficies que no presenten características de bosque continuo.

200.2 Materiales

Los materiales obtenidos como resultado de la ejecución de los trabajos de desmonte y

limpieza, se deben disponer de acuerdo con lo establecido en el numeral 200.4.4.

200.3 Equipo

El equipo empleado para llevar a cabo los trabajos de desmonte y limpieza debe ser compatible con los procedimientos de ejecución adoptados y requiere la aprobación previa del interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y su eficiencia se ajusten al programa de ejecución de los trabajos y al cumplimiento de las exigencias de esta especificación.

200.4 Ejecución de los trabajos

200.4.1 Desmonte y limpieza

Los trabajos de desmonte y limpieza se deben efectuar en todas las zonas señaladas en los planos o indicadas por la interventoría y de acuerdo con procedimientos aprobados por esta, tomando las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad satisfactorias. Salvo que los documentos del proyecto indiquen algo diferente, dichas zonas deben abarcar, como mínimo, los límites indicados en la Tabla 200 – 1.

Tabla 200 – 1. Límite de áreas para desmonte y limpieza

Tipo de zona	Límite área
Áreas de fundación de terraplenes.	Hasta un metro (1 m) más, afuera del pie del terraplén.
Áreas de excavación.	Hasta un metro (1 m) más, afuera de los bordes superiores.
Fajas de emplazamiento de canales, zanjas y otras obras de drenaje.	Hasta cero coma cincuenta metros (0,50 m) más, afuera de las líneas de borde.
Áreas de excavación para fundaciones de estructuras.	Hasta un metro (1 m) más, afuera de las líneas de excavación.
Áreas de emplazamiento de las cercas que delimitan la faja de derecho de vía.	En un metro (1 m) de ancho.
Áreas de cauce de escurrimientos naturales.	Toda el área dentro de los límites definidos por el proyecto.
Áreas de cruce de cultivos y plantaciones agrícolas.	Toda el área delimitada por los cercos.

No se debe permitir el procedimiento de desmonte mediante quema, así sea controlada. Tampoco se debe admitir el uso de herbicidas, para ambos casos, sin previo permiso de la autoridad ambiental competente, con la aprobación de la interventoría.

Para evitar daños en las propiedades adyacentes o en los árboles que deban permanecer en su lugar, se debe procurar que los árboles a ser derribados caigan en el centro de la zona objeto de limpieza, troceándolos por su copa y tronco progresivamente, cuando así lo exija el interventor. Las ramas de los árboles que se extiendan sobre el área que, según el proyecto, vaya a estar ocupada por la corona de la vía, deben ser cortadas o podadas para dejar un claro mínimo de seis metros (6 m), a partir del borde de la superficie de esta.

Para el inicio de la actividad, debe efectuarse una visita previa. Esta visita de inspección se debe realizar por el especialista ambiental tanto del contratista como del interventor, así como los directores de la obra; de ella, se debe generar un acta en la que deben quedar consignados los lineamientos de equipo, del personal y de la ejecución.

200.4.2 Remoción de tocones y raíces

En aquellas áreas donde se deban efectuar trabajos de excavación, todos los troncos, raíces y otros materiales inconvenientes, deben ser removidos hasta una profundidad no menor de sesenta centímetros (60 cm), contados desde la superficie de la subrasante del proyecto.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de contención o drenaje, los tocones, raíces de más de diez centímetros (10 cm) de diámetro y demás materiales inconvenientes, se deben eliminar hasta una profundidad no menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo de la superficie que se deba descubrir de acuerdo con las necesidades del proyecto; además de las medidas que el interventor avale con base en los métodos de demolición adoptados y teniendo en cuenta las disposiciones ambientales descritas en el artículo 106.

Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, se pueden cortar a ras del suelo.

Igualmente, las oquedades, huecos o vacíos causados por la extracción de tocones y raíces, se deben rellenar con el suelo que haya quedado al descubierto al hacer la limpieza y, para su conformación, se debe apisonar hasta obtener un grado de compactación similar al del terreno adyacente y la superficie se debe ajustar a la del terreno circundante.

200.4.3 Descapote

El volumen de la capa vegetal que se remueva al efectuar el desmonte y la limpieza, no debe incluirse dentro del trabajo objeto del presente artículo. Dicho trabajo se encuentra cubierto por el artículo 210, Excavación de la explanación, canales y préstamos.

200.4.4 Remoción y disposición de materiales

Los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento, deben ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los cuales deben ser apilados debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el interventor.

El resto de los materiales provenientes del desmonte y la limpieza debe ser retirado del lugar de los trabajos, transportado y depositado en los lugares establecidos en los documentos del proyecto o señalados por el interventor, donde dichos materiales deben ser enterrados convenientemente, extendiéndolos en capas dispuestas de forma que se reduzca al mínimo la formación de huecos.

Cada capa se debe cubrir o mezclar con suelo para rellenar los posibles huecos y, sobre la capa superior, extender al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos

al descubierto. Estos materiales no se deben extender en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

El trabajo de trasplante de especies vegetales que deban ser conservadas (que incluye remoción, traslado y plantación en otro sitio) está cubierto por el artículo 203, Trasplante de árboles.

200.4.5 Orden de las operaciones

Los trabajos de desmonte y limpieza se deben efectuar con anterioridad al inicio de las operaciones de explanación. En cuanto dichos trabajos lo permitan, y antes de disturbar con maquinaria la capa vegetal, se deben levantar secciones transversales del terreno original, las cuales deben servir para determinar los volúmenes de la capa vegetal y del movimiento de tierra.

Si después de ejecutados el desmonte y la limpieza, la vegetación vuelve a crecer por motivos imputables al constructor, este debe efectuar una nueva limpieza, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), antes de realizar la operación constructiva subsiguiente.

200.4.6 Limitaciones de ejecución

Los trabajos deben ser realizados en condiciones de luz solar.

200.4.7 Manejo ambiental

En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106, de estas especificaciones, todas las labores requeridas para el desmonte y limpieza se deben realizar con base en lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, lo mismo que en las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y protección de la comunidad.

Cuando la autoridad competente lo permita, la materia vegetal inservible y los demás desechos del desmonte y limpieza, se pueden quemar en un momento oportuno y con los controles adecuados para prevenir la propagación del fuego. El constructor es el responsable tanto de obtener el permiso para la quema, como de cualquier conflagración que resulte de dicho proceso.

Por ningún motivo se debe permitir que los materiales de desecho se incorporen en la construcción de los terraplenes, ni disponerlos a la vista en las zonas o fajas laterales reservadas para la vía, ni en sitios donde puedan ocasionar perjuicios ambientales. Queda prohibida la comercialización de la madera producto de la tala y/o entregarla a terceros que la comercialicen. Tampoco se debe permitir el uso de explosivos para remover la vegetación.

Se sugiere que para el lleno de oquedades se utilicen compuestos orgánicos (naturales). Se insinúa, también, evitar el uso de insecticidas, por cuanto son compuestos químicos que pueden afectar a nivel ambiental, como efectos en la flora, fauna, el suelo, el sistema hídrico y la atmósfera.

En caso de uso de agua lluvia, se recomienda que el pH sea normal entre cinco y cinco coma cinco (5 – 5,5); asimismo, se debe revisar que el material de relleno implementado en la actividad sea biodegradable y cumpla con el Análisis del Ciclo de Vida (ACV).

200.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

200.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, principalmente, se deben adelantar los siguientes controles:

- Verificar que el constructor disponga de todos los permisos requeridos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo empleado en la ejecución de los trabajos.
- Confirmar la eficiencia y seguridad de los procedimientos de ejecución de los trabajos.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que la disposición de los materiales obtenidos de los trabajos de desmonte y limpieza, se ajuste a las exigencias de la presente especificación y todas las disposiciones legales vigentes.

El interventor, en conjunto con la autoridad ambiental si es requisito, deben establecer qué individuos (árboles) quedan en pie y deben ordenar cuáles deben ser talados; todo esto cumpliendo con lo establecido en el plan de manejo ambiental.

El constructor debe aplicar las acciones y los procedimientos constructivos recomendados en los respectivos estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales; por ello, el interventor debe vigilar su cumplimiento.

El interventor se debe encargar de medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo con esta especificación y el plan de calidad, medición y ensayo. El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo, son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor .

200.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

La actividad de desmonte y limpieza se debe considerar terminada cuando la zona quede despejada, de tal manera que permita continuar con las siguientes actividades de la construcción. Para efectos de medida y pago, el interventor únicamente debe controlar las zonas donde el desmonte y la limpieza se realicen en una longitud no mayor de un kilómetro (1 km) adelante del frente de la explanación.

Para evitar incurrir en “causal de procedimiento sancionatorio ambiental”, en ningún caso, la implementación del desmonte descapote y limpieza puede superar el área prevista para ello.

200.6 Medida

La unidad de medida del área desmontada y limpiada debe ser la hectárea (ha), en su proyección horizontal, aproximada al décimo de hectárea.

Para pequeñas zonas como bordes de vía, se recomienda que la unidad de medida sea el metro cuadrado (m^2).

El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se deben medir, para pago, las áreas correspondientes a:

- Calzadas de vías existentes.
- Áreas desmontadas y limpiadas en zonas de préstamos o de canteras y otras fuentes de materiales que se encuentren localizadas fuera de la zona del proyecto.
- Áreas que el constructor haya despejado por conveniencia propia, tales como vías de acceso, vías para acarreos, campamentos, instalaciones o depósitos de materiales.

200.7 Forma de pago

El pago del desmonte y limpieza se debe hacer al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a plena satisfacción por el interventor.

El precio debe cubrir todos los costos de desmontar, destroncar, desraizar, rellenar y compactar los huecos de tocones y disponer los materiales sobrantes de manera uniforme en los sitios aprobados por el interventor. El precio unitario debe cubrir, además, el cargue, transporte y descargue y debida disposición de estos materiales, así como la mano de obra, herramientas, equipo necesario para la ejecución de los trabajos y la obtención de todos los permisos requeridos.

El precio unitario también debe incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del constructor.

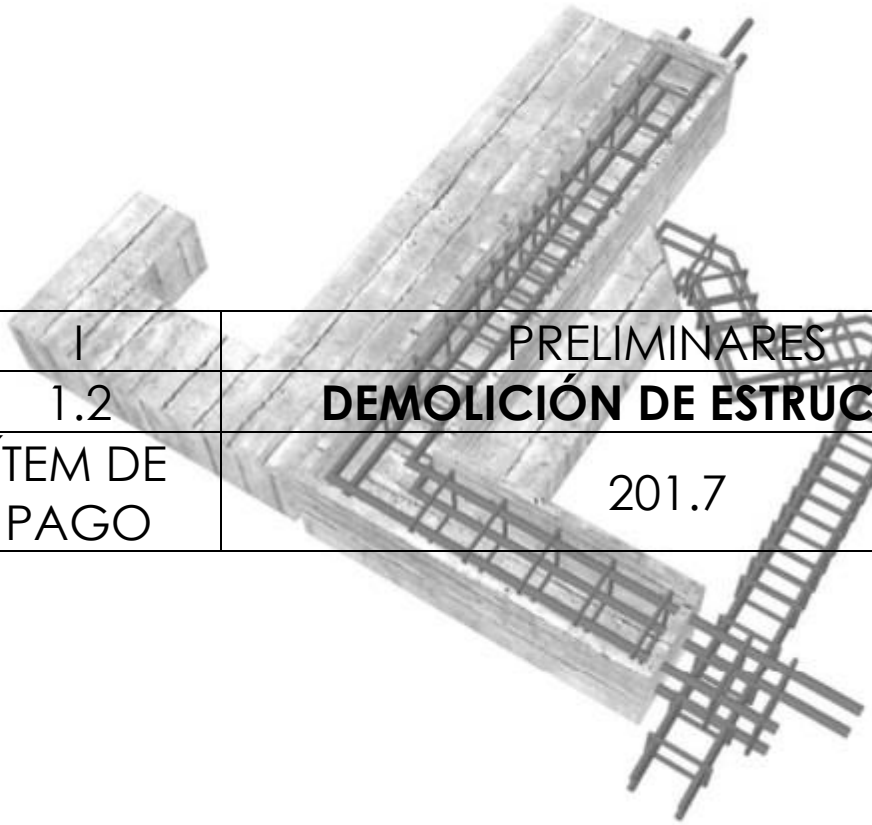
El pago por concepto de desmonte y limpieza, se debe hacer independientemente del correspondiente a la excavación o el descapote en los mismos sitios, aunque los dos (2) trabajos se ejecuten en una (1) sola operación. El descapote y la excavación se deben medir y pagar de acuerdo con el artículo 210.

Por su parte, el pago de trasplante de especies vegetales que deban ser conservadas (que incluye remoción, traslado y plantación en otro sitio), debe estar cubierto por el artículo 203.

200.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
200.1	Desmonte y limpieza en bosque	Hectárea (ha)
200.1	Desmonte y limpieza en bosque	Metro cuadrado (m^2)
200.2	Desmonte y limpieza en zonas no boscosas	Hectárea (ha)
200.2	Desmonte y limpieza en zonas no boscosas	Metro cuadrado (m^2)

JLM
JORGE LOPEZ MORENO



I	PRELIMINARES
1.2	**DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS**
ÍTEM DE PAGO	201.7

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Demolición y remoción

Artículo 201 – 22

201.1 Descripción

201.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la demolición total o parcial de estructuras o edificaciones existentes en las zonas que indiquen los documentos del proyecto, y la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición, en las áreas aprobadas por el interventor y teniendo presente las disposiciones de orden ambiental de la Resolución 541 de 1994 y la Resolución 472 de 2017 (Programa de manejo ambiental de RCD antes denominado programa de manejo ambiental de materiales y elementos en la resolución 541 de 1994), en el que se establecen las disposiciones dirigidas al fortalecimiento de la gestión integral de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD); así como las especificaciones descritas en el artículo 106, Aspectos ambientales; dentro de las cuales se debe incluir:

- Retiro, cambio, restauración o protección de las instalaciones de los servicios públicos y privados que se vean afectados por las obras del proyecto.
- Manejo, desmontaje, traslado y almacenamiento de estructuras existentes.
- Remoción de cercas de alambre y otros obstáculos.
- Remoción de especies vegetales que no van a ser trasplantadas y no se encuentren dentro de áreas que son objeto de trabajos de desmonte y limpieza.
- Suministro, colocación y conformación del material de relleno para zanjas, fosos y hoyos resultantes de los trabajos, de acuerdo con los planos y las instrucciones del interventor.
- Se recomienda considerar las restricciones del uso de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) proveniente de materiales metálicos como aceros o los contaminados con residuos peligrosos.

El constructor debe identificar y conocer los sitios de disposición final, al igual que los gestores de RCD. Estos deben contar con los permisos vigentes de las autoridades competentes.

Si una vez cumplida la gestión integral de los RCD sigue existiendo material para disposición, el constructor debe seleccionar técnicamente el sitio de disposición final autorizado por la autoridad ambiental competente más cercano al frente de obra; adicionalmente, debe cumplir con las condiciones para su recolección y transporte, previstas en los lineamientos ambientales para la construcción de infraestructura del Programa Nacional de Transporte Urbano, emitido por el Ministerio de Transporte (Plan de manejo forestal, silvicultura y paisajístico, entre otros).

El constructor debe ubicar una Zona de Disposición de Material Sobrante de Obra Estéril (ZODME), para disponer el volumen sobrante de residuos resultantes de la actividad de excavación. Para tal fin, debe contar con un diseño técnico-ambiental aprobado por la interventoría, con la autorización de la autoridad ambiental competente y que tenga la certificación de la dependencia de planeación municipal, sobre compatibilidad de uso según el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT) o Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio donde se ubica la ZODME, y en el documento END 098 del 2020, Guía para el desarrollo del plan de gestión de residuos para los proyectos de construcción, desmontaje y demolición.

El trabajo de remoción de especies vegetales situadas en áreas que son objeto de trabajos de desmonte y limpieza debe estar cubierto por el artículo 200, Desmonte y limpieza, de estas especificaciones.

El trabajo de remoción de especies vegetales que van a ser trasplantadas, debe estar cubierto por el artículo 203, Trasplante de árboles.

201.1.2 Clasificación

La demolición total o parcial y la remoción de estructuras y obstáculos, se deben clasificar de acuerdo con los siguientes criterios:

- Demolición de estructuras existentes.
- Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas.
- Remoción de especies vegetales.
- Remoción de cercas de alambre.
- Remoción de obstáculos.
- Remoción de ductos de servicios existentes.
- Traslado de postes y torres.
- Remoción de rieles, defensas metálicas y barreras de seguridad.

201.2 Materiales

Los materiales provenientes de la demolición que, según el interventor, sean aptos para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas del proyecto, se deben utilizar para este fin.

El material que suministre el constructor para el relleno de las zanjas, fosos y hoyos resultantes de los trabajos, debe tener la aprobación previa del interventor.

201.3 Equipo

Los equipos empleados por el constructor en esta actividad, deben tener la aprobación previa del interventor y ser suficientes para garantizar el cumplimiento de esta especificación y del programa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo ameriten, el interventor puede autorizar el uso de explosivos, asumiendo el constructor, la responsabilidad de cualquier daño causado por un manejo incorrecto de ellos.

Para remover estructuras, especies vegetales, obstáculos, cercas y conducciones de servicios y demás elementos considerados en el presente artículo, se deben utilizar equipos que no produzcan daño a estos elementos. Para la demolición de losas, se deben imple-

mentar equipos de tipo rompedoras como martillos demoledores o compresores, para los casos que sea necesario su uso, de acuerdo con procedimientos aprobados por el interventor.

Para el trabajo con equipos pesados en pavimentos rígidos, se deben suspender las actividades a una distancia igual a la equivalente a dos (2) losas del pavimento antes de los límites considerados para la remoción. En los demás casos, los trabajos de demolición se deben ejecutar mediante el uso de equipos y herramientas manuales u otros métodos que permitan retirar cuidadosamente las losas, sin afectar en forma alguna las adyacentes.

201.4 Ejecución de los trabajos

201.4.1 Generalidades

Antes de iniciar los trabajos de demolición de estructuras, el constructor debe elaborar un estudio de demolición en el cual se deben definir como mínimo:

- Métodos de demolición y etapas de su aplicación.
- Estabilidad de las construcciones remanentes en cada etapa, así como los armazones y cimbras necesarios.
- Estabilidad y protección de construcciones remanentes que no vayan a ser demolidas.
- Protección de las construcciones e instalaciones del entorno.
- Mantenimiento o sustitución provisional de servicios afectados por la demolición.
- Medios de evacuación y definición de zonas de disposición de los productos de la demolición.
- Cronogramas de trabajos.
- Pautas de control.
- Medidas de seguridad y salud.

El estudio de demolición debe ser aprobado por el interventor antes de iniciar los trabajos de demolición. Tal autorización no exime al constructor de su responsabilidad por las operaciones aquí señaladas, ni del cumplimiento de estas especificaciones y de la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud y de transporte y almacenamiento de los productos de la construcción; así como de las demás condiciones pertinentes establecidas en los documentos del contrato.

El constructor es el responsable de todo daño causado, directa o indirectamente, a las personas, así como a redes de servicios públicos, o propiedades cuya destrucción o menoscabo no se encuentren previstos en los documentos del proyecto, ni sean necesarios para la ejecución de los trabajos contratados.

Los trabajos se deben efectuar en tal forma que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas a la obra y a los usuarios de la vía materia del contrato, cuando esta permanezca abierta al tránsito durante la construcción.

Cuando se especifique la remoción del pavimento de una sola vía, el constructor debe verificar, previamente, si existen barras de acero de amarre entre las losas adyacentes y proceder de acuerdo con ello. También debe considerar que la remoción tiene que extenderse hasta lograr que resulten juntas transversales coincidentes en los extremos de ambas losas. En ningún caso, se deben dejar losas de

menos de dos metros (2 m) de longitud. Cuando la remoción incluya fracciones de losas, el área a remover se debe delimitar con un precorte con sierra, de mínimo cinco milímetros (5 mm) de profundidad.

El constructor debe contar con un PMT e instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, de acuerdo con lo establecido en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte, los cuales deben garantizar la seguridad permanente tanto del personal y de los equipos de construcción, como de los usuarios y transeúntes, durante las veinticuatro horas (24 h) del día.

Para actividades que no impliquen el cierre total de la vía, el interventor debe dar su visto bueno previo a la presentación de un PMT. Para casos que impliquen el cerramiento total de la vía, se deben tramitar los permisos correspondientes ante la autoridad competente y se debe presentar el PMT aprobado por el interventor.

Si los trabajos implican la interrupción de los servicios públicos (energía, cable, gas, teléfono, acueducto, alcantarillado), conductos de combustible, ferrocarriles u otros modos de transporte, el constructor debe coordinar y colaborar con las entidades encargadas del mantenimiento de tales servicios, para que las interrupciones sean mínimas.

Cuando se utilicen explosivos, se debe llevar un registro detallado de su clase, proveedor, existencias y consumo, así como de los demás accesorios requeridos. Estas labores de uso, manejo y almacenamiento deben ser realizadas por personas experimentadas, de manera que se sujeten a las leyes y reglamentos de las entidades que los controlan. Si la demolición aconseja el uso de explosivos, se puede recurrir a técnicas alternativas de fragmentación teniendo en cuenta la normativa vigente referente al uso de explosivos en la construcción; además se deben tener en cuenta todas las consideraciones de seguridad para uso y manejo de estos sistemas de demolición, todo trabajo realizado debe contar con previa aprobación de la interventoría.

Para el uso de explosivos, se deben atender las disposiciones normativas vigentes sobre el uso de explosivos, tales como el Decreto 2535 de 1993 y Decreto 334 de 2002, así como el uso de explosivos a cielo abierto del Decreto 2222 de 1993, y/o o las que le sustituyan, complementen o modifiquen; además de la cartilla de seguridad con explosivos 2019 del Ministerio del Trabajo y buenas prácticas con explosivos para demoliciones.

Al finalizar cada jornada de trabajo no deben quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso; en caso de requerir uso de agua para demolición, se recomienda el uso del agua de lluvia, como también evitar que los residuos y el agua utilizada contaminen los cuerpos hídricos.

Todos los procedimientos aplicados en el desarrollo de los trabajos de demolición y remoción deben ceñirse a las exigencias del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y a las normativas vigentes del orden nacional que rijan sobre las actividades de demolición y remoción.

201.4.2 Demolición total o parcial de estructuras existentes

El constructor debe instalar los elementos de protección e implementar el plan de señalización necesario para adelantar la actividad de forma segura, como establecer estrategias de reutilización o reciclaje de los materiales (residuos de demolición); además, debe reducir el uso de nuevos materiales en futuras construcciones con el fin de prolongar la vida útil del material con otro fin.

201.4.2.1 Demolición de edificaciones

Se refiere al derribo parcial o total de las casas o edificios, incluyendo cimientos y otros bienes que sea necesario eliminar para el desarrollo de los trabajos del proyecto, de acuerdo con lo que indiquen los planos o las especificaciones particulares.

El constructor debe proteger las edificaciones y estructuras vecinas a las que se han de demoler y debe construir las defensas necesarias para su estabilidad y protección; de igual forma, debe tomar las medidas indispensables para la seguridad de personas y especies animales y vegetales que puedan ser afectadas por los trabajos.

Los cimientos de las edificaciones que se vayan a demoler se deben romper y remover, hasta una profundidad mínima de treinta centímetros (30 cm) por debajo de los niveles en que hayan de operar los equipos de compactación en los trabajos de explanación o construcción de bases y estructuras del proyecto. En los sótanos, se debe retirar todo escombro o material objetable, eliminando también los tabiques interiores u otros elementos de la edificación, de acuerdo con las indicaciones del interventor.

Si la edificación tiene instalaciones de servicios públicos, sus acometidas deben ser neutralizadas, en acuerdo con las entidades administradoras o propietarias de estas. Posteriormente, las conexiones, así como los pozos sépticos u obras similares, deben ser removidos y, las zanjas resultantes, se deben rellenar con material adecuado, previamente aprobado por el interventor.

Las cavidades o depresiones resultantes de los trabajos de demolición se deben rellenar hasta el nivel del terreno circundante y si estas se encuentran dentro de los límites de un terraplén o debajo de la subrasante, el relleno se debe compactar de acuerdo con los requisitos aplicables del artículo 220, Terraplenes.

201.4.2.2 Demolición de puentes, alcantarillas y otras estructuras

Cuando estas estructuras se encuentren en servicio para el tránsito público, el constructor no puede proceder a su demolición hasta cuando se hayan efectuado los trabajos necesarios para no interrumpir el tránsito. El diseño y la construcción de las obras provisionales destinadas a mantener el servicio y el tránsito deben ser de cargo y responsabilidad del constructor.

A menos que los documentos del proyecto establezcan otra cosa o que el interventor lo autorice de manera diferente, las infraestructuras existentes deben ser demolidas hasta el fondo natural o lecho del río o quebrada, y las partes que se encuentren fuera de la corriente,

se deben demoler hasta por lo menos treinta centímetros (30 cm) más abajo de la superficie natural del terreno.

Cuando las partes de la estructura existente se encuentren dentro de los límites de construcción de la nueva estructura, dichas partes se deben demoler hasta donde sea necesario, para permitir la construcción de la estructura proyectada.

Los cimientos y otras estructuras subterráneas deben demolerse hasta las siguientes profundidades mínimas:

- En áreas de excavación, un metro (1 m) por debajo de la superficie subrasante proyectada.
- En áreas que se vayan a cubrir con terraplenes de un metro (1 m) o menos, un metro (1 m) por debajo de la subrasante proyectada.
- En áreas que se vayan a cubrir con terraplenes de más de un metro (1 m) de altura, no es necesario demoler la estructura más abajo del nivel del terreno natural, salvo que los documentos del proyecto presenten una indicación diferente.

Cuando se deba demoler parcialmente una estructura que forme parte del proyecto, los trabajos se deben efectuar de tal modo que sea mínimo el daño a la parte de la obra que se vaya a utilizar posteriormente. Los bordes de la parte utilizable de la estructura, deben quedar libres de fragmentos sueltos y listos para empalmar con las ampliaciones proyectadas.

Las demoliciones de estructuras se deben efectuar con anterioridad al comienzo de la nueva obra, salvo que el pliego de condiciones o los documentos del proyecto lo establezcan de otra manera.

201.4.2.3 Demolición de pavimentos rígidos y flexibles, pisos y andenes de concreto y bordillos

Los pavimentos rígidos y flexibles, andenes y bordillos de concreto, bases de concreto y otros elementos cuya demolición esté prevista en los documentos del proyecto, deben ser demolidos con equipos apropiados y removidos en fracciones de tamaño adecuado, para que puedan ser utilizados en la construcción de rellenos o disponer de ellos como sea autorizado por el interventor y la normativa ambiental vigente. En caso de utilizar equipo pesado, el trabajo que se realice cerca a la demolición se debe suspender a una distancia prudente, el constructor debe atender las disposiciones del artículo 102, Aspectos generales de seguridad y salud, con el propósito de no causar daños ni a las estructuras próximas ni al personal de la obra.

En caso de que resulte dañada o removida una superficie mayor que la contemplada, su reposición se debe encontrar a cargo del constructor, cuando se encuentre a entera satisfacción del interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS).

Las áreas donde se remuevan andenes deben ser mantenidas libres de escombros, con el objetivo de que la circulación de los peatones permanezca expedita y segura.

Cuando los productos de demolición se usen en la construcción de rellenos, el tamaño máximo de cualquier fragmento no debe exceder de dos tercios (2/3) del espesor de la

capa en la cual se vaya a colocar. En ningún caso, el volumen de los fragmentos debe exceder los veintiocho decímetros cúbicos (28 dm^3), debiendo ser apilados en los lugares indicados en los planos del proyecto o en las especificaciones particulares, a menos que el interventor autorice otro lugar.

201.4.3 Desmontaje y traslado de estructuras metálicas y alcantarillas

Comprende la identificación, clasificación y marca de todos los elementos de las estructuras metálicas, en concordancia con los planos de taller previamente elaborados por el constructor, para facilitar su utilización posterior, desmontaje y traslado al sitio de almacenamiento o nuevo montaje, de acuerdo con lo indicado por los documentos del proyecto, a satisfacción del interventor.

El retiro de toda alcantarilla que deba ser quitada, se debe hacer cuidadosamente y tomando las precauciones necesarias para evitar que se maltrate o rompa. La alcantarilla que vaya a ser colocada nuevamente, se debe trasladar y almacenar cuando sea necesario, para evitar pérdidas o daños, antes de ser instalada de nuevo. El constructor debe reponer, a su costa, todo tramo de alcantarilla que se extravíe o dañe, si ello obedece a descuido de su parte.

201.4.4 Remoción de especies vegetales

Para el caso de la remoción de especies vegetales y en complemento a lo estimado en el artículo 200, los árboles talados que sean susceptibles de aprovechamiento deben ser despojados de sus ramas y cortados en trozos de tamaño conveniente, los que deben ser apilados debidamente a lo largo de la zona de derecho de vía, disponiéndose posteriormente según lo apruebe el interventor.

El resto de los materiales resultantes de la remoción de especies vegetales se debe retirar del lugar de los trabajos y debe ser transportado y depositado en los lugares establecidos en los documentos del proyecto o señalados por el interventor, donde dichos materiales son enterrados convenientemente, extendiéndolos en capas dispuestas de forma que se reduzca al mínimo la formación de huecos. Cada capa se debe cubrir o mezclar con suelo para rellenar los posibles huecos, y sobre la capa superior se deben extender al menos treinta centímetros (30 cm) de suelo compactado adecuadamente, de tal manera que la acción de los elementos naturales no pueda dejarlos al descubierto. Estos materiales no deben ser extendidos en zonas donde se prevean afluencias apreciables de agua.

En las áreas que vayan a servir de base de terraplenes o estructuras de cualquier tipo, los tocones, raíces de más de diez centímetros (10 cm) de diámetro y demás materiales inconvenientes, se deben eliminar hasta la profundidad que se indique en los documentos del proyecto, la cual no debe ser menor de treinta centímetros (30 cm) por debajo del nivel apoyo de los terraplenes, de las estructuras o de los rellenos de cimentación de estas.

Todos los troncos que estén en la zona del proyecto, pero por fuera de las áreas de excavación, terraplenes o estructuras, se pueden cortar a ras del suelo, si los documentos del proyecto no especifican otra cosa.

Las cavidades o depresiones resultantes de los trabajos de remoción de especies vegetales se deben rellenar hasta el nivel del terreno circundante y, si estas se encuentran dentro de los límites de un terraplén o debajo de la subrasante, el relleno se debe compactar de acuerdo con los requisitos aplicables del artículo 220.

El trabajo de trasplante de especies vegetales que deban ser conservadas (que incluye remoción, traslado y plantación en otro sitio) debe ser cubierto por el artículo 203.

201.4.5 Remoción de cercas de alambre

El constructor debe remover, trasladar y reinstalar las cercas de alambre en los nuevos emplazamientos, cuando ello se considere en los documentos del proyecto o lo señale el interventor. El traslado se debe realizar evitando maltratos innecesarios a las partes que sean manipuladas o transportadas. Si la reinstalación no está prevista, los elementos removidos se deben ubicar en los sitios que defina el interventor.

El relleno de los espacios dejados por los postes removidos y que no sean ocupados por las obras proyectadas, se debe realizar con un material similar al circundante. En caso de ser reinstaladas las cercas de alambre, estas deben de cumplir con lo especificado en el artículo 800, Cercas de Alambre, de estas especificaciones.

201.4.6 Remoción de obstáculos

Según se muestre en los planos o en las especificaciones particulares, el constructor debe eliminar, retirar o recolocar obstáculos individuales tales como postes de kilometraje, señales, monumentos y otros. Cuando estos no se deban remover, el constructor debe tener especial cuidado, a efecto de protegerlos contra cualquier daño y proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los documentos citados o sean autorizadas por el interventor.

201.4.7 Remoción de ductos de servicios existentes

El constructor debe retirar, cambiar, restaurar o proteger contra cualquier daño, las conducciones de servicios públicos o privados existentes según se contemple en los planos del proyecto o las especificaciones particulares.

Ningún retiro, cambio o restauración se debe efectuar sin la autorización escrita de la entidad prestadora de servicios afectada y se deben seguir las indicaciones de esta con especial cuidado y tomando todas las precauciones necesarias para que el servicio no se interrumpa o, si ello es inevitable, reduciendo la interrupción al mínimo tiempo necesario para realizar el trabajo, a efecto de causar las menores molestias a los usuarios.

Cuando el trabajo consista en protección, el constructor debe proporcionar e instalar las defensas apropiadas que se indiquen en los planos o en las especificaciones particulares o que sean autorizadas por el interventor.

Cuando la entidad afectada estime que debido al estado en el cual se encuentra el ducto, resulta imposible obtener partes recuperables del mismo, el constructor debe proceder a su demolición.

201.4.8 Traslado de postes y torres

Cuando los documentos del proyecto lo prevean y su traslado esté debidamente aprobado por la entidad propietaria o concesionaria de servicios públicos, el constructor puede proceder a ejecutar la remoción, traslado y reinstalación o disposición de postes y torres de servicio eléctrico, telefónico y otros existentes que no sean removidos o trasladados directamente por la entidad de servicios públicos propietaria o concesionaria de los mismos. El constructor debe gestionar todos los permisos para la ejecución de esta labor ante la entidad competente.

Esta actividad debe incluir, también, la demolición de los soportes de dichos elementos que se convierten en obstáculos para las obras del proyecto, así como la remoción, transporte y disposición, en sitios de desecho definidos en el proyecto o autorizados por el interventor, de todos los postes y elementos de estos que no sean reutilizables.

El constructor debe solicitar al propietario o concesionario correspondiente, la realización de las modificaciones necesarias de las redes con la debida anticipación. Los traslados de las redes deben ser ejecutados directamente por el propietario o por el concesionario de la instalación o por quien él faculte de manera expresa, con la debida autorización del interventor.

201.4.9 Remoción de rieles

Cuando los documentos del proyecto lo prevean y su remoción esté debidamente aprobada por la entidad afectada, el constructor debe retirar los rieles en la longitud autorizada, trasladarlos y depositarlos en el sitio que ordene dicha entidad.

201.4.10 Remoción de defensas metálicas y barreras de seguridad de hormigón

Antes de iniciar obras en un sector de vía que se encuentre en servicio, se debe verificar la señalización y la implementación del plan estratégico de seguridad vial del área de seguridad y salud en el trabajo, según lo dispuesto en el ordinal 201.4.1 de este artículo, también debe proceder a retirar todas las defensas metálicas y barreras de seguridad existentes en las áreas afectadas.

La remoción de estos elementos se debe realizar empleando procedimientos que eviten todo daño innecesario o no previsto. Las defensas se deben desarmar cuidadosamente y, a continuación, el constructor debe proceder a excavar alrededor de los postes que las sustentaban, para poder retirarlos sin producirles ningún daño.

Si el proyecto contempla la rehabilitación y reinstalación de los elementos retirados, es responsabilidad del constructor su traslado, almacenamiento, limpieza y cuidado hasta el momento de su nueva reinstalación, actividades cuyo costo se debe encontrar incluido dentro del precio unitario de esta partida de trabajo. Si la reinstalación no está prevista, el constructor debe trasladar y almacenar los elementos donde lo señalen los documentos del proyecto o el interventor.

Todos los orificios dejados por las remociones que no vayan a ser ocupados por las obras del proyecto, deben ser rellenados por el constructor con un material igual al circundante.

201.4.11 Disposición de los materiales

Por aprobación del interventor y de acuerdo con sus instrucciones al respecto, los materiales de las edificaciones o estructuras demolidas, que sean aptos y necesarios para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas laterales del proyecto, se deben utilizar para ese fin. Salvo que los documentos del proyecto contemplen lo contrario, todos los demás materiales provenientes de estructuras demolidas deben quedar de propiedad del constructor, quien debe trasladarlos o disponerlos fuera de la zona de la vía, en un lapso no mayor a veinticuatro horas (24 h) después de efectuada la demolición, con procedimientos adecuados y en los sitios aprobados por el interventor.

Los elementos que deban ser almacenados según lo establezcan los planos o las especificaciones particulares, se deben trasladar al sitio establecido en ellos y se deben disponer de la manera que resulte apropiada para el interventor.

Los elementos que deban ser relocalizados se deben trasladar al sitio de nueva ubicación que indiquen los planos, donde deben ser montados de manera que se garantice su correcto funcionamiento.

201.4.12 Limitaciones en la ejecución

Los trabajos de demolición y remoción se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquel y atendiendo las normativas referidas en el ordinal 201.4.1 de este artículo. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

201.4.13 Manejo ambiental

En adición a los aspectos generales dispuestos en el artículo 106 de estas especificaciones, todas las labores requeridas para el demolición y remoción se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, así como las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y protección de la comunidad, y los definidos en el plan de inspección medición y ensayo aprobado por interventoría.

El constructor debe cumplir las normas legales vigentes, respecto del manejo, transporte y disposición final de los escombros, generados en las actividades de construcción de carreteras. En este sentido, debe tener presente la Resolución 472 del 2017 “En la gestión integral de los RCD se deberá priorizar las actividades de prevención o reducción de la generación de RCD, como segunda alternativa se implementará el aprovechamiento y como última opción, se realizará la disposición final de RCD”, o las que le sustituyan, complementen o modifiquen.

201.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

201.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo empleado en la ejecución de los trabajos.
- Verificar la eficiencia y la seguridad de los procedimientos de ejecución de los trabajos.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.

El interventor debe verificar que el constructor disponga de todos los permisos requeridos. El constructor debe cumplir las normas legales vigentes, respecto del manejo, transporte y disposición final de los escombros, generados en las actividades de construcción de carreteras. En este sentido, debe tener presente la Resolución 472 del 2017, en relación a la gestión integral de los RCD, o las que le sustituyan, complementen o modifiquen.

El interventor se debe encargar de identificar todos los elementos que deban ser demolidos o removidos; así mismo, debe señalar los elementos que deban permanecer en el sitio, así como debe ordenar las medidas para evitar que ellos sean dañados.

El interventor debe medir las áreas en las que se ejecuten los trabajos en acuerdo con esta especificación y el plan de calidad, medición y ensayo. El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo, son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

201.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El interventor debe considerar terminados los trabajos de demolición y remoción cuando la zona donde ellos se hayan realizado quede despejada, de manera que permita continuar con las otras actividades programadas, y los materiales sobrantes hayan sido adecuadamente dispuestos de acuerdo con lo que establece la presente especificación.

En general, en caso de que por el uso de procedimientos inadecuados resulte dañado o removido cualquier elemento que no está contemplado en el proyecto, el costo de la reposición de este se debe encontrar a cargo del constructor, a entera satisfacción del interventor.

201.6 Medida

La medida para la demolición y remoción, ejecutada de acuerdo con los documentos del proyecto, la presente especificación y las instrucciones del interventor, se debe hacer de acuerdo con las siguientes modalidades:

- Global (gl), en cuyo caso no se deben hacer mediciones.
- Por unidad completa (u), cuando se trate de demolición de obstáculos, edificaciones, puentes, alcantarillas y otras estructuras o remoción de estructuras metálicas, especies vegetales, obstáculos, postes y torres.
- Por kilogramo (kg) aproximado al entero, en cuanto se trate del desmontaje y traslado de estructuras metálicas.

- Por metro cúbico (m^3), aproximado al entero, en el caso de demolición de estructuras, cuando su tipo permita la cuantificación en esa unidad.
- Por metro cuadrado (m^2), aproximado al entero, cuando se refiera a demolición de pavimentos rígidos, andenes de concreto y pisos, en caso de espesores invariables que permitan su cuantificación. En este caso, la medida de la estructura se debe efectuar antes de destruirla.
- Por metro (m), aproximado al entero, cuando se trate de la demolición de bordillos y del retiro de estructuras tales como alcantarillas, cercas de alambre, ductos de servicios existentes, defensas metálicas, barreras de seguridad, rieles y otros obstáculos que sean susceptibles de ser medidos por su longitud.

El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

201.7 Forma de pago

El pago se debe hacer a los precios unitarios respectivos, estipulados en el contrato según la unidad de medida, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por el interventor.

El precio unitario debe cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, explosivos, asesoría, equipo, herramientas, materiales, apuntalamientos, andamios, obras para la protección de terceros; las operaciones necesarias para efectuar las demoliciones y para hacer los desmontajes, planos, separación de materiales aprovechables, cargue y transporte de estos al lugar de depósito, descargue y almacenamiento; remoción de especies vegetales; traslado y reinstalación de obstáculos y cercas de alambre; traslado, cambio, restauración o demolición de conducciones de servicios existentes; cargue de materiales desechables, transporte y descargue en el sitio de disposición final, de acuerdo con lo señalado por el interventor.

El precio unitario debe incluir, además, la protección de aquellos elementos que, aunque se encuentren en la zona de los trabajos, no deban ser removidos.

Cuando aplique, dentro de los análisis de precios unitarios se deben incluir los costos inherentes a los derechos de disposición y/o conformación de materiales sobrantes, incluyendo los costos inherentes a obras requeridas en los sitios de disposición.

Cuando la unidad de medida de la demolición de estructuras sea el metro cúbico (m^3), el precio unitario debe considerar que el transporte del material proveniente de la demolición sea en condición de bloques sueltos.

La reinstalación de estructuras metálicas y tubos de alcantarillas no se encuentran cubiertas por el presente artículo.

El precio unitario del traslado de postes o torres, debe incorporar los costos de las gestiones ante los propietarios o concesionarios de las redes de servicios correspondientes.

El constructor debe considerar, en relación con los explosivos y/o sistemas de demolición no fragmentantes, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almace-

namiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio de utilización. En los casos en que no se autorice el uso de explosivos para el precio unitario se debe considerar el suministro y aplicación de los productos alternativos.

El precio unitario debe abarcar, además, los costos por concepto de la excavación para la demolición y remoción y por el suministro, conformación y compactación del material para relleno de todas las cavidades resultantes; la señalización temporal requerida y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario debe cubrir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del constructor.

201.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
201.1	Demolición de edificaciones	Global (gl)
201.2	Demolición de estructuras	Global (gl)
201.3	Demolición de pavimentos rígidos y flexibles, pisos, andenes y bordillos de concreto	Global (gl)
201.4	Demolición de obstáculos	Global (gl)
201.5	Demolición de edificaciones	Unidad (u)
201.6	Demolición de estructuras	Unidad (u)
201.7	Demolición de estructuras	Metro cúbico (m3)
201.8	Demolición de pavimentos rígidos y flexibles	Metro cuadrado (m2)
201.9	Demolición de pisos y andenes de concreto	Metro cuadrado (m2)
201.10	Demolición de bordillos de concreto	Metro (m)
201.11	Desmontaje y traslado de estructuras metálicas	Kilogramo (kg)
201.12	Remoción de especies vegetales	Unidad (u)
201.13	Remoción de obstáculos (Nota)	Unidad (u)
201.14	Remoción de ductos de servicios existentes	Metro (m)
201.15	Remoción de alcantarillas	Metro (m)
201.16	Remoción de cercas de alambre	Metro (m)
201.17	Traslado de postes	Unidad (u)
201.18	Traslado de torres	Unidad (u)
201.19	Remoción de rieles	Metro (m)
201.20	Remoción de defensas metálicas	Metro (m)
201.21	Remoción de barreras de seguridad	Metro (m)

Nota: se debe hacer un ítem de pago para cada tipo de obstáculo.



II	MOVIMIENTO DE TIERRAS
2.1	**EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMÚN EN SECO, INCLUYE TRANSPORTE**
ÍTEM DE PAGO	600.2.3

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Excavaciones varias

Artículo 600 – 22

600.1 Descripción

600.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras a las cuales se refiere el presente artículo, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los documentos del proyecto. Comprende, además, la construcción de sistemas de apuntalamientos y entibados, encofrados, ataguías y cajones y el sistema de drenaje que sea necesario para la ejecución de los trabajos de excavación; así como el retiro posterior de encofrados y ataguías. Incluye también, la remoción, el transporte, la disposición de todo material generado por las actividades de excavación y limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo.

No se incluyen en este artículo las excavaciones producidas para cualquiera de las estructuras consideradas en artículos específicos dentro de las presentes especificaciones, salvo que las mismas hagan referencia a este.

600.1.2 Clasificación

600.1.2.1 Excavaciones varias sin clasificar

Se refiere a los trabajos de excavaciones varias de cualquier material, sin importar su naturaleza ni la presencia de la tabla de agua o nivel freático.

600.1.2.2 Excavaciones varias clasificadas

600.1.2.2.1 Excavaciones varias en roca en seco

Comprenden la excavación del mismo tipo de material descrito en el numeral 210.1.3.2.1. del artículo 210, Excavación de la explanación, canales y préstamos.

600.1.2.2.2 Excavaciones varias en roca bajo agua

Incluyen toda excavación cubierta por el numeral anterior, donde la presencia permanente de agua sobre el nivel de la excavación dificulte su ejecución.

600.1.2.2.3 Excavaciones varias en material común en seco

Abarcan la excavación, en seco, de materiales no cubiertos por el numeral 600.1.2.2.1.

600.1.2.2.4 Excavaciones varias en material común bajo agua.

Corresponden a toda excavación de los materiales considerados en el numeral anterior, pero donde la presencia permanente de agua

sobre el nivel de la excavación dificulte su ejecución.

600.2 Materiales

Los materiales provenientes de las excavaciones varias que sean adecuados según lo dispuesto por las presentes especificaciones, y necesarios para la ejecución de rellenos deben ser almacenados por el constructor para aprovecharlos en su construcción, previa aprobación del interventor. Dichos materiales no se pueden desechar ni retirar de la zona de la obra para fines distintos a los definidos en los documentos del contrato, sin la aprobación previa del interventor. De igual manera, el constructor debe garantizar que el sitio de acopio de estos materiales no coincida con sitios de concentración de escorrentía, para evitar con esto pérdidas de material por lavado.

Los materiales de las excavaciones varias se consideran no utilizables para su uso en actividades propias del objeto contractual, si no cumplen con uno o más requisitos de los definidos en las presentes especificaciones. Estos materiales deben ser excavados, retirados y dispuestos en zonas destinadas para este fin, las cuales deben haber sido aprobadas por la autoridad ambiental competente, de acuerdo con lo establecido en los documentos del proyecto, y a los procedimientos aceptados por el interventor.

Las excavaciones deben ser restauradas con materiales que cumplan con los parámetros establecidos en el artículo 610, Rellenos para estructuras.

600.3 Equipo

El constructor debe proponer, para consideración del interventor, los equipos más apropiados para las operaciones a realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar y su profundidad, los cuales no deben producir daños innecesarios en vecindades o en la zona de los trabajos, y deben asegurar el avance físico según el programa de trabajo, permitiendo el correcto desarrollo de las etapas constructivas posteriores.

600.4 Ejecución de los trabajos

600.4.1 Generalidades

El constructor debe notificar al interventor, con suficiente antelación al comienzo de cualquier excavación, para que se efectúen todas las medidas y levantamientos topográficos necesarios y se fije la localización de la estructura en el terreno original, según el tipo de estructura de que se trate.

Antes de comenzar los trabajos de excavación, se deben haber completado las actividades previas de desmonte y limpieza, de conformidad con lo que resulte aplicable de lo especificado en el artículo 200, Desmonte y limpieza, de las presentes especificaciones.

Si dentro de los límites de la excavación se encuentran estructuras, cimientos antiguos u otros obstáculos no previstos en los documentos del proyecto, y que imposibiliten la construcción de la estructura objeto de la actividad, deben ser retirados por el constructor.

Para definir si existe o no afectación a la estructura a ser construida, la interventoría debe sustentar su decisión en un concepto técnico emitido por el diseñador de la misma.

En los casos en que la interventoría lo autorice, esta debe clasificar y medir estos materiales según lo establecido para tal fin en el numeral 201.6 del artículo 201, Demolición y remoción, para proceder con su pago.

Si la interventoría no autoriza su pago, o si se decide que las obstrucciones no generan afectación a la estructura a ser construida, sino solo a la implementación de los procedimientos constructivos desarrollados por el constructor, los costos de la actividad deben ser asumidos integralmente por el constructor.

Siempre que los trabajos lo requieran, y previa autorización emitida por la autoridad ambiental competente, las excavaciones varias deben comprender labores previas, tales como el desvío de corrientes de agua o la construcción de cauces provisionales, u otras que contemplen los documentos del proyecto.

Los bordes exteriores de las excavaciones deben ser delimitados perfectamente mediante estacas, jalones e hilos de demarcación de sus contornos. En las proximidades de toda excavación destinada a la cimentación de estructuras o a la instalación de alcantarillas, se debe colocar al menos una (1) estaca de referencia altimétrica. Es responsabilidad del constructor la conservación de la estaca de referencia altimétrica hasta la recepción de los trabajos; el interventor puede ordenar la paralización de las excavaciones que no cuenten con estas referencias.

Las excavaciones se deben adelantar de acuerdo con los documentos del proyecto. Las cotas de fundación de zapatas indicadas en ellos se consideran aproximadas y, por lo tanto, el interventor, previa justificación soportada en concepto técnico emitido por el diseñador de la estructura, puede ordenar que sean efectuados todos los cambios necesarios en las dimensiones de la excavación, para obtener una cimentación estable, así como también para garantizar la seguridad de las personas y equipos involucrados en la actividad.

El constructor debe tomar todas las precauciones para minimizar la alteración del suelo contiguo a la excavación.

El interventor puede ordenar, en el evento en que el suelo encontrado a la profundidad de cimentación definida en los documentos del proyecto sea inapropiado, una excavación a mayor profundidad (a efectos de obtener un material de fundación apropiado), o alternativamente, una excavación a mayor profundidad y restitución hasta la cota de cimentación con un material que cumpla con los requisitos establecidos en los numerales 220.2.2.1 o 220.2.2.2 del artículo 220, Terraplenes.

En el primer caso, el diseñador debe revisar los diseños de la estructura y efectuar las modificaciones que correspondan. En el segundo caso, el material de relleno es tratado conforme con lo establecido en el artículo 610 de las presentes especificaciones.

En ambos casos, el interventor debe definir las cotas hasta las cuales se incrementa la profundidad de la excavación.

Para las excavaciones en roca mediante procedimientos detonantes, se debe cumplir lo establecido en el numeral 210.4.1.5 del artículo 210, de las presentes especificaciones.
Para las excavaciones en roca mediante procedimientos no detonantes, se debe contar con la aprobación previa del interventor, para lo cual se requiere, mínimo, la siguiente información:

- Descripción del procedimiento de la actividad.
- Criterios de diseño para la selección de equipos, insumos, distribución de puntos de intervención y profundidad de intervención.
- Fecha de inicio y duración de las actividades propuestas.
- Fichas técnicas y certificados de calidad de los productos utilizados para el procedimiento. En caso de que no existan certificaciones de calidad emitidas por un organismo nacional, se deben aceptar, a discreción del interventor, las provenientes de organismos extranjeros.
- Medidas de seguridad para la obra y terceros.

Toda excavación que presente peligro de derrumbes que afecten el ritmo de los trabajos, la seguridad del personal o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, debe ser protegida mediante técnicas aprobadas previamente por el interventor, siendo responsabilidad del constructor la elaboración y presentación de los soportes técnicos necesarios. Los sistemas de protección se deben retirar, en el caso de ser necesario, antes de rellenar las excavaciones.

Si los sistemas de drenaje por gravedad no resultan suficientes para mantener drenadas las excavaciones, se deben instalar y mantener en operación motobombas, mangueras, conductos deslizantes y todos los dispositivos necesarios que permitan mantener el agua a un nivel inferior al del fondo de las obras permanentes mientras duren las actividades de excavación. Durante el bombeo, se debe tener la precaución de no producir socavaciones en partes de las obras o alterar las propiedades de los suelos.

Cualquier daño o perjuicio causado por el desarrollo de los trabajos, en la obra o en propiedades adyacentes, es responsabilidad del constructor quien debe reponer, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), los daños y perjuicios causados, y constar para ello en los documentos soporte del contrato, la aprobación por parte del interventor.

600.4.2 Excavaciones para cimentaciones de estructuras de concreto

600.4.2.1 Excavación

Las excavaciones para cimentaciones a que se refiere el presente numeral se deben realizar conforme con las líneas de pago indicadas en los documentos del proyecto y a los procedimientos aceptados por el interventor. Estas deben permitir la construcción de las cimentaciones a todo su ancho y longitud, dejando un fondo con una superficie plana y horizontal.

Cuando la cimentación se deba asentar sobre una superficie excavada que no sea roca, el

constructor debe tomar las medidas necesarias para minimizar la alteración del fondo de la excavación, con la precaución adicional de no remover el material del fondo de la excavación, en mínimo veinte centímetros (20 cm) (o lo que autorice el interventor), hasta la cota de cimentación prevista, sino en el instante previo a la colocación del cimiento.

En las excavaciones de las fundaciones de estructuras en cajón y pilas, el constructor puede adoptar el sistema constructivo que estime conveniente, siempre y cuando cuente con la aprobación del interventor. Adicionalmente, este puede facilitar el procedimiento constructivo con el empleo de islas, plataformas, sistemas neumáticos, aire comprimido, lanzas de agua, equipos de alto rendimiento de origen minero, u otro sistema autorizado. El empleo de cualquiera de estos sistemas constructivos derivados de las dificultades de la ejecución de obra no implica ningún pago adicional al pactado para el precio unitario establecido en esta especificación.

Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se debe ejecutar de tal forma que la roca sólida quede expuesta y preparada en lechos horizontales o dentados para recibir el concreto, debiendo ser removidos todos los fragmentos de roca suelta o desintegrada, así como los estratos muy delgados. Las grietas y cavidades que queden expuestas deben ser limpiadas y rellenadas con concreto o mortero de retracción controlada, según los procedimientos aceptados por el interventor.

Para el caso de zapatas de estribos, pilas de puentes o viaductos, o cualquier estructura soportada sobre pilotes hincados, antes de iniciar la operación de instalación de los pilotes, se debe haber completado la excavación del fondo del elemento que es apoyado en ellos. Una vez sea finalizada la operación de hincado de pilotes, el constructor debe retirar todo el material suelto o desplazado, con el fin de que quede un lecho plano y sólido para recibir el concreto.

600.4.2.2 Ataguías y encofrados

Las ataguías y encofrados que se conformen para la protección de las excavaciones donde se van a construir los cimientos, se deben llevar a profundidades por debajo del nivel de la base de los cimientos, y a alturas apropiadas para que sean seguras y tan impermeables como sea posible, para realizar adecuadamente el trabajo por ejecutar dentro de ellas. Las dimensiones internas de las ataguías y encofrados deben dejar espacio suficiente para la construcción de formaletas y la inspección de sus partes externas, así como para permitir el bombeo por fuera de aquellos.

Además, las ataguías y encofrados deben ser construidos en tal forma que protejan el concreto fresco contra cualquier daño que pueda ocasionarle una creciente repentina, y para prevenir cualquier daño debido a la erosión. En las ataguías y encofrados no se deben dejar maderos o abrazaderas que puedan penetrar en el concreto del cimiento, salvo que el interventor lo autorice por escrito.

No se debe permitir ningún apuntalamiento de ataguías y encofrados que pueda producir esfuerzo, golpe o vibración en la estructura permanente.

Las ataguías y encofrados inclinados o desplazados lateralmente durante el proceso de

hincado deben enderezarse, relocalizarse o suplementarse por el constructor, para obtener el espacio necesario y el lugar apropiado para la cimentación de la estructura.

Al terminar el trabajo de que se trate, el constructor debe desmontar y retirar la obra falsa, de tal manera que no ocasione ningún daño al cimiento terminado.

600.4.2.3 Sello de concreto

Cuando ocurran circunstancias que no permitan vaciar el cimiento en seco, y exista aprobación por parte del interventor, se puede exigir la construcción de un sello de concreto de las dimensiones que sean necesarias. El concreto debe cumplir con lo especificado en el artículo 630, Concreto estructural, y con el cien por ciento (100 %) de su resistencia a la compresión simple, a la edad de diseño, especificadas en los documentos del proyecto.

Después de colocado el sello, se debe extraer el agua por bombeo, continuándose la ejecución del trabajo en seco.

Cuando se utilicen encofrados de peso considerable con el fin de compensar parcialmente la presión hidrostática que actúa contra la base del sello de concreto, deben proveerse anclajes especiales, tales como espigos o llaves, para transferir el peso total del encofrado a dicho sello.

Cuando el agua esté sujeta a mareas o corrientes, las paredes del encofrado se deben perforar a la altura de la marea más baja, para controlar y obtener igual presión hidrostática dentro y fuera del elemento, durante el vaciado y el fraguado de los sellos.

600.4.2.4 Conservación de los cauces

A menos que una especificación particular indique algo diferente, no se debe permitir ninguna excavación por fuera de los cajones, ataguías, encofrados o tablestacados, ni alterar el lecho natural de las corrientes adyacentes a la estructura, sin la aprobación por parte de la autoridad ambiental competente y el consentimiento del interventor.

Si se efectúa cualquier excavación o dragado en el sitio de la estructura antes de colocar los caissons, encofrados, ataguías o tablestacados, el constructor debe rellenar la zona excavada o dragada, sin costo adicional para INVÍAS, una vez colocada la cimentación, hasta la altura inicial del terreno o lecho del río medida al inicio de la excavación, con material aprobado por el interventor.

En cursos de agua navegables, el constructor debe mantener, en todo momento, la profundidad del agua y los gálibos requeridos para el paso del tránsito lacustre o fluvial. También, deben permanecer luces y señales adecuadas durante todo el período de construcción.

Los materiales provenientes de las excavaciones de cimientos o rellenos de ataguías que se depositen provisionalmente en la zona de la corriente de agua, deben ser retirados por el constructor, dejando el lecho de la corriente en las mismas condiciones en que se encontraba originalmente.

600.4.3 Excavaciones para alcantarillas

Las excavaciones para alcantarillas se deben efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados

en los documentos del proyecto, y previa autorización del interventor, debiendo ceñirse a lo establecido en el numeral 600.5.2.

Cuando se vaya a colocar una alcantarilla por debajo de la línea del terreno original, se debe excavar una zanja a la profundidad requerida, de acuerdo con los requerimientos de los artículos 660, Tubería de concreto simple; 661, Tubería de concreto reforzado; 662, Tubería metálica corrugada o 663, Tubería de plástico, según corresponda, debiendo quedar conformado el fondo de la misma de manera que asegure un lecho firme en toda la longitud de la alcantarilla.

El ancho de la zanja debe ser el mínimo necesario que permita trabajar a ambos lados de la alcantarilla y compactar adecuadamente el relleno alrededor de ella. Dicho valor está dado en función del material de fabricación de la tubería según lo establecido en la Tabla 600 – 1, y no debe ser menor de cero coma setenta metros (0,70 m).

Tabla 600 – 1. Anchos de zanja para tuberías en función del material de fabricación

Material de la tubería	Ancho de zanja (m)
Acero	1,50*DE + 0,20 (Nota)
CCP y concreto	DE + 0,50
Glass Fiber Reinforced Plastic Pipe (GRP)	1,25*DE + 0,30
Hierro dúctil (HD)	DE + 0,60
Policloruro de vinilo (PVC)	DE + 0,40

Nota: DE corresponde al diámetro exterior de la tubería.

En el caso de que no se haya definido en el estudio geotécnico, la excavación se puede realizar con paredes verticales sin ayuda de apuntalamientos, hasta una profundidad máxima, dada por el menor valor obtenido de las siguientes condiciones:

- El valor de la altura crítica (H_c), como se encuentra definido en el "Manual de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras" de INVÍAS (versión 2012).
- Un valor de uno coma cinco metros (1,5 m).

El proceso de cálculo y valor obtenido debe ser aprobado por el interventor.

En caso de que la profundidad de excavación sea mayor de uno coma cinco metros (1,5 m), se deben requerir sistemas de protección ante el cierre accidental. El constructor debe presentar una alternativa técnica ante esta situación, así como los respectivos diseños y memorias de cálculo.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta, o cualquier otro material que por su dureza no permita conformar un lecho apropiado para colocar la tubería, dicho material debe ser removido hasta más abajo de la cota de cimentación y debe ser reemplazado por un material de subbase granular compactado, en un espesor mínimo de quince centímetros (15 cm). Esta capa se debe compactar, mínimo al noventa por ciento (90 %) de la densidad máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo INV E-142), teniendo en cuenta la corrección por presencia de partículas gruesas

(norma de ensayo INV E-143), siempre que ella resulte necesaria.

Cuando se presenten materiales suaves, esponjosos o inestables que no permitan una base firme para la cimentación de la alcantarilla, dichos materiales deben ser removidos en una profundidad igual al ancho de la excavación o la que autorice el interventor, debiendo rellenarse posteriormente con un material adecuado, según el numeral 220.2.1 del artículo 220 o de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, el cual debe ser compactado, como mínimo, al noventa por ciento (90 %) de la densidad seca máxima obtenida a partir del procedimiento descrito en la norma INV E-142, teniendo en cuenta la corrección por presencia de partículas gruesas que se explica en la norma INV E-143, en caso se requiera.

600.4.4 Excavaciones para filtros

Las excavaciones para la construcción de filtros se deben efectuar hasta la profundidad que se requiera y de conformidad con las dimensiones, pendientes y detalles que indiquen los documentos del proyecto aprobados por el interventor. Las paredes de las excavaciones deben ser verticales y su fondo debe ser conformado, a efecto de que quede una superficie firme y uniforme en toda su longitud.

600.4.5 Excavaciones para gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, descoles y zanjas

Las excavaciones para la fundación de gaviones y muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como las necesarias para la construcción de descoles, zanjas y obras similares, se deben realizar de conformidad con las dimensiones y detalles señalados en los documentos del proyecto y a los procedimientos aceptados por el interventor.

600.4.6 Bombeo

En cualquier excavación que lo requiera, el bombeo se debe hacer de manera que excluya la posibilidad de arrastrar cualquier porción de los materiales colocados. No se debe permitir bombear agua durante la colocación del concreto o durante las veinticuatro horas (24 h) siguientes, salvo que el bombeo se pueda efectuar desde un sumidero apropiado, separado de la obra de concreto por un muro impermeable, el uso de pozos excavados alrededor del sitio de la obra para control del nivel freático u otros medios efectivos.

No se debe iniciar el bombeo para drenar una ataguía o un encofrado sellado, hasta tanto el sello haya fraguado suficientemente para resistir la presión hidrostática y, en ningún caso, antes de siete días (7 d) o el lapso adicional que autorice el interventor.

600.4.7 Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el constructor debe limpiar y conformar las zonas laterales de la misma y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con lo que establezca el plan ambiental y a los procedimientos aceptados por el interventor.

600.4.8 Limitaciones en la ejecución

No se debe permitir adelantar los trabajos objeto del presente artículo, cuando la tempe-

ratura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a dos grados Celsius (2 °C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos de construcción se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

600.4.9 Manejo ambiental y otras consideraciones

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la ejecución de excavaciones varias se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, así como en las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y la protección de la comunidad.

Por ello, todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto; por tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

Los desvíos provisionales de los cursos de agua, aprobados por la autoridad ambiental competente, no pueden dar lugar a modificaciones permanentes en los lechos de quebradas y ríos. Así mismo, debe evitarse el represamiento y el empozamiento de agua por las condiciones insalubres que esto pueda generar.

Todos los materiales removidos de las excavaciones y que no tengan uso previsto en la obra, deben ser cuidadosamente recuperados para evitar que puedan ser arrastrados a cursos de agua, y deben transportarse y depositarse en lugares apropiados, de la manera prevista en los documentos del proyecto y a los procedimientos aceptados por el interventor.

En cuanto a hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico, se debe seguir lo dispuesto en el numeral 210.4.6 del artículo 210.

600.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

600.5.1 Controles

El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo, son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado del equipo de construcción.

- Verificar la eficiencia y la seguridad de los procedimientos de construcción.
- Constatar el cumplimiento de las disposiciones existentes en el artículo 102, Aspectos generales de seguridad y salud.
- Vigilar el cumplimiento del programa de trabajo.
- Confirmar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Verificar el alineamiento, el perfil y las secciones de las áreas excavadas.
- Comprobar la lisura del fondo de la excavación mediante lo establecido en el numeral 600.5.2, y considerando que la diferencia de pendiente existente entre dos (2) puntos de control consecutivos con relación a la contemplada en los documentos del proyecto no exceda de cero coma cinco por ciento (0,5 %).
- Comprobar la firmeza del fondo de las excavaciones, según los valores de compactación definidos en los documentos del proyecto a ejecutar o en el presente artículo.
- Medir los volúmenes de trabajo realizado conforme a la presente especificación.

El interventor debe constatar que el constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.

600.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El trabajo se debe dar por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección de la excavación estén de acuerdo con los documentos del proyecto y la aprobación del interventor y este considere, además, que la conservación de cauces es satisfactoria.

En ningún punto, la excavación realizada puede variar respecto de la autorizada por el interventor en más de tres centímetros (3 cm) en cota, ni en más de cinco centímetros (5 cm) en la localización en planta.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deben ser corregidas por el constructor, sin costo adicional para INVÍAS, hasta conseguir la aprobación por parte del interventor.

600.6 Medida

La unidad de medida de las excavaciones varias debe ser el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1), de material excavado en su posición original, determinado dentro y hasta las líneas de pago indicadas en los documentos del proyecto y en la presente especificación o autorizadas por el interventor. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No debe haber ninguna medida por los sobreanchos que se requieran para colocar encofrados, ni por el material que se haya excavado antes de haber realizado los levantamientos topográficos mencionados en el numeral 600.4.1.

Todas las excavaciones deben ser medidas por volumen ejecutado, verificado antes y después de llevarse a cabo el trabajo de excavación. El constructor debe permitir que el interventor realice las mediciones y verificacio-

nes que considere pertinentes antes de cerrar la excavación. Si el constructor cierra la excavación antes de que el interventor realice las mediciones y verificaciones, se entiende que se aviene a lo que unilateralmente este determine.

En excavaciones para estructuras, alcantarillas y filtros, toda medida se debe hacer con base en caras verticales a partir de los bordes autorizados de la excavación. Las excavaciones efectuadas por fuera de estos límites y los volúmenes adicionales causados por facilidad constructiva, desprendimientos, derrumbes, hundimientos, sedimentaciones o rellenos debidos a causas naturales, descuido o negligencia del constructor, no se deben medir y su corrección debe correr por cuenta exclusiva de este, hasta conseguir la aprobación por parte del interventor.

En caso de ocurrir derrumbes que el interventor no atribuya a descuido o negligencia del constructor, se deben medir, para efectos de pago, conforme con lo establecido en el artículo 211, Remoción de derrumbes.

La medida de la excavación para la fundación de gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como para la ejecución de descoles, zanjas y similares, se debe hacer con base en secciones transversales, tomadas antes y después de realizar el trabajo respectivo. No se debe incluir en la medida las excavaciones ejecutadas por fuera de las líneas definidas en el proyecto o autorizadas por el interventor.

600.7 Forma de pago

El trabajo de excavaciones varias se debe pagar al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con los documentos del proyecto, la presente especificación y según lo que sea aprobado por el interventor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por este.

El precio unitario debe cubrir todos los costos por concepto de la excavación, eventual perforación, fragmentación mediante el método aprobado por el interventor, remoción, cargue, transporte y descargue de todos los materiales excavados en las zonas de utilización o desecho, así como su correcta disposición en estas últimas. El volumen que el constructor puede presentar como soporte para el pago de la actividad, es únicamente el contemplado en el numeral 600.6, no existiendo opción de realizar su cuantificación mediante el valor medido en volquetas o cualquier otro vehículo utilizado para el transporte de los materiales, ni en cualquier otra condición que involucre alteración en relación con el estado en el cual el material se encuentra antes de la ejecución de la excavación. También, debe cubrir los costos de todas las obras provisionales y complementarias, tales como la construcción de accesos, desvíos de corrientes de agua aprobados por autoridad ambiental competente, construcción de cauces provisionales, trabajos de conservación de cauces; ataguías, encofrados, caissons, tablestacados, andamios, entibados y desagües; y los equipos, bombeos, transportes, mano de obra, materiales y equipos para fragmentación detonante y/o no detonante según sea el caso, limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Se debe incluir, dentro del precio unitario, los posibles costos inherentes a los derechos de disposición y/o conformación de materiales

sobrantes, los cuales incluyen todos los costos inherentes a las posibles obras requeridas en los sitios de disposición.

El constructor debe considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control hasta el sitio de utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario debe cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el interventor. De los volúmenes de excavación se descuentan, para fines de pago, aquellos que se empleen en la construcción de rellenos para estructuras, mampostería, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, concretos, filtros, subbases, bases y capas de rodadura.

En el caso de que los trabajos afecten una vía en la cual exista tránsito automotor, el precio unitario debe incluir, además, los costos de señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos.

El precio unitario debe incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del constructor.

Los trabajos de desmonte y limpieza previos a la ejecución de las excavaciones se deben medir y pagar de acuerdo con el artículo 200.

Por su parte, el sello de concreto para la protección del fondo de la excavación, cuando se requiera, se debe medir y pagar de acuerdo con el artículo 630.

600.8 Ítem de pago

Opción 1: excavación sin clasificar

Ítem	Descripción	Unidad
600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar	Metro cúbico (m^3)

Opción 2: excavación clasificada

Ítem	Descripción	Unidad
600.2.1	Excavaciones varias en roca en seco	Metro cúbico (m^3)
600.2.2	Excavaciones varias en roca bajo agua	Metro cúbico (m^3)
600.2.3	Excavaciones varias en material común en seco	Metro cúbico (m^3)
600.2.4	Excavaciones varias en material común bajo agua	Metro cúbico (m^3)



II	MOVIMIENTO DE TIERRAS
2.2	**EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR, INCLUYE TRANSPORTE**
ÍTEM DE PAGO	600.1.1

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Excavaciones varias

Artículo 600 – 22

600.1 Descripción

600.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras a las cuales se refiere el presente artículo, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los documentos del proyecto. Comprende, además, la construcción de sistemas de apuntalamientos y entibados, encofrados, ataguías y cajones y el sistema de drenaje que sea necesario para la ejecución de los trabajos de excavación; así como el retiro posterior de encofrados y ataguías. Incluye también, la remoción, el transporte, la disposición de todo material generado por las actividades de excavación y limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo.

No se incluyen en este artículo las excavaciones producidas para cualquiera de las estructuras consideradas en artículos específicos dentro de las presentes especificaciones, salvo que las mismas hagan referencia a este.

600.1.2 Clasificación

600.1.2.1 Excavaciones varias sin clasificar

Se refiere a los trabajos de excavaciones varias de cualquier material, sin importar su naturaleza ni la presencia de la tabla de agua o nivel freático.

600.1.2.2 Excavaciones varias clasificadas

600.1.2.2.1 Excavaciones varias en roca en seco

Comprenden la excavación del mismo tipo de material descrito en el numeral 210.1.3.2.1. del artículo 210, Excavación de la explanación, canales y préstamos.

600.1.2.2.2 Excavaciones varias en roca bajo agua

Incluyen toda excavación cubierta por el numeral anterior, donde la presencia permanente de agua sobre el nivel de la excavación dificulte su ejecución.

600.1.2.2.3 Excavaciones varias en material común en seco

Abarcan la excavación, en seco, de materiales no cubiertos por el numeral 600.1.2.2.1.

600.1.2.2.4 Excavaciones varias en material común bajo agua.

Corresponden a toda excavación de los materiales considerados en el numeral anterior, pero donde la presencia permanente de agua

sobre el nivel de la excavación dificulte su ejecución.

600.2 Materiales

Los materiales provenientes de las excavaciones varias que sean adecuados según lo dispuesto por las presentes especificaciones, y necesarios para la ejecución de rellenos deben ser almacenados por el constructor para aprovecharlos en su construcción, previa aprobación del interventor. Dichos materiales no se pueden desechar ni retirar de la zona de la obra para fines distintos a los definidos en los documentos del contrato, sin la aprobación previa del interventor. De igual manera, el constructor debe garantizar que el sitio de acopio de estos materiales no coincida con sitios de concentración de escorrentía, para evitar con esto pérdidas de material por lavado.

Los materiales de las excavaciones varias se consideran no utilizables para su uso en actividades propias del objeto contractual, si no cumplen con uno o más requisitos de los definidos en las presentes especificaciones. Estos materiales deben ser excavados, retirados y dispuestos en zonas destinadas para este fin, las cuales deben haber sido aprobadas por la autoridad ambiental competente, de acuerdo con lo establecido en los documentos del proyecto, y a los procedimientos aceptados por el interventor.

Las excavaciones deben ser restauradas con materiales que cumplan con los parámetros establecidos en el artículo 610, Rellenos para estructuras.

600.3 Equipo

El constructor debe proponer, para consideración del interventor, los equipos más apropiados para las operaciones a realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar y su profundidad, los cuales no deben producir daños innecesarios en vecindades o en la zona de los trabajos, y deben asegurar el avance físico según el programa de trabajo, permitiendo el correcto desarrollo de las etapas constructivas posteriores.

600.4 Ejecución de los trabajos

600.4.1 Generalidades

El constructor debe notificar al interventor, con suficiente antelación al comienzo de cualquier excavación, para que se efectúen todas las medidas y levantamientos topográficos necesarios y se fije la localización de la estructura en el terreno original, según el tipo de estructura de que se trate.

Antes de comenzar los trabajos de excavación, se deben haber completado las actividades previas de desmonte y limpieza, de conformidad con lo que resulte aplicable de lo especificado en el artículo 200, Desmonte y limpieza, de las presentes especificaciones.

Si dentro de los límites de la excavación se encuentran estructuras, cimientos antiguos u otros obstáculos no previstos en los documentos del proyecto, y que imposibiliten la construcción de la estructura objeto de la actividad, deben ser retirados por el constructor.

Para definir si existe o no afectación a la estructura a ser construida, la interventoría debe sustentar su decisión en un concepto técnico emitido por el diseñador de la misma.

En los casos en que la interventoría lo autorice, esta debe clasificar y medir estos materiales según lo establecido para tal fin en el numeral 201.6 del artículo 201, Demolición y remoción, para proceder con su pago.

Si la interventoría no autoriza su pago, o si se decide que las obstrucciones no generan afectación a la estructura a ser construida, sino solo a la implementación de los procedimientos constructivos desarrollados por el constructor, los costos de la actividad deben ser asumidos integralmente por el constructor.

Siempre que los trabajos lo requieran, y previa autorización emitida por la autoridad ambiental competente, las excavaciones varias deben comprender labores previas, tales como el desvío de corrientes de agua o la construcción de cauces provisionales, u otras que contemplen los documentos del proyecto.

Los bordes exteriores de las excavaciones deben ser delimitados perfectamente mediante estacas, jalones e hilos de demarcación de sus contornos. En las proximidades de toda excavación destinada a la cimentación de estructuras o a la instalación de alcantarillas, se debe colocar al menos una (1) estaca de referencia altimétrica. Es responsabilidad del constructor la conservación de la estaca de referencia altimétrica hasta la recepción de los trabajos; el interventor puede ordenar la paralización de las excavaciones que no cuenten con estas referencias.

Las excavaciones se deben adelantar de acuerdo con los documentos del proyecto. Las cotas de fundación de zapatas indicadas en ellos se consideran aproximadas y, por lo tanto, el interventor, previa justificación soportada en concepto técnico emitido por el diseñador de la estructura, puede ordenar que sean efectuados todos los cambios necesarios en las dimensiones de la excavación, para obtener una cimentación estable, así como también para garantizar la seguridad de las personas y equipos involucrados en la actividad.

El constructor debe tomar todas las precauciones para minimizar la alteración del suelo contiguo a la excavación.

El interventor puede ordenar, en el evento en que el suelo encontrado a la profundidad de cimentación definida en los documentos del proyecto sea inapropiado, una excavación a mayor profundidad (a efectos de obtener un material de fundación apropiado), o alternativamente, una excavación a mayor profundidad y restitución hasta la cota de cimentación con un material que cumpla con los requisitos establecidos en los numerales 220.2.2.1 o 220.2.2.2 del artículo 220, Terraplenes.

En el primer caso, el diseñador debe revisar los diseños de la estructura y efectuar las modificaciones que correspondan. En el segundo caso, el material de relleno es tratado conforme con lo establecido en el artículo 610 de las presentes especificaciones.

En ambos casos, el interventor debe definir las cotas hasta las cuales se incrementa la profundidad de la excavación.

Para las excavaciones en roca mediante procedimientos detonantes, se debe cumplir lo establecido en el numeral 210.4.1.5 del artículo 210, de las presentes especificaciones.
Para las excavaciones en roca mediante procedimientos no detonantes, se debe contar con la aprobación previa del interventor, para lo cual se requiere, mínimo, la siguiente información:

- Descripción del procedimiento de la actividad.
- Criterios de diseño para la selección de equipos, insumos, distribución de puntos de intervención y profundidad de intervención.
- Fecha de inicio y duración de las actividades propuestas.
- Fichas técnicas y certificados de calidad de los productos utilizados para el procedimiento. En caso de que no existan certificaciones de calidad emitidas por un organismo nacional, se deben aceptar, a discreción del interventor, las provenientes de organismos extranjeros.
- Medidas de seguridad para la obra y terceros.

Toda excavación que presente peligro de derrumbes que afecten el ritmo de los trabajos, la seguridad del personal o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, debe ser protegida mediante técnicas aprobadas previamente por el interventor, siendo responsabilidad del constructor la elaboración y presentación de los soportes técnicos necesarios. Los sistemas de protección se deben retirar, en el caso de ser necesario, antes de rellenar las excavaciones.

Si los sistemas de drenaje por gravedad no resultan suficientes para mantener drenadas las excavaciones, se deben instalar y mantener en operación motobombas, mangueras, conductos deslizantes y todos los dispositivos necesarios que permitan mantener el agua a un nivel inferior al del fondo de las obras permanentes mientras duren las actividades de excavación. Durante el bombeo, se debe tener la precaución de no producir socavaciones en partes de las obras o alterar las propiedades de los suelos.

Cualquier daño o perjuicio causado por el desarrollo de los trabajos, en la obra o en propiedades adyacentes, es responsabilidad del constructor quien debe reponer, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), los daños y perjuicios causados, y constar para ello en los documentos soporte del contrato, la aprobación por parte del interventor.

600.4.2 Excavaciones para cimentaciones de estructuras de concreto

600.4.2.1 Excavación

Las excavaciones para cimentaciones a que se refiere el presente numeral se deben realizar conforme con las líneas de pago indicadas en los documentos del proyecto y a los procedimientos aceptados por el interventor. Estas deben permitir la construcción de las cimentaciones a todo su ancho y longitud, dejando un fondo con una superficie plana y horizontal.

Cuando la cimentación se deba asentar sobre una superficie excavada que no sea roca, el

constructor debe tomar las medidas necesarias para minimizar la alteración del fondo de la excavación, con la precaución adicional de no remover el material del fondo de la excavación, en mínimo veinte centímetros (20 cm) (o lo que autorice el interventor), hasta la cota de cimentación prevista, sino en el instante previo a la colocación del cimiento.

En las excavaciones de las fundaciones de estructuras en cajón y pilas, el constructor puede adoptar el sistema constructivo que estime conveniente, siempre y cuando cuente con la aprobación del interventor. Adicionalmente, este puede facilitar el procedimiento constructivo con el empleo de islas, plataformas, sistemas neumáticos, aire comprimido, lanzas de agua, equipos de alto rendimiento de origen minero, u otro sistema autorizado. El empleo de cualquiera de estos sistemas constructivos derivados de las dificultades de la ejecución de obra no implica ningún pago adicional al pactado para el precio unitario establecido en esta especificación.

Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se debe ejecutar de tal forma que la roca sólida quede expuesta y preparada en lechos horizontales o dentados para recibir el concreto, debiendo ser removidos todos los fragmentos de roca suelta o desintegrada, así como los estratos muy delgados. Las grietas y cavidades que queden expuestas deben ser limpiadas y rellenadas con concreto o mortero de retracción controlada, según los procedimientos aceptados por el interventor.

Para el caso de zapatas de estribos, pilas de puentes o viaductos, o cualquier estructura soportada sobre pilotes hincados, antes de iniciar la operación de instalación de los pilotes, se debe haber completado la excavación del fondo del elemento que es apoyado en ellos. Una vez sea finalizada la operación de hincado de pilotes, el constructor debe retirar todo el material suelto o desplazado, con el fin de que quede un lecho plano y sólido para recibir el concreto.

600.4.2.2 Ataguías y encofrados

Las ataguías y encofrados que se conformen para la protección de las excavaciones donde se van a construir los cimientos, se deben llevar a profundidades por debajo del nivel de la base de los cimientos, y a alturas apropiadas para que sean seguras y tan impermeables como sea posible, para realizar adecuadamente el trabajo por ejecutar dentro de ellas. Las dimensiones internas de las ataguías y encofrados deben dejar espacio suficiente para la construcción de formaletas y la inspección de sus partes externas, así como para permitir el bombeo por fuera de aquellos.

Además, las ataguías y encofrados deben ser construidos en tal forma que protejan el concreto fresco contra cualquier daño que pueda ocasionarle una creciente repentina, y para prevenir cualquier daño debido a la erosión. En las ataguías y encofrados no se deben dejar maderos o abrazaderas que puedan penetrar en el concreto del cimiento, salvo que el interventor lo autorice por escrito.

No se debe permitir ningún apuntalamiento de ataguías y encofrados que pueda producir esfuerzo, golpe o vibración en la estructura permanente.

Las ataguías y encofrados inclinados o desplazados lateralmente durante el proceso de

hincado deben enderezarse, relocalizarse o suplementarse por el constructor, para obtener el espacio necesario y el lugar apropiado para la cimentación de la estructura.

Al terminar el trabajo de que se trate, el constructor debe desmontar y retirar la obra falsa, de tal manera que no ocasione ningún daño al cimiento terminado.

600.4.2.3 Sello de concreto

Cuando ocurran circunstancias que no permitan vaciar el cimiento en seco, y exista aprobación por parte del interventor, se puede exigir la construcción de un sello de concreto de las dimensiones que sean necesarias. El concreto debe cumplir con lo especificado en el artículo 630, Concreto estructural, y con el cien por ciento (100 %) de su resistencia a la compresión simple, a la edad de diseño, especificadas en los documentos del proyecto.

Después de colocado el sello, se debe extraer el agua por bombeo, continuándose la ejecución del trabajo en seco.

Cuando se utilicen encofrados de peso considerable con el fin de compensar parcialmente la presión hidrostática que actúa contra la base del sello de concreto, deben proveerse anclajes especiales, tales como espigos o llaves, para transferir el peso total del encofrado a dicho sello.

Cuando el agua esté sujeta a mareas o corrientes, las paredes del encofrado se deben perforar a la altura de la marea más baja, para controlar y obtener igual presión hidrostática dentro y fuera del elemento, durante el vaciado y el fraguado de los sellos.

600.4.2.4 Conservación de los cauces

A menos que una especificación particular indique algo diferente, no se debe permitir ninguna excavación por fuera de los cajones, ataguías, encofrados o tablestacados, ni alterar el lecho natural de las corrientes adyacentes a la estructura, sin la aprobación por parte de la autoridad ambiental competente y el consentimiento del interventor.

Si se efectúa cualquier excavación o dragado en el sitio de la estructura antes de colocar los caissons, encofrados, ataguías o tablestacados, el constructor debe rellenar la zona excavada o dragada, sin costo adicional para INVÍAS, una vez colocada la cimentación, hasta la altura inicial del terreno o lecho del río medida al inicio de la excavación, con material aprobado por el interventor.

En cursos de agua navegables, el constructor debe mantener, en todo momento, la profundidad del agua y los gálibos requeridos para el paso del tránsito lacustre o fluvial. También, deben permanecer luces y señales adecuadas durante todo el período de construcción.

Los materiales provenientes de las excavaciones de cimientos o rellenos de ataguías que se depositen provisionalmente en la zona de la corriente de agua, deben ser retirados por el constructor, dejando el lecho de la corriente en las mismas condiciones en que se encontraba originalmente.

600.4.3 Excavaciones para alcantarillas

Las excavaciones para alcantarillas se deben efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados

en los documentos del proyecto, y previa autorización del interventor, debiendo ceñirse a lo establecido en el numeral 600.5.2.

Cuando se vaya a colocar una alcantarilla por debajo de la línea del terreno original, se debe excavar una zanja a la profundidad requerida, de acuerdo con los requerimientos de los artículos 660, Tubería de concreto simple; 661, Tubería de concreto reforzado; 662, Tubería metálica corrugada o 663, Tubería de plástico, según corresponda, debiendo quedar conformado el fondo de la misma de manera que asegure un lecho firme en toda la longitud de la alcantarilla.

El ancho de la zanja debe ser el mínimo necesario que permita trabajar a ambos lados de la alcantarilla y compactar adecuadamente el relleno alrededor de ella. Dicho valor está dado en función del material de fabricación de la tubería según lo establecido en la Tabla 600 – 1, y no debe ser menor de cero coma setenta metros (0,70 m).

Tabla 600 – 1. Anchos de zanja para tuberías en función del material de fabricación

Material de la tubería	Ancho de zanja (m)
Acero	1,50*DE + 0,20 (Nota)
CCP y concreto	DE + 0,50
Glass Fiber Reinforced Plastic Pipe (GRP)	1,25*DE + 0,30
Hierro dúctil (HD)	DE + 0,60
Policloruro de vinilo (PVC)	DE + 0,40

Nota: DE corresponde al diámetro exterior de la tubería.

En el caso de que no se haya definido en el estudio geotécnico, la excavación se puede realizar con paredes verticales sin ayuda de apuntalamientos, hasta una profundidad máxima, dada por el menor valor obtenido de las siguientes condiciones:

- El valor de la altura crítica (H_c), como se encuentra definido en el "Manual de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras" de INVÍAS (versión 2012).
- Un valor de uno coma cinco metros (1,5 m).

El proceso de cálculo y valor obtenido debe ser aprobado por el interventor.

En caso de que la profundidad de excavación sea mayor de uno coma cinco metros (1,5 m), se deben requerir sistemas de protección ante el cierre accidental. El constructor debe presentar una alternativa técnica ante esta situación, así como los respectivos diseños y memorias de cálculo.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta, o cualquier otro material que por su dureza no permita conformar un lecho apropiado para colocar la tubería, dicho material debe ser removido hasta más abajo de la cota de cimentación y debe ser reemplazado por un material de subbase granular compactado, en un espesor mínimo de quince centímetros (15 cm). Esta capa se debe compactar, mínimo al noventa por ciento (90 %) de la densidad máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo INV E-142), teniendo en cuenta la corrección por presencia de partículas gruesas

(norma de ensayo INV E-143), siempre que ella resulte necesaria.

Cuando se presenten materiales suaves, esponjosos o inestables que no permitan una base firme para la cimentación de la alcantarilla, dichos materiales deben ser removidos en una profundidad igual al ancho de la excavación o la que autorice el interventor, debiendo rellenarse posteriormente con un material adecuado, según el numeral 220.2.1 del artículo 220 o de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, el cual debe ser compactado, como mínimo, al noventa por ciento (90 %) de la densidad seca máxima obtenida a partir del procedimiento descrito en la norma INV E-142, teniendo en cuenta la corrección por presencia de partículas gruesas que se explica en la norma INV E-143, en caso se requiera.

600.4.4 Excavaciones para filtros

Las excavaciones para la construcción de filtros se deben efectuar hasta la profundidad que se requiera y de conformidad con las dimensiones, pendientes y detalles que indiquen los documentos del proyecto aprobados por el interventor. Las paredes de las excavaciones deben ser verticales y su fondo debe ser conformado, a efecto de que quede una superficie firme y uniforme en toda su longitud.

600.4.5 Excavaciones para gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, descoles y zanjas

Las excavaciones para la fundación de gaviones y muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como las necesarias para la construcción de descoles, zanjas y obras similares, se deben realizar de conformidad con las dimensiones y detalles señalados en los documentos del proyecto y a los procedimientos aceptados por el interventor.

600.4.6 Bombeo

En cualquier excavación que lo requiera, el bombeo se debe hacer de manera que excluya la posibilidad de arrastrar cualquier porción de los materiales colocados. No se debe permitir bombear agua durante la colocación del concreto o durante las veinticuatro horas (24 h) siguientes, salvo que el bombeo se pueda efectuar desde un sumidero apropiado, separado de la obra de concreto por un muro impermeable, el uso de pozos excavados alrededor del sitio de la obra para control del nivel freático u otros medios efectivos.

No se debe iniciar el bombeo para drenar una ataguía o un encofrado sellado, hasta tanto el sello haya fraguado suficientemente para resistir la presión hidrostática y, en ningún caso, antes de siete días (7 d) o el lapso adicional que autorice el interventor.

600.4.7 Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el constructor debe limpiar y conformar las zonas laterales de la misma y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con lo que establezca el plan ambiental y a los procedimientos aceptados por el interventor.

600.4.8 Limitaciones en la ejecución

No se debe permitir adelantar los trabajos objeto del presente artículo, cuando la tempe-

ratura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a dos grados Celsius (2 °C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos de construcción se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

600.4.9 Manejo ambiental y otras consideraciones

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la ejecución de excavaciones varias se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, así como en las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y la protección de la comunidad.

Por ello, todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto; por tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

Los desvíos provisionales de los cursos de agua, aprobados por la autoridad ambiental competente, no pueden dar lugar a modificaciones permanentes en los lechos de quebradas y ríos. Así mismo, debe evitarse el represamiento y el empozamiento de agua por las condiciones insalubres que esto pueda generar.

Todos los materiales removidos de las excavaciones y que no tengan uso previsto en la obra, deben ser cuidadosamente recuperados para evitar que puedan ser arrastrados a cursos de agua, y deben transportarse y depositarse en lugares apropiados, de la manera prevista en los documentos del proyecto y a los procedimientos aceptados por el interventor.

En cuanto a hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico, se debe seguir lo dispuesto en el numeral 210.4.6 del artículo 210.

600.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

600.5.1 Controles

El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo, son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado del equipo de construcción.

- Verificar la eficiencia y la seguridad de los procedimientos de construcción.
- Constatar el cumplimiento de las disposiciones existentes en el artículo 102, Aspectos generales de seguridad y salud.
- Vigilar el cumplimiento del programa de trabajo.
- Confirmar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Verificar el alineamiento, el perfil y las secciones de las áreas excavadas.
- Comprobar la lisura del fondo de la excavación mediante lo establecido en el numeral 600.5.2, y considerando que la diferencia de pendiente existente entre dos (2) puntos de control consecutivos con relación a la contemplada en los documentos del proyecto no exceda de cero coma cinco por ciento (0,5 %).
- Comprobar la firmeza del fondo de las excavaciones, según los valores de compactación definidos en los documentos del proyecto a ejecutar o en el presente artículo.
- Medir los volúmenes de trabajo realizado conforme a la presente especificación.

El interventor debe constatar que el constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.

600.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El trabajo se debe dar por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección de la excavación estén de acuerdo con los documentos del proyecto y la aprobación del interventor y este considere, además, que la conservación de cauces es satisfactoria.

En ningún punto, la excavación realizada puede variar respecto de la autorizada por el interventor en más de tres centímetros (3 cm) en cota, ni en más de cinco centímetros (5 cm) en la localización en planta.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deben ser corregidas por el constructor, sin costo adicional para INVÍAS, hasta conseguir la aprobación por parte del interventor.

600.6 Medida

La unidad de medida de las excavaciones varias debe ser el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1), de material excavado en su posición original, determinado dentro y hasta las líneas de pago indicadas en los documentos del proyecto y en la presente especificación o autorizadas por el interventor. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No debe haber ninguna medida por los sobreanchos que se requieran para colocar encofrados, ni por el material que se haya excavado antes de haber realizado los levantamientos topográficos mencionados en el numeral 600.4.1.

Todas las excavaciones deben ser medidas por volumen ejecutado, verificado antes y después de llevarse a cabo el trabajo de excavación. El constructor debe permitir que el interventor realice las mediciones y verificacio-

nes que considere pertinentes antes de cerrar la excavación. Si el constructor cierra la excavación antes de que el interventor realice las mediciones y verificaciones, se entiende que se aviene a lo que unilateralmente este determine.

En excavaciones para estructuras, alcantarillas y filtros, toda medida se debe hacer con base en caras verticales a partir de los bordes autorizados de la excavación. Las excavaciones efectuadas por fuera de estos límites y los volúmenes adicionales causados por facilidad constructiva, desprendimientos, derrumbes, hundimientos, sedimentaciones o rellenos debidos a causas naturales, descuido o negligencia del constructor, no se deben medir y su corrección debe correr por cuenta exclusiva de este, hasta conseguir la aprobación por parte del interventor.

En caso de ocurrir derrumbes que el interventor no atribuya a descuido o negligencia del constructor, se deben medir, para efectos de pago, conforme con lo establecido en el artículo 211, Remoción de derrumbes.

La medida de la excavación para la fundación de gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como para la ejecución de descoles, zanjas y similares, se debe hacer con base en secciones transversales, tomadas antes y después de realizar el trabajo respectivo. No se debe incluir en la medida las excavaciones ejecutadas por fuera de las líneas definidas en el proyecto o autorizadas por el interventor.

600.7 Forma de pago

El trabajo de excavaciones varias se debe pagar al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con los documentos del proyecto, la presente especificación y según lo que sea aprobado por el interventor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por este.

El precio unitario debe cubrir todos los costos por concepto de la excavación, eventual perforación, fragmentación mediante el método aprobado por el interventor, remoción, cargue, transporte y descargue de todos los materiales excavados en las zonas de utilización o desecho, así como su correcta disposición en estas últimas. El volumen que el constructor puede presentar como soporte para el pago de la actividad, es únicamente el contemplado en el numeral 600.6, no existiendo opción de realizar su cuantificación mediante el valor medido en volquetas o cualquier otro vehículo utilizado para el transporte de los materiales, ni en cualquier otra condición que involucre alteración en relación con el estado en el cual el material se encuentra antes de la ejecución de la excavación. También, debe cubrir los costos de todas las obras provisionales y complementarias, tales como la construcción de accesos, desvíos de corrientes de agua aprobados por autoridad ambiental competente, construcción de cauces provisionales, trabajos de conservación de cauces; ataguías, encofrados, caissons, tablestacados, andamios, entibados y desagües; y los equipos, bombeos, transportes, mano de obra, materiales y equipos para fragmentación detonante y/o no detonante según sea el caso, limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Se debe incluir, dentro del precio unitario, los posibles costos inherentes a los derechos de disposición y/o conformación de materiales

sobrantes, los cuales incluyen todos los costos inherentes a las posibles obras requeridas en los sitios de disposición.

El constructor debe considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control hasta el sitio de utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario debe cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el interventor. De los volúmenes de excavación se descuentan, para fines de pago, aquellos que se empleen en la construcción de rellenos para estructuras, mampostería, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, concretos, filtros, subbases, bases y capas de rodadura.

En el caso de que los trabajos afecten una vía en la cual exista tránsito automotor, el precio unitario debe incluir, además, los costos de señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos.

El precio unitario debe incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del constructor.

Los trabajos de desmonte y limpieza previos a la ejecución de las excavaciones se deben medir y pagar de acuerdo con el artículo 200.

Por su parte, el sello de concreto para la protección del fondo de la excavación, cuando se requiera, se debe medir y pagar de acuerdo con el artículo 630.

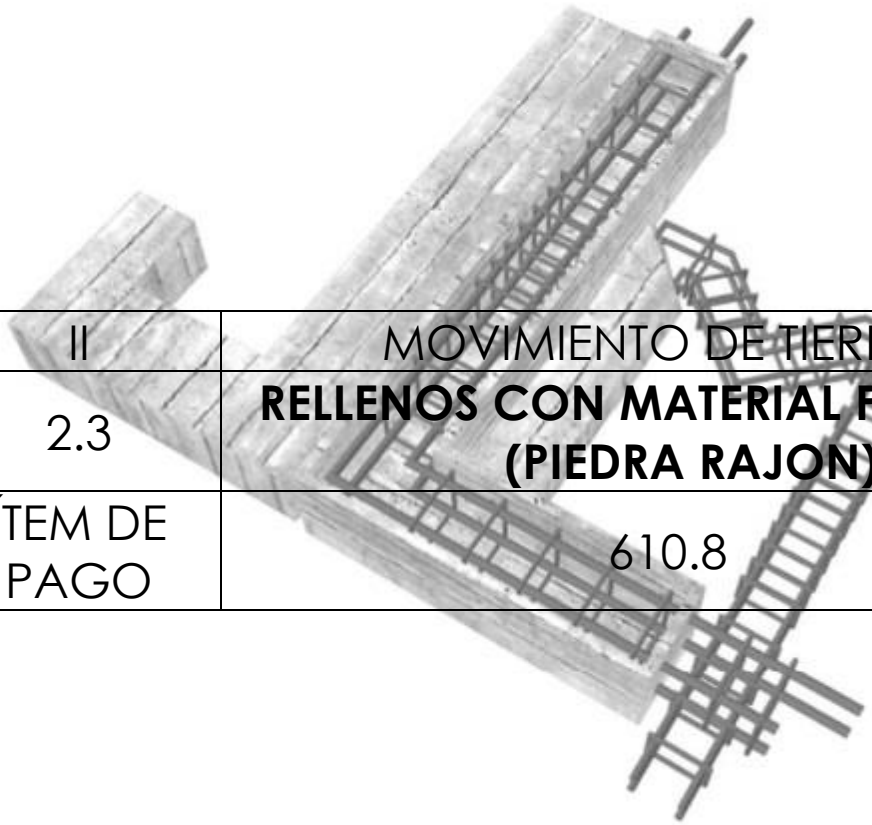
600.8 Ítem de pago

Opción 1: excavación sin clasificar

Ítem	Descripción	Unidad
600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar	Metro cúbico (m^3)

Opción 2: excavación clasificada

Ítem	Descripción	Unidad
600.2.1	Excavaciones varias en roca en seco	Metro cúbico (m^3)
600.2.2	Excavaciones varias en roca bajo agua	Metro cúbico (m^3)
600.2.3	Excavaciones varias en material común en seco	Metro cúbico (m^3)
600.2.4	Excavaciones varias en material común bajo agua	Metro cúbico (m^3)



II	MOVIMIENTO DE TIERRAS
2.3	**RELLENOS CON MATERIAL FILTRANTE (PIEDRA RAJON)**
ÍTEM DE PAGO	610.8

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Rellenos para estructuras

Artículo 610 – 22

610.1 Descripción

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes, o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas, previa la ejecución de las obras de drenaje y subdrenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el interventor.

Incluye, además, la construcción de elementos filtrantes por detrás de los estribos, muros de contención y obras de arte, en los sitios y con las dimensiones señalados en los documentos del proyecto, en aquellos casos en los cuales dichas operaciones no formen parte de otra actividad de las presentes especificaciones o de una especificación particular.

610.2 Materiales

Los materiales que se empleen en la construcción de rellenos para estructuras deben provenir de las excavaciones del proyecto, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deben estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales; no deben tener características expansivas ni colapsables. Su empleo debe ser autorizado por el interventor.

Los documentos del proyecto deben indicar los tipos de material por utilizar en las diferentes partes de los rellenos para estructuras. En los siguientes numerales se presentan las características de los materiales típicos que se deben usar en estos rellenos; los diferentes artículos, así como las especificaciones particulares, pueden establecer requisitos adicionales o diferentes a los aquí mencionados para cada uno de los tipos de material de relleno.

610.2.1 Suelos

Deben cumplir con lo establecido en el numeral 220.2.2.1 del artículo 220, Terraplenes, con las precisiones establecidas en la Nota de la Tabla 610 – 1. Igualmente, la muestra que se tome para la prueba de índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en el numeral 610.5.2.2.1 y con la humedad correspondiente a esa densidad en el lado seco de la curva de compactación.

610.2.2 Recebo

El material de recebo debe cumplir los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 1; además, ajustarse a alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 2.

Tabla 610 – 1. Requisitos para material de recebo

Característica	Norma de ensayo	Requisito	
		Recebo tipo 1	Recebo tipo 2
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones (%)	INV E-218	50	65
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	INV E-125	45	45
Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E-125 e INV E-126	10	12
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	INV E-121 / UNE 103204	1,0	1,0
Expansión en prueba CBR, máximo (%) (Nota)	INV E-148	2,0	2,0
Resistencia del material (F)			
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota)	INV E-148	10	10
Expansión en prueba CBR, máximo (%) (Nota)	INV E-148	2,0	2,0

Nota: los valores de CBR y expansión indicados en estos requisitos están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 610.5.2.2.1); el CBR y la expansión se deben medir sobre muestras sometidas previamente a cuatro días (4 d) de inmersión.

Tabla 610 – 2. Franjas granulométricas para material de recebo

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S *Standard*)				
	75	38	25,0	4,75	0,075
	3 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	Nro. 4	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)				
RE-75	100	-	70 – 100	30 – 75	5 – 30
RE-38	-	100	70 – 100	30 – 75	5 – 30
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	7 %			6 %	3 %

610.2.3 Materiales granulares tipo SBG o BG

Estos materiales granulares se denominan tipo SBG, por su similitud con el material de subbase granular para tránsito NT1 (artículo 320) y tipo BG, por su similitud con el material de base granular para tránsito NT1 (artículo 330). Deben cumplir los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 3; igualmente,

deben satisfacer alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 4.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que sea producido por el constructor debe dar lugar a una curva que cumpla con las siguientes condiciones:

- Para el caso de materiales cuyo porcentaje que pasa a través del tamiz de 0,075 mm

Tabla 610 – 3. Requisitos para materiales granulares tipo SBG o BG

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito	
		Tipo SBG	Tipo BG
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones	E-218	50	40
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18	 12 18
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	3
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	30
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	2	2
Geometría de las Partículas (F)			
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	-	35
Caras fracturadas (una cara), mínimo (%)	E-227	-	50

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 4. Franjas granulométricas para materiales granulares tipo SBG o BG

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)									
	50,0	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,425	0,075
	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	¾ Pulgada	½ Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)									
SGB-50	100	70 – 95	60 – 90	-	45 – 75	40 – 70	25 – 55	15 – 40	6 – 25	2 – 15
SGB-38	-	100	75 – 95	-	55 – 85	45 – 75	30 – 60	20 – 45	8 – 30	2 – 15
SGB-20	-	-	-	100	60 – 87	50 – 80	35 – 65	24 – 49	8 – 30	2 – 15
BG-38	-	100	70 – 100	-	60 – 90	45 – 75	30 – 60	20 – 45	10 – 30	5 – 15
BG-25	-	-	100	-	70 – 100	50 – 80	35 – 65	20 – 45	10 – 30	5 – 15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %					6 %			3 %

(nro. 200) en masa sea menor de doce por ciento (12 %), se deben utilizar materiales clasificados según la norma INV E-181 como "bien gradados" (Tablas 181 – 3 y 181 – 4).

- En cualquier caso, que la curva resultante sea sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el constructor debe proponer al interventor una "Fórmula de Trabajo" la cual se debe ajustar durante la construcción del relleno, con las tolerancias que se indican en la Tabla 610 – 4, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 0,425 mm (nro. 40) no debe exceder de dos tercios (2/3) y el tamaño máximo nominal no debe exceder de un tercio (1/3) del espesor de la capa compactada.

Tabla 610 – 5. Requisitos de los agregados para material granular filtrante

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones (%)	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	No plástico
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	No plástico
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	2

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 6. Franjas granulométricas para material granular filtrante

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)											
	150	100	75	50	25,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,600	0,150	0,075
	6 Pulgadas	4 Pulgadas	3 Pulgadas	2 Pulgadas	1 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 30	Nro. 100	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)											
MF-150	100	90 – 100	80 – 100	70 – 95	60 – 80	40 – 70	-	10 – 20	0	-	-	-
MF-75	-	-	100	-	91 – 97	-	79 – 90	66 – 80	-	0 – 40	0 – 8	0 – 2
MF-50				100	70 – 90	55 – 80	-	35 – 65	25 – 50	15 – 30	0 – 3	0 – 2

610.2.4 Material granular filtrante

El material granular filtrante debe satisfacer los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 5; así mismo, debe cumplir con alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 6.

610.2.5 Gravilla

La gravilla de rellenos para estructuras debe satisfacer los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 7; además, debe cumplir con la granulometría que se indica en la Tabla 610 – 8.

610.2.6 Arena

La arena de rellenos para estructuras debe satisfacer los requisitos de calidad y gradación que se especifican en la Tabla 610 – 9 y la Tabla 610 – 10, respectivamente.

610.3 Equipo

Previo a la ejecución de actividades, el constructor debe presentar al interventor las especificaciones de los equipos, así como la cantidad destinada de estos para las diferentes etapas del proceso constructivo del relleno, las cuales son evaluadas y juzgadas como apropiadas si se considera que pueden

Tabla 610 – 7. Requisitos para gravilla de rellenos para estructuras

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones (%)	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18
Limpieza (F)		
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	0,25
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	1,0
Geometría de las partículas (F)		
Índice de alargamiento, máximo (%)	E-230	25
Índice de aplanamiento, máximo (%)	E-230	25

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 8. Franja granulométrica para gravilla de rellenos para estructuras

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S*Standard*)						
	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75	2,00
	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	¾ Pulgada	½ Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10
	Pasa tamiz (%)						
Única	100	70 – 100	54 – 100	20 – 80	0 – 60	0 – 25	0

Tabla 610 – 9. Requisitos para arena de rellenos para estructuras

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 10 15
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	-
Índice de plasticidad (%)	E-126	No plástico
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	60
Valor de azul de metileno, máximo (%)	E-235	5
Terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	1
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	0,5
Material que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200), máximo (%)	E-214	5
Contenido de materia orgánica (F)		
Color más oscuro permisible	E-212	Igual a muestra patrón

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 10. Granulometría para arena de rellenos para estructuras

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)						
	9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150
	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 30	Nro. 50	Nro. 100
	Porcentaje de que pasa (%)						
Única	100	95 – 100	80 – 100	50 – 85	25 – 60	10 – 30	2 – 5

garantizar el cumplimiento de los parámetros necesarios para el recibo de la actividad (numeral 610.5.2), dentro de los plazos establecidos en el cronograma de obra aprobado.

610.4 Ejecución de los trabajos

610.4.1 Generalidades

El constructor debe notificar al interventor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que este realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos son colocados, sin que ello exima, de manera alguna, la responsabilidad que tiene el constructor para garantizar la calidad de los trabajos.

Por ello, antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocan los rellenos, deben contar con la aprobación del interventor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, solamente se debe permitir su colocación a partir del momento en que se demuestre, mediante ensayo de resistencia a la compresión descrito en la norma INV E-410, que el concreto ha alcanzado al menos el ochenta y cinco por ciento (85

%) de la resistencia de diseño. En cualquier caso, el concreto debe lograr el cien por ciento (100 %) de la resistencia a la compresión simple, a la edad de diseño, según los documentos del proyecto, medida según lo establece la misma norma citada.

Los rellenos estructurales para alcantarillas pueden ser iniciados una vez que, desde el momento de la preparación del mortero de la junta, haya transcurrido un periodo no menor al tiempo de fraguado final Vicat del cemento, según procedimiento establecido en la NTC 118 (ASTM C191), incrementado en veinticuatro horas (24 h).

Si en los documentos del proyecto se establece el requisito de resistencia para el mortero de la junta, se puede iniciar el relleno estructural una vez se alcance, al menos, el ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia especificada, determinada a partir de los procedimientos descritos en la NTC 220 (ASTM C109).

Siempre que se vaya a asentar o apoyar el relleno sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficiales o subterráneas, previamente y solo si existe autorización de la autoridad ambiental competente, se deben desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno, labores que se efectúan de acuerdo con los artículos 600, Excavaciones varias y 673, Subdrenes con geotextil y material granular, respectivamente.

Todo relleno colocado antes de que lo autorice el interventor debe ser retirado por el constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS).

610.4.2 Preparación de la superficie base de los rellenos

El terreno base del relleno debe estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y debe ser preparado de acuerdo con lo señalado en el numeral 220.4.2 del artículo 220.

610.4.3 Extensión y compactación del material

Los materiales de relleno se deben extender en capas preferiblemente horizontales y de espesor uniforme, las cuales deben ser lo suficientemente delgadas para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido, verificado en la totalidad del espesor de cada capa.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas solamente se aplican una vez se haya obtenido un espesor de un metro (1 m) de material relativamente seco.

Los rellenos alrededor de pilas y alcantarillas se deben depositar simultáneamente a ambos lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. Los rellenos al respaldo de estribos, muros y otras estructuras, se deben realizar de manera que no se pongan en peligro la integridad y la estabilidad de dichas obras, empleando procedimientos propuestos por el constructor y aprobados por el interventor.

Cuando no se contemple la colocación de material filtrante al respaldo de la estructura, se debe colocar grava o roca triturada en las

cercanías de los orificios de drenaje, para evitar presiones excesivas y segregación del material de relleno.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas debe contar con una pendiente que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se debe proceder a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se debe determinar en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, el constructor debe tomar las medidas adecuadas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y mezcla de materiales secos u otras sustancias apropiadas, aceptadas por el interventor.

Obtenida la humedad apropiada, determinada mediante cualquiera de los procedimientos establecidos en las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras de INVÍAS, se debe proceder a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autoriza el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se debe continuar hasta lograr los niveles de densidad a que se hace mención en el numeral 610.5.2.2.1.

La construcción de los rellenos debe hacerse con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a las estructuras contra las cuales se colocan.

610.4.4 Capas filtrantes

Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y obras de arte, ellas se deben disponer y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de que estos no se contaminen entre sí.

610.4.5 Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa debe estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias, sin peligro de erosión.

610.4.6 Limitaciones en la ejecución

No se debe permitir adelantar los trabajos objeto del presente artículo, cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a dos grados Celsius (2 °C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos de construcción se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra

el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

610.4.7 Manejo ambiental

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la construcción de rellenos para estructuras se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, así como en las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y protección de la comunidad.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación, deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por lo tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

610.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

610.5.1 Controles

El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo son de obligatorio cumplimiento, tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y el funcionamiento del equipo de construcción.
- Verificar el cumplimiento de las disposiciones existentes en el artículo 102, Aspectos generales de seguridad y salud.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Confirmar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Corroborar que los materiales cumplan los requisitos de calidad mencionados en el numeral 610.2.
- Verificar el alineamiento, el perfil y las secciones de las áreas en las que se construyan los rellenos.
- Determinar la densidad de cada capa compactada. Este control se realiza en todo el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.
- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura de concreto, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada según lo establecido en el numeral 610.4.1.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de relleno y material filtrante colocados conforme con la presente especificación.

610.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

610.5.2.1 Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales empleados para la construcción de rellenos y para cualquier volumen previsto, se deben

tomar como mínimo dos (2) muestras y, de cada fracción de ellas, se deben determinar los parámetros indicados en el numeral 610.2 y sus respectivos sub-numerales 610.2.1, 610.2.2, 610.2.3, 610.2.4, 610.2.5 y 610.2.6, según el tipo de material de relleno. La totalidad de los resultados debe satisfacer las exigencias indicadas en ellos. El incumplimiento de una o varias de las exigencias planteadas en los sub-numerales anteriores conlleva al rechazo de los materiales deficientes.

Durante la etapa de producción, el interventor debe examinar las descargas de los materiales, ordenando el retiro de aquellos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Teniendo en cuenta que los volúmenes de rellenos para estructuras suelen ser inferiores a los requeridos para terraplenes, es el interventor quien establece la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas de calidad, basado en los criterios definidos por cada norma específica relacionada con la definición del tamaño de un lote o la frecuencia de realización de ensayos.

610.5.2.2 Calidad del producto terminado

Los taludes terminados no deben exhibir irregularidades a la vista.

La cota de cualquier punto de la subrasante, en rellenos para estructuras, no debe variar más de treinta milímetros (30 mm) de la proyectada, medida verticalmente hacia abajo y, en ningún caso, la cota de subrasante puede superar la cota del proyecto.

En las obras concluidas, no se debe admitir ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En adición a lo anterior, se deben adelantar las siguientes comprobaciones:

610.5.2.2.1 Compactación

Para efectos de la verificación de la compactación de cada una de las capas de relleno para estructuras en suelo, recebo y materiales granulares tipo SBG o BG, se calcula el grado de compactación individual GCi para cada sitio de ensayo de densidad en el terreno, de acuerdo con lo indicado en el numeral 220.5.2.2.2 del artículo 220, fórmulas [220.1] o [220.2] según aplique.

Para suelos que clasifican como A-1, A-2-4 o A-3, recebos y suelos granulares tipo SBG o BG, el valor del peso unitario seco máximo se obtiene según la norma de ensayo INV E-142 y la capa de relleno se acepta si el grado de compactación individual GCi, calculado para todos los ensayos de densidad en el terreno efectuados en la capa, cumple el siguiente criterio:

$$GCi \geq 90{,}0\ \% \quad \textbf{[610.1]}$$

Para suelos que no clasifican como A-1, A-2-4 o A-3, el valor del peso unitario seco máximo se obtiene según la norma de ensayo INV E-141 y la capa de relleno se acepta si el grado de compactación individual GCi, calculado para todos los ensayos de densidad en el terreno efectuados en la capa, cumple el siguiente criterio:

$$GCi \geq 95{,}0\ \% \quad \textbf{[610.2]}$$

El número de pruebas por ejecutar en cada capa para realizar el control, debe ser definido por el interventor, pero nunca podrán ser inferiores a las exigidas por las normas de ensayo respectivas.

Las capas de relleno que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deben ser escarificadas, homogenizadas, llevadas a la humedad adecuada y compactadas nuevamente, hasta obtener el valor de la densidad seca especificada.

La compactación de las capas de material filtrante, gravilla y arena, se considera satisfactoria cuando no haya evidencia visible de consolidación adicional al paso del equipo de compactación aprobado por el interventor.

610.5.2.2.2 Protección de la superficie del relleno

Al respecto, se aplica el mismo criterio indicado en el numeral 220.5.2.2.4 del artículo 220, en relación con la protección de la corona de terraplenes.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas deben ser corregidas por el constructor, sin costo adicional para INVÍAS, hasta conseguir la aprobación por parte del interventor.

610.6 Medida

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos debe ser el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1), de material compactado, aceptado por el interventor, en su posición final. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Los volúmenes deben ser determinados con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos de relleno. Dichas áreas están limitadas por las líneas de pago teóricas mostradas en los documentos del proyecto o autorizadas por el interventor. En los casos en que el volumen a compactar corresponda a una figura geométrica regular, se puede realizar su medición mediante fórmulas geométricas, siempre y cuando esto no conlleve a medir volúmenes por fuera de las líneas del proyecto.

No hay medida ni pago para los rellenos por fuera de las líneas o hilos del proyecto, efectuados por el constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.

Tampoco se deben medir los rellenos que haga el constructor en sus caminos de construcción y obras auxiliares que no formen parte del proyecto.

610.7 Forma de pago

El trabajo de rellenos para estructuras se debe pagar al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con los documentos del proyecto, la presente especificación y según lo que sea aprobado por el interventor.

El precio unitario debe cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su cargue, transportes, descargue, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación

y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los rellenos para estructuras de acuerdo con los documentos del proyecto, esta especificación y la aprobación del interventor.

No se debe pagar el suministro de materiales de relleno para estructuras que hayan sido obtenidos de las excavaciones de la explanación, canales y préstamos, ni de las excavaciones varias del contrato, según los artículos 210, Excavación de la explanación, canales y préstamos, y 600 de estas especificaciones.

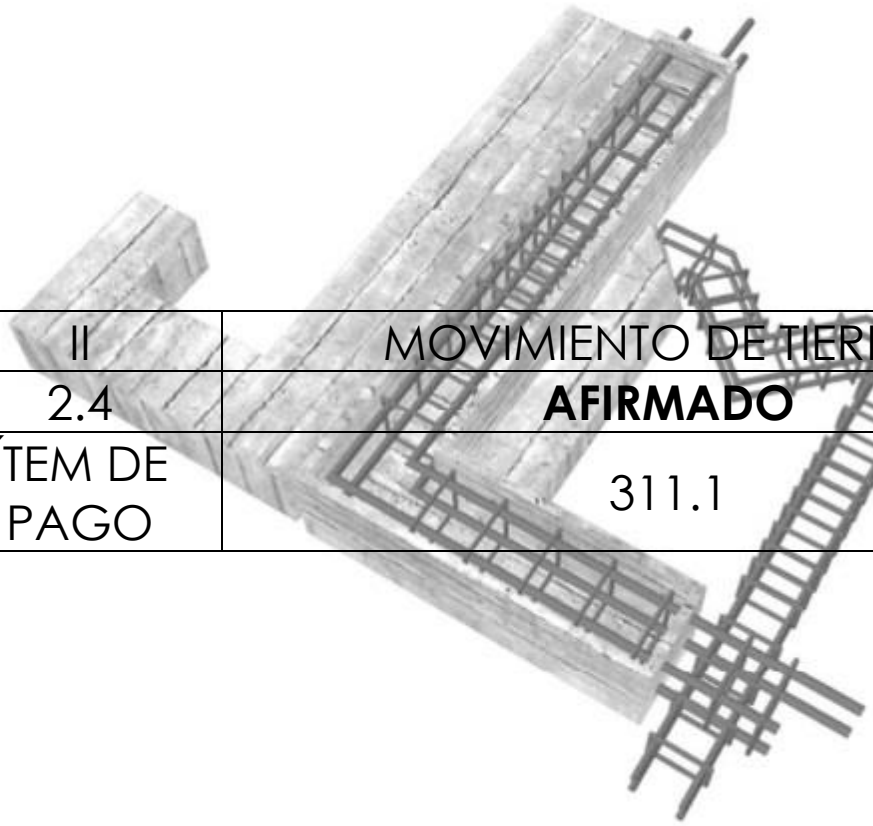
El precio unitario debe cubrir, además, los costos de adecuación de las fuentes de materiales al término de los trabajos para recuperar sus características hidrológicas superficiales, así como los de señalización preventiva de la vía y ordenamiento del tránsito automotor durante el período de ejecución de los trabajos.

El precio unitario debe cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del constructor.

Por su parte, los costos por concepto de preparación de las superficies sobre las cuales se construyen los rellenos y capas filtrantes se deben reconocer de acuerdo con el artículo 220 o el artículo 600, el que resulte aplicable según las características de la obra que se construye. Si ninguno de estos artículos forma parte del contrato, los costos de la preparación de la superficie existente deben quedar incluidos dentro del precio unitario de los rellenos objeto del presente artículo.

610.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
610.1	Rellenos para estructuras con suelo	Metro cúbico (m^3)
610.2	Rellenos para estructuras con recebo	Metro cúbico (m^3)
610.3	Rellenos para estructuras con material granular tipo SBG-50	Metro cúbico (m^3)
610.4	Rellenos para estructuras con material granular tipo SBG-38	Metro cúbico (m^3)
610.5	Rellenos para estructuras con material granular tipo SBG-20	Metro cúbico (m^3)
610.6	Rellenos para estructuras con material granular tipo BG-38	Metro cúbico (m^3)
610.7	Rellenos para estructuras con material granular tipo BG-25	Metro cúbico (m^3)
610.8	Rellenos con material filtrante	Metro cúbico (m^3)
610.9	Relleno con gravilla	Metro cúbico (m^3)
610.10	Relleno con arena	Metro cúbico (m^3)



II	MOVIMIENTO DE TIERRAS
2.4	**AFIRMADO**
ÍTEM DE PAGO	311.1

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Afirmado

Artículo 311 – 22

311.1 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, el transporte, la colocación y la compactación de los materiales de afirmado sobre la subrasante terminada, o sobre un afirmado existente, de acuerdo con la presente especificación, los alineamientos, las pendientes y las dimensiones indicados en los documentos del proyecto.

311.2 Materiales

Los agregados para la construcción del afirmado deben satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 311 — 1. Además, se deben ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestran en la Tabla 311 — 2 y deben cumplir las relaciones establecidas en la Tabla 311 — 3.

Tabla 311 — 1. Requisitos de los agregados para afirmados

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles a quinientas (500) revoluciones (Granulometría A), máximo (%): - NT1 - NT2 - NT3	E-218	 50 30 30
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%).	E-125	35
Índice de Plasticidad (%).	E-125 y E-126	4 – 9
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%).	E-211	2
Contracción lineal.	E-127/E-129	Tabla 311 — 3

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Resistencia del material (F)		
CBR (%): porcentaje asociado al grado de compactación mínimo especificado (numeral 311.5.2.2.2); el CBR se debe medir sobre muestras sometidas previamente a cuatro días (4 d) de inmersión.	E-148	≥ 15

Nota: la norma de ensayo INV E-220 permite el uso tanto de sulfato de sodio como de sulfato de magnesio, por lo que se admite el uso de cualquiera de los dos componentes químicos.

Tabla 311 — 2. Franjas granulométricas del material de afirmado

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)							
	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,00	0,425	0,075
	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	3/4 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)							
A-38	100	-	80 — 100	60 — 85	40 — 65	30 — 50	13 — 30	9 — 18
A-25	-	100	90 — 100	65 — 90	45 — 70	35 — 55	15 — 35	10 — 20
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %			6 %			3 %

Tabla 311 — 3. Relaciones que debe cumplir el material de afirmado

Relación	Requisito
$\frac{\%\ pasa\ tamiz\ nro.200}{\%\ pasa\ tamiz\ No.10}$	0,20 – 0,45
$\frac{\%\ pasa\ tamiz\ nro.200}{\%\ pasa\ tamiz\ No.\ 40}$	≤ 2/3
{(% pasa tamiz de 1 pulgada) - (% pasa tamiz nro. 10)} × {% pasa tamiz nro. 4}	16 – 34
(% de contracción lineal) × (% pasa tamiz nro. 40)	100 – 240

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el constructor debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de otro adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el constructor debe proponer al interventor una fórmula de trabajo a la cual se debe ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias

que se indican en la Tabla 311 — 2, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada o que se incumpla alguna de las relaciones establecidas en la Tabla 311 — 3. Una vez elegida la franja granulométrica, esta no puede ser cambiada por otra sin previa autorización del interventor.

El tamaño máximo nominal no debe exceder de un tercio (1/3) del espesor de la capa compactada.

311.3 Equipo

Al respecto, rigen las condiciones generales que se indican en el numeral 300.3 del artículo 300. En la construcción del afirmado, se requieren equipos para la explotación de los materiales, eventualmente una planta de trituración, una unidad clasificadora y, de ser necesario, un equipo de lavado y herramientas menores. Además, equipos para humedecimiento y mezclado, que deben ser capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes dentro de las tolerancias fijadas. Los equipos de cargue y transporte deben contar con superficies lisas y limpias, y disponer de lonas o cobertores adecuados para proteger el material durante su transporte.

Para la extensión del material, cuando la obra tenga una superficie por pavimentar superior a los setenta mil metros cuadrados (> 70 000 m^2), se recomienda utilizar extendedoras automotrices, que deben estar dotadas de sistemas automáticos de nivelación y de los dispositivos necesarios para la puesta en obra de la capa de afirmado, con la configuración deseada y para proporcionarle un mínimo de compactación. No obstante, la selección del equipo para la extensión debe ser responsabilidad del constructor con la aprobación del interventor y se debe validar durante su operación.

311.4 Ejecución de los trabajos

311.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo indicado en el numeral 300.4.1 del artículo 300.

311.4.2 Preparación de la superficie existente

El material de afirmado no se debe descargar hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a apoyar tiene la densidad apropiada y las cotas indicadas en los documentos del proyecto. Se debe comprobar la regularidad, la capacidad de soporte y el estado de la superficie existente. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias admitidas en la especificación respectiva deben ser corregidas, de acuerdo con lo establecido en ella.

311.4.3 Transporte y almacenamiento del material

El transporte y el almacenamiento de materiales para afirmado deben cumplir lo establecido en los numerales 300.4.5 y 300.4.3 del artículo 300, respectivamente.

311.4.4 Colocación del material

La colocación del material sobre la capa subyacente se debe hacer en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1 500 m) de las operaciones de extensión, conformación y compactación del material.

311.4.5 Extensión, acondicionamiento y conformación del material

El material se debe disponer en un cordón de sección uniforme, donde se debe verificar su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr el contenido de agua de compactación, el constructor debe emplear el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje un contenido de agua uniforme en el material. Después de humedecido o aireado, este material se debe extender en una capa uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos.

A menos que, en los documentos del proyecto figure algo diferente, el material de afirmado debe ser distribuido en una sola capa y en todo el ancho de la corona (calzada más bermas) de tal manera que, al extenderse, la capa resulte de espesor uniforme, con una pendiente transversal entre tres y cuatro por ciento (3% – 4 %), para facilitar el escurrimiento de las aguas superficiales.

En todo caso, la cantidad de material extendido debe ser tal, que el espesor de la capa compactada no resulte inferior a ciento veinte milímetros (120 mm) ni superior a trescientos milímetros (300 mm). Si el espesor del afirmado compactado, por construir, es superior a trescientos milímetros (300 mm), el material se debe colocar en dos o más capas, procurándose que el espesor de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a ciento veinte milímetros (120 mm). El material extendido debe mostrar una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes. El interventor no debe permitir la colocación de la capa siguiente, antes de verificar y aprobar la compactación de la precedente. A menos que el interventor apruebe algún procedimiento alternativo, la capa ya compactada se debe escarificar superficialmente con el propósito de ligarla con la siguiente.

311.4.6 Compactación

Una vez que el material tenga el contenido de agua apropiado, necesario para asegurar la densidad de diseño requerida y esté conformado debidamente, se debe compactar con el equipo aprobado, hasta lograr la densidad seca especificada. Aquellas zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan el uso del equipo que normalmente se utiliza, se deben compactar con los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades secas que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

La compactación se debe efectuar longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido una longitud no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se debe hacer del borde inferior al superior. La última capa extendida debe garantizar una superficie lisa y apropiada para la conformación de las capas superiores.

311.4.7 Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se debe prohibir la acción de todo tipo de tránsito, mientras no se haya completado la compactación. Si ello no fuere posible, el tránsito que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se debe distribuir en forma tal que no se concentren

ahuellamientos en la superficie. El constructor debe responder por los daños originados por esa causa y debe repararlos, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), de acuerdo con las instrucciones del interventor.

311.4.8 Limitaciones en la ejecución

No se debe permitir la extensión de una capa de material de afirmado en momentos en que haya lluvia o fundado temor que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2 °C). Una vez haya cesado la lluvia y se decida realizar los trabajos de construcción, se deben asegurar las condiciones de compactación y contenido de agua en las capas de materiales existentes, sin permitir trabajos en lugares donde existan empozamientos de agua.

Los trabajos de construcción de afirmados se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

311.4.9 Manejo ambiental

Rige lo indicado en el numeral 300.4.8 del artículo 300.

311.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

311.5.1 Controles

Rige lo indicado en el numeral 300.5.1 del artículo 300.

311.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Los retrasos en el cronograma debidos a las deficiencias o al reemplazo de materiales, así como los costos asociados a estas circunstancias, son responsabilidad del constructor.

311.5.2.1 Calidad de los agregados

311.5.2.1.1 Control de procedencia

De cada fuente de agregados y para cualquier volumen previsto de material de un mismo tipo, se deben tomar cuatro (4) muestras representativas para realizar los ensayos especificados en la Tabla 311 — 1. Los resultados deben satisfacer las exigencias indicadas en dicha tabla, de lo contrario se deben rechazar los materiales deficientes.

Estos ensayos se deben repetir durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, y no se puede utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación del interventor.

311.5.2.1.2 Control de producción

Durante la etapa de producción, se deben examinar las descargas a los acopios y se debe ordenar el retiro de los agregados que, a simple vista, contengan tierra vegetal, presenten

restos de materia orgánica, o tamaños superiores al máximo especificado.

Al material ya colocado en la vía se le deben realizar controles con la frecuencia que se indica en la Tabla 311 — 4.

Tabla 311 — 4. Verificaciones periódicas de la calidad del material de afirmado

Característica	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-213	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de Plasticidad	E-125 y E-126	Una (1) vez por jornada
Desgaste en la máquina de Los Ángeles	E-218	Una (1) vez por semana
Contracción lineal	E-127	Una (1) vez por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una (1) vez por semana
CBR de laboratorio	E-148	Una (1) vez por semana

Cuando el interventor considere que, las características del material que se está explotando en una fuente han cambiado, se deben repetir todos los ensayos especificados en la Tabla 311 — 1 y adoptar los correctivos que sean necesarios.

En ningún caso se debe permitir el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos establecidos en el numeral 311.2. En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado no satisfactorio, se deben tomar dos muestras adicionales del material y se debe repetir la prueba. Los resultados de ambos ensayos deben ser satisfactorios o, de lo contrario, el interventor no debe autorizar la utilización de este material.

311.5.2.2 Calidad del producto terminado

311.5.2.2.1 Terminado

La capa terminada debe presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y las pendientes establecidas en los documentos del proyecto. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no debe ser inferior a la señalada en dichos documentos. No se debe tolerar, en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

Además, se deben realizar las siguientes comprobaciones.

311.5.2.2.2 Compactación

Para efectos del control, se define como lote, que se acepta o rechaza en conjunto, el menor volumen que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros (500 m) de capa compactada en el ancho total del afirmado.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m^2) de afirmado compactado.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.
- La obra ejecutada con el mismo material, de la misma procedencia y con el mismo equipo y procedimiento de trabajo.

Los sitios para determinar la densidad de la capa se deben elegir al azar, según la norma de ensayo INV E-730, pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro. Se deben efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de una capa de afirmado, se debe calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones contenido de agua-peso unitario (ensayo modificado de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

- Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} * 100 \quad [311.1]$$

- Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,máx}} * 100 \quad [311.2]$$

Donde:

GC_i, valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$\gamma_{d,i}$, valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E- 161, E-162 y E-164, sin efectuar la corrección por presencia de sobretamaños de manera que corresponda a la muestra total.

$\gamma_{d,máx}$, valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo.

$C\gamma_{d,máx}$, valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños, según la norma de ensayo INV E-143, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total.

Sobretamaños (fracción gruesa) (P_{FG}), porción de la muestra total retenida en el tamiz de control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (norma INV E-142).

El peso unitario seco máximo corregido del material ($C\gamma_{d,máx}$) que se use para calcular el grado de compactación individual (GC_i) se debe obtener, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños (P_{FG}) presente en ese sitio.

Para la aceptación del lote se deben aplicar los siguientes criterios:

GC_l (90) ≥ 95,0 % *se acepta el lote* [311.3]

GC_l (90) < 95,0 % *se rechaza el lote* [311.4]

Donde:

GC_l (90), límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad de noventa por ciento (90 %), se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje; se calcula según el numeral 107.3.1.3 del artículo 107, Control y aceptación de los trabajos, a partir de los

valores individuales del grado de compactación (GC_i).

Las verificaciones de compactación se deben efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación se deben escarificar, homogenizar, llevar al contenido de agua adecuado y compactar nuevamente hasta obtener el valor de densidad seca especificado.

311.5.2.2.3 Espesor

Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, el interventor debe determinar el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no puede ser inferior al espesor de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d \quad [311.5]$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i) debe ser, cuando menos, igual al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño (e_d), admitiéndose solo un (1) valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85 %) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0{,}90 * e_d \quad [311.6]$$

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, el constructor debe escarificar la capa en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), añadir el material necesario de las mismas características, compactar nuevamente y terminar la capa conforme lo exige el presente artículo.

311.5.2.2.4 Rasante y anchura

La rasante de la superficie terminada no debe superar a la teórica en ningún punto. Cuando no se cumpla por exceso, esta se debe corregir por cuenta del constructor, sin que ello suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los documentos del proyecto.

En perfiles transversales cada veinte metros (20 m), se debe comprobar la anchura de la capa extendida, que en ningún caso debe ser inferior a la establecida en los documentos del proyecto.

311.6 Medida

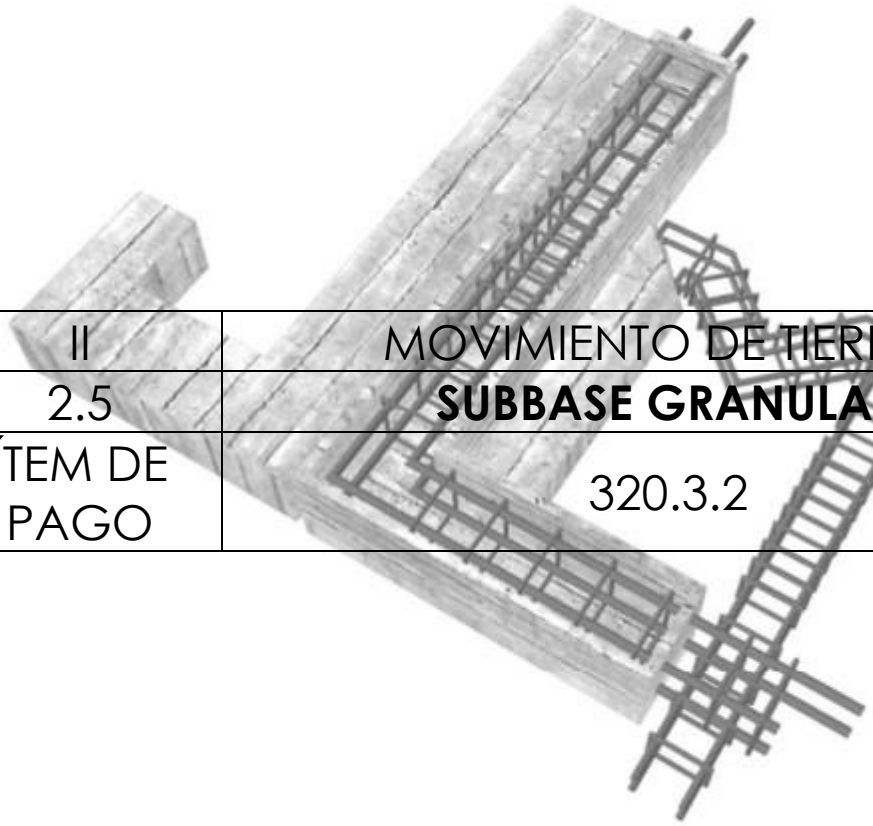
El afirmado se debe medir según lo descrito en el numeral 300.6.1 del artículo 300. En todos los casos, la medición de volúmenes de material colocado se debe hacer al metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1).

311.7 Forma de pago

El afirmado se debe pagar según lo que sea aplicable del numeral 300.7 del artículo 300.

311.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
311.1	Afirmado	Metro cúbico (m^3)



II	MOVIMIENTO DE TIERRAS
2.5	**SUBBASE GRANULAR**
ÍTEM DE PAGO	320.3.2

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Subbase granular

Artículo 320 – 22

320.1 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, el transporte, la colocación, el humedecimiento o aireación, la extensión y la conformación, la compactación y el terminado de material de subbase granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, las pendientes y las dimensiones indicados en los documentos del proyecto.

Para los efectos de estas especificaciones, se denomina subbase granular a la capa o capas granulares localizadas entre la subrasante y la base granular o la capa estabilizada, en todo tipo de pavimento, sin perjuicio de que los documentos del proyecto le señalen otra utilización.

320.2 Materiales

320.2.1 Clases de subbase granular

Se definen tres clases de subbase granular, en función de la calidad de los agregados (clases A, B y C), como se indica en el numeral 320.2.2. Así mismo, se debe definir el tipo de granulometría que se va a emplear.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, las clases de subbase granular se deben usar como se indica en la Tabla 320 — 1, en función del nivel de tránsito del proyecto, definido en el artículo 100, Ámbito de aplicación, términos y definiciones.

Tabla 320 — 1. Uso típico de las diferentes clases de subbase granular

Clase de subbase granular	Nivel de tránsito
Clase A	NT3
Clase B	NT2
Clase C	NT1

320.2.2 Requisitos de calidad para los agregados

Los agregados para la construcción de la subbase granular deben satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 320 — 2. Además, se deben ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestran en la Tabla 320 — 3.

Tabla 320 — 2. Requisitos de los agregados para subbases granulares

Característica	Norma de ensayo INV	Subbase granular		
		Clase A	Clase B	Clase C
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de Los Ángeles (Granulometría A), máximo (%): - 500 revoluciones	E-218	 50	 50	 50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%).	E-238	30	35	-
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18	 12 18	 12 18
Limpieza (F)				
Límite líquido, máximo (%).	E-125	25	25	25
Índice de Plasticidad, máximo (%).	E-125 y E-126	6	6	6
Equivalente de arena, mínimo (%).	E-133	25	25	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%).	E-211	2	2	2
Resistencia del material (F)				
CBR (%): porcentaje asociado al valor mínimo especificado de la densidad seca, medido en una muestra sometida a cuatro días (4 d) de inmersión, mínimo.	E-148	40	30	30

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos sulfatos indicados.

Tabla 320 — 3. Franjas granulométricas del material de subbase granular

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)								
	50,0	37,5	25,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,425	0,075
	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)								
SBG-50 (Nota)	100	70 — 95	60 — 90	45 — 75	40 — 70	25 — 55	15 — 40	6 — 25	2 — 15
SBG-38 (Nota)	-	100	75 — 95	55 — 85	45 — 75	30 —60	20 — 45	8 — 30	2 —15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %				6 %			3 %

Nota: el número indica el tamaño máximo, en milímetros, de las partículas en la gradación empleada.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el constructor debe dar lugar a una curva granulométrica uniforme y sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de otro adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el constructor debe proponer al interventor una fórmula de trabajo a la cual se debe ajustar durante la construcción de la capa, con las tolerancias que se indican en la Tabla 320 — 3, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Una vez elegida la franja granulométrica, no se puede cambiar por otra sin previa autorización del interventor.

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 0,425 mm (nro. 40), no debe exceder de dos tercios (2/3) del espesor de la capa compactada, y el tamaño máximo nominal no debe exceder un tercio (1/3) del mismo espesor.

320.3 Equipo

Al respecto, rigen las condiciones generales que se indican en el numeral 300.3 del artículo 300. Para la construcción de la subbase granular se requieren equipos para la explotación de los materiales, eventualmente una planta de trituración, una unidad clasificadora y, de ser necesario, un equipo de lavado. Además, equipos para mezclado, cargue, transporte, extensión, humedecimiento y compactación del material, así como herramientas menores. Estos equipos deben ser capaces de asegurar la completa homogeneización de los componentes dentro de las tolerancias fijadas. Los equipos de cargue y transporte deben contar con superficies lisas y limpias, y disponer de lonas o cobertores adecuados para proteger el material durante su transporte.

Para la extensión del material, cuando la obra tenga una superficie por pavimentar superior a los setenta mil metros cuadrados (> 70 000 m^2), se recomienda utilizar extendedoras automotrices, que deben estar dotadas de sistemas automáticos de nivelación y de los dispositivos necesarios para la puesta en obra de la capa de subbase, con la configuración deseada y para proporcionarle un mínimo de compactación. No obstante, la selección del equipo para la extensión debe ser responsabilidad del constructor, con la aprobación del interventor y se debe validar durante su operación.

El equipo de humedecimiento y mezclado debe ser capaz de asegurar la completa homogeneización de los componentes dentro de las tolerancias fijadas.

320.4 Ejecución de los trabajos

320.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo indicado en el numeral 300.4.1 del artículo 300.

320.4.2 Preparación de la superficie existente

El interventor solo debe autorizar la colocación de material de subbase granular, cuando la superficie sobre la cual se debe asentar tenga la compactación apropiada y las cotas y secciones indicadas en los documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas.

Además, debe estar concluida la construcción de los desagües y los filtros necesarios para el drenaje de la calzada.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación de la capa de la cual forma parte, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el constructor debe realizar las correcciones necesarias, hasta ser aprobadas por el interventor.

320.4.3 Fase de experimentación

Rige lo indicado en el numeral 300.4.2 del artículo 300.

320.4.4 Transporte y almacenamiento del material

El transporte y el almacenamiento de materiales deben cumplir lo establecido en los numerales 300.4.5 y 300.4.3 de artículo 300, respectivamente.

320.4.5 Colocación, extensión y conformación del material

La colocación del material sobre la capa subyacente se debe hacer en una longitud que no sobrepase mil quinientos metros (1 500 m) de las operaciones de extensión, conformación y compactación del material.

El material se debe disponer en un cordón de sección uniforme, donde el interventor debe verificar su homogeneidad. Si la capa de subbase granular se va a construir mediante la combinación de dos (2) o más materiales, su mezcla se puede realizar en planta o en un patio fuera de la vía.

En el caso de realizar la mezcla en planta, se debe agregar la dosificación requerida de agua para luego transportar el material a su sitio de colocación. Cuando se vaya a realizar la mezcla directamente en el sitio, esta se debe hacer en un patio fuera de la vía, porque su mezcla dentro del área de colocación no está permitida. La mezcla se debe realizar en seco y posteriormente se debe agregar el agua que sea requerida.

En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr el contenido de agua óptimo de compactación, el constructor debe emplear el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con un contenido de agua uniforme. Este, después de humedecido o aireado, se debe extender en todo el ancho previsto en una capa uniforme que permita obtener el espesor y el grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

El material se debe extender de tal forma, que no requiera mayor manipulación para obtener el espesor, el ancho y el bombeo especificados en los diseños, evitando en lo posible adiciones de forma sectorizada.

En todo caso, la cantidad de material extendido debe ser tal, que el espesor de la capa compactada no resulte inferior a cien milímetros (100 mm) ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor de subbase compactada, por construir, es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se debe colocar en dos o más capas, procurándose que el espesor de ellas sea sensiblemente igual y nunca inferior a cien milímetros (100 mm). El material extendido debe mostrar una distribución granulométrica

uniforme, sin segregaciones evidentes. El interventor no debe permitir la colocación de la capa siguiente, antes de verificar y aprobar la compactación de la precedente, según lo estipulado en el numeral 320.5.2.2.2 de esta especificación. A menos que el interventor apruebe algún procedimiento alternativo, la capa ya compactada se debe escarificar superficialmente con el propósito de ligarla con la siguiente.

En operaciones de bacheo o en aplicaciones en áreas reducidas, el constructor debe proponer al interventor los métodos de extensión que garanticen la uniformidad y la calidad de la capa.

320.4.6 Compactación

Una vez que el material extendido de la subbase granular tenga el contenido de agua apropiado para asegurar la densidad de diseño requerida, se debe conformar ajustándose a los alineamientos y las secciones típicas del proyecto, y se debe compactar con el equipo aprobado por el interventor, hasta alcanzar la densidad seca especificada.

Aquellas zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte, no permitan el uso del equipo que normalmente se utiliza, se deben compactar con los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades secas que se alcancen no sean inferiores a la obtenida en el resto de la capa.

La compactación se debe efectuar longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido una longitud no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se debe hacer del borde inferior al superior.

El acabado final de la subbase debe garantizar una superficie lisa y apropiada para la conformación de las capas superiores.

320.4.7 Construcción de la subbase granular sobre un afirmado existente

Si el proyecto contempla que el afirmado existente forme parte de la capa de subbase granular, aquel se debe escarificar en una profundidad de cien milímetros (100 mm) o la que especifique los documentos del proyecto, y se debe conformar y compactar con el fin de obtener el mismo nivel de compactación exigido a la subbase granular, en un espesor de ciento cincuenta milímetros (150 mm).

Si el espesor del afirmado es menor de cien milímetros (100 mm), el interventor puede autorizar que el material de subbase granular se mezcle con el del afirmado, previa la escarificación de este. En todo caso, se deben respetar los espesores de capa mencionados en el numeral 320.4.5.

320.4.8 Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se debe prohibir la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se debe distribuir en forma tal que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El constructor debe responder por los daños originados por esa causa y debe repararlos, sin costo adicional

para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), de acuerdo con las instrucciones del interventor.

320.4.9 Limitaciones en la ejecución

No se debe permitir la extensión de ninguna capa de material de subbase granular mientras no haya sido realizada la nivelación y la comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se puede construir la subbase granular en momentos en que haya lluvia o fundado temor que ella ocurra, ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a dos grados Celsius (2 °C).

Los trabajos de construcción de la subbase granular se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

320.4.10 Bacheos

Las excavaciones para la reparación de un pavimento asfáltico existente de estructura convencional (capas asfálticas densas, base granular y subbase granular), cuya profundidad sea superior a trescientos milímetros (300 mm), se deben rellenar con material de subbase granular desde el fondo de la excavación hasta una profundidad de doscientos cincuenta milímetros (250 mm) por debajo de la rasante existente. Este material debe ser compactado con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad seca especificada.

Teniendo en cuenta que algunos pavimentos asfálticos de la Red Vial Nacional tienen estructuras muy gruesas y complejas, debido a que han sido sometidos a varias intervenciones de rehabilitación, el eventual uso de materiales de subbase granular en las operaciones de bacheo en ellos, se debe definir en los documentos del proyecto.

320.4.11 Conservación

El constructor debe conservar la capa de subbase granular en las condiciones en las cuales le fue aceptada por el interventor hasta el momento de ser recubierta por la capa inmediatamente superior, aun cuando aquella sea librada parcial o totalmente al tránsito público. Durante dicho lapso, el constructor debe reparar, sin costo adicional para INVÍAS, todos los daños que se produzcan en la subbase granular y restablecer el mismo estado en el cual ella se aceptó.

320.4.12 Manejo ambiental

Rige lo indicado en el numeral 300.4.8 del artículo 300.

320.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

320.5.1 Controles

Rige lo indicado en el numeral 300.5.1 del artículo 300.

320.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

Los retrasos en el cronograma debidos a las deficiencias o al reemplazo de materiales, así como los costos asociados a estas circunstancias, son responsabilidad del constructor.

320.5.2.1 Calidad de los agregados

320.5.2.1.1 Control de procedencia

De cada fuente de agregados pétreos y por cada dos mil metros cúbicos (2 000 m^3) del material de un mismo tipo, se deben tomar cuatro (4) muestras representativas para realizar los ensayos especificados en la Tabla 320 — 2. Los resultados deben satisfacer las exigencias indicadas en dicha tabla, so pena de rechazo de los materiales deficientes.

Estos ensayos se deben repetir durante el suministro siempre que se produzca un cambio de procedencia, y no se puede utilizar el material hasta contar con los resultados de ensayo y la aprobación del interventor.

Durante esta etapa, el interventor debe comprobar, además, que el material de descapote de la fuente sea retirado correctamente y que todas las vetas de material granular inadecuado sean descartadas.

320.5.2.1.2 Control de producción

Durante la etapa de producción, se deben examinar las descargas a los acopios y se debe ordenar el retiro de los agregados que, a simple vista, contengan tierra vegetal, presenten restos de materia orgánica, o tamaños superiores al máximo especificado. Así mismo, se debe ordenar que se acopien por separado aquellos que presenten una anomalía evidente de aspecto, como distinta coloración, plasticidad o segregación.

Al material ya colocado en la vía se le deben realizar controles con la frecuencia que se indica en la Tabla 320 — 4.

Tabla 320 — 4. Verificaciones periódicas de la calidad del material de subbase granular

Ensayo	Norma de ensayo INV	Frecuencia
Granulometría	E-213	Una (1) vez por jornada
Límite líquido	E-125	Una (1) vez por jornada
Índice de Plasticidad	E-125 y E-126	Una (1) vez por jornada
Desgaste en máquina de Los Ángeles	E-218	Una (1) vez por semana
Equivalente de arena	E-133	Una (1) vez por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una (1) vez por semana
CBR de laboratorio	E-148	Una (1) vez por semana

El interventor puede reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 320 — 4, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos, o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.

En el caso de mezcla de dos (2) o más materiales, los controles se deben realizar sobre el material mezclado y con la fórmula de trabajo aprobada para el proyecto.

Cuando el interventor considere que las características del material que está siendo explotado en una fuente han cambiado, se deben repetir todos los ensayos especificados en la Tabla 320 — 2 y adoptar los correctivos que sean necesarios.

No se debe permitir el empleo de materiales que no cumplan con los requisitos de calidad indicados en el numeral 320.2.2.

En la eventualidad de que el resultado de alguna prueba no sea satisfactorio, se deben tomar dos (2) muestras adicionales del material y se debe repetir la prueba. Los resultados de ambos ensayos deben ser satisfactorios o, de lo contrario, el interventor no debe autorizar la utilización de este material.

320.5.2.1.3 Conservación de las propiedades de los agregados

Los agregados no deben sufrir una degradación excesiva con motivo de su manejo y compactación en obra. Para verificarlo, cada semana se deben tomar muestras representativas, al menos cada doscientos metros (200 m) del material colocado y compactado durante la semana previa, las cuales se deben someter a los ensayos que se indican en la Tabla 320 — 5. Los resultados de estos ensayos deben satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 320.2.2. Si no las cumplen, se debe suspender inmediatamente el empleo del material y se debe delimitar el área donde se haya utilizado, la cual debe ser demolida y reconstruida por el constructor, sin costo adicional para INVÍAS, empleando un material de subbase granular apropiado y que conserve sus propiedades según se especifica en este numeral.

Tabla 320 — 5. Ensayos para verificar la conservación de las propiedades de los agregados

Característica	Norma de ensayo INV
Granulometría	E-213
Límite líquido	E-125
Índice de Plasticidad	E-125 y E-126
Equivalente de arena	E-133

320.5.2.2 Calidad del producto terminado

320.5.2.2.1 Terminado

La capa de subbase granular terminada debe presentar una superficie uniforme, sin agrietamientos, baches, laminaciones ni segregaciones. Si el interventor considera que es necesario realizar correcciones por este concepto, debe delimitar el área afectada y el constructor la debe escarificar en un espesor de cien milímetros (100 mm) y, después de efectuar las correcciones necesarias, debe mezclar y compactar de nuevo hasta

que, tanto el área delimitada como las adyacentes, cumplan todos los requisitos exigidos en el presente artículo.

La rasante de la superficie terminada no debe superar a la teórica en ningún punto. Tampoco debe quedar por debajo de ella en más de quince milímetros (15 mm). La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no debe ser inferior a la señalada en los documentos del proyecto.

Cuando los niveles de la rasante no se cumplan por defecto y no existan problemas de encharcamiento, el interventor puede aceptar la superficie siempre que la capa superior a ella compense la disminución con el espesor adicional necesario, sin incremento de costo para INVÍAS. De lo contrario, estas áreas deben ser rebajadas, humedecidas, compactadas y terminadas nuevamente, hasta cumplir las cotas y el espesor establecidos en los documentos del proyecto y con las exigencias de la presente especificación.

Cuando no se cumpla por exceso, este se debe corregir por cuenta del constructor, siempre que ello no suponga una reducción del espesor de la capa por debajo del valor especificado en los documentos del proyecto.

La verificación de los perfiles longitudinales y transversales del proyecto se debe hacer mediante puntos de referencia altimétrica a distancias no superiores a veinte metros (20 m). En las zonas de transición de peraltes, esta verificación se debe realizar cada diez metros (10 m) como máximo. El ancho de la sección en ningún caso debe ser inferior al establecido en los documentos del proyecto.

320.5.2.2.2 Compactación

Para efectos del control, se debe considerar como lote, que se acepta o rechaza en conjunto, la menor área construida que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- Quinientos metros (500 m) de capa compactada en el ancho total de la subbase granular.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3 500 m^2) de subbase granular compactada.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.
- La obra ejecutada con el mismo material, de la misma procedencia y con el mismo equipo y procedimiento de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad de la capa se deben elegir al azar, según la norma de ensayo INV E-730, pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro. Se deben efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de una capa de subbase granular, se debe calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones contenido de agua-peso unitario (ensayo modificado de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

- Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} * 100 \qquad [320.1]$$

- Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,máx}} * 100 \qquad [320.2]$$

Donde:

GC_i, valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

$\gamma_{d,i}$, valor individual del peso unitario seco del material en el terreno, determinado por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162 y E-164, sin efectuar corrección por presencia de sobretamaños, de manera que corresponda a la muestra total.

$\gamma_{d,máx}$, valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 (ensayo modificado de compactación) sobre una muestra representativa del mismo.

$C\gamma_{d,máx}$, valor del peso unitario seco máximo del material, obtenido según la norma de ensayo INV E-142 sobre una muestra representativa del mismo, y corregido por sobretamaños según la norma de ensayo INV E-143, numeral 3.1, de manera que corresponda a la muestra total.

Sobretamaños (fracción gruesa) (P_{FG}), porción de la muestra total retenida en el tamiz de control correspondiente al método utilizado para realizar el ensayo de compactación (norma INV E-142).

El peso unitario seco máximo corregido del material ($C\gamma_{d,máx}$) que se use para calcular el grado de compactación individual (GC_i) se debe obtener, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños (P_{FG}) presente en ese sitio.

Para la aceptación del lote se deben aplicar los siguientes criterios:

$$GC_l\ (90) \geq 95{,}0\ \%\quad \textit{se acepta el lote} \quad [320.3]$$

$$GC_l\ (90) < 95{,}0\ \%\quad \textit{se rechaza el lote} \quad [320.4]$$

Donde:

GC_l (90), límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del noventa por ciento (90 %), se encuentra el valor promedio del grado de compactación del lote, en porcentaje. Este límite se calcula según el numeral 107.3.1.3 del artículo 107, Control y aceptación de los trabajos, a partir de los valores individuales del grado de compactación (GC_i).

Las verificaciones de compactación se deben efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación se deben escarificar, homogenizar, llevar al contenido de agua adecuado y compactar nuevamente hasta obtener el valor de densidad seca especificado.

320.5.2.2.3 Espesor

Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, el interventor debe determina el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no puede ser inferior al espesor de diseño (e_d).

$$e_m \geq e_d \quad [320.5]$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i) debe ser, cuando menos, igual al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño (e_d). Se admite solo un (1) valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando este valor sea igual o mayor al ochenta y cinco por ciento (85 %) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0{,}90 * e_d \quad [320.6]$$

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, el constructor debe escarificar la capa en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), añadir el material necesario de las mismas características, compactar nuevamente y terminar la capa conforme lo exige el presente artículo.

Si el espesor medio (e_m) resulta inferior al espesor de diseño (e_d), pero ningún valor individual es inferior al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño, el interventor puede admitir el espesor construido, siempre que el constructor se comprometa, por escrito, a compensar la disminución con el espesor adicional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los costos para INVÍAS. Si el constructor no suscribe este compromiso, se debe proceder como en el párrafo anterior.

320.5.2.2.4 Planicidad

Se debe comprobar la uniformidad de la superficie de la obra ejecutada mediante la regla de tres metros (3 m), según la norma de ensayo INV E-793, en todos los sitios que el interventor considere conveniente. La regla se debe colocar tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, y no se deben admitir variaciones superiores a veinte milímetros (20 mm) para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente. Cualquier área donde se detecten irregularidades que excedan esta tolerancia, debe ser delimitada por el interventor, y el constructor debe corregirla con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, es obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada, hasta alcanzar los niveles de compactación exigidos en el presente artículo.

320.5.2.2.5 Zonas de bacheos

En las zonas de bacheos se deben satisfacer las mismas exigencias de terminado, compactación, espesor y planicidad incluidas en este numeral, pero queda a criterio del interventor la decisión sobre la frecuencia de las pruebas, la cual debe depender del tamaño de las áreas tratadas.

320.5.2.2.6 Correcciones por variaciones en el diseño o por causas no imputables al constructor

Cuando sea necesario efectuar correcciones a la capa de subbase granular, por modificaciones en el diseño estructural o por fuerza mayor u otras causas inequívocamente no imputables al constructor, el interventor debe delimitar el área afectada y ordenar las correcciones necesarias, por cuyo trabajo debe autorizar el pago al constructor, al respectivo precio unitario del contrato.

320.6 Medida

La subbase granular se debe medir según lo descrito en el numeral 300.6.1 del artículo 300. En el caso de bacheos con material granular de subbase, se debe aplicar lo señalado en el numeral 300.6.2 del mismo artículo. En todos los casos, la medición de volúmenes de material colocado se debe hacer al metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1).

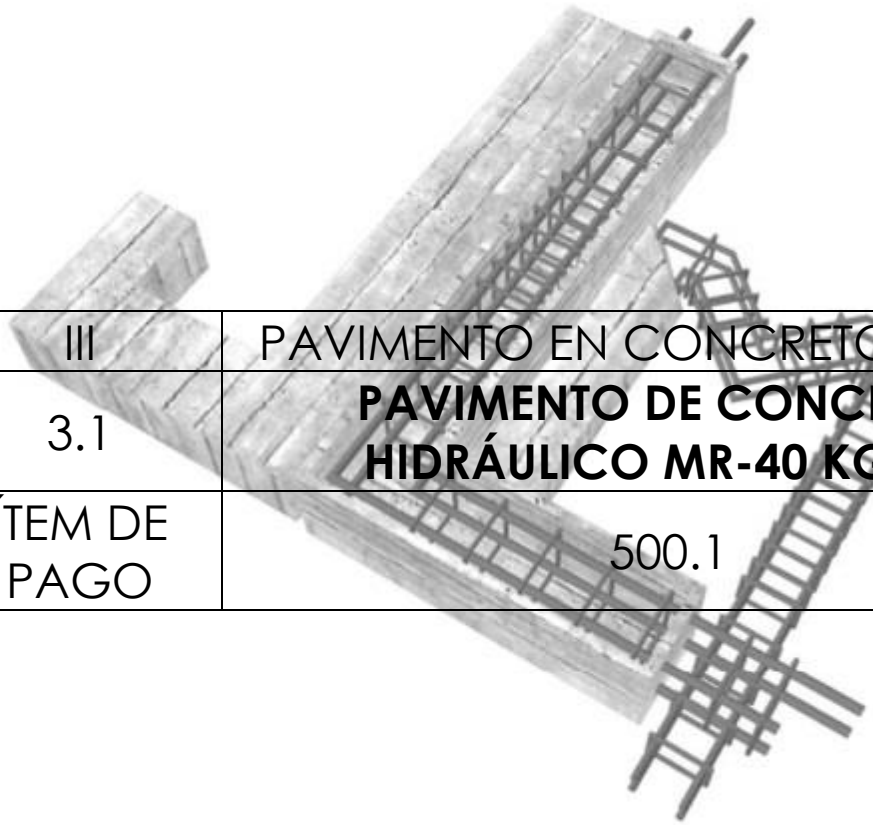
320.7 Forma de pago

La subbase granular se debe pagar según lo que sea aplicable del numeral 300.7 del artículo 300.

320.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
320.1	Subbase granular clase A	Metro cúbico (m^3)
320.2	Subbase granular clase B	Metro cúbico (m^3)
320.3	Subbase granular clase C	Metro cúbico (m^3)
320.4	Subbase granular para bacheo clase A	Metro cúbico (m^3)
320.5	Subbase granular para bacheo clase B	Metro cúbico (m^3)
320.6	Subbase granular para bacheo clase C	Metro cúbico (m^3)

JLM
JORGE LOPEZ MORENO



III	PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO
3.1	**PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO MR-40 KG/CM2**
ÍTEM DE PAGO	500.1

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Pavimento de concreto hidráulico

Artículo 500 – 22

500.1 Descripción

Este artículo se refiere a la construcción de una capa de rodadura de concreto hidráulico, incluyendo la producción de materiales, el diseño, la elaboración y el transporte de la mezcla de concreto, procedimientos de acabado superficial, protección y curado del concreto, corte y sellado de juntas, apertura al tránsito y otras actividades necesarias para la correcta construcción de una capa de rodadura de concreto, con sus respectivos procedimientos de control de materiales, construcción y pavimento terminado. La capa de rodadura en concreto hidráulico se debe construir de acuerdo con los alineamientos, las cotas, las secciones, los espesores y demás parámetros indicados en su diseño y en los documentos del proyecto.

500.1.1 Tipos de pavimento de concreto hidráulico

Los procedimientos establecidos en este artículo son aplicables a los siguientes tipos de pavimentos de concreto hidráulico, de conformidad con las definiciones establecidas en el numeral 500.9.

- Pavimento de concreto convencional con juntas.
- Pavimento con juntas y losas reforzadas.
- Sobrelosas sobre pavimento de concreto, adheridas.
- Sobrelosas sobre pavimento de concreto, no adheridas.
- Sobrelosas sobre pavimento asfáltico, adheridas.
- Sobrelosas sobre pavimento asfáltico, no adheridas.
- Sobrelosas sobre pavimento compuesto, adheridas.
- Sobrelosas sobre pavimento compuesto, no adheridas.
- Pavimento continuamente reforzado (con limitaciones).

500.1.2 Restricciones

Por tratarse de modalidades de pavimentos de concreto hidráulico con diferencias sustanciales en su metodología de construcción, este artículo no es aplicable para los siguientes tipos de pavimentos de concreto:

- Pavimentos de concreto estampados.
- Pavimentos de concreto ultradelgados.
- Pavimentos de concreto compactado con rodillo (CCR).
- Pavimentos de concreto prensado.
- Pavimentos de losas prefabricadas de concreto.
- Pavimentos de concreto postensados.

500.2 Materiales

500.2.1 Concreto

Está conformado por una mezcla homogénea de agregados, material cementante, adiciones suplementarias, agua, aditivos y eventualmente adiciones complementarias, materiales que deben cumplir los requisitos básicos que se mencionan a continuación.

500.2.1.1 Cemento hidráulico

Rige lo establecido en el numeral 630.2.1.1 del artículo 630, Concreto estructural.

500.2.1.2 Adiciones suplementarias

Rige lo establecido en el numeral 630.2.1.2 del artículo 630.

500.2.1.3 Agregados

Rige lo establecido en el numeral 630.2.1.3 del artículo 630.

500.2.1.3.1 Agregado fino

Rige lo establecido en el numeral 630.2.1.3.1 del artículo 630.

500.2.1.3.2 Agregado grueso

Se denomina agregado grueso a la porción del agregado retenida en el tamiz de 4,75 mm (nro. 4). Dicho agregado debe estar compuesto de grava, grava triturada, roca triturada o concreto triturado fabricado con cemento hidráulico, que cumpla lo especificado en el numeral 630.2.1.3 del artículo 630; sus fragmentos deben ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. No se permite la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno. Debe estar exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla.

Su gradación se debe ajustar a alguna de las señaladas en la Tabla 500 — 1. Siempre que el tamaño máximo nominal sea mayor de veinticinco milímetros (25,0 mm) (1 pulgada), gradaciones AG-1 y AG-2, el agregado grueso se debe suministrar en las dos fracciones que indica la Tabla 500 — 1.

Tabla 500 — 1. Granulometrías para el agregado grueso en losas de concreto hidráulico

Tipo de gradación			Tamiz (mm / *U.S. Standard*)								
			63,0	50,0	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75	2,36
INVÍAS		**ASTM C33**	2 ½ Pulgadas	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	3/4 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8
			Pasa tamiz (%)								
AG-1	Fracción 1: 2 pulgadas a 1 pulgada	3	100	90 — 100	35 — 70	0 — 15	-	0 — 5	-	-	-
	Fracción 2: 1 pulgada a nro.4	57	-	-	100	95 — 100	-	25 — 60	-	0 — 10	0 — 5
AG-2	Fracción 1: 1 ½ pulgadas a ¾ pulgada	4	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 15	-	0 — 5	-	-
	Fracción 2: ¾ pulgada a nro. 4	67	-	-	-	100	90 — 100	-	20 — 55	0 — 10	0 — 5
AG-3	1 pulgada a nro. 4	57	-	-	100	95 — 100	-	25 — 60	-	0 — 10	0 — 5
AG-4	2 pulgadas a nro. 4	357	100	95 — 100	-	35 — 70	-	10 — 30	-	0 — 5	-
AG-5	1 ½ pulgadas a nro. 4	467	-	100	95 — 100	-	35 — 70	-	10 — 30	0 — 5	-
AG-6	1 pulgada a ½ pulgada	5	-	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 10	0 — 5	-	-
AG-7	1 pulgada a 3/8 pulgada	56	-	-	100	90 — 100	40 — 85	10 — 40	0 — 15	0 — 5	-
AG-8	¾ pulgada a 3/8 pulgada	6	-	-	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 15	0 — 5	-

El tamaño máximo nominal del agregado no debe superar un tercio (1/3) del espesor de diseño de la capa de rodadura. El agregado grueso debe cumplir, además, los requisitos de calidad señalados en la Tabla 500 — 2.

Siempre que se requiera la mezcla de dos (2) o más agregados gruesos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la Tabla 500 — 2 para dureza, durabilidad y contenido de sulfatos deben ser

satisfactorios de manera independiente por cada uno de ellos. La limpieza y las propiedades geométricas se miden sobre muestras del agregado combinado en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo.

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto debe ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller o Bolomey, o por cualquier otro método validado por alguna institución técnica nacional o internacional, y aprobado por el interventor.

En caso de no cumplir los requisitos propuestos por algunas de las metodologías de dosificación, se pueden realizar optimizaciones granulométricas con base en métodos de empaquetamiento granular. El constructor debe revisar la propuesta con aprobación del interventor, mediante la elaboración de mezclas de prueba, con el fin de comprobar que las características proporcionadas en el diseño cumplan los requisitos del concreto, tanto en estado fresco como en estado endurecido para el proyecto en particular.

Se pueden considerar otros métodos para la dosificación del concreto, además de los basados en el contenido de cemento, ya que estos no son los únicos usados. Además de esto, en caso de no cumplir los requisitos de esas metodologías, se acepta la optimización granulométrica, por medio de métodos de empaquetamiento granular. Sin embargo, estos deben ser verificados y aprobados, para garantizar la calidad requerida.

Tabla 500 — 2. Requisitos del agregado grueso para losas de concreto hidráulico

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles, máximo (%): - 500 revoluciones - 100 revoluciones	E-218	 40 8
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%).	E-238	30
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos: - Valor en seco, mínimo (kN) - Relación húmedo/seco, mínimo (%)	E-224	 90 75
Durabilidad (O)		
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%).	E-211	3
Partículas livianas, máximo (%).	E-221	0,5

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Geometría de las partículas (F)		
Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), mínimo (%).	E-227	60
Índice de alargamiento, máximo (%).	E-230	25
Índice de aplanamiento, máximo (%).	E-230	25
Características químicas (O)		
Proporción de sulfatos del material combinado, expresado como $SO_4^=$, máximo (%).	E-233	1,0

500.2.1.4 Agua

Rige lo establecido en el numeral 630.2.1.4 del artículo 630.

500.2.1.5 Aditivos y adiciones complementarias

Rige lo establecido en el numeral 630.2.1.5 del artículo 630.

500.2.2 Aceros utilizados en losas de concreto hidráulico

En los documentos del proyecto se debe indicar el acero necesario para la construcción de la capa de rodadura, bien sea para los elementos de amarre o transferencia en las juntas o como refuerzo de las losas, cuando sea especificado. Las barras de acero, cuando estas se requieran según el proyecto, deben cumplir la NTC 161 (ASTM A615).

Si la losa de concreto tiene presencia de acero, se deben tomar todas las medidas necesarias para evitar la corrosión, tales como (i) limitar el contenido total de cloruros en la mezcla de concreto, según las tablas de tipo de exposición y requisitos dados en el numeral 630.2.6.1 del artículo 630; (ii) en vez de acero (barras, mallas, fibras) utilizar otros materiales que no sean afectados por los cloruros, entre otras medidas.

500.2.2.1 Sistemas de transferencia

Cuando sea especificado, en las juntas transversales que muestren los documentos del proyecto, se deben colocar pasadores como mecanismo para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes.

Cualquier sistema de transferencia de carga con dovelas utilizado en las losas de concreto debe tener la suficiente resistencia a la corrosión para soportar el ambiente en el que se utilice durante la vida útil prevista de la estructura del pavimento. Por esta razón, las barras de transferencia deben llevar una película de anticorrosivo (base del tipo epoxi-zinc o equivalente avalada por el interventor) en la totalidad de la dovela, de acuerdo con la especificación AASHTO M 254. No es necesario cubrir los extremos de los tacos. Las barras deben tener las siguientes características:

- Acero redondo y liso.
- Con límite de fluencia (*fy*) mínimo de cuatrocientos veinte megapascales (420 MPa).
- Ambos extremos de los pasadores deben ser lisos y estar libres de rebabas cortantes, o de cualquier imperfección o deformación

que restrinja su deslizamiento libre dentro del concreto.

Existen aplicaciones especiales de barras de transferencia que requieren otros aditamentos, como por ejemplo las juntas de expansión o aislamiento con transferencia de carga, los cuales requieren la utilización de elementos especiales como cápsulas en sus extremos u otros accesorios.

Se pueden utilizar, además, otros sistemas para la transferencia de carga como las dovelas diamantadas, compuestos de Fibras de Refuerzo con Polímeros (FRP) u otro sistema que cumpla el diseño del proyecto, y con el manual técnico de su proveedor certificado para su instalación. En cualquier caso, el sistema de transferencia seleccionado debe ser verificado antes de su instalación y aprobado por el interventor.

Cuando se escojan las barras de acero como sistema de transferencia de carga, el constructor debe proporcionar todas las memorias de cálculo donde se contemplen diámetro, longitud, resistencia, separación entre estas, empotramiento mínimo en cada losa y la separación entre la primera barra y la junta longitudinal adyacente.

500.2.2.1.1 Ubicación de las barras de transferencia

Los elementos de las juntas de las losas de concreto hidráulico se deben colocar, de acuerdo con los documentos del proyecto.

Los pasadores se colocan paralelos entre sí y al eje de la calzada, en la ubicación que se tenga prevista para la junta transversal, de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto. Se debe dejar una referencia precisa que defina dicha posición a la hora de completar la junta.

Durante la colocación del concreto, se debe asegurar y verificar que la máxima desviación, tanto en planta como en elevación, de la posición del eje de un pasador respecto de la teórica no sea superior de diez milímetros (10 mm), de igual manera, la desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada pasador, medida por la posición de sus extremos, no debe ser mayor de diez milímetros (10 mm) si se insertan por vibración o si se colocan previamente al mismo.

Salvo que los pasadores se introduzcan por vibración en las losas mediante máquinas adecuadas para ello, se deben disponer, con anterioridad al vertido del concreto, sobre canastas de varillas metálicas suficientemente estables y con uniones soldadas que se fijen a la base de un modo firme. El desplazamiento del extremo del pasador no debe ser superior a cero como cinco por ciento (0,5 %) de su longitud.

500.2.2.1.2 Alineación de las barras de transferencia

Antes de la colocación del concreto, las barras de transferencia deben estar alineadas entre sí y deben ser paralelas a la junta longitudinal. Una vez endurecido el concreto, la alineación de estas se debe verificar, mediante ensayos no destructivos tales como escáneres o radares.

Si se advierten desviaciones superiores a las consideradas aceptables anteriormente mencionadas, el constructor debe realizar, a sus

expensas, los trabajos de corrección de las varillas desviadas, por medio de la implementación de un diseño de reparación para lograr lo que se establece en los documentos del proyecto. Se debe demostrar que cada barra cumpla las tolerancias anteriormente dichas, y su aceptación debe ser aprobada por el interventor.

500.2.2.1.3 Condiciones de colocación

500.2.2.1.3.1 Colocación de antiadherentes

Para prevenir la adherencia de las barras de transferencia con el concreto y permitir su libre movimiento, estas deben estar ligeramente lubricadas con un antiadherente aprobado por el interventor en la totalidad de su longitud inmediatamente antes de su instalación y previa aprobación del interventor. Así mismo, se debe garantizar que no haya exceso de material antiadherente que pueda generar vacíos alrededor de la dovela, comprometiendo la eficiente transferencia de la carga. No se permite solo el engrase de la mitad o un porcentaje de la barra.

500.2.2.1.3.2 Sistemas automáticos y manuales de colocación de barras de amarre

Se pueden emplear insertadores automáticos de barras pasajuntas (DBI), los cuales van incorporados a la pavimentadora, y se encargan de alimentar, depositar e insertar las barras de transferencia de carga en las juntas transversales. Estos deben ser programados para que la ubicación de las barras pasajuntas concuerden con las establecidas en los documentos del proyecto. O se pueden colocar manualmente, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, cumpliendo las ubicaciones y las cotas establecidas en los documentos del proyecto.

500.2.2.2 Barras de amarre

En las juntas que muestren los documentos del proyecto y/o en los sitios en que indique el interventor, se deben colocar barras de amarre, con el propósito de evitar el desplazamiento de las losas y la abertura de las juntas.

En general, las barras de amarre no deben ser dobladas y enderezadas. Sin embargo, si por razones constructivas es absolutamente indispensable doblarlas y enderezarlas con expresa autorización del interventor, se debe utilizar un acero con límite de fluencia (*fy*) de doscientos ochenta megapascales (280 MPa). En este caso, el constructor debe rediseñar el sistema de barras de amarre para acomodarlo a la nueva resistencia y ductilidad, rediseño que debe ser verificado y aprobado por el interventor.

500.2.2.2.1 Características de las barras de amarre

Las barras deben ser corrugadas, con límite de fluencia (*fy*) de cuatrocientos veinte megapascales (420 MPa).

500.2.2.2.2 Ubicación de las barras de amarre

Cuando el proyecto contemple la colocación de barras de amarre, estas se deben instalar en forma perpendicular a la junta longitudinal, con la separación mostrada en los documentos del proyecto. Deben quedar aproximadamente a la mitad del espesor de la losa y en forma paralela a la superficie del pavimento, con una mitad a cada lado de la junta.

500.2.2.2.3 Sistemas de colocación de barras de amarre

500.2.2.2.3.1 Manual

Cuando la pavimentación se realice entre formaletas fijas, las varillas se insertan manualmente dentro de estas, de manera que una mitad de ellas penetre dentro de la franja de concreto recién colocada.

Si la obra se realiza con pavimentadora de formaleta deslizante, las varillas se introducen manualmente en la mitad del espesor de las losas en estado fresco, a las separaciones previstas en los documentos del proyecto.

Si las barras de amarre se colocan en losas endurecidas, se deben efectuar barrenos horizontales a la mitad del espesor de las losas y con una profundidad igual a la mitad de la longitud de las varillas, las cuales se insertan manualmente y se anclan con la resina polimérica mencionada en el numeral 630.2.5 del artículo 630.

500.2.2.2.3.2 Canastas

Las canastas usadas para los pasadores deben cumplir lo establecido en el ACI 302, en cuanto a material, dimensiones, ubicación y engrase, todo lo cual debe ser aprobado por el interventor.

500.2.2.3 Refuerzo de las losas

Los documentos del proyecto pueden requerir la colocación de una o dos parrillas de refuerzo en todas o algunas de las losas del proyecto, bien sea como parte integral del diseño o como sistema para controlar la aparición o el ensanche de grietas. Como guía general, se requiere la colocación de, al menos, una parrilla de refuerzo en las losas que tengan las siguientes características:

- Longitud de la losa (paralela al sentido del tránsito) superior a cinco coma cinco (5,5) veces el radio relativo de rigidez (relación entre la rigidez de la losa y la rigidez del soporte).
- Losas con relación largo/ancho mayor que uno coma veinticinco (1,25).
- Losas de forma irregular (diferente de la rectangular o cuadrada).
- Losas con aberturas en su interior para acomodar elementos tales como pozos de inspección o sumideros.
- Losas en las cuales no coinciden las juntas con las losas adyacentes.
- Losas en los aproches con los puentes.

El acero de refuerzo de las losas debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (*fy*) de cuatrocientos veinte megapascales (420 MPa). Todos los detalles del refuerzo, como cuantía, distribución, localización, etc., deben quedar claramente definidos en los documentos del proyecto.

Para el refuerzo secundario se puede calcular la dosificación de macro fibras sintéticas estructurales, que cumplan la norma ASTM C1116, para el tipo III (*Syntetic Fiber-Reinforced Concrete o Shotcrete*), las cuales proveen el mismo nivel de resistencia posagrietamiento residual que un acero de refuerzo. Para contracción, los esfuerzos de tensión de acero (*fst*), deben ser calculados. Empleando factores de conversión se debe llevar este esfuerzo a flexión. Si el diseño ha sido desarrollado y el acero de refuerzo es conocido, el área de

acero (*As*) puede ser usada directamente para calcular los esfuerzos de tensión en el acero. Para esfuerzos por temperatura, el esfuerzo de flexión puede ser calculado basado en el espesor y el gradiente de temperatura, así como las propiedades del concreto. Se requieren datos del ensayo bajo la norma ASTM C1609, para determinar la dosis requerida de fibra sintética estructural que pueda proveer la misma capacidad de momento posagrietamiento que el original acero de refuerzo. Se debe presentar el diseño y para su implementación, el interventor debe aprobarlo.

500.2.2.3.1 Condiciones del refuerzo de las losas de concreto

En las losas de concreto de tipo armado con juntas, las armaduras, se deben disponer en los sitios y con la forma establecidos en los documentos del proyecto, sujetándolas, de ser preciso, para impedir cualquier movimiento durante la colocación del concreto. Se prohíbe cualquier tipo de carga externa sobre las mallas, y se deben encontrar libres de suciedad, óxido no adherente, aceite, grasa y otros materiales que pueden afectar la adherencia del acero con el concreto. Se pueden usar fibras de acero como mecanismo de refuerzo. Esto se debe especificar en el diseño y se debe cumplir con la norma ASTM A820.

Si la unión de las varillas no se hace mediante soldadura a tope, las varillas longitudinales se deben traslapar en dos (2) mallas y las transversales en una (1). Al lado de cada junta, las armaduras se interrumpen a cien milímetros (100 mm) de ella.

Es indispensable que la armadura se coloque paralela a la superficie del pavimento, por lo que las secciones de malla no se deben suministrar en rollos.

Las varillas transversales van encima de las longitudinales y el recubrimiento de estas, cuando se trate de la armadura superior, se debe encontrar entre sesenta y ochenta milímetros (60 mm — 80 mm).

500.2.3 Productos para el curado del concreto

Rige lo establecido en el numeral 630.2.3 del artículo 630.

500.2.4 Materiales de separación

En caso de que los documentos del proyecto lo dispongan, se emplean elementos de separación entre las losas y su capa de apoyo, cuya función es evitar la adherencia entre el concreto de las losas y el material de base o evitar el reflejo de fisuras de la base en las losas de concreto, o barreras de vapor para impedir la migración de vapor de agua o fluidos que puedan ser perjudiciales al concreto o al acero.

La implementación de estos elementos de separación es recomendable cuando las losas de concreto se apoyan sobre bases de concreto sin juntas o con juntas que no coincidan con las de las losas del pavimento.

Los materiales pueden ser:

- Plásticos
- Membranas
- Antiadherentes
- Emulsiones

- Mezclas asfálticas
- Papel
- Barreras de vapor
- Cualquier otro material que cumpla la finalidad de separar la losa de concreto de la superficie de apoyo

Sea cual sea el material escogido, este debe ser aprobado por el interventor.

500.2.5 Productos para juntas

500.2.5.1 Material de sello

El material de sello puede ser: sellos asfálticos aplicados en caliente, elastómeros (siliconas, poliuretanos o material equivalente), o sellos preformados. En los documentos del proyecto se debe especificar el tipo de material de sello por emplear en las juntas de las losas. Este debe cumplir con las especificaciones de la Tabla 500 — 3.

Tabla 500 — 3. Especificaciones para el material de sello de juntas en losas de concreto hidráulico

Tipo de sello	Especificación
Sellos elastoméricos	ASTM D5893 Tabla 500 — 4 para sellos de poliuretano EN 14188-2
Sellos asfálticos aplicados en caliente	ASTM D6690
Sellos preformados	ASTM D3575

Los sellos de poliuretano para juntas deben cumplir los requisitos establecidos en la EN 14188-2, o los requisitos de desempeño según la Tabla 500 — 4, y su cumplimiento debe ser verificado por el interventor.

Tabla 500 — 4. Requisitos para sellos de poliuretano

Propiedad	Norma de ensayo	Requisito para sellos de poliuretano estándar (Nota 1)	Requisitos para sellos de poliuretano para concreto húmedo o con menos de 28 días de curado (Nota 2)
Contenido de sólidos (%)	-	mín. 98	mín. 98
Gravedad específica	-	mín. 1,30	mín. 1,30
Dureza (Escala durómetro A)	ASTM C661	40 ± 5	40 ± 5
Formación de piel *Skin Time* (horas)	ASTM C679	máx. 2	máx. 2
Adherencia al concreto (kN/m)	ASTM C794	mín. 5,4	mín. 5,4
Adherencia al concreto luego de inmersión (kN/m)	ASTM C794	N/A	mín. 4,9

Propiedad	Norma de ensayo	Requisito para sellos de poliuretano estándar (Nota 1)	Requisitos para sellos de poliuretano para concreto húmedo o con menos de 28 días de curado (Nota 2)
Adherencia al concreto húmedo o verde (kN/m)	ASTM C794	N/A	> 2,6
Envejecimiento acelerado	ASTM C793	Pasa	Pasa
Resistencia a la tensión (kPa)	ASTM D412	mín. 1 720	mín. 1 720
Elongación (%)	ASTM D412	min 600	min 600
Inclinación permitida de aplicación (%)	-	máx. 5	máx. 5
Resistencia al rasgado (kPa)	ASTM D412	mín. 240	mín. 240
Capacidad de movimiento (%). (Nota 3)	ASTM C719	mín. ± 35	mín. ± 35

Nota 1: se deben cumplir estos requisitos cuando el concreto tenga una edad igual o mayor a veintiocho días (28 d) y se encuentre seco.

Nota 2: se deben cumplir estos requisitos cuando el concreto tenga una edad menor a veintiocho días (28 d) o se encuentre húmedo, pero suficientemente seco.

Nota 3: de acuerdo con los requerimientos del proyecto y con base en las directrices del diseñador del pavimento.

Los sellos preformados deben cumplir los requisitos establecidos en la Tabla 500 — 5.

Tabla 500 — 5. Requisitos para sellos preformados

Propiedad	Norma de ensayo	Requisito
Elongación a rotura (%)	ASTM D3575 Sufijo T	mín. 357
Resistencia a la tensión (kPa)	ASTM D3575 Sufijo T	mín. 372
Compresión Set (%)	ASTM D3575 Sufijo B 50 %, ½ hora	mín. 40
Compresión Set (%)	ASTM D3575 Sufijo B 50 %, 24 horas	mín. 13
Resistencia al desgarro (N/mm)	ASTM D3575 Sufijo G	mín. 2,2
Densidad (kg/m^3)	ASTM D3575 Sufijo W	32
Absorción de agua, siete días (7 d)	DIN 53428	1 % en volumen máximo
Dureza Shore	ASTM D2240	00 – 48

500.2.5.2 Tirilla o cordón de respaldo

La tirilla de respaldo sirve de soporte para la colocación del material sellado y debe cumplir las siguientes características:

- El cordón de respaldo debe quedar comprimido en la cavidad en el sitio especificado en el diseño.
- Con el fin de mantener el factor de forma del elastómero y evitar su ingreso a la parte inferior de la cavidad, el diámetro del cordón debe ser superior por lo menos en un veinticinco por ciento (25 %) al ancho de la cavidad de sellado.
- El cordón de respaldo debe ser de un material que no se adhiera a las paredes de la cavidad de la junta y que durante la aplicación no se degrade con las temperaturas del material sellante. Este material del cordón debe cumplir la especificación ASTM D5249.

500.2.5.3 Material preformado para juntas de expansión

El material de relleno para juntas de expansión debe ser suministrado en piezas de la altura y el largo requeridos para la junta. Previa autorización del interventor, se pueden utilizar ocasionalmente dos piezas para completar el largo (nunca la altura), caso en el cual los dos extremos que se juntan deben quedar adecuadamente asegurados, para garantizar la conservación de la forma requerida, sin moverse. Los materiales por emplear deben cumplir alguna de las especificaciones ASTM D994 y ASTM D3575, junto con los requerimientos definidos en la Tabla 500 — 6.

Se permite el uso de materiales y nuevas tecnologías avaladas por la ASSHTO tales como espumas de poliuretano de alta densidad, para el sello para juntas de expansión que tengan certificaciones de departamentos de transporte de los Estados Unidos y que cumplan con:

Tabla 500 — 6. Requisitos para espumas de poliuretano de alta densidad para juntas de expansión

Propiedad	Norma de ensayo ASTM	Requisito
Elongación a rotura (%)	D3574	mín. 150
Resistencia a la tensión (MPa)	D3574	mín. 0,124 (18 psi)
Capacidad térmica de movimiento a quinientos (500) ciclos (%)	E1399	+ 60 y - 60

500.2.6 Resina polimérica y material para reparación parcial de pavimentos

Rige lo establecido en el numeral 630.2.5 del artículo 630.

500.2.7 Requisitos de durabilidad y resistencia

El diseño de la mezcla debe cumplir todos los requisitos de durabilidad y resistencia. Para ello, se deben tomar como requisitos límites

los parámetros más conservadores entre los obtenidos por:

- Durabilidad
- Resistencia

500.2.7.1 Durabilidad

Rige lo establecido en el numeral 630.2.6.1 del artículo 630.

500.2.7.2 Resistencia

Se debe proveer la resistencia del concreto solicitada en los documentos y las especificaciones del proyecto. Esta no debe ser menor de veintiocho megapascales (28 MPa), y debe cumplir los especificado en la Tabla 500 — 8.

500.3 Equipo

El constructor debe poner al servicio de los trabajos contratados todo el equipo necesario para manejar los materiales y las mezclas, y para ejecutar todas las partes de la capa de rodadura de concreto hidráulico, conforme se establece en el presente artículo.

Para definir el equipo de construcción de la capa de rodadura, el constructor debe tener en cuenta todos los aspectos relacionados con la logística de producción, transporte y colocación y las condiciones del proyecto, tales como el perfil de la vía y el espacio disponible. La selección del equipo más adecuado en términos de calidad y rendimiento debe considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- Perfil especificado para la vía.
- Ancho de calzada.
- Ancho de vaciado.
- Espesor de las losas de concreto.
- Condiciones del entorno.
- Rendimiento requerido.

Todo el equipo debe ser situado en el lugar de los trabajos con anticipación suficiente al inicio de las operaciones de pavimentación, con el fin de que el interventor lo pueda revisar con todo detalle y aprobar su utilización.

En todos los casos, el equipo se debe ajustar a lo dispuesto en la legislación vigente en las materias ambiental, de seguridad, de salud y de transporte, y se debe cumplir además lo establecido en la NSR en lo relacionado con calidad, mezclado y colocación, y con la normativa NTC 3318/ASTM C94.

500.3.1 Equipo para la elaboración de agregados y la producción del concreto

Rige lo establecido en el numeral 630.3.1 y 630.3.2 del artículo 630.

500.3.2 Equipo para el transporte del concreto al sitio de las obras

Rige lo establecido en el numeral 630.3.3 del artículo 630.

500.3.3 Equipos para la colocación del concreto

La mezcla de concreto se debe extender y consolidar por los medios apropiados para garantizar la homogeneidad de la mezcla colocada, al tiempo que se evita la segregación y la aparición de vacíos, se alcanza el espesor y la densidad adecuados, así como el

contenido de aire especificado. La colocación se puede realizar mediante extendido entre formaletas fijas, con equipos de formaletas deslizantes o equipos láser.

El constructor debe proponer los equipos de colocación del concreto adecuados para las diferentes situaciones, teniendo en cuenta las características del proyecto, el tipo de concreto, las condiciones logísticas del tramo a colocar, etc. Estos sistemas de colocación deben ser aprobados por el interventor.

En ningún caso se permite el extendido y la nivelación manual del concreto mediante el uso de regla, codal o boquillera.

Tabla 500 — 7. Equipos mínimos propuestos para la colocación del concreto

Tipo de tránsito	Equipos
NT1	Formaleta fija: la formaleta fija debe ser de un material capaz de soportar el empuje del concreto y el peso del equipo usado durante las operaciones de pavimentación sin deformarse ni pandearse.
	Flota motorizada de magnesio o de aleación equivalente.
	Regla vibratoria tipo cercha.
	Rodillo extendedor sencillo. Se debe garantizar que el diámetro del rodillo sea proporcional al ancho del carril para evitar el pandeo (flecha o catenaria).
	Rodillo extendedor de tres tubos con o sin juego de vibradores.
	En el caso de no contar con juego de vibradores externos o adosados al equipo, se debe garantizar la cantidad suficiente de vibradores manuales externos para asegurar la adecuada vibración del tramo a pavimentar.
NT2	Formaleta fija: la formaleta fija debe ser de un material capaz de soportar el empuje del concreto y el peso del equipo usado durante las operaciones de pavimentación, sin deformarse ni pandearse.
	Cercha con rodillo transversal que circula sobre rieles.
	Rodillo extendedor de tres tubos con o sin juego de vibradores.
	En el caso de no contar con juego de vibradores externos o adosados al equipo, se debe garantizar la cantidad suficiente de vibradores manuales externos para asegurar la adecuada vibración del tramo a pavimentar.
NT3	Pavimentadora de formaleta o cimbra deslizante. - Con o sin sistema de instalación de dovelas de transferencia de carga (*Dowel Bar Insert* – DBI), como alternativa a la instalación manual de canastillas de transferencia de carga. - Con o sin sistema de instalación de barras de amarre. - Con o sin sistema de frotado automático (fratasado automático).
	Regla vibratoria o rodillo extendedor de tres tubos con o sin juegos de vibradores cuando la construcción deba ser complementada en áreas pequeñas.
	Cercha con rodillo transversal que circula sobre rieles (en tramos planos).
	Texturizador automático como alternativa al texturizador manual.
	Equipo de aplicación de membrana de curado automático como alternativa a los aspersores motorizados.

Tipo de tránsito	Equipos
NT1, NT2 y NT3	Kit de pavimentación (para NT1, NT2 y NT3): - Enrasador o regla articulada de chequeo con rótula y extensiones suficientes para abarcar el ancho de pavimentación. La sección mínima de este elemento es de diez centímetros (10 cm) por cinco centímetros (5 cm) (4 pulgadas por 2 pulgadas), longitud o ancho mínimo de tres metros (3 m). *Super flat pavers straigthedges* o *bump cutter*. - Flotador o flota de magnesio o de material equivalente, longitud o ancho mínimo 3 m, con rótula y extensiones suficientes para abarcar el ancho de pavimentación. - Tela o costal de microtexturizado de fique, yute o material equivalente. Debe ser de una sola pieza continua sin costuras intermedias para abarcar el ancho de pavimentación. Se debe pasar húmedo y limpiar periódicamente durante el proceso. - Cepillo o peine de macrotexturizado (con extensiones suficientes para abarcar el ancho de pavimentación). La separación de los dientes puede ser continua o discontinua y la aplicación del macrotexturizado puede ser transversal o longitudinal dependiendo de las especificaciones del diseñador. - Aspersores motorizados para la aplicación del retardante de evaporación. - Aspersores motorizados para la aplicación de la membrana de curado. - Cortadora manual o autopropulsada con disco diamantado y refrigeración por agua. - Hidrolavadora para garantizar que en término de 3 horas después de realizado el corte inicial, la masilla generada por el corte sea retirada de la caja de corte. - Soplador o compresor para la limpieza de la caja de corte, previo a la aplicación de la tirilla de respaldo o soporte del elastómero del sello. - Aplicador para garantizar la profundidad de la tirilla de respaldo del sello. - Aplicador del elastómero (poliuretano o silicona).

El constructor debe garantizar la calibración periódica de los equipos, de acuerdo con el plan de mantenimiento y la calibración de estos, fijado en el plan de calidad del proyecto. Las calibraciones deben ser realizadas por laboratorios de calibración que cuenten con la acreditación por parte del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) para la unidad de medida por verificar, garantizando que las mediciones realizadas por la empresa sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Estos equipos deben ser probados y aprobados en el tramo de prueba especificado en el numeral 500.4.5.

500.4 Ejecución de los trabajos

500.4.1 Consideraciones constructivas con relación al diseño de la capa de rodadura

El alcance de los diseños de la capa de rodadura de concreto hidráulico debe incluir los siguientes elementos, los cuales también deben ser verificados por el constructor, y aprobados por el interventor para poder iniciar la construcción de las losas de concreto:

- Método de diseño utilizado
  - Memoria de diseño
    - Criterios utilizados
    - Variables
    - Cálculos

- Tolerancias de los elementos terminados
  - Espesores
  - Dimensiones de las losas de acuerdo con los documentos del proyecto
  - Dimensiones de las cavidades
  - Ubicación de elementos de transferencia y amarre
  - Otras tolerancias

- Espesores de las capas del pavimento
  - Espesores de las capas de base o de estructuras existentes
  - Espesores de las losas de concreto

- Sistema de transferencia
  - Tipo y características del sistema de transferencia
    - Barras (acero, barras de polímero reforzado con fibras, otros materiales)
    - Dovelas diamantadas
    - Platinas
  - Resistencia de los elementos de transferencia
  - Calidad de los extremos de corte de las barras
    - Sin rebabas
    - Corte liso
  - Dimensiones
    - Barras (diámetro de las barras, longitud de las barras, separación entre barras, separación entre junta y primera barra)
    - Dovelas y platinas (espesor, dimensiones, separación entre dovela o platina, separación entre junta y primera dovela, elementos necesarios para la colocación y funcionamiento)
  - Ubicación en las losas
  - Sistema de antiadherencia y consideraciones para el uso
  - Longitud de engrase de la barra
  - Consideraciones para la colocación
    - Uso de canastas
    - Uso de sistemas automáticos de inserción
  - Sistemas especiales de transferencia
    - Uso de cápsulas y soportes

- Sistema de amarre
  - Tipo y características del sistema de amarre
    - Barras (acero, poliméricas, fibras de vidrio u otro material)
  - Resistencia de los elementos de amarre
  - Dimensiones
    - Diámetro de las barras
    - Longitud de las barras
    - Separación entre barras
    - Separación entre junta y primera barra
  - Ubicación en las losas
  - Consideraciones para la colocación
    - Inserción manual
    - Uso de canastas
    - Uso de sistemas automáticos de inserción

- Producción del concreto
  - Resistencia a la flexión
  - Resistencia a la compresión
  - Consideraciones
    - Módulo de elasticidad
    - Peso unitario
    - Requisitos de durabilidad
    - Valor máximo de contracción del concreto
    - Relaciones agua/material cementante
  - Diseños de mezclas
    - Consideraciones para el uso de cada diseño de mezcla
    - Consideraciones especiales para ajustes del diseño de mezcla
  - Ensayos que se deben realizar al concreto
    - En estado fresco (asentamiento, temperatura, peso unitario)
    - En estado endurecido (resistencia a la flexión, resistencia a la compresión,

durabilidad, variaciones dimensionales, contracción durante el fraguado, contracción por secado de la mezcla endurecida)
  - Rangos de temperatura aceptables y consideraciones en caso de temperaturas por fuera del rango

- Transporte del concreto
  - Tipos de transportes y consideraciones para la selección
  - Características de cada sistema de transporte
  - Limitaciones

- Descarga del concreto
  - Distancia máxima de caída libre del concreto
  - Consideraciones en caso de distancias mayores

- Colocación
  - Consideraciones para la colocación del concreto
  - Secuencia recomendada de colocación
  - Consideraciones para la selección del equipo de colocación
    - Asentamientos asociados a cada diseño de mezcla de acuerdo con el sistema de colocación

- Acabado superficial
  - Procedimientos establecidos para el acabado superficial
    - Chequeo superficial (condiciones para el chequeo, equipos a utilizar, tolerancias)
    - Flotado superficial (sentido y secuencia de flotado, momento de flotado)
    - Microtextura (material a utilizar, sentido de paso del equipo, momento del paso del equipo)
    - Rebordeo de juntas longitudinales (consideraciones para el rebordeo)
    - Macrotextura
      - Tipo de cepillado a utilizar (material de las cerdas, ancho de la cerda, profundidad de cepillado)
      - Momento del cepillado

- Protección y curado del concreto
  - Sistemas de protección
    - Cubiertas
    - Barreras
    - Sistemas de curado (riegos de agua, membranas de curado, materiales absorbentes, plásticos, retardantes de evaporación)
  - Tiempos y características de protección
    - Previa (cubiertas, barreras, cambios en diseños de mezclas)
    - Durante (retardantes de evaporación)
    - Después (curado de zonas en el retiro de formaletas)

- Tipos de juntas
  - Ubicación y detalle de las juntas de contracción
  - Ubicación y detalle de las juntas de expansión
  - Detalle de las juntas de construcción y situaciones en que se deben utilizar

- Modulación de las losas
  - Criterios utilizados para la modulación
    - Longitud máxima
    - Radio relativo de rigidez
    - Factor de esbeltez
    - Indicación de losas regulares e irregulares
    - Condiciones para el refuerzo de losas
    - Situaciones especiales
  - Planos con ubicación, detalles de la distribución y tipos de juntas

- Corte de juntas
  - Diseño de la sección de la cavidad
    - Ancho de cortes
    - Profundidades de corte
  - Plano con la secuencia de corte de juntas

- Sello de juntas
  - Materiales por utilizar
  - Factores de forma

- Apertura al tránsito
  - Criterios de apertura
  - Tipo de tránsito considerado para la apertura
  - Consideraciones
    - Tiempo
    - Resistencia del concreto
    - Elementos asociados a la estructura del pavimento

500.4.2 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo establecido en el artículo 105, Desarrollo de los trabajos, en lo referente a la explotación y el procesamiento de materiales.

500.4.3 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La dosificación del concreto determina las proporciones en que se deben combinar los diferentes materiales componentes como son: agregados, material cementante, adiciones suplementarias, agua, aditivos y eventualmente adiciones complementarias, de tal modo que se obtenga un concreto que cumpla con la resistencia, el asentamiento, la manejabilidad, la durabilidad y demás exigencias requeridas por las especificaciones particulares del proyecto y las presentes especificaciones.

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el constructor debe suministrar al interventor, para su verificación, muestras representativas de los agregados, material cementante, adiciones suplementarias y complementarias, agua y aditivos, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el diseño de la mezcla.

Una vez el interventor realice las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales con base en el cumplimiento de los requisitos de la presente especificación, el constructor debe diseñar la mezcla mediante un método validado por alguna institución técnica nacional o internacional, y definir una fórmula de trabajo, la cual debe someter a consideración del interventor.

Dicha fórmula debe señalar:

- El tipo de material cementante.
- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla, por los tamices correspondientes a la granulometría aceptada, así como la franja de tolerancia dentro de la cual es válida la fórmula propuesta.
- Las dosificaciones de agregados, material cementante, adiciones, agua y aditivos, se deben hacer en peso por volumen unitario de concreto (usualmente un metro cúbico (1 m^3) de concreto, o fracción de este). La cantidad de agua y los aditivos líquidos se puede dar por peso o por volumen. Para todo efecto se deben seguir los lineamientos de la NTC 3318.
- Módulo de finura del agregado fino.
- El contenido de aire (si se ha especificado).

- La resistencia a compresión de la mezcla a veintiocho días (28 d) de curado, y las edades adicionales que se especifiquen en el concreto a usar. Se mide según la norma INV E-410/NTC 673.
- Módulo de rotura de la mezcla a veintiocho días (28 d) de curado, y las edades adicionales que se especifiquen para el concreto a usar. Se mide según la norma INV E-414/NTC 2871.
- La consistencia se debe medir mediante el asentamiento INV E-404 o NTC 396. Cuando se requiera, se puede medir según el ensayo de flujo libre, norma NTC 5222 (aplicable para mezclas de más de 230 mm). Se pueden utilizar medios electrónicos para medir la consistencia del concreto siempre que se realicen correlaciones con los ensayos INV E-404/NTC 396 o NTC 5222, la que sea aplicable, y debe ser aprobado por el interventor. El constructor debe determinar la consistencia de cada concreto, teniendo en cuenta las condiciones específicas del proyecto (sistema de colocación, condiciones ambientales, tipo de estructura, materiales componentes, entre otras) y este debe ser aprobado por el interventor.

La fórmula de trabajo se debe reconsiderar cada vez que varíe alguno de los parámetros anteriormente mencionados de los siguientes factores:

- El tipo o clase del material cementante.
- El tipo, absorción y tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).
- La gradación del agregado combinado en una magnitud tal, que ella se salga de la tolerancia fijada.
- La naturaleza y la proporción de los aditivos.
- El método de colocación del concreto.
- La procedencia del agua.
- Las tolerancias granulométricas indicadas en la Tabla 500 — 10.

En caso de variar cualquier otro parámetro, el interventor puede exigir la modificación de la fórmula de trabajo para que esta se ajuste a la variación de los parámetros realizada.

El constructor debe considerar que el concreto sea dosificado y elaborado para asegurar su resistencia promedio suficientemente superior a la especificada en los documentos del proyecto, de manera que se minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor especificado. Para esto se deben cumplir los lineamientos de calidad, mezclado y colocación de la NSR. Con este fin, el constructor debe tener en cuenta que la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la especificada en el diseño depende de la desviación estándar de la resistencia durante la etapa de producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado, a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares.

Al efectuar las mezclas de prueba en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deben ser elaboradas y curadas de acuerdo con la norma INV E-402/NTC 1377 y ensayadas, según la norma de ensayo INV E-410/NTC 673 e INV E-414/NTC 2871. Se deben elaborar curvas que muestren la variación de la resistencia a veintiocho días (28 d) (o a la edad definida para el concreto usado) en función de la relación agua/material cementante (a/mc) y del contenido de material cementante.

Estas curvas se deben basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen mezclas de prueba que den lugar a resistencias por encima y por debajo de la requerida. Cada punto debe representar el promedio de, por lo menos, dos (2) cilindros estandarizados de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de diámetro por trecientos milímetros (300 mm) de altura o dos (2) vigas estandarizadas de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de ancho por ciento cincuenta milímetros (150 mm) de alto y quinientos milímetros (500 mm) de longitud, ensayados a veintiocho días (28 d) (o a la edad definida para el concreto usado).

Los valores de la relación a/mc máxima y del contenido mínimo de material cementante admisibles por resistencia para el concreto a ser empleado en las losas de concreto, son los que permitan obtener una resistencia promedio por encima de la de diseño.

En todos los casos, la relación a/mc y el contenido de material cementante deben cumplir los valores máximo y mínimo, respectivamente, permitidos por las consideraciones de durabilidad correspondientes al concreto a usar definida en los documentos del proyecto. Cuando el diseño se realice por prescripción, este debe cumplir los requerimientos establecidos en el artículo 630. Si se realiza por desempeño, tanto la relación a/mc como el contenido de material cementante no deben ser diferentes a los obtenidos en la mezcla de prueba, la cual debe cumplir los parámetros de diseño por desempeño.

El interventor debe aprobar el diseño de mezcla propuesto. Sin embargo, esto no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al constructor de su responsabilidad de cumplir todos los requisitos de las especificaciones y de los documentos del proyecto. La aceptación de las obras para fines de pago depende de su correcta ejecución, de la obtención de la resistencia mínima especificada para el concreto, resistencia que debe ser comprobada con base en los ensayos realizados a las mezclas realmente incorporadas en tales obras, de los requisitos de durabilidad aplicables y demás parámetros definidos en el proyecto.

No se permite ningún cambio al diseño de la mezcla sin autorización del interventor.

En la Tabla 500 — 8 se presentan los requisitos mínimos que deben cumplir las mezclas de concreto para una capa de rodadura de concreto hidráulico.

Tabla 500 — 8. Criterios de diseño para la mezcla de concreto en pavimentos de concreto hidráulico

Característica	Norma de ensayo	Valor sugerido
Módulo de rotura a veintiocho días (28 d), mínimo (MPa): - Tránsito NT1 - Tránsito NT2 - Tránsito NT3 (Nota)	INV E-414/NTC 2871	 3,8 4,0 4,2

Característica	Norma de ensayo	Valor sugerido
Asentamiento (mm):		
- Formaleta deslizante		0
- Flota motorizada		± 25
- Regla vibratoria	INV E-404/NTC 396	± 25
- Rodillo vibratorio		0
- Cimbra de rodillo		0
- *Fast track*		± 25

Nota: si el proyecto especifica el uso de concretos de fraguado rápido, los documentos deben definir la edad a la cual se debe alcanzar la resistencia de diseño.

Para cada dosificación ensayada, se controla el asentamiento bajo la norma INV E-404/NTC 396, el módulo de rotura bajo la norma INV E-414/NTC 2871 y resistencia a la compresión bajo la norma INV E-410/NTC 673 a las edades establecidas por el diseñador y, cuando se exija, el contenido de aire incluido bajo la norma INV E-406/NTC 1032.

Los ensayos de resistencia se deben llevar a cabo sobre probetas procedentes de cuatro (4) amasadas diferentes de concreto, elaborando series de seis (6) probetas por amasada. De cada serie se ensayan dos (2) probetas a siete días (7 d), dos (2) a veintiocho días (28 d) y dos (2) destinadas como testigos (o las edades definidas para control, resistencia de diseño y verificación de resistencia residual), obteniéndose los valores promedio de cada grupo de resultados. Se considera como fórmula de trabajo la mezcla cuyo valor promedio obtenido a veintiocho días (28 d), o la edad de diseño definida para el concreto usado, supere la resistencia especificada con un margen suficiente para que sea razonable esperar que, con la dispersión que introduce la ejecución de la obra, la resistencia característica real de la mezcla también sobrepase la especificada. Al efecto, el constructor debe tener en cuenta que la magnitud en que el promedio de resistencia a la compresión de la mezcla deba exceder la resistencia especificada de diseño depende de la desviación estándar de la resistencia durante la etapa de producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares.

Es obligatoria la realización de ensayos de módulo de elasticidad estáticos a los veintiocho días (28 d), para la mezcla diseñada, según la norma de ensayo INV E-424/NTC 4025. Los documentos del proyecto pueden establecer requisitos mínimos para el módulo de elasticidad del concreto, caso en el cual la mezcla debe ser diseñada para cumplir también con dicho requisito.

El constructor debe remitir al interventor el diseño completo de la mezcla, donde se muestren las proporciones y los resultados del módulo de rotura y resistencia a la compresión del concreto a siete días (7 d), veintiocho días (28 d) y los destinados como testigos (o las edades definidas para control, resistencia de diseño y verificación de resistencia residual), así como el módulo de elasticidad y la densidad del concreto endurecido, determinada según la norma de ensayo NTC 5653 (ASTM C642), igualmente la validación de los requisitos de durabilidad. El diseño debe agregar una copia de todos los resultados de

ensayo, incluyendo las fechas de las pruebas, una lista completa de los materiales, donde se indique tipo, fuente y características especificadas, tipo y resultados de las pruebas físicas y químicas sobre agregados, material cementante, adiciones, agua y aditivos. También, debe tener el módulo de finura de la arena y el contenido de aire incluido en la mezcla. La producción industrial de la mezcla no puede comenzar hasta que el interventor apruebe el informe de diseño por escrito.

Los laboratorios en donde se realicen los ensayos necesarios para el desarrollo de la fórmula de trabajo de la mezcla, deben ser empresas legalmente constituidas que cuenten con experiencia y/o trayectoria en ejecución de pruebas y ensayos de control de calidad de materiales, que puedan demostrar apropiadamente la competencia de su personal de laboratorio y cuyos informes de resultados informados contengan la aprobación y autorización para su emisión, mediante la firma del responsable técnico facultado para ello. El laboratorio debe contar con todo el equipamiento principal y auxiliar necesario para el correcto desempeño de sus actividades y asegurar que estos cuenten con la exactitud y la precisión adecuadas para lograr resultados válidos. El laboratorio debe contar con un programa de calibración de sus equipos y se debe asegurar de que los resultados de la medición sean trazables al SI mediante alguna de las siguientes alternativas:

- La calibración de los equipos proporcionados por un laboratorio de metrología acreditado por ONAC.
- La comparación directa o indirecta a patrones nacionales o internacionales que cuenten con unidades del SI.
- Los valores certificados de materiales de referencia (MRC) proporcionados por productores competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI.

El constructor es el responsable de garantizar que todos los ensayos necesarios se realicen. Los informes deben ser entregados rutinariamente al interventor, al profesional a cargo del diseño, a los proveedores de material y a la autoridad competente que verifique el cumplimiento de la calidad o que tome acciones correctivas.

Durante el estudio de la fórmula de trabajo, se puede establecer una correlación entre la resistencia a la flexión (INV E-414/NTC 2871) y la resistencia a la compresión (norma INV E-410/NTC 673), con un mínimo de sesenta y cuatro (64) datos, con los materiales del proyecto, la cual debe ser verificada en el tramo de prueba. Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión solo se pueden aceptar como herramienta de control si se ha establecido, a través de ensayos con los mismos ingredientes de la mezcla y para la misma edad, una correlación confiable entre ella y la resistencia a flexión ($R^2 \geq 0{,}90$).

500.4.4 Almacenamiento de materiales

Los agregados, el material cementante, las adiciones suplementarias, los aditivos y las adiciones complementarias se deben almacenar, de tal forma que se prevenga su deterioro o contaminación. Cualquier material que se haya deteriorado o contaminado no se debe usar para la elaboración del concreto. Para prevenir esta situación, los materiales se deben almacenar de acuerdo con las siguientes indicaciones.

500.4.4.1 Almacenamiento de los agregados pétreos

Rige lo establecido en el numeral 630.4.3.1 del artículo 630.

500.4.4.2 Almacenamiento del material cementante y adiciones suplementarias

Rige lo establecido en el numeral 630.4.3.2 del artículo 630.

500.4.4.3 Almacenamiento de aditivos y adiciones complementarias

Rige lo establecido en el numeral 630.4.3.3 del artículo 630.

500.4.5 Tramo de prueba

Aceptados por el interventor la fórmula de trabajo y el informe con el diseño de la mezcla, se procede a la realización de un tramo de prueba con el mismo equipo, velocidad de colocación del concreto, procedimientos de protección y curado y espesor de las losas del pavimento que se van a utilizar en la obra.

500.4.5.1 Elementos que se deben probar

El tramo sirve para verificar las condiciones de elaboración de la mezcla y comprobar que la colocación es adecuada y que los medios de vibración disponibles son capaces de consolidar adecuadamente el concreto en todo el espesor de la capa de rodadura; que se cumplen las limitaciones sobre uniformidad y regularidad superficial establecidas por la presente especificación; que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado y que las juntas se realizan correctamente.

El tramo de prueba sirve como patrón de verificación de los diferentes aspectos que se deben tener en cuenta y ser controlados en la construcción de las losas, tales como los siguientes:

- Calidad de la mezcla de concreto
- Sistemas de colocación del concreto
- Secuencia y calidad en la colocación del concreto
- Vibrado del concreto
- Tiempos entre actividades
- Chequeo superficial
- Flotado
- Texturizado
- Procedimientos de protección y curado
- Ventana de corte de juntas
- Corte de juntas
- Sistemas de sellado
- Tiempos de apertura al tránsito
- Procedimientos especiales o particulares de construcción

500.4.5.2 Extensión del tramo de prueba

La construcción del tramo de prueba debe ser mínimo de cien metros (100 m) de longitud en dos (2) carriles. Su obligatoriedad para cada uno de los niveles de tránsito (NT1, NT2 y NT3) debe ser establecida en los documentos del proyecto.

En el caso de que los resultados del primer tramo no sean satisfactorios, este se demuele por cuenta del constructor y se construyen cuantos tramos sean necesarios, introduciendo variaciones en los equipos, métodos

de ejecución o, incluso, en la dosificación, hasta obtener una capa de rodadura con las condiciones exigidas. Logrado esto bajo la supervisión y posterior aprobación del interventor, se puede proceder a la construcción de la capa de rodadura contratada.

500.4.5.3 Calidad de la mezcla

Del trabajo satisfactorio se extraen dos (2) núcleos por zona, en cinco (5) zonas diferentes, para determinar en cada una la densidad del concreto endurecido (ASTM C642) y la resistencia a la compresión simple (INV E-410/ NTC 673), para un total de cinco (5) muestras por ensayo. Estos diez (10) testigos se toman conforme lo indica la norma de ensayo INV E-418/NTC 3658, a los veintiséis días (26 d) de la puesta en obra, en sitios distantes entre sí no menos de siete metros (7 m) en sentido longitudinal y a no menos de quinientos milímetros (500 mm) de cualquier junta o borde.

La extracción de los testigos sirve, también, para observar la homogeneidad del concreto colocado, como verificación de los procesos de colocación y vibrado. La eventual presencia de hormigueros hace obligatoria la demolición de las losas afectadas y el replanteamiento completo de los procesos de colocación y vibrado del concreto.

Todos los orificios resultantes de la extracción de testigos del tramo de prueba aprobado, para determinar la resistencia y la densidad, deben ser rellenados, vibrados y curados por el constructor, a la mayor brevedad posible y sin costo para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), con un concreto de igual o mayor resistencia que el extraído.

500.4.5.3.1 Mezclas de concreto

Las mezclas de concreto por utilizar deben cumplir los requisitos descritos en el numeral 500.4.3 y las especificaciones dadas en el proyecto, y se deben producir de acuerdo con lo establecido en la NTC 3318.

500.4.5.3.2 Resistencia del concreto

La resistencia de la mezcla se evalúa en términos de su resistencia a la flexión, siguiendo los lineamientos de la NTC 2871/INV E-414. De manera excepcional, se puede evaluar la resistencia a la compresión según la NTC 673/INV E-410, siempre y cuando se haya construido una correlación entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión para cada diseño de mezcla por utilizar. La correlación debe cumplir lo establecido en el numeral 500.4.5.3.2.1.

500.4.5.3.2.1 Correlaciones entre resistencias a flexión y compresión

La correlación se debe construir con al menos cuatro (4) diseños de mezcla diferentes, con mínimo dieciséis (16) datos por mezcla, con el objeto de cubrir un rango suficientemente amplio de valores de módulo de rotura y resistencia a la compresión. Los materiales con los que se construyan los diseños de mezclas para realizar la correlación deben ser los mismos a usar en la obra, además, el diseño de mezcla escogido debe ser alguno de los empleados en dicha correlación.

Las probetas cilíndricas deben ser elaboradas de acuerdo con la NTC 550/INV E-420 y ensayadas cumpliendo la NTC 673/INV E-410 y sus correspondientes muestras a flexión de vigas

elaboradas bajo la NTC 550/INV E-420 y ensayadas cumpliendo la NTC 2871/INV E-414. Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión solo se pueden aceptar como herramienta de control si se ha establecido, a través de ensayos con los mismos ingredientes de la mezcla y para la misma edad, una correlación confiable entre ella y la resistencia a la flexión ($R^2 \geq 0{,}90$).

500.4.5.3.2.2 Contracción

En caso de que el proyecto así lo especifique, el diseño de mezcla se debe realizar para cumplir el valor de contracción especificado en el proyecto. Este ensayo se debe realizar aplicando la NTC 5640 (ASTM C157), y debe cumplir lo especificado en el proyecto a la edad definida.

500.4.6 Construcción de la capa de rodadura de concreto

500.4.6.1 Preparación de la superficie existente

La mezcla no se debe extender hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los documentos del proyecto. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación de la unidad de obra correspondiente se deben corregir de acuerdo con lo establecido en ella, hasta contar con la aprobación del interventor.

Cuando la superficie existente presente deficiencias en las cotas en relación con las definidas en los documentos del proyecto, la deficiencia se debe completar con material de pavimento de concreto hidráulico. El volumen de concreto colocado para suplir estas deficiencias e imperfecciones no debe ser objeto de pago, si la capa de apoyo fue construida en desarrollo del mismo contrato.

Inmediatamente antes de colocar el concreto, se humedece la superficie de apoyo de la capa de rodadura para prevenir pérdidas rápidas en la humedad de la mezcla, sin que se alcance la saturación o se produzcan charcos en la superficie.

Se prohíbe circular sobre la superficie preparada, salvo las personas y equipos indispensables para la ejecución de las losas de concreto hidráulico.

Los requisitos indicados en este numeral rigen, también, para el tramo de prueba al cual hace referencia el numeral precedente.

500.4.6.1.1 Requisitos para la superficie base

La superficie base sobre la cual se van a fundir las losas de concreto debe cumplir el artículo 330, Base granular, cuando se trate de bases granulares; el artículo 340, Base estabilizada con emulsión asfáltica, cuando se trate de bases estabilizadas con emulsión asfáltica o el artículo 350, Materiales granulares tratados con cemento como capa estructural, cuando la base es tratada con cemento. Se debe garantizar que se cumplen cada uno de los requisitos allí establecidos.

500.4.6.2 Elaboración de la mezcla

Rige lo establecido en el numeral 630.4.6 del artículo 630.

500.4.6.3 Transporte del concreto al sito de las obras

Rige lo establecido en el numeral 630.4.7 del artículo 630.

500.4.6.4 Sistemas de colocación

Se deben tener en cuenta aspectos como perfil del pavimento, ancho de calzada, ancho de fundida, espesor de la capa de rodadura, condiciones de sitio de colocación y condiciones particulares del proyecto para escoger el sistema de colocación. Se puede hacer por medio de las bandas transportadoras con la incorporación de brazos giratorios, permitiendo una colocación bastante homogénea sobre toda la superficie. También pueden usarse camiones basculantes que depositan la mezcla en una sola pasada a lo ancho del pavimento delante de la pavimentadora.

500.4.6.4.1 Secuencia de colocación

La colocación debe empezar a lo largo del perímetro, en un extremo del área de trabajo, descargando cada amasada contra el concreto anteriormente colocado. No se permite verter el concreto en pilas separadas para luego nivelarlo y trabajarlo simultáneamente, ni tampoco se puede colocar el concreto en pilas grandes y moverlo horizontalmente a largas distancias para su posición final. Esto con el objetivo de evitar la segregación de la mezcla. La velocidad de colocación debe ser suficientemente rápida para que el concreto colocado previamente no haya fraguado cuando se coloque el siguiente amasado delante de esta, evitando así la generación de juntas frías en la estructura.

500.4.6.4.2 Tiempos máximos de colocación, vibrado y acabado

El concreto se debe colocar, vibrar y acabar antes de que transcurran noventa minutos (90 min) desde el momento de su mezclado, o lo que se defina en el tramo de prueba. Sin embargo, el interventor puede autorizar un aumento de este plazo, si ocurren condiciones favorables de humedad y temperatura, si se emplean camiones mezcladores o camiones provistos de agitadores o si se adoptan precauciones para retardar el fraguado del concreto.

500.4.6.5 Esquema de pavimentación

500.4.6.5.1 Colocación con el sistema de formaleta fijas

Cuando la puesta en obra se realice entre formaletas fijas, el concreto se distribuye uniformemente y, una vez extendido, se compacta por vibración y se enrasa con elementos adecuados, de modo de tener una superficie uniforme, lisa y libre de irregularidades, marcas y porosidades. Para este fin, se deben emplear reglas o rodillos vibratorios y, adicionalmente, vibradores de aguja, teniendo especial cuidado en la consolidación de los bordes de la losa.

En las capas de rodadura de tipo armado, el vaciado del concreto se debe hacer en dos (2) capas, vertiendo la segunda encima de la armadura, lo más rápido posible, antes de que comience el fraguado de la primera. El plazo para la puesta en obra de ambas capas no puede exceder de una hora (1 h), salvo que el interventor considere que se presentan condiciones favorables de humedad y temperatura.

500.4.6.5.1.1 Características de las formaletas

Cuando la obra se ejecute entre formaletas fijas, estas pueden constituir por sí mismas el camino de rodadura de las máquinas de construcción de las losas de concreto hidráulico, o tener un carril para atender esa función. Deben presentar rigidez y fijación a la superficie existente, para evitar deformaciones a la hora de la colocación del concreto.

Las caras interiores de las formaletas deben aparecer siempre limpias, sin restos de concreto u otras sustancias adheridas a ellas. Antes de verter el concreto, dichas caras se deben recubrir con un producto antiadherente, cuya composición y dosificación deben contar con la aprobación del interventor.

Se debe controlar que la altura libre de las formaletas corresponda, efectivamente, al espesor de diseño de las losas.

El alineamiento de las formaletas, tanto en planta como en perfil, debe ser correcto. No se pueden observar diferencias en la altura ni desviaciones en planta superiores a diez milímetros (10 mm), en relación con el alineamiento teórico. Además, en ningún punto se debe observar una flecha superior a tres milímetros (3 mm) bajo una regla de tres metros (3 m) puesta sobre el riel de las formaletas. Es conveniente revisar los niveles de las formaletas, por medio de mediciones topográficas después de colocadas para garantizar un buen perfil longitudinal del pavimento. Toda desviación en exceso se debe corregir inmediatamente.

Antes de colocar el concreto, debe estar disponible una longitud mínima colocada y alineada de formaletas, garantizando avances significativos de fundida continua durante varias jornadas de trabajo.

Cuando la máquina utilice como formaleta un bordillo o una franja de pavimento rígido construido previamente, dicho elemento debe tener una edad de, por lo menos, tres días (3 d).

500.4.6.5.1.2 Equipos de colocación en formaleta fija

Para una correcta extensión y compactación del concreto se pueden usar reglas vibratorias, rodillos vibratorios, manualmente o por cualquier otro sistema; deben pasar sobre el material cuantas veces sea necesario para garantizar un correcto compactado y borrar cualquier imperfección apreciable. Se permite el uso de más de una unidad vibratoria siempre y cuando estas trabajen de manera sincronizada, y para facilitar la operación de compactación se pueden usar vibradores de inmersión con el objetivo de precompactar el concreto colocado en todo el ancho de la losa, teniendo especial cuidado en los bordes cerca de las formaletas.

500.4.6.5.1.2.1 Reglas vibratorias

Estas se desplazan a lo largo de la sección que se va a pavimentar, apoyándose sobre cada uno de los costados de las formaletas. La velocidad de vibrado debe ser tal que permita una adecuada compactación.

500.4.6.5.1.2.2 Rodillos vibratorios

Está compuesto por uno o más rodillos lisos, los cuales giran en la dirección opuesta a su recorrido. Estos se apoyan a los extremos de

la formaleta desde donde se desplazan en sentido del tránsito, permitiendo una extensión, compactación y alisado eficiente del concreto. La velocidad de vibrado debe ser tal que permita una adecuada compactación.

500.4.6.5.1.2.3 Método manual

Se pueden emplear mecanismos manuales para realizar la compactación. Una vez enrasado el concreto, este debe ser apisonado con una regla-pisón, la cual se extiende de manera longitudinal y transversal a lo largo de la losa cubriendo toda su superficie, apoyándose siempre sobre las formaletas. La velocidad de vibrado debe ser tal que permita una adecuada compactación. Al finalizar la compactación, la superficie debe presentar la forma y los niveles indicados en los documentos del proyecto.

500.4.6.5.2 Colocación con el sistema de formaletas deslizantes

Cuando la puesta en obra del concreto se realice con pavimentadoras de formaletas deslizantes, la descarga y la extensión previa del concreto en todo el ancho de pavimentación se deben realizar de modo suficientemente uniforme, para no desequilibrar el avance de la pavimentadora. Esta precaución se debe extremar al pavimentar en pendientes.

Se debe cuidar que delante de la maestra enrasadora se mantenga, en todo momento, y en toda la anchura de pavimentación, un volumen suficiente de concreto fresco en forma de cordón, de unos diez centímetros (10 cm) de altura como máximo; delante de los fratases de acabado se debe mantener un cordón continuo de mortero fresco, de la menor altura posible.

Este sistema debe contar con dos tipos de vibradores, internos para lograr una consolidación inicial, y externos, para una consolidación final mejorando el acabado. La velocidad escogida de vibrado depende del tamaño de las partículas, la gradación y el diseño de la mezcla, y debe ser tal que permita la eliminación de vacíos consolidando eficientemente la mezcla.

500.4.6.5.2.1 Sistemas de guía

500.4.6.5.2.1.1 Tendido de línea guía

Se debe establecer por medio de topografía la ubicación y las cotas de las barras de soporte de las líneas guías. Estas barras (peniques) deben estar marcadas con elementos de fácil reconocimiento, y clavadas lo suficientemente dentro de la base para garantizar la estabilidad de la línea guía.

El espaciamiento de los piquetes que sostienen el hilo guía no debe ser mayor de diez metros (10 m), distancia que se reduce a cinco metros (5 m) en curvas horizontales de radio menor de quinientos metros (500 m) y en curvas verticales. Los apoyos de hilo en los piquetes tienen la cota teórica y el hilo se debe tensar, de manera que la flecha entre dos piquetes consecutivos sea menor de un milímetro (1 mm). Estos hilos, pueden ser de nylon tejido, cuerda de poliestireno, alambre o cualquier otro material liviano y resistente a la tensión sometida, aprobado por el interventor. Una vez localizados los peniques, se debe proceder a la ubicación de los brazos que soportan las líneas guías. Deben ser metálicos y con la forma adecuada para no interrumpir el tránsito de los sensores de la pavimentadora sobre la línea guía. Deben contar con un

mecanismo que les permita ajustar la altura, la distancia respecto a los peniques, y a su vez, fijar la línea guía para evitar el desplazamiento de esta. Los hilos guías deben ser tensionados (distancias menores a doscientos metros (200 m)) antes de insertarlos sobre los brazos de soporte para garantizar un tensionamiento uniforme, y teniendo en cuenta las precauciones necesarias en caso del rompimiento de una de las líneas guías. Si esto ocurre, esta debe ser reemplazada por una nueva.

Donde se vacíe una franja de capa de rodadura junto a otra existente, se puede usar esta como guía de las máquinas. En este caso, debe haber alcanzado una edad mínima de tres días (3 d) y la superficie se debe proteger de la acción de las orugas interponiendo bandas de goma, chapas metálicas u otros materiales adecuados, a una distancia conveniente del borde. Si se observan daños estructurales o superficiales en los caminos de rodadura, se debe suspender el vaciado, y reanudarlo solamente cuando la franja vecina haya adquirido la resistencia necesaria o cuando se adopten las precauciones suficientes para que no se vuelvan a producir daños.

Los caminos de rodadura de las orugas se deben mantener limpios y, cuando correspondan a la capa de soporte de las losas, deben estar suficientemente compactados para permitir el paso de ellas sin deformaciones. En este último caso, no deben presentar irregularidades superiores a quince milímetros (15 mm), medidas con una regla de tres metros (3 m).

Independente del sistema de colocación seleccionado (formaletas fijas o deslizantes), el interventor lo debe verificar y aprobar, junto con los mecanismos de vibración del concreto colocado.

500.4.6.6 Descarga del concreto

Antes de vaciar el concreto, la superficie de apoyo debe estar preparada, de acuerdo con lo descrito en el numeral 500.4.6.1. La máxima caída libre de la mezcla desde el vehículo de transporte en el momento de la descarga es de un metro (1,0 m) para evitar segregación, y se debe procurar que ello ocurra lo más cerca posible del lugar definitivo de colocación, con el fin de reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.

Cuando el concreto se coloque contra un pavimento existente, la parte del equipo de colocación que repose sobre este debe estar equipada con cojines de protección en sus orugas o con llantas de caucho, que circulen a suficiente distancia del borde del pavimento, para evitar la rotura o el agrietamiento de este.

Donde la calzada tuviera dos (2) o más carriles en el mismo sentido de circulación, se vacían al menos dos (2) carriles al mismo tiempo, salvo que el interventor refiera otras indicaciones.

Se deben disponer pasarelas móviles, con el fin de facilitar la circulación del personal y evitar daños al concreto fresco. Los tajos de vaciado deben tener todos sus accesos bien señalizados y acondicionados para proteger el pavimento recién construido.

En los casos en que el interventor autorice la extensión y la compactación del concreto por medios manuales, se debe mantener siempre un volumen suficiente de mezcla delante de la regla vibratoria y se debe continuar compactando hasta que se haya conseguido la forma prevista y el mortero refluya ligeramente a la superficie.

En el caso de suspender la colocación del concreto por más de media hora (1/2 h), se debe proteger el frente del pavimento con telas de fique húmedas. Si el lapso de interrupción supera el plazo máximo admitido entre la mezcla y la terminación de la puesta en obra, se debe disponer una junta transversal de construcción, de acuerdo con lo que se indica en el numeral 500.4.6.13.

En vías de dos carriles, el concreto se debe colocar por carriles de ancho constante, separados por juntas longitudinales de construcción. En los casos en que se deba colocar un ancho inferior al de un carril, se debe compactar y enrasar mecánicamente, con la ayuda de los métodos manuales mínimos que resulten necesarios.

El constructor debe ajustar los métodos y los equipos de colocación y compactación siempre que se observe segregación o vacíos en el concreto colocado y compactado.

Si el interventor considera que la compactación es deficiente, se requiere la ejecución de ensayos de verificación de densidad. Estos ensayos de verificación consisten en la toma de núcleos del concreto terminado después de, al menos, cuarenta y ocho horas (48 h) de curado. La densidad se debe determinar en la condición saturada y seca superficialmente, según la norma de ensayo ASTM C642. Los ensayos se toman por lo menos uno (1) cada trescientos cincuenta metros cúbicos (350 m^3) de concreto.

La densidad promedio de los núcleos debe ser comparada con la definida en el tramo de prueba y no puede ser menor de noventa y siete por ciento (97 %); así mismo, ningún núcleo debe tener una densidad menor de noventa y seis por ciento (96 %). Si estas condiciones no se cumplen, se considera que la vibración es inadecuada y se debe mejorar, de manera que los requisitos anteriormente establecidos se logren en las posteriores verificaciones.

500.4.6.7 Recubrimiento de refuerzo

En caso de contemplar refuerzo en alguna de las losas, el recubrimiento debe cumplir lo establecido en el diseño de la losa de concreto, pero en ningún caso deben estar por debajo de los mínimos establecidos en la NSR (requisitos de recubrimiento del refuerzo convencional y de tendones de preesfuerzo no adheridos). La tolerancia del recubrimiento debe estar, de igual manera, de acuerdo con la NSR.

500.4.6.8 Acabado superficial de la capa de rodadura construida

Después de extendido y compactado, el concreto debe ser sometido a un proceso de acabado superficial para lograr una superficie plana y ajustada a las cotas del proyecto, dentro de las tolerancias permitidas.

El acabado de las losas construidas con pavimentadoras de formaletas deslizantes debe ser efectuado por la misma máquina pavimentadora, la cual debe disponer de los elementos necesarios para ello.

Terminadas las operaciones de acabado recién descritas y mientras el concreto aún esté fresco, se deben redondear cuidadosamente los bordes de las losas con una llana especial de doce milímetros (12 mm) de radio.

Las juntas transversales de construcción y las de dilatación se redondean del mismo modo, pero con una llana de seis milímetros (6 mm) de radio.

500.4.6.8.1 Chequeo superficial

500.4.6.8.1.1 Sistemas de chequeo temprano superficial

Una vez terminada esta operación y mientras el concreto se encuentre en estado plástico, se comprueba el acabado superficial por medio manual, con una regla de tres metros (3 m) colocada paralela o perpendicularmente al eje de la calzada en cualquier sector de ella que no esté afectado por cambios de pendiente, o por medio de mecanismos de control láser, verificando que las irregularidades no excedan de cinco milímetros (5 mm). En el caso de que se presenten diferencias mayores, ellas se deben eliminar, ya sea agregando concreto fresco que se vibra y termina del mismo modo que el resto de la capa de rodadura, o bien eliminando los excesos con los bordes de la llana. Se prohíbe el riego de agua o la extensión de mortero sobre la superficie, para facilitar el acabado y corregir irregularidades de la capa de rodadura.

500.4.6.8.1.2 Flotado superficial

El acabado de las losas construidas entre formaletas fijas se puede realizar por medio de herramientas manuales, como un flotador o un enrasador. También, se pueden utilizar equipos de terminado que se deslicen sobre las formaletas fijas. La disposición y el movimiento del elemento enrasador deben ser los adecuados para eliminar las irregularidades superficiales y obtener el perfil, sin superar las tolerancias establecidas.

500.4.6.8.1.3 Microtexturizado superficial

La microtextura se realiza mediante el uso de la tela especificada en la Tabla 500 — 7.

La tela de yute debe estar humedecida y se debe pasar después de que el concreto se haya flotado y/o allanado, y que haya exudado. Si después de haber pasado la tela, el concreto exuda nuevamente, esta se debe pasar nuevamente y aplicarse a lo largo del tramo (longitudinalmente).

La aplicación del retardador de fraguado se debe hacer antes de transcurridos quince minutos (15 min) desde la puesta en obra, extendiendo a continuación una membrana impermeable, que se mantiene hasta la eliminación del mortero. Esta operación se realiza antes de transcurridas veinticuatro horas (24 h), salvo que un fraguado insuficiente del concreto requiera alargar este periodo.

Se debe contar con soportes que permiten subir o bajar la tela cuando se requiera, y ganchos para un mejor agarre. Se debe tener especial cuidado en que la tela no esté ni muy húmeda que pueda generar burbujas, ni muy seca que haya el riesgo de levantar el concreto. Se debe procurar que el tejido sea continuo, para evitar la adición de retazos ya que esto marca de manera notoria el concreto.

Se puede hacer uso de otros materiales en reemplazo de la tela de yute, como cuero o pasto sintético, pero deben ser aprobados por el interventor.

500.4.6.8.1.4 Macrotexturizado superficial

Una vez culminadas las operaciones de acabado superficial y antes de que comience a

fraguar el concreto, se le debe dar a la capa de rodadura una textura transversal y longitudinal homogénea, según se establezca en el diseño, en forma de estriado, mediante la aplicación manual o mecánica del peine de dientes metálicos citado en la Tabla 500 — 7, en forma sensiblemente perpendicular y longitudinal, según corresponda, al eje de la calzada, y de tal forma que las estrías tengan la profundidad adecuada. Este sistema permite la rápida evacuación del agua de la superficie, reduciendo la ocurrencia de hidroplaneo. Debe contar con una profundidad de entre tres milímetros (3 mm) y seis milímetros (6 mm), teniendo especial cuidado de que el agregado no se perturbe en exceso.

Su aplicación debe ser en el tiempo que el constructor crea conveniente, evitando una aplicación tardía ya que se tendría que ejercer una mayor presión o profundidad generando una superficie irregular.

500.4.6.9 Protección y curado del concreto

Durante el tiempo de fraguado, el concreto debe ser protegido contra el lavado por lluvia, contra la insolación directa, el viento y la humedad ambiente baja. El constructor tiene la responsabilidad de medir las temperaturas del concreto y del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento en el sitio de extensión del concreto. Cuando la combinación de estos factores indique que la velocidad de evaporación excede quinientos gramos por metro cuadrado por hora (500 g/m^2/h), debe tomar precauciones adicionales para limitar las pérdidas de humedad o, de lo contrario, suspender las operaciones de pavimentación mientras la rata de evaporación exceda el valor citado.

En épocas lluviosas, el interventor puede exigir al constructor colocar un toldo sobre las máquinas de puesta en obra o un tren de tejadillos bajos, de color claro, cerrados y móviles, que cubran una longitud de construcción igual, al menos, a cincuenta metros (50 m). Alternativamente, puede autorizar la colocación de materiales impermeables sobre el concreto fresco, hasta que adquiera la resistencia suficiente de modo que el acabado superficial no se afecte por la lluvia. Si el constructor no atiende esta sugerencia y las losas sufren deslavado por tal efecto, debe someter la superficie a ranurado transversal mecánico, a sus expensas, y hasta contar con la aprobación del interventor.

Durante un periodo que, en general no debe ser inferior a tres días (3 d) a partir de la colocación del concreto, está prohibido cualquier tipo de tránsito sobre él, excepto el necesario para el aserrado de las juntas cuando se empleen sierras mecánicas. Este periodo puede ser reducido por el interventor, cuando en la construcción de la capa de rodadura se aplique la técnica conocida como *fast track*.

La selección del tipo de curado, así como el momento adecuado para su aplicación, dependen de las características específicas del proyecto, tales como las condiciones ambientales y el tipo de mezcla. Es responsabilidad del constructor proponer, para aprobación del interventor, el sistema de curado, así como implementar los cambios, tanto en estos sistemas como en los equipos, en caso de que los resultados dejen de ser satisfactorios en algún momento.

En el caso de los concretos tipo *fast track*, normalmente se requiere un sistema de curado

doble: primero la aplicación de productos químicos que forman una película curadora y, sobre esta, la instalación de membranas de polietileno o de papel.

El curado se debe hacer inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial.

El curado del concreto se debe realizar en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas, por un periodo no inferior a siete días (7 d) y, de ser posible, se debe prolongar hasta diez días (10 d). Sin embargo, el interventor puede modificar dicho plazo, a la vista de los resultados obtenidos sobre muestras del concreto empleado en la construcción de la capa de rodadura.

500.4.6.9.1 Sistemas de protección y curado

500.4.6.9.1.1 Materiales de protección y curado de concreto

500.4.6.9.1.1.1 Humedad

Cuando se opte por este sistema de curado, el cual no es aceptable en proyectos de nivel de tránsito tres (NT3), la superficie del pavimento se debe cubrir con telas de fique o algodón, arena u otros productos de alto poder de retención de humedad aprobados por el interventor, una vez que el concreto haya alcanzado la suficiente resistencia para que el acabado superficial de la capa de rodadura no se vea perjudicado por la colocación de estos elementos.

Dichos materiales no pueden estar impregnados ni contaminados por sustancias perjudiciales al concreto o que puedan ensuciar o decolorar la superficie del pavimento.

Mientras llega el momento de colocar el producto protector, la superficie del pavimento se debe mantener húmeda, aplicando agua en forma de rocío fino y nunca en forma de chorro. Los materiales utilizados en el curado deben permanecer saturados todo el tiempo que dure este.

500.4.6.9.1.2 Cubrimiento con compuestos curadores que forman membrana

Cuando el curado se realice con productos de este tipo, estos se deben aplicar inmediatamente hayan concluido las labores de colocación y de acabado del concreto y el agua libre de la superficie haya desaparecido completamente. Sin embargo, bajo condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes vientos o lluvias, el producto se debe aplicar antes de que se cumpla dicho plazo.

El producto de curado que se emplee debe cumplir la norma ASTM C309 y la dosificación de estos productos se debe hacer siguiendo las instrucciones consignadas en su respectiva ficha técnica suministrada por el fabricante. Su aplicación se debe llevar a cabo con un equipo que asegure su aspersión como un rocío fino, de forma continua y uniforme, en la cantidad autorizada por el interventor, la cual no puede ser inferior a doscientos cincuenta gramos por metro cuadrado (250 g/m^2). El equipo aspersor debe estar en capacidad de mantener el producto en suspensión y contar con un dispositivo que permita controlar la cantidad aplicada de la membrana.

También se pueden usar selladores o sellantes regidos por la norma ASTM C1315, que al entrar en contacto con el concreto forman una

película que endurece y sella, y poseen propiedades especiales como resistencia a los álcalis y a los ácidos, cualidades adhesivas y resistencia a la degradación por la luz ultravioleta. Estos compuestos ayudan al curado, protegen la estructura de daños causados por la penetración de líquidos perjudiciales para el concreto, brindan mayor durabilidad y minimizan la generación de polvo. Algunos mejoran la apariencia del concreto.

Cuando las juntas se realicen por aserrado, se aplica el producto de curado sobre sus paredes. También, se aplica sobre áreas en las que, por cualquier circunstancia, la película se haya estropeado durante el periodo de curado.

Cuando el concreto se haya colocado entre formaletas fijas, al retiro de estas se deben proteger los lados expuestos de las losas, con un tratamiento igual al aplicado sobre la superficie.

No se permite la utilización de productos que formen películas cuyo color sea negro.

500.4.6.9.1.1.3 Cubrimiento con membranas

Si se adopta este método de curado, las membranas se deben colocar cuando la superficie de concreto tenga la suficiente resistencia para que la capa de rodadura no se vea afectada en su acabado. Durante el intervalo transcurrido mientras esto sucede, se debe aplicar agua en forma de rocío para mantener la superficie húmeda.

Se pueden emplear materiales como mantas de algodón, yute, alfombras o espuma, los cuales se deben mantener mojados durante todo el periodo de curado, ya que, si se dejan secar el proceso se invierte. Antes de ser retirados se deben dejar secar para que el concreto se vaya secando paulatinamente, para evitar posibles golpes de calor.

Se debe asegurar la permanencia de las membranas durante todo el periodo previsto de curado, traslapando las fajas al menos doscientos milímetros (200 mm) y asegurando con pesos los bordes y los traslapos, con el fin de impedir el levantamiento de las membranas por acción del viento.

No se permite la utilización de membranas de color negro.

500.4.6.9.1.1.4 Retardantes de evaporación

Estos materiales forman una película delgada que retardan la rápida pérdida de humedad de la superficie del concreto. Es recomendable en zonas con temperaturas elevadas, baja humedad relativa y fuertes vientos. Su utilización debe ser aprobada por el interventor.

Cualquier sistema de curado escogido debe ser aprobado por el interventor y hacerse por lo menos durante los primeros siete días (7 d).

500.4.6.9.1.1.5 Barreras contra viento y sol

Se recomienda el uso de barreras contra viento y sol para lograr un correcto curado cuando la tasa de evaporación es elevada.

500.4.6.10 Remoción de formaletas

Cuando la capa de rodadura se construya entre formaletas fijas, el desformaleteado se debe efectuar luego de transcurridas dieciséis

horas (16 h) a partir de la colocación del concreto. En cualquier caso, el interventor puede aumentar o reducir el tiempo, en función del correspondiente al fraguado y la resistencia alcanzada por el concreto.

500.4.6.11 Modulación y corte de juntas de las losas de concreto

Antes de proceder al aserrado, se deben trazar sobre la capa de rodadura, de acuerdo con el diseño y la localización de los pasadores y las barras de amarre, los ejes topográficos para los cortes de las juntas, los cuales deben ser continuos.

El diseñador debe definir la secuencia de corte y prever las juntas de construcción. El constructor debe proponerlo de acuerdo con la longitud del pavimento, planeado desde el diseño de los tramos a vaciar, y con base en esto, proponer la secuencia de modulación. El diseño debe contemplar los tipos de cavidades de corte con su ancho y longitud, y deben ser tales que no generen la aparición de fisuras por tiempos tardíos o que se presenten pérdidas de agregados en la junta o daños en los bordes de la losa o de la junta. Sin embargo, una vez comenzado el corte, este se debe continuar hasta finalizar todas las juntas. El inicio de los trabajos de corte se debe definir mediante estudios previos, en los cuales se establezca el momento óptimo de corte, de acuerdo con las condiciones ambientales.

Si a causa de un aserrado prematuro se astillan los bordes de las juntas, estos se deben reparar con un mortero de una resina polimérica apropiada o un mortero cementicio de alta especificación para el restablecimiento de los bordes de las juntas, de las características indicadas en el numeral 630.2.5 del artículo 630.

500.4.6.12 Juntas transversales y longitudinales de contracción

Es importante realizar los cortes cuando el concreto haya alcanzado la resistencia suficiente, ni mucho tiempo antes que provoque la generación de desportillamientos de las losas, ni muy tarde, de manera que deje que en el concreto se empiecen a formar patrones de agrietamiento. Primero se deben realizar los cortes transversales y luego los longitudinales, para evitar que la separación entre juntas transversales sea mayor entre la menor medida de cinco metros (5 m) o veinticuatro (24) veces el espesor. Estas deben ser continuas, y al igual que en las juntas longitudinales, se debe realizar un corte inicial con un ancho de tres milímetros (3 mm) y a una profundidad de al menos un tercio (1/3) del espesor de la losa de concreto, con el fin de inducir la falla controlada. Si el concreto está fibrorreforzado, la profundidad de corte puede llegar hasta antes de encontrarse con la dovela de transferencia.

Para la formación de juntas, se deben utilizar cortadoras con discos diamantados, operadas por mano de obra calificada para dicho trabajo.

500.4.6.13 Juntas transversales de construcción

Estas juntas son las empleadas cuando ocurren interrupciones ya previstas, como el final de un día de pavimentación, unión con puentes o accesos, o en ocasiones que se presenten imprevistos que requieran la suspensión del

trabajo por un tiempo considerable. Estas se construyen en las ubicaciones normales de las juntas, por lo tanto, deben contemplar las barras pasajuntas. Cuando es necesaria la construcción de juntas transversales de construcción en los dos primeros tercios de la separación normal diseñada para las juntas, se deben insertar barras de amarre, para evitar la posible generación de grietas a la losa adyacente. Para esto, se debe hacer uso de una formaleta cabecera, la cual tiene la función de confinar la estructura hasta dar continuidad a la obra, y deben tener una serie de orificios por los cuales se colocan las barras pasajuntas.

500.4.6.14 Juntas de aislamiento y de expansión

Estas juntas se ejecutan cuando se requiere un aislamiento total en cuanto a movimiento vertical y horizontal entre la capa de rodadura y otras estructuras, con el objetivo de evitar daños en el pavimento o la estructura adyacente.

500.4.6.14.1 Juntas de aislamiento

Estas juntas disminuyen los esfuerzos a compresión que se presentan en el pavimento y una estructura, o entre dos secciones del pavimento. Estas juntas se emplean también cuando existen estructuras como pozos o alcantarillas. La profundidad es completa, hasta la capa base del pavimento, y a todo lo largo del contacto entre estructuras. Estas juntas no deben tener ni barras de amarre ni barras pasajuntas, ya que no se requiere una transferencia de carga, y se debe permitir el movimiento horizontal y vertical entre estructuras. Se recomienda un ancho de juntas de entre doce coma cinco y veinticinco milímetros (12,5 mm – 25 mm) (½ pulgada – 1 pulgada), ya que con anchos mayores se pueden presentar desplazamientos excesivos.

500.4.6.14.2 Juntas de expansión

Bajo condiciones normales no son necesarias las juntas de expansión. Sin embargo, estas se recomiendan cuando la temperatura ambiente es menor a los cuatro grados Celsius (4 °C) o cuando los materiales usados para la fabricación de las losas han presentado características expansivas. La decisión de su implementación depende de la experiencia del constructor, junto con la aprobación del interventor.

500.4.6.15 Sellado de las juntas

Los materiales por utilizar deben cumplir lo descrito en el numeral 500.2.5 del presente artículo. Inmediatamente después del corte final, los excesos de cemento, lechadas, material de curado o cualquier otro elemento, deben ser completamente removidos de la junta mediante chorro de agua a presión de diez megapascales (10 MPa). Cuando finalice la limpieza de la junta, esta se debe soplar con un compresor de aire.

Si los documentos del proyecto exigen una limpieza adicional con chorro de arena, esta se debe realizar como se indica a continuación: cuando la superficie esté limpia y seca y justo antes de colocar la tirilla de respaldo y el sello, la junta se trata con dos pasadas de chorro de arena o hidroarenado como mecanismo de preparación de la superficie. Por ejemplo, una pasada en cada una de las caras de la junta. Luego, se debe utilizar aire

comprimido para remover de la junta todos los residuos de polvo. Los compresores de aire deben estar equipados con unas trampas adecuadas, capaces de remover toda el agua y toda la grasa presente en el aire comprimido.

Las ranuras aserradas y limpias se deben inspeccionar, para asegurar que el corte se haya efectuado hasta la profundidad especificada y se haya removido toda materia extraña.

Hasta el momento del sellado de las juntas, estas se deben proteger obligatoriamente con elementos sintéticos de sección en T, con el fin de evitar la introducción de elementos extraños y daños en los bordes. Las alas de la T se deben apoyar en la parte superior de la losa.

No se permite ningún almacenamiento de material sobre las losas recién construidas.

El sistema de sellado de juntas debe garantizar la hermeticidad del espacio sellado, la adherencia del sello a las caras de la junta, la resistencia a la fatiga por tracción y la compresión, la resistencia al arrastre por las llantas de los vehículos, la resistencia a la acción del agua, de los solventes, de los rayos ultravioleta y a la acción de la gravedad y el calor, con materiales estables y elásticos.

500.4.6.15.1 Instante de aplicación del sello

Las juntas pueden ser selladas cuando el concreto tenga una edad menor a veintiocho días (28 d) o se encuentre húmedo, pero superficialmente seco, siempre que el sellante cumpla los requisitos para sellos de poliuretano para concreto húmedo o con menos de veintiocho días (28 d) de curado indicados para sellos elastoméricos de poliuretano. Cuando el concreto tenga una edad mayor a veintiocho días (28 d) y se encuentre seco, el sello debe cumplir todas las propiedades de acuerdo con su naturaleza química, tal como indica el numeral 500.2.5.1. Para el caso de sellos elastoméricos de poliuretano debe cumplir los requisitos para sellos de poliuretanos estándar. En el momento de la aplicación del componente de sello, la temperatura ambiente debe estar por encima de cinco grados Celsius (5 °C) y no debe haber lluvia ni fundados temores de que ella pueda ocurrir.

Los requerimientos sobre temperatura ambiente se pueden obviar, si así lo autoriza el interventor. El sello se debe realizar, preferiblemente, en horas diurnas, cuando la junta esté en el intermedio de su movimiento esperado. En caso de que se requiera la aplicación del material de sello antes de la edad especificada, se deben utilizar imprimantes que creen una barrera de vapor y garanticen una total adherencia del material sellante a los bordes de la junta.

500.4.6.15.2 Instalación del sello

Antes de sellar las juntas, el constructor debe demostrar que el equipo y los procedimientos para preparar, mezclar y colocar el sello producen un sello de junta satisfactorio, de acuerdo con el tramo de prueba. El interventor debe verificar que los procedimientos de instalación propuestos estén de acuerdo con las indicaciones consignadas en la ficha técnica del producto suministrada por el fabricante.
Antes de iniciar esta tarea en forma masiva, se deben ejecutar dos pruebas de instalación en juntas, de cincuenta metros (50 m) cada

una, las cuales deben ser aprobadas por el interventor.

Para conservar un buen nivel de productividad y calidad, se deben mantener durante el periodo total de la obra, las personas y los equipos de trabajo usados para estas pruebas. Los cambios de personal, materiales o equipos deben ser notificados al interventor e implican la realización de nuevos tramos de prueba.

Las juntas deben ser verificadas en lo que corresponde a ancho, profundidad, alineamiento y preparación de la superficie de los bordes de junta, y el material de sello debe tener la aprobación del interventor, antes de que sea aplicado.

Previamente al vaciado del material de sello, se debe colocar una tirilla de respaldo, presionándola dentro de la junta con un instalador adecuado de rueda metálica, de manera que quede colocada a la profundidad requerida. La tirilla, que debe cumplir los requisitos citados en el numeral 500.2.5.2, no puede ser estirada ni torcida durante la operación de colocación. Durante la jornada de trabajo, se debe limitar la colocación de la tirilla de respaldo a las juntas que puedan ser selladas en el día.

Se debe enrasar el sello pasando una herramienta en ambas direcciones, para asegurar una aplicación libre de aire. La superficie del sello debe quedar tres milímetros (3 mm) por debajo de los bordes de la junta.

El sello que no adhiera a la superficie de la pared de la junta, que contenga huecos o falle en su tiempo de curado, se debe rechazar y debe ser reemplazado por el constructor, sin costo adicional alguno para INVÍAS.

500.4.6.16 Apertura al tránsito

El paso de personas y de equipos para el aserrado y para la comprobación de la regularidad superficial, se puede autorizar cuando haya transcurrido el plazo necesario para que no se produzcan desperfectos superficiales, y se haya secado el producto químico de curado, si se emplea este método.

Al abrir el pavimento al tránsito público, todas las juntas deben estar selladas o protegidas contra daño y contra la intrusión de materiales extraños.

500.4.6.16.1 Requisitos para la apertura al tránsito

500.4.6.16.1.1 Resistencia

El tránsito de obra no puede circular sobre el pavimento, mientras este no haya alcanzado un módulo de rotura de por lo menos el ochenta y cinco por ciento (85 %) de la exigida, a veintiocho días (28 d).

500.4.6.16.1.2 Tiempo

La apertura al tránsito automotor no se debe autorizar antes de cumplir el cien por ciento (100 %) de la resistencia especificada, además se debe haber cumplido con la culminación de la totalidad de la obra, con todos los elementos especificados en los documentos del proyecto.

500.4.6.17 Proceso constructivo para casos especiales

El constructor debe seguir las indicaciones de los documentos del proyecto para adelantar la construcción de las losas de concreto en todos los casos especiales, como losas irregulares, empates con estructuras fijas o con otros pavimentos de concreto, presencia de estructuras hidráulicas, tales como pozos de inspección y sumideros o empalmes con pavimentos asfálticos, entre otros.

500.4.6.18 Requerimientos de temperatura

Los trabajos de construcción de la capa de rodadura de concreto hidráulico se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este.

El vaciado del concreto se interrumpe cuando llueva con una intensidad tal, que pudiera, a criterio del interventor y por instrucción de este, producir deformaciones en los bordes de las losas o la pérdida de textura superficial del concreto fresco.

En zonas calurosas, se deben extremar las precauciones, con el fin de evitar fisuraciones o desecación superficial. Donde la temperatura ambiente exceda de treinta grados Celsius (30 °C), se debe contemplar el empleo de aditivos retardadores de fraguado aprobados por el interventor.

La temperatura de la masa de concreto, durante la operación de vaciado, no puede ser inferior a diez grados Celsius (10 °C) y no más allá de treinta y cinco grados Celsius (35 °C); se prohíbe la puesta en obra sobre una superficie cuya temperatura sea inferior a cero grados Celsius (0 °C) o cuando la temperatura ambiente sea inferior a cuatro grados Celsius (4 °C).

El sellado de juntas en caliente se suspende cuando la temperatura ambiente baje de cinco grados Celsius (5 °C), o en caso de lluvia o viento fuerte, salvo aprobación del interventor.

500.4.7 Conservación

Todo concreto defectuoso o deteriorado que no cumpla las características establecidas en el diseño, debe ser intervenido por el constructor para llevarlo a las condiciones de diseño, sin costo adicional para INVÍAS. En todo caso, los procedimientos deben ser aprobados por el interventor, cualquiera sea el tipo de intervención. Se deben dejar registrados en los documentos del proyecto las reparaciones realizadas y el método de reparación.

El pavimento de concreto hidráulico se debe mantener en perfectas condiciones por el constructor cumpliendo los requerimientos mínimos establecidos en el presente artículo, hasta el recibo definitivo de los trabajos, sin que ello implique costo adicional alguno para INVÍAS.

500.4.8 Manejo ambiental

En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, se describen a continuación algunos de los cuidados relevantes en relación con la protección ambiental, sin perjuicio de los que exijan

los documentos de cada proyecto particular o la legislación ambiental vigente.

Todas las labores requeridas para la construcción de la capa de rodadura de concreto hidráulico se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales. En caso de contradicciones con lo indicado en el presente numeral deben prevalecer, en su orden, la legislación ambiental y lo indicado en los documentos del proyecto.

Sea que los agregados los explote el constructor o le sean suministrados por terceros, el interventor debe verificar que se encuentren vigentes todas las licencias para su explotación.

Así mismo, se controla que todos los procesos de preparación de agregados, elaboración, transporte y colocación de la mezcla y el acabado de la capa de rodadura se realicen con un cabal cumplimiento de las normas y disposiciones ambientales vigentes.

Al término de los trabajos de construcción de la capa de rodadura de concreto hidráulico, el constructor debe limpiar la superficie y retirar todo material sobrante o desperdicio y transportarlo y depositarlo apropiadamente en un lugar autorizado por las autoridades ambientales de la jurisdicción respectiva.

Siempre que se deban demoler y reponer losas, los productos de la demolición son de propiedad del constructor, quien debe disponer de ellos de manera que no causen afectaciones ambientales ni se genere obligación de ninguna índole a INVÍAS.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por tanto, no deben ser objeto de reconocimiento directo en el contrato.

500.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Verificar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado en cuanto a la elaboración y el manejo de los agregados, así como en cuanto a la manufactura, transporte, colocación, compactación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas de concreto que constituyen el pavimento.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Cuando sea posible, establecer una correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión para el concreto con el cual se construye la capa de rodadura.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y de la mezcla de concreto, durante el periodo de ejecución de las obras.
- Verificar permanentemente el asentamiento, así como el contenido de aire de la mezcla, si este último se encuentra especificado.

- Tomar cotidianamente muestras de la mezcla que se elabore, para determinar su resistencia.
- Tomar núcleos para determinar el espesor de la capa de rodadura, su densidad y su resistencia a la compresión y vigas de concreto aserradas para determinar su resistencia a la flexión, cuando corresponda.
- Realizar medidas para levantar perfiles, medir la textura superficial y comprobar la regularidad de la superficie del pavimento terminado.
- Generar una propuesta para el tramo de prueba y una extensión del proyecto para el uso de tomógrafo y FWD (para medir la transferencia de carga y deflexión) para vías NT3.

Los laboratorios en donde se realizan los ensayos necesarios para el control de la calidad de los materiales del concreto y el control de la calidad del concreto, deben ser empresas legalmente constituidas que cuenten con experiencia y/o trayectoria en ejecución de pruebas y ensayos de control de calidad de materiales, que puedan demostrar apropiadamente la competencia de su personal de laboratorio y cuyos informes de resultados informados contengan la aprobación y la autorización para su emisión, mediante la firma del responsable técnico facultado para ello. El laboratorio debe contar con todo el equipamiento principal y auxiliar necesario para el correcto desempeño de sus actividades y asegurar que estos cuenten con la exactitud y la precisión adecuadas para lograr resultados válidos. El laboratorio debe contar con un programa de calibración de sus equipos y se debe asegurar de que los resultados de la medición sean trazables al SI, mediante alguna de las siguientes alternativas:

- La calibración de los equipos proporcionados por un laboratorio de metrología acreditado por ONAC.
- La comparación directa o indirecta a patrones nacionales o internacionales que cuenten con unidades del SI.
- Los valores certificados de materiales de referencia (MRC) proporcionados por productores competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI.

El constructor es el responsable de garantizar que todos los ensayos necesarios se realicen. Los informes de ensayos deben ser entregados rutinariamente al interventor, al profesional a cargo del diseño, a los proveedores de material y a la autoridad competente que verifique el cumplimiento de la calidad o que tome acciones correctivas.

Los orificios que dejen los núcleos para determinar el espesor de la capa de rodadura y otros controles a que haya lugar, deben ser rellenados por el constructor, sin costo alguno para INVÍAS, con una mezcla de iguales o mejores características que la empleada en la construcción de la capa de rodadura, la cual debe ser correctamente compactada, enrasada y curada.

500.5.1 Control de materiales

Rige lo establecido en el numeral 630.5.1 del artículo 630.

500.5.1.1 Calidad del cemento hidráulico

Rige lo establecido en el numeral 630.5.1.1 del artículo 630.

500.5.1.2 Calidad de las adiciones suplementarias

Rige lo establecido en el numeral 630.5.1.2 del artículo 630.

500.5.1.3 Calidad de los aditivos, de las adiciones complementarias y de los productos químicos de curado

El constructor debe presentar certificaciones periódicas de los fabricantes o de los proveedores de estos productos, que brinden garantía en cuanto a la calidad y a la conveniencia de su utilización, para la revisión y eventual autorización de uso por parte del interventor.

500.5.1.4 Calidad del agua

Rige lo establecido en el numeral 630.5.1.3 del artículo 630.

500.5.1.5 Calidad de los agregados

De cada fuente de agregados por utilizar en la producción de concreto y para cualquier volumen previsto, se toman cuatro (4) muestras y se ejecutan los ensayos que permitan verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el numeral 500.2.1.3. Los resultados de todas las pruebas deben satisfacer las exigencias citadas en dicho numeral. Los agregados que no las cumplan, no pueden ser utilizados en la elaboración de la mezcla de concreto.

Durante la etapa de producción, el interventor debe examinar los acopios y ordenar el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de elementos vegetales, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, ordenar acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto (tal como distinta coloración), segregación; partículas alargadas o aplanadas o plasticidad, y vigilar la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, sea que el constructor elabore la mezcla o tenga un proveedor que se la suministre, se verifica la calidad de los agregados mediante la realización de los ensayos que se relacionan en la Tabla 500 — 9, con la frecuencia indicada en ella.

Los resultados de los ensayos deben satisfacer todos los requisitos establecidos en el presente artículo y lo definido en la fórmula de trabajo. En caso contrario, la mezcla elaborada con los agregados defectuosos es rechazada y las losas vaciadas con el concreto cuestionado deben ser demolidas y construidas nuevamente, a expensas del constructor, y hasta contar con la aprobación del interventor.

La curva granulométrica de cada ensayo individual se debe ajustar a la franja de tolerancia. Esta franja se construye a partir de la granulometría de diseño de la mezcla (fórmula de trabajo), con los límites fijados en la Tabla 500 — 10.

En caso de que los valores obtenidos excedan la franja de tolerancia definida para la fórmula de trabajo, pero no se salgan de las franjas normativas, el proveedor o el constructor deben preparar en laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa, la cual se debe someter a todas las pruebas de valoración descritas en el presente artículo. En el caso de que no cumpla todos los requerimientos, el constructor debe demoler y retirar, a sus expensas, las losas cuestionadas y las debe reponer, sin costo alguno para INVÍAS.

Tabla 500 — 9. Ensayos de verificación sobre los agregados para capas de rodadura de concreto hidráulico

Característica	Norma de ensayo	Frecuencia
Composición (F)		
Granulometría	INV E-213	1 por jornada
Módulo de finura	INV E-213	1 por jornada
Dureza, agregado grueso (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles	INV E-218	1 por mes
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval	INV E-238	1 por mes
Resistencia mecánica por el método del 10 % de finos - Seco y húmedo	INV E-224	1 por mes
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos (o magnesio)	INV E-220	1 por mes
Reactividad de los agregados	Ver numeral 630.5.1.4 del artículo 630	Tabla 630 — 17
Limpieza (F)		
Impurezas en agregado grueso	INV E-237	1 por semana
Terrones de arcilla y partículas deleznables	INV E-211	1 por semana
Partículas livianas	INV E-221	1 al inicio del proyecto, 1 cada cambio de fuente y 1 cada 2,5 meses
Material que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200)	INV E-214	1 por semana
Geometría de las partículas (F)		
Partículas fracturadas mecánicamente	INV E-227	1 por jornada
Índice de alargamiento y aplanamiento	INV E-230	1 por semana

Nota: se entiende como jornada, un día (1 d) de producción de agregados.

La reactividad potencial de un agregado, se debe evaluar a partir de los resultados obtenidos de acuerdo con lo indicado en el numeral 630.2.6.1 del artículo 630.

El interventor puede modificar la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 500 — 9, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.

Las tolerancias granulométricas aplicables a la fórmula de trabajo se encuentran indicadas en la Tabla 500 — 10.

Tabla 500 — 10. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula de trabajo

Tolerancia	Tamiz (mm / U.S. Standard)							
	9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150	0,075
	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 30	Nro. 50	Nro. 100	Nro. 200
	Puntos de porcentaje (%) sobre la masa seca de los agregados							
	± 4		± 3					± 1

500.5.1.6 Calidad del acero

Rige lo establecido en el numeral 630.5.1.5 del artículo 630.

500.5.1.7 Calidad de materiales de sellado de juntas

El constructor debe presentar certificaciones periódicas de los fabricantes o proveedores de los productos por emplear en el sellado de las juntas, que brinden garantía en cuanto a la calidad y a la conveniencia de su utilización, para la revisión y eventual autorización de uso por parte del interventor.

El constructor debe garantizar el sello contra defectos de los materiales y de instalación, por un periodo mínimo de cinco (5) años.

500.5.2 Control del concreto

De cada elemento de transporte a la obra, se controla el aspecto del concreto y su temperatura. Cualquier concreto segregado, cuya envuelta no sea homogénea debe ser rechazado por el interventor, sin tener que recurrir a prueba alguna de laboratorio o de campo para tomar tal determinación.

500.5.2.1 Control de requisitos de durabilidad

Rige lo establecido en el numeral 630.5.2.1 del artículo 630.

500.5.2.2 Control de la dosificación

Rige lo establecido en el numeral 630.5.2.3 del artículo 630.

500.5.2.3 Control de la consistencia

Se debe controlar la consistencia de cada carga transportada, para lo cual se debe extraer una muestra en el momento de la colocación del concreto, para someterla al ensayo de asentamiento (INV E-404/NTC 396). El resultado obtenido se debe ajustar al establecido al definir la fórmula de trabajo, con las tolerancias que muestra la Tabla 500 — 11. Si el asentamiento se encuentra por fuera de los límites de tolerancia o por fuera del rango aceptado en el numeral 500.4.3, se debe tomar una segunda muestra del mismo camión y se debe repetir el ensayo. Si este último se encuentra dentro de los límites y las tolerancias especificados, se debe aceptar el viaje. En caso contrario, se debe rechazar.

Tabla 500 — 11. Tolerancias en el asentamiento y en el contenido de aire respecto de los definidos en la fórmula de trabajo

Característica	Construcción	Tolerancia
Asentamiento (mm)	Formaleta deslizante	0
	Flota motorizada	± 25
	Regla vibratoria	± 25
	Rodillo vibratorio	0
	Cimbra de rodillo	0
	Fast track	± 25
Contenido de aire (%), cuando esté especificado	Formaletas fijas	+ 1,8
	Formaletas deslizantes	+ 1,8

500.5.2.4 Contenido de aire

Si en el diseño de la mezcla se ha especificado un contenido de aire, se debe controlar en cada uno de los tres (3) primeros camiones que lleguen a la obra en la jornada de trabajo y en los tres (3) primeros después de cada interrupción, programada o no, durante el curso de dicha jornada, según la norma de ensayo INV E-406/NTC 1032. Los resultados se deben ajustar al valor establecido al definir la fórmula de trabajo, con las tolerancias que muestra la Tabla 500 — 11. Si el resultado de la muestra de algún camión se encuentra por fuera de los límites de tolerancia, se toma una segunda muestra del mismo camión y se repite el ensayo. Si este último se encuentra dentro de la tolerancia especificada, se debe aceptar el viaje. En caso contrario, se rechaza. Si se rechaza el concreto de los tres (3) camiones consecutivos por este motivo, se suspende la producción de la mezcla y la construcción de las losas, hasta que se detecten y corrijan las causas de la anomalía.

500.5.2.5 Control de la densidad del concreto

Rige lo establecido en el numeral 630.5.2.6 del artículo 630.

500.5.2.6 Control de temperatura

Se controla la temperatura del concreto en estado fresco siguiendo la norma de ensayo ASTM C1064. Si la temperatura del concreto, medida en la entrega de este, no cumple los requisitos del numeral 500.4.6.18 del presente artículo, se debe realizar inmediatamente una medición adicional sobre una nueva muestra del mismo despacho. Si no se cumplen los requerimientos de temperatura, el concreto no se puede usar en obra.

500.5.2.7 Control del módulo elástico del concreto

Sobre los núcleos cilíndricos extraídos del pavimento para el control de espesores de la

capa de rodadura, numeral 500.5.3.2, se debe determinar el módulo de elasticidad, mediante el procedimiento descrito en la norma de ensayo INV E-424/NTC 4025.

El valor promedio de cada lote debe ser reportado y emplearse, si corresponde, en la revisión de los diseños estructurales de la capa de rodadura.

500.5.2.8 Control de la resistencia del concreto

Se considera como lote, que se acepta o rechaza en conjunto, la obra ejecutada en una jornada de trabajo.

En lo relativo a integridad del pavimento, numeral 500.5.3.1, la unidad de valoración para aceptación o rechazo es la unidad de losa, y en lo relativo a regularidad superficial se aplica lo descrito en el numeral 500.5.3.6.

De cada lote definido para inspección se deben moldear aleatoriamente y de amasadas diferentes, un mínimo de cuatro (4) muestras, constituida cada una por seis (6) especímenes prismáticos y seis (6) cilíndricos de una misma amasada y cuyas dimensiones, preparación y curado deben estar de acuerdo con la norma de ensayo INV E-420/NTC 550.

En la identificación de cada espécimen debe constar la fecha y la hora de elaboración, la identificación de la(s) losa(s) donde este fue vaciado y cualquier otra información que se considere necesaria.

Por cada muestra se elaboran las siguientes probetas:

- Seis (6) vigas prismáticas para ensayos de resistencia a flexión (INV E-414/NTC 2871), de las cuales se fallan dos (2) vigas a siete días (7 d), dos (2) a veintiocho días (28 d) y dos (2) destinadas como testigos (o las edades definidas para control, resistencia de diseño y verificación de resistencia residual), luego de ser sometidas al curado normalizado.
- Seis (6) cilindros, para ensayos de compresión (INV E-410/NTC 673), de los cuales se fallan dos (2) probetas a siete días (7 d), dos (2) a veintiocho días (28 d) y dos (2) destinadas como testigos (o las edades definidas para control, resistencia de diseño y verificación de resistencia residual), luego de ser sometidos al curado normalizado.

Nota: bajo condiciones excepcionales, se puede evaluar la posibilidad de usar cilindros de cien milímetros (100 mm) de diámetro por doscientos milímetros (200 mm) de altura, con una relación diámetro del cilindro/tamaño máximo nominal del agregado, no menor a tres (3). En caso de ser aprobado por el interventor, se deben usar como mínimo tres (3) probetas a siete días (7 d), tres (3) a veintiocho días (28 d) y tres (3) destinadas como testigos (o las edades definidas para control, resistencia de diseño y verificación de resistencia residual), luego de ser sometidos al curado normalizado.

El promedio de la resistencia de las dos (2) probetas de la misma mezcla y de la misma edad se considera como el resultado de un ensayo. Los valores de resistencia a siete días (7 d) (o la edad definida) se deben emplear únicamente para controlar la regularidad de la calidad de la producción del concreto para dar el tramo al tránsito, mientras que los obtenidos

a veintiocho días (28 d) (o la edad especificada) se emplean en la comprobación de la resistencia del concreto para su aceptación.

En algunos proyectos o algunas partes de un proyecto, se puede requerir que la resistencia especificada para el concreto se obtenga a una edad más temprana, la cual debe estar definida en los documentos del proyecto o acordada y aprobada por el interventor. En estos casos, se varían las edades de los ensayos, de manera consecuente y los criterios de aceptación se aplican a la nueva edad establecida.

Todos los ensayos de resistencia se reportan con la precisión indicada en las normas de ensayo respectivas, empleando el método de redondeo de la norma de ensayo INV E-823.

500.5.2.8.1 Criterios de aceptación y rechazo

Los criterios de aceptación y rechazo del concreto colocado en el sitio son los dos siguientes:

- El diseño de mezcla de concreto para la capa de rodadura se considera adecuado cuando el promedio de tres (3) resultados consecutivos de resistencia a la compresión es igual o excede la resistencia especificada *f´c*. Así mismo, si el promedio de cinco (5) resultados consecutivos de resistencia a la flexión es igual o excede la resistencia especificada *f´r*.
- Ningún resultado individual de resistencia puede estar por debajo de la resistencia especificada en:
  - 3,5 MPa para *f´c* cuando *f´c* sea ≤ 35 MPa,
  - 0,10**f´c* cuando *f´c* sea > 35 MPa, o
  - 0,5 MPa para *f´r*.

La mezcla debe ser rediseñada en caso de que la resistencia a la compresión o a la flexión no cumpla con estos criterios.

Si se confirma la posibilidad de que el concreto es de baja resistencia, se deben tomar tres núcleos, como lo indica la norma INV E-418/ NTC 3658, por cada resultado del ensayo de resistencia que sea menor que los valores señalados. Los núcleos no deben ser ensayados antes de cuarenta y ocho horas (48 h) y no más tarde de siete días (7 d) de su extracción. El concreto representado por la zona de los núcleos se considera estructuralmente adecuado si el promedio de los tres núcleos es mayor al ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia especificada a la compresión y ningún núcleo individual presenta una resistencia menor del setenta y cinco por ciento (75 %) de la resistencia especificada a la compresión. Cuando los núcleos den valores erráticos, se deben extraer núcleos adicionales de la misma zona.

500.5.2.9 Control de curado

Todo vaciado de concreto que no sea correctamente curado, puede ser rechazado por el interventor. Si se trata de una superficie de contacto con vaciados subsecuentes de concreto, deficientemente curada, el interventor puede exigir la remoción de una capa hasta de cinco centímetros (5 cm) de espesor, por cuenta del constructor, y su consecuente reposición con una mezcla satisfactoria, curada correctamente.

Los especímenes curados en las mismas condiciones de la obra deben dar como mínimo el ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia de los especímenes curados en agua

para control de calidad. El cumplimiento de este requisito es garantía de que se está realizando un curado efectivo en obra.

Solo para efectos de aceptación y rechazo de la capa de rodadura construida, se debe medir la resistencia del concreto tanto en especímenes de control de calidad de obra como en especímenes de control del desarrollo de resistencia del concreto ya instalado, mediante la disposición de cilindros de control de calidad al pie del elemento y/o extracción y ensayo de núcleos (NTC 3658 extracción de núcleos), lo anterior para determinar la efectividad de las labores de compactación y curado, si existe alguna incertidumbre con la estructura o con la resistencia en probetas.

500.5.3 Control de la capa de rodadura terminada

La capa terminada debe presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y las pendientes establecidas en los documentos del proyecto o modificadas por situaciones que lo requieran con aprobación del interventor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa construida no puede ser menor que la indicada en los documentos del proyecto, salvo que haya sido necesario efectuar modificaciones con la aprobación del interventor.

La cota de cualquier punto de la capa de rodadura del pavimento curado no debe variar en más de cinco milímetros (5 mm) de la proyectada. De igual manera, no deben existir depresiones mayores a tres milímetros (3 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), según la norma de ensayo INV E-793. La regla se debe colocar tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja al azar el interventor, los cuales no pueden estar afectados por cambios de pendiente. Las losas que presenten anormalidades por encima de estos límites deben ser demolidas y sus escombros transportados a los sitios aprobados para su recepción, todo a expensas del constructor, quien, además, las debe reemplazar con losas que cumplan todas las exigencias del presente artículo, sin que ello implique costo alguno para INVÍAS. El producto de la demolición es propiedad del constructor.

500.5.3.1 Integridad

Siempre que se presenten losas agrietadas o astilladas, se debe proceder como se indica en el numeral 500.5.4.

Si el interventor acepta losas agrietadas sin demoler, se debe dejar constancia de ello en el acta de recibo definitivo de las obras e INVÍAS puede exigir, durante el periodo de garantía de la estabilidad de la obra, la demolición total y la posterior reconstrucción de las losas agrietadas, si las grietas se han agravado o ramificado, o si han sido el origen de daños en las losas vecinas. Estas últimas también deben ser demolidas y reconstruidas con cargo a la garantía.

500.5.3.2 Control del espesor

Durante la construcción de la capa de rodadura se deben nivelar el eje y los bordes del pavimento cada veinte metros (20 m) a lo largo del eje, tanto sobre la superficie de soporte de la capa de rodadura, como en la superficie del pavimento de concreto hidráulico, después

de su ejecución y curado. Estas verificaciones de nivel se deben realizar exactamente en los mismos puntos. Así mismo, una vez retiradas las formaletas, se debe realizar las verificaciones de espesores en los costados de las losas. Estas mediciones de niveles se usan como guía para delimitar zonas cuyo espesor, evaluado como se indica en los párrafos siguientes de este numeral, resulte deficiente, o para determinar la toma de núcleos cuando los resultados de la nivelación muestren que existen posibles deficiencias de espesor.

La verificación de espesor para aceptación o rechazo se debe realizar por lotes. Se deben usar los mismos lotes establecidos para la verificación de la resistencia, numeral 500.5.2.8. Cada lote se subdivide en, al menos, tres (3) sublotes de máximo trescientos cincuenta metros cuadrados (350 m^2) cada uno, y se deben extraer de cada sublote dos (2) testigos cilíndricos o núcleos mediante equipos provistos de brocas rotativas (norma de ensayo INV E-418/NTC 3658). Los testigos se deben extraer luego de transcurridos quince días (15 d) desde la colocación del concreto. Los espesores de los núcleos se deben medir según la norma de ensayo INV E-419. Se pueden emplear ensayos no destructivos como escáneres y radares para la verificación del espesor.

Los agujeros dejados por los núcleos en el pavimento se deben rellenar a más tardar al día siguiente del corte, con un concreto apropiado de la misma calidad del concreto de las losas o superior, que no se contraiga. Antes de su colocación, se debe aplicar una resina en las paredes del agujero, según lo establecido en el numeral 630.2.5 del artículo 630.

Si el espesor promedio de los dos (2) testigos correspondientes a un (1) sublote resulta inferior al espesor de diseño (e_d) en más de diez milímetros (10 mm) el constructor debe demoler todo el sublote, retirar y disponer apropiadamente los escombros en un lugar aprobado y reconstruir el pavimento, todo ello a sus expensas, de modo que cumpla todas las exigencias de la presente especificación. Igual procedimiento se debe seguir cuando el espesor de un (1) testigo resulte inferior en más de quince milímetros (15 mm) con respecto al espesor de diseño (e_d). El material producto de la demolición es de propiedad del constructor.

Se considera como espesor promedio del lote (e_m), al promedio de las alturas de los testigos extraídos de él, redondeado al milímetro (mm). Cuando corresponda la demolición de un (1) sublote por los motivos expuestos en el párrafo anterior, las alturas de los testigos tomados en el tramo objeto de demolición no se consideran en el cálculo del espesor promedio del lote (e_m).

Si el espesor promedio del lote (e_m) es inferior al espesor de diseño (e_d) en más de dos milímetros (2 mm) y hasta siete milímetros (7 mm), el pavimento se debe aceptar con descuento por deficiencia. El descuento se aplica al lote del cual se extrajeron los testigos, previa deducción de los sectores donde haya correspondido la demolición y la reconstrucción. El descuento (D), en tanto por uno, por aplicar en el pago por metro cúbico de la capa de rodadura de concreto hidráulico en el lote así afectado, se calcula con la expresión:

$$D = \left(1 - \frac{(e_m+2)^2}{e_d^{\,2}} \right) \qquad [500.1]$$

Donde:

e_d, espesor de diseño, en milímetros (mm).

e_m, espesor promedio del lote, en milímetros (mm).

El factor de ajuste de precio por espesor (*FAE*) (menor o igual que la unidad), que se aplica al precio unitario del contrato para el pago de los lotes correspondientes al lote analizado, es el resultado de restar el descuento (*D*) de la unidad.

$$FAE = 1\text{-}D \quad [500.2]$$

Cuando el espesor promedio del lote (e_m) sea inferior al espesor de diseño (e_d) en más de siete milímetros (7 mm), el constructor debe demoler, retirar y disponer escombros y reconstruir la capa de rodadura, a sus expensas, de modo que cumpla todas las exigencias de la presente especificación. La capa de rodadura reconstruida se somete a las mismas valoraciones de calidad especificadas en este artículo para cualquier tramo de pavimento, para efectos de su aprobación o rechazo.

Si un lote califica para ser demolido, de acuerdo con el párrafo anterior, pero los resultados de alturas de núcleos y mediciones topográficas sugieren que la deficiencia no está generalizada en el lote, sino que está concentrada en algún sublote, la zona restante puede ser analizada nuevamente, tratándola como un lote. En este caso, puede ser necesario tomar testigos adicionales para cumplir el mínimo de tres (3) sublotes dentro de esta zona.

500.5.3.3 Control de ubicación de barras de transferencia

Se deben cumplir los desplazamientos máximos permitidos tanto en planta como en perfil establecidos en el numeral 500.2.2.1.1.

500.5.3.4 Control de la textura superficial

Al día siguiente de aquel en el cual se haya realizado el vaciado del concreto y el texturizado transversal, se determina, en sitios aleatorios (norma de ensayo INV E-730) que no coincidan con las juntas, la profundidad de textura por el método del círculo de arena, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-791.

El número mínimo de puntos que se van a controlar por lote debe ser de tres (3), que se amplían a cinco (5) si la textura obtenida en uno (1) de los tres (3) primeros es inferior a la especificada. Después de diez (10) lotes consecutivos aceptados, el interventor puede reducir la frecuencia de los ensayos.

La profundidad promedio de textura del lote debe estar comprendida entre sesenta y cien centésimas de milímetro (0,6 mm – 1,0 mm), sin que ningún valor individual se encuentre por debajo de cuarenta centésimas de milímetro (0,4 mm).

Si al menos uno de estos requisitos se incumple, se rechaza el tramo representado por el lote, hasta que el constructor haga las correcciones necesarias para alcanzar los valores prescritos, las cuales deben correr de su exclusiva cuenta y costo. Si la solución que propone o implementa el constructor da lugar a disminuciones en el espesor de la capa de

rodadura, se usan los espesores reducidos para verificar de nuevo el lote o lotes de las losas para su aceptación o rechazo por espesor, según el numeral 500.5.3.2.

500.5.3.5 Resistencia al deslizamiento

La resistencia al deslizamiento se mide el día previo al previsto para la puesta en servicio del tramo de pavimento representado por el lote respectivo, en sitios que no coincidan con las juntas del pavimento.

Debido a que la resistencia al deslizamiento se encuentra relacionada directamente con la seguridad de los usuarios, los puntos para su determinación en cada lote no se eligen al azar, sino que son ubicados por el interventor, en aquellos lugares que considere más sensibles al deslizamiento vehicular, en condición de superficie húmeda.

Las medidas se realizan por el péndulo británico, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-792, en tres (3) puntos por lote en zonas en tangente y en uno (1) por cada curva horizontal, curva vertical, intersección, glorieta y zona de frenado frecuente, incluidas dentro del lote. Ninguna de las medidas puede presentar un valor inferior al límite indicado en la Tabla 500 — 12, de acuerdo con el tránsito de diseño y el tipo de sección vial. En caso de que se presenten valores menores, el interventor debe realizar medidas adicionales para delimitar perfectamente el área afectada, la cual debe ser corregida por el constructor, a sus expensas, mediante microfresado. Si esta operación afecta el espesor de la capa de rodadura, se deben usar los espesores reducidos para verificar de nuevo el lote o lotes de las losas para su aceptación o rechazo por espesor, según el numeral 500.5.3.2.

Tabla 500 — 12. Valores mínimos admisibles del coeficiente de resistencia al deslizamiento con el péndulo británico

Tipo de sección	Coeficiente de resistencia al deslizamiento, mínimo		
	NT1	NT2	NT3
Glorietas, curvas con radios menores de doscientos metros (200 m), pendientes mayores o iguales a cinco por ciento (≥ 5 %) en longitudes de cien metros (100 m) o más, intersecciones, zonas de frenado frecuente	0,50	0,55	0,60
Otras secciones	0,45	0,50	0,50

La resistencia al deslizamiento se puede verificar también con dispositivos de rueda parcialmente bloqueada (INV E-815). En tal caso, la especificación particular indica el equipo autorizado, así como los valores mínimos por alcanzar, los cuales deben ser, cuando menos, equivalentes a los señalados en la Tabla 500 —12 para medidas con el péndulo.

500.5.3.6 Regularidad superficial

El Índice de Rugosidad Internacional (IRI) se debe comprobar de manera continua en toda la longitud de la obra y en cada carril, antes del recibo definitivo de la misma. Para los efectos de aceptación del pavimento terminado, este artículo establece que la determinación del IRI se debe realizar, únicamente, con

procedimientos de medida de precisión o con equipos de referencia inercial.

Las medidas de precisión se pueden adelantar con mira y nivel, de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma de ensayo INV E-794 o con un perfilómetro pivotante de alta precisión, norma de ensayo INV E-814.

Si se opta por el equipo de referencia inercial, este se debe validar previamente con uno de precisión en un tramo de prueba de longitud no menor de doscientos metros (200 m). El equipo de referencia inercial se debe operar de acuerdo con la norma de ensayo ASTM E950.

Para efectos de la evaluación con fines de recibo, las medidas se realizan en cada uno de los carriles del pavimento construido y los valores de IRI se presentan en metro por kilómetro (m/km), en tramos consecutivos de cien metros (100 m) por carril, con la excepción que se cita en el párrafo siguiente. Un conjunto de cinco (5) tramos constituye un lote.

No hay exigencia sobre el cumplimiento de regularidad superficial en tramos que incluyan singularidades, entendiendo por tales todas aquellas alteraciones del perfil longitudinal de la carretera que incrementen el IRI y no provengan de deficiencias constructivas, como pueden ser intersecciones con otras vías, puentes, pozos de inspección, reductores de velocidad, etc., los cuales deben ser definidos por el interventor, con su ubicación respectiva (carril y abscisa), antes de proceder a la determinación de IRI.

Se entiende que la superficie del pavimento tiene una regularidad superficial aceptable, si a lo largo de la longitud evaluada en cada carril se satisfacen los valores indicados en la Tabla 500 — 13.

Tabla 500 — 13. Valores máximos admisibles de IRI (m/km)

Porcentaje (%) de hectómetros	Tipo de tránsito		
	NT1	NT2	NT3
40	2,4	1,9	1,4
80	3,0	2,5	2,0
100	3,5	3,0	2,5

Si la proporción de hectómetros donde los resultados de IRI exceden los límites especificados, no es superior a veinte por ciento (20 %) del total del lote, el interventor debe delimitar los subsectores relevantes en el incumplimiento y puede autorizar su corrección mediante fresado, siempre y cuando dicha operación dé lugar a un acabado superficial semejante al conjunto de la obra y no origine disminuciones de espesor que conduzcan al rechazo de lotes de obra, en los términos definidos en el numeral 500.5.3.2. Si el acabado es incorrecto y/o la reducción de espesor conduce al rechazo, el constructor debe demoler, retirar y reconstruir los lotes afectados. Tanto la corrección de defectos como la demolición y el retiro al sitio de disposición de sobrantes y la posterior reconstrucción de la capa de rodadura, con la calidad exigida por el presente artículo, deben ser a expensas del constructor.

Si la proporción de hectómetros donde los resultados de IRI exceden los límites especificados es mayor a veinte por ciento (20 %) del total del lote, toda la longitud de este debe ser demolida y reconstruida. La demolición, el traslado y la disposición del material demolido y la reconstrucción de la capa de rodadura, con la calidad exigida por el presente artículo, deben ser a expensas del constructor.

En ambos casos, el material demolido es de propiedad del constructor. Este, a su vez, no puede invocar las reparaciones o las reconstrucciones derivadas de deficiencias en la regularidad superficial, como causal para incumplir el programa de trabajo.

500.5.3.7 Eficiencia en la transferencia de carga en las juntas

Se debe comprobar la transferencia de carga, tanto en las juntas longitudinales como en las transversales, siguiendo las indicaciones de los documentos del proyecto. En ellos se deben fijar, también, los valores mínimos admisibles y los procedimientos que se debe seguir en caso de incumplimiento.

500.5.4 Defectos e imperfecciones a edades tempranas

Si se presentan fisuras tempranas, se debe realizar una revisión detallada de las mezclas utilizadas, de los asentamientos medidos, del manejo de las películas o del procedimiento de protección y curado, del tiempo de ejecución de los cortes, de la temperatura ambiente y del concreto y, en general, de todos los elementos que puedan haber incidido en la ocurrencia del fenómeno.

Las losas no pueden presentar grietas. El interventor puede aceptar pequeñas fisuras de retracción plástica, de corta longitud y que no afecten más que de forma limitada a la superficie del pavimento, y debe exigir su sellado.

Si una losa presenta una grieta única no ramificada, sensiblemente paralela a una junta, el interventor la puede aceptar si el constructor efectúa, a sus expensas, las operaciones indicadas a continuación:

- Si la junta más próxima a la grieta no se hubiera construido aún, se instalan en la grieta pasadores o barras de unión, con disposición similar a los existentes en la junta. La grieta se sella, previa regularización y cajeo de sus bordes.
- Si la junta más próxima a la grieta ya se hubiera construido, la grieta se inyecta, tan pronto como sea posible, con resina epóxica para mantener unidos sus bordes y restablecer la continuidad de la losa.

En losas con otros tipos de grietas, como las de esquina, el interventor las puede aceptar u ordenar la demolición parcial de la zona afectada y su posterior reconstrucción. En el primer caso, la grieta se inyecta tan pronto como sea posible, con resina epóxica que mantenga unidos sus bordes y restablezca la continuidad de la losa. Ninguno de los elementos de la losa, después de su reconstrucción, puede tener una (1) de sus dimensiones de menos de treinta centímetros (0,30 m). La reposición se ancla mediante grapas al resto de la losa.

La resina polimérica debe cumplir lo establecido en el numeral 630.2.5 del artículo 630 y se debe aplicar de acuerdo con un

procedimiento previamente aprobado por el interventor.

Si a causa del aserrado prematuro se presentan astilladuras en las juntas, estas deben ser reparadas por el constructor, a sus expensas, usando un concreto o mortero de resina epóxica apropiado de la misma calidad del concreto de las losas o superior. Antes de la colocación del producto de reparación, la junta debe ser preparada mediante el corte de una cavidad apropiada que permita remover todo el concreto afectado y provea el espacio en tamaño y forma adecuados para la reparación y, a continuación, se debe aplicar un imprimante en la cavidad cumpliendo lo establecido en el numeral 630.2.5 del artículo 630.

En todos los casos, el constructor debe presentar, previamente, un documento con las acciones correctivas propuestas, incluyendo materiales, dimensiones y procedimientos que pretende utilizar para la reparación de la capa de rodadura.

500.5.5 Conservación de la capa de rodadura de concreto hidráulico

La capa de rodadura de concreto hidráulico se debe mantener en perfectas condiciones, de acuerdo con lo establecido en el numeral 500.4.7 del presente artículo.

500.6 Medida

La unidad de medida de la capa de rodadura de concreto hidráulico debe ser el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1), de concreto suministrado, colocado, compactado y terminado, debidamente aceptado por el interventor, de acuerdo con lo exigido en este artículo.

El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma de ensayo INV E-823.

El volumen se determina multiplicando la longitud real medida a lo largo del eje del proyecto, por el ancho y el espesor mostrados en los documentos del proyecto. En aquellos lotes aceptados cuyo espesor promedio resulte inferior al de diseño, el volumen se determina usando el espesor promedio del lote en lugar del espesor mostrado en los documentos del proyecto. No se mide, con fines de pago, ningún volumen por fuera de estos límites.

Cuando en el proyecto se establezca la construcción de losas reforzadas, como se indica en el numeral 500.2.2.3, el acero de refuerzo correspondiente se debe medir como se indica en el artículo 640, Acero de refuerzo.

El acero correspondiente a pasadores y barras de amarre no se debe medir para efectos de pago independiente.

500.7 Forma de pago

El pago se debe hacer al precio unitario del contrato, multiplicado por el FAE, definido anteriormente, por toda obra ejecutada, de acuerdo con este artículo y aprobada por el interventor.

El precio unitario debe cubrir todos los costos de adquisición, obtención de licencias ambientales, permisos y derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales y el descapote y la preparación de las zonas por explotar. Debe cubrir, también, todos los

costos de explotación de las fuentes de materiales; la selección, la trituración, el eventual lavado y la clasificación de los materiales pétreos; el suministro, el almacenamiento, los desperdicios, cargues, transportes, descargues y la mezcla de todos los materiales constitutivos de la mezcla de concreto, cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, incluidos los aditivos; la obtención, el transporte, el suministro y la aplicación del agua requerida para el humedecimiento de la superficie de apoyo del pavimento o el suministro y la colocación del papel especial o el material plástico para aislar la capa de rodadura de la capa de soporte; el costo de la definición de la fórmula de trabajo; el suministro, la colocación y el retiro de las formaletas fijas cuando ellas se utilicen; el suministro, el almacenamiento, los desperdicios, cargues, transportes, descargues y la colocación de los pasadores y de sus dispositivos de soporte, de las barras de unión, de los elementos para separación de la capa de rodadura y el suministro y la aplicación de los materiales de curado y de los materiales para el sello de todas las juntas, según lo contemple el proyecto y su instalación; el transporte del concreto al sitio de los trabajos, su colocación y vibrado; la ejecución de juntas en fresco o por aserrado; el acabado superficial y el curado requerido; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales; la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación; el tramo de prueba; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito público durante la realización de las obras y durante el periodo de curado; la limpieza final del sitio de los trabajos al término satisfactorio de estos y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario debe incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del constructor.

La preparación de la superficie existente, salvo el humedecimiento o el suministro y colocación del papel especial o el material plástico previos a la colocación del concreto, se considera incluida en el ítem referente a la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por tanto, no hay lugar a pago separado por este concepto. Si dicho ítem no está contemplado en el contrato, el constructor debe incluir el costo de la preparación de la superficie existente dentro del precio unitario de la capa de rodadura de concreto hidráulico.

El acero necesario para la construcción de losas reforzadas se paga con cargo al artículo 640.

500.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
500.1	Pavimento de concreto hidráulico	Metro cúbico (m^3)
500.2	Pavimento de concreto hidráulico de fraguado rápido (*fast track*)	Metro cúbico (m^3)

Nota: en el caso de pavimentos de concreto hidráulico de fraguado rápido (*fast track*), los documentos del proyecto deben definir la edad a la cual se debe alcanzar la resistencia de diseño.

500.9 Glosario

500.9.1 Definiciones tipos de pavimentos de concreto hidráulico

500.9.1.1 Pavimento de concreto convencional con juntas

Es un pavimento que está compuesto de losas de concreto hidráulico, moduladas en forma rectangular o cuadradas, sin ningún tipo de malla de refuerzo con barras corrugadas al interior de las losas, con juntas transversales de contracción, con o sin barras de transferencia, y con juntas longitudinales con o sin la presencia de barras de transferencia, y con o sin la presencia de barras de amarre.

500.9.1.2 Pavimento con juntas y losas reforzadas

Es un pavimento que está compuesto de losas de concreto hidráulico, moduladas de acuerdo con los criterios establecidos en esta especificación, pero que, por consideraciones de esfuerzos en el concreto, tamaño de las losas, presencia de elementos fijos dentro de las losas, o todas ellas, se requiere la colocación de una o dos mallas de barras de acero de refuerzo corrugado, ubicadas en el sitio establecido en los documentos del proyecto.

500.9.1.3 Sobrelosas

Es un pavimento que está compuesto de losas de concreto hidráulico, convencional con juntas, reforzado o no, colocadas sobre un pavimento existente, que recibe un tratamiento previo. Las sobrelosas se clasifican, de acuerdo con el tipo de estructura existente sobre la cual se coloca de la siguiente manera.

500.9.1.3.1 Sobre pavimento de concreto, adheridas

Cuando las losas nuevas de concreto hidráulico se colocan sobre un pavimento de concreto existente y en el diseño se considera la adherencia entre estos. Se debe garantizar la adherencia tanto en la construcción como en la operación.

500.9.1.3.2 Sobre pavimento de concreto, no adheridas

Cuando las losas nuevas de concreto hidráulico se colocan sobre un pavimento de concreto existente. En los criterios de diseño no se considera la adherencia entre el concreto nuevo y el existente. No es necesario garantizar la adherencia ni durante la construcción ni en la operación, aunque se permite que se adhiera como factor de seguridad.

500.9.1.3.3 Sobre pavimento asfáltico, adheridas

Cuando las losas nuevas de concreto hidráulico se colocan sobre un pavimento asfáltico existente y en el diseño se considera la adherencia entre el concreto nuevo y el asfalto. Se debe garantizar la adherencia tanto en la construcción como en la operación.

500.9.1.3.4 Sobre pavimento asfáltico, no adheridas

Cuando las losas nuevas de concreto hidráulico se colocan sobre un pavimento asfáltico existente. En los criterios de diseño no se considera la adherencia entre concreto nuevo y el asfalto. No es necesario garantizar la adherencia ni durante la construcción, ni en la operación, aunque se permite que se adhiera como factor de seguridad.

500.9.1.3.5 Sobre pavimento compuesto, adheridas

Cuando las losas nuevas de concreto hidráulico se colocan sobre un pavimento compuesto existente (pavimento de concreto antiguo y sobrecapa asfáltica antigua), y en el diseño se considera la adherencia entre el concreto nuevo y el asfalto. Se debe garantizar la adherencia tanto en la construcción como en la operación.

500.9.1.3.6 Sobre pavimento compuesto, no adheridas

Cuando las losas nuevas de concreto hidráulico se colocan sobre un pavimento compuesto existente (pavimento de concreto antiguo y sobrecapa asfáltica antigua). En los criterios de diseño no se considera la adherencia entre concreto nuevo y el asfalto. No es necesario garantizar la adherencia ni durante la construcción, ni en la operación, aunque se permite que se adhiera como factor de seguridad.

500.9.1.4 Pavimento continuamente reforzado (con limitaciones)

Es un pavimento que está compuesto de una losa de concreto hidráulico, sin juntas de contracción, pero que por consideraciones de esfuerzos en el concreto se requiere la colocación de un sistema de refuerzo corrugado, tanto en sentido longitudinal como transversal, ubicado en el sitio establecido en los documentos del proyecto.
Para este tipo de pavimento son aplicables los procedimientos establecidos en este artículo, con excepción de los capítulos de modulación, corte y sellado de juntas, y lo relacionado con los sistemas de transferencia de carga y amarre.

500.9.2 Otras de iniciones

500.9.2.1 Material cementante

Un material cementante es aquel que tiene las propiedades de adhesión y cohesión necesarias para unir agregados y conformar una masa sólida de resistencia y durabilidad adecuada. Los principales cementantes son los cementos hidráulicos, algunas escorias y ciertos materiales con propiedades puzolánicas. De acuerdo con el grado de poder cementante y los requisitos específicos de las aplicaciones, estos cementantes se pueden utilizar en forma individual o combinados entre sí.

500.9.2.2 Adiciones suplementarias

Son materiales inorgánicos de origen natural o artificial que al ser incorporados en las mezclas cementicias (lechadas, morteros o concretos) o directamente durante la creación del cemento, permiten alcanzar mejoras tecnológicas de desempeño, ya sea en su estado fresco, durante su fraguado y/o en su estado endurecido (propiedades resistentes y durables).

Las adiciones suplementarias son materiales cementantes que tienen propiedades puzolánicas, hidráulicas, o ambas. Algunos ejemplos son las cenizas volantes (clases C y F según la NTC 3493/ASTM C618), el humo de sílice, las puzolanas naturales o calcinadas, las escorias cementantes (granulada y molida), metacaolín (arcilla calcinada), entre otros.

De acuerdo con la disponibilidad de materiales, las propiedades finales deseadas y las capacidades tecnológicas, se puede utilizar más de un tipo de adición suplementaria, en

forma combinada con los demás materiales. Los cementos «ternarios» son aquellos que contienen dos adiciones suplementarias diferentes en su composición, además del clínker, yeso y aditivos de proceso (si se usan). Los cementos «cuaternarios» son los que contienen tres adiciones principales más clínker, yeso y aditivos de proceso (si se usan).

Dependiendo de la naturaleza de la adición, estas pueden no solo contribuir con las propiedades de ganancia de resistencia del cemento, sino también con otras propiedades de las mezclas.

Tabla 500 — 14. Naturaleza de las adiciones suplementarias

Material	Naturaleza cementante o tipo de reacción
Puzolana natural (clase N) (Nota 1)	Puzolánica con cemento Portland
Ceniza volante silícea (clase F) (Nota 1)	Puzolánica con cemento Portland
Ceniza volante de alta cal (clase C) (Nota 1)	Puzolánica con cemento Portland, pero también ligeramente hidráulica
Escoria de alto horno granulada y molida	Potencialmente hidráulica
Humo de sílice (Nota 2)	Puzolánico con cemento Portland
Relleno calcáreo	Llenante con acción hidráulica ligera con cemento Portland
Metacaolín (arcilla calcinada)	Puzolánica con cemento Portland

Nota 1: clasificación de acuerdo con la NTC 3493 (ASTM C618).

Nota 2: debe cumplir lo establecido en la norma técnica ASTM C1240.

500.9.2.3 Adiciones complementarias

Son materiales que se incorporan a las mezclas de concreto para mejorar o modificar otras prestaciones del concreto diferentes a las características cementantes o de actividad hidráulica que sí ofrecen las adiciones suplementarias.

Las adiciones complementarias pueden ser fibras, pigmentos, llenantes, polímeros, entre otras.

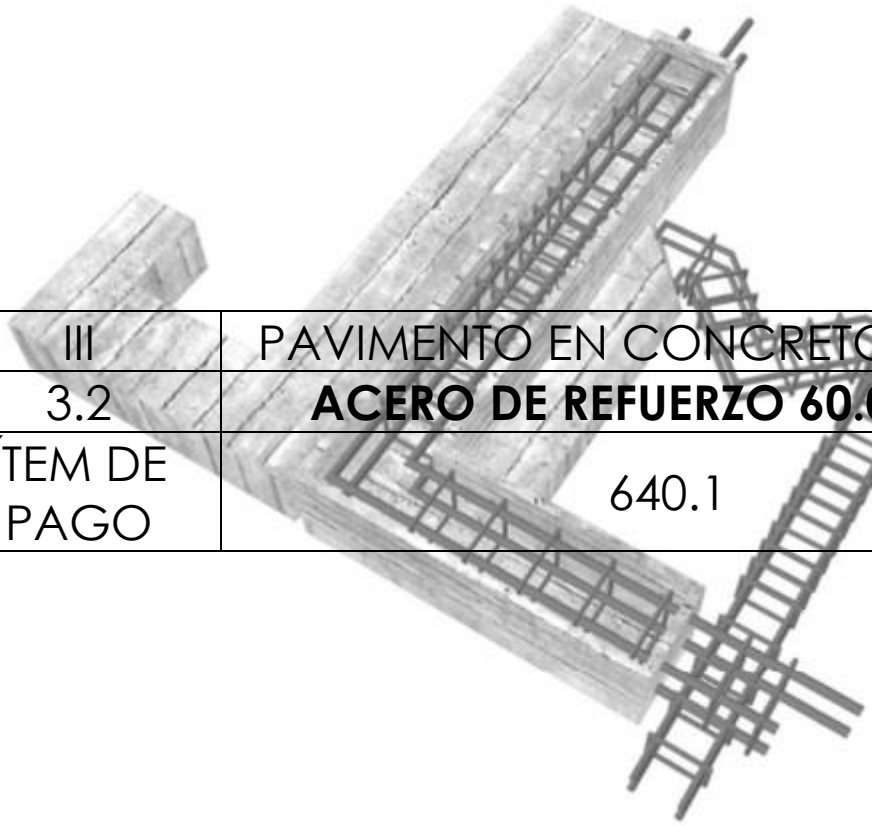
- Las fibras para el concreto consisten en elementos de corta longitud y pequeña sección que son incorporados a su masa con el objetivo de mejorar algunas de sus prestaciones, tanto en estado fresco como una vez endurecido. Estas fibras generalmente son de acero, sintética, vidrio (protegida al álcalis), o su combinación, disponibles en una amplia variedad de formas, tamaños y espesores.
- La utilización de fibras contribuye a modificar el comportamiento del concreto, ya sea para disminuir la fisuración, modificar la resistencia, conceder ductilidad, reemplazar parcialmente el refuerzo o aumentar la durabilidad, las que sean aplicables según el diseño. Es conveniente que se determinen

la dosificación y el tipo de fibras por utilizar, dependiendo de las normas que las estipulan, para que de este modo se logre proporcionar la funcionalidad del material en los diferentes espacios y a su vez se garantice un adecuado desempeño de la estructura.

- Los pigmentos son partículas de polvo más fino que el cemento, químicamente inertes, insolubles en agua y resistentes a la alcalinidad del cemento; crean un color en el concreto, y pueden ser naturales o sintéticos. Un buen color depende de la pureza del pigmento, del porcentaje de la sustancia colorante, de su finura y su granulometría. Se recomienda no pasar del diez por ciento (10 %) de pigmentos en la mezcla para no tener exceso de partículas finas.
- Los llenantes son materiales inertes químicamente conocidos como rellenos que fomentan la densificación de la pasta de cemento o pueden tener un efecto físico, contribuyendo a la dispersión de los granos de cemento, a la vez que actúan como centros de nucleación, facilitando mejores condiciones para la hidratación y el desarrollo de resistencia a edad temprana.

500.9.2.4 Norma sismo resistente (NSR)

Es el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones, con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.



III	PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO
3.2	**ACERO DE REFUERZO 60.000 PSI**
ÍTEM DE PAGO	640.1

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Acero de refuerzo

Artículo 640 – 22

640.1 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero en estructuras de concreto, en concordancia con los documentos del proyecto y esta especificación.

640.2 Materiales

640.2.1 Barras de refuerzo

Deben cumplir las que sean pertinentes de las siguientes normas, según se establezca en los documentos del proyecto: NTC 161, ASTM A615 (Grado 420), NTC 2289 (ASTM A706), NTC 4013 (ASTM A767), ASTM A996, ASTM A955, ASTM A1035 y ASTM A184.

Las barras de refuerzo galvanizadas deben cumplir con la NTC 4013 (ASTM A767); las barras con recubrimiento epóxico con el numeral 9.2.2. de la norma AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications y con la NTC 4004 (ASTM A775) o la norma ASTM A934; las barras que se vayan a galvanizar deben cumplir con la NTC 2289 (ASTM A706).

En caso de usar barras de acero reciclado, proveniente de rieles o ejes, este debe ser tipo R, acorde con la norma ASTM A996 (Grado 420).

Las barras de acero inoxidable deben ser corrugadas y cumplir con la norma ASTM A955.

El acero utilizado en el refuerzo para concreto compuesto por fibras dispersas de acero, debe ser corrugado y cumplir con la NTC 5214 (ASTM A820). Las fibras de acero, a su vez, deben tener una relación longitud-diámetro no menor a cincuenta (50) y no mayor a cien (100).

El refuerzo liso solo se debe permitir como refuerzo de espirales no preesforzado, siempre y cuando así esté contemplado en los documentos del proyecto. Este refuerzo solo se debe permitir en los casos admitidos por el ACI 318, Requisitos de reglamento para concreto estructural.

640.2.2 Mallas electrosoldadas

Los alambres para mallas y las mallas en sí, deben cumplir con las normas NTC 5806 (ASTM A1064) y ASTM A1022.

Las mallas con recubrimiento epóxico, con la norma ASTM A884.

Las mallas galvanizadas deben cumplir con la norma ASTM A1060.

En mallas de alambre liso, las intersecciones soldadas no deben estar espaciadas a más de trescientos milímetros (300 mm), ni a más de cuatrocientos milímetros (400 mm) en mallas de alambre corrugado, excepto cuando las mallas se utilizan como estribos.

Se debe permitir el uso de alambre corrugado de los tamaños MD25 a MD200.

Se puede sustituir el refuerzo de alambre soldado con barras de refuerzo en los siguientes casos: recubrimiento de taludes y zanjas revestidas, muros de contención, barreras de hormigón, aceras, bordillos y cunetas en estructuras, adiciones estéticas no estructurales, muros de cabecera de alcantarillas, muros de extremo y muros de alas o aletas, concreto lanzado, sobrecapas de cubiertas. Si el refuerzo de alambre soldado no proporciona el área de acero requerida, se puede completar con barras de refuerzo

640.2.3 Masas teóricas de las barras de refuerzo

Para efectos de la comprobación de la designación y del pago de las barras, se deben considerar las masas unitarias que se indican en las Tablas 640 – 1 y 640 – 2.

Tabla 640 – 1. Masa de las barras por unidad de longitud (diámetros basados en octavos de pulgada)

Barra	Diámetro nominal		Masa (kg/m)
	(mm)	(pulgadas)	
Nro. 2	6,4	1/4	0,250
Nro. 3	9,5	3/8	0,560
Nro. 4	12,7	1/2	0,994
Nro. 5	15,9	5/8	1,552
Nro. 6	19,1	3/4	2,235
Nro. 7	22,2	7/8	3,042
Nro. 8	25,4	1	3,973
Nro. 9	28,7	1 1/8	5,060
Nro. 10	32,3	1 1/4	6,404
Nro. 11	35,8	1 3/8	7,907
Nro. 14	43,0	1 3/4	11,380
Nro. 18	57,3	2 1/4	20,240

Tabla 640 – 2. Masa de las barras por unidad de longitud (Diámetros basados en milímetros)

Barra	Diámetro nominal	Masa (kg/m)
	(mm)	
6M	6,0	0,22
8M	8,0	0,39
10M	10,0	0,62
12M	12,0	0,89
16M	16,0	1,58
18M	18,0	2,00
20M	20,0	2,47
22M	22,0	2,98
25M	25,0	3,85
32M	32,0	6,31
45M	45,0	12,48
55M	55,0	18,64

Los números de designación son iguales al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de referencia. La letra M indica que son diámetros nominales en milímetros (mm).

640.3 Equipo

Se requiere de equipo adecuado para el corte y el doblado de las barras de refuerzo.

Si se autoriza el empleo de soldadura, el constructor debe disponer del equipo apropiado para dicha labor y de personal capacitado para la misma, el cual debe contar con el respectivo certificado de calificación de soldador vigente y válido para el tipo de procedimiento que debe efectuar en concordancia con la AWS. Se debe requerir, además, la certificación del fabricante del acero que indique que el producto es apto para ser soldado.

Se deben requerir, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

640.4 Ejecución de los trabajos

Se deben tener en cuenta las exigencias del ACI 318 y de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes, en sus versiones vigentes, en todos los aspectos que resulten aplicables.

640.4.1 Planos y despiece

Antes de cortar el material según las formas indicadas en los documentos del proyecto, el constructor debe verificar además de las dimensiones y longitudes de los elementos en obra, las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los documentos del proyecto no los muestran, las listas y los diagramas deben ser preparados por el constructor para someterlos a la aprobación del interventor, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el constructor debe contemplar el costo de la elaboración de las listas y los diagramas mencionados, dentro de los precios de su oferta.

Si el constructor desea replantear una junta de construcción en cualquier parte de una estructura para la cual el interventor le haya suministrado planos de refuerzo y listas de despiece, y dicho replanteo es aprobado por el interventor, el constructor debe revisar, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), los planos y las listas de despiece que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas para aprobación del interventor, al menos treinta días (30 d) antes de la fecha prevista para el corte y el doblamiento del refuerzo para dicha parte de la obra. Si, por cualquier razón, el constructor no cumple con este replanteo, la junta y el refuerzo correspondientes deben ser dejados sin modificación alguna, según se muestre en los documentos del proyecto.

640.4.2 Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, debe estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote o colada correspondiente.

El acero debe almacenarse en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y debe ser protegido contra daños

mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie, manteniéndolo en un ambiente seco, ventilado y fuera de ambientes corrosivos.

640.4.3 Doblamiento

Las barras de refuerzo deben doblarse en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el interventor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, no deben ser menores que los indicados en la Tabla 640 – 3.

El diámetro mínimo de doblamiento para estribos no debe ser menor que los indicados en la Tabla 640 – 4.

El doblamiento de las barras se debe realizar en frío y a una velocidad moderada y debe evitarse el doblado a temperaturas inferiores a cinco grados Celsius (5 °C).

Barras o mallas galvanizadas deben repararse en sus extremos acorde con la NTC 6092 (ASTM A780), cuando sean cortadas o cuando su recubrimiento de galvanización sea removido o dañado. No se deben admitir barras con más del dos por ciento (2 %) de área superficial dañada.

640.4.4 Colocación y amarre

Todo acero de refuerzo al ser colocado en la obra y antes de la fundición del concreto, debe estar libre de polvo, escamas de óxido, rebabas, pintura, aceite, grasa o cualquier otro tipo de suciedad que pueda afectar la adherencia del acero en el concreto. Todo mortero seco debe ser quitado del acero.

Las barras se deben colocar con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los documentos del proyecto, y se deben asegurar firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la

Tabla 640 – 3. Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas a tracción

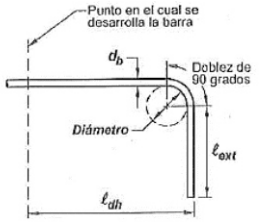
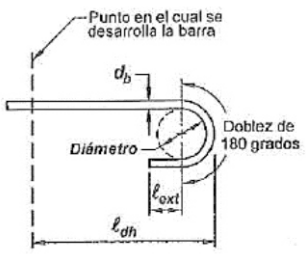
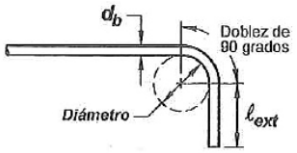
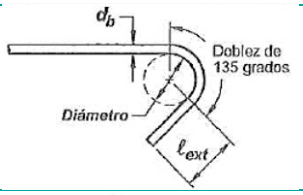
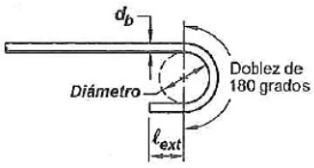
Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado (mm)	Extensión recta [1], ℓ_{ext} (mm)	Tipo de gancho estándar
Gancho de noventa grados (90°)	Nro. 10 a nro. 25	6_{db}	12_{db}	
	Nro. 29 a nro. 36	8_{db}		
	Nro. 43 y nro. 57	10_{db}		
Gancho de ciento ochenta grados (180°)	Nro. 10 a nro. 25	6_{db}	Mayor de 4_{db} y 65 mm	
	Nro. 29 a nro. 36	8_{db}		
	Nro. 43 y nro. 57	10_{db}		

Tabla 640 – 4. Diámetro mínimo interior de doblado y geometría del gancho estándar para estribos y estribos cerrados de confinamiento

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado (mm)	Extensión recta [1], ℓ_{ext} (mm)	Tipo de gancho estándar
Gancho de noventa grados (90°)	Nro. 10 a nro. 16	4_{db}	Mayor de 6_{db} y 75 mm	
	Nro. 19 a nro. 25	6_{db}	12_{db}	
Gancho de ciento treinta y cinco grados (135°)	Nro. 10 a nro. 16	4_{db}	Mayor de 6_{db} y 75 mm	
	Nro. 19 a nro. 25	6_{db}		
Gancho de ciento ochenta grados (180°)	Nro. 10 a nro. 16	4_{db}	Mayor de 4_{db} y 65 mm	
	Nro. 19 a nro. 25	6_{db}		

colocación y el fraguado del concreto. Las tolerancias en la posición de todo tipo de refuerzo deben cumplir con las especificaciones establecidas en ACI 117, Especificación para la tolerancia de estructuras de concreto y materiales. La posición del refuerzo dentro de las formaletas debe ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado por el interventor. Los bloques deben ser de mortero de cemento prefabricado o de concreto, de calidad, forma y dimensiones aprobadas, con una resistencia igual a la especificada para el elemento de concreto. Las silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deben ser galvanizadas. No se debe permitir el uso de guijarros, fragmentos de piedra o de ladrillo, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras deben amarrarse con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de trescientos milí-metros (300 mm), para lo cual se deben amarrar alternadamente. El alambre usado para el amarre debe ser del tipo negro calibre número dieciocho (nro. 18). No se debe admitir la soldadura en las intersecciones de las barras de refuerzo.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para ser usados en superficies planas, la malla debe ser enderezada en láminas planas, antes de su ubicación.

Cuando se coloquen dos (2) o más filas de barras, las barras de las filas superiores deben colocarse directamente encima de las de la fila inferior y la separación libre entre filas no debe ser menor de veinticinco milímetros (25 mm).

ESPECIFICACIONES INVÍAS 2022

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa, debe ser la mayor entre veinticinco milímetros (25 mm), o el diámetro de la barra mayor, o uno coma treinta y tres (1,33) veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Estos requisitos se deben cumplir, también, en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras.

Además, se deben cumplir con los recubrimientos mínimos especificados en el ACI 318 y de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes, cumpliendo con las tolerancias máximas exigidas en ACI 117 o del ACI 318.

El interventor debe revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el constructor inicie la colocación del concreto.

640.4.5 Traslapos y uniones

Los traslapos de las barras de refuerzo deben cumplir los requisitos establecidos en el ACI 318 y en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes y se deben efectuar en los sitios mostrados en los documentos del proyecto o donde lo indique el interventor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El constructor puede introducir traslapos y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los documentos del proyecto , siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el diseñador estructural y el interventor, que los traslapos y uniones en barras adyacentes queden alternados según su exigencia, y que el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido totalmente por el constructor.

En los traslapos, las barras deben quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de manera que mantengan la alineación y su espaciamiento dentro de las distancias libres mínimas especificadas en relación con las demás varillas y las superficies del concreto.

El constructor puede reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society (AWS) D1.4. En tal caso, los soldadores deben estar certificados y calificados para el tipo de unión especificada, los procedimientos deben precalificarse por el interventor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deben ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté contemplado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, debe correr por cuenta del constructor.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deben traslapar suficientemente entre sí, para mantener una resistencia uniforme y deben asegurarse en los extremos y bordes. El traslapo de mallas debe ser mínimo uno coma tres (1,3) la longitud de desarrollo requerida y debe cumplir con ACI 318.

640.4.6 Cuantías del refuerzo

Se deben cumplir en toda sección de un elemento estructural, las disposiciones de

cuantías máximas y mínimas establecidas en el ACI 318 y en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes.

640.4.7 Sustituciones

La sustitución de cuantías de refuerzo solo se puede efectuar con autorización del diseñador estructural. En tal caso, el acero sustituido debe tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño, sin exceder los límites establecidos en el numeral 640.4.6.

640.4.8 Manejo ambiental

En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de acero estructural, se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, así como en las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y protección de la comunidad.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación, deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben incluirse en los costos del proyecto, por tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

640.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

640.5.1 Controles

El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo, son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo de construcción.
- Constatar el cumplimiento de las disposiciones existentes en el artículo 102, Aspectos generales de seguridad y salud.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación; para tal efecto, se deben realizar los ensayos especificados en ACI 318 y la Norma Colombiana de Diseño de Puentes y constatar que se cumpla con los ensayos especificados en 640.5.2.1
- Verificar que el corte, doblado, colocación y cuantía del refuerzo se efectúen de acuerdo con los documentos del proyecto, con esta especificación y con sus instrucciones.
- Comprobar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los documentos del proyecto, se cuente con el aval del diseñador estructural responsable.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

640.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

640.5.2.1 Calidad del acero

Las barras y mallas de refuerzo deben ser ensayadas en fábrica y sus resultados deben

satisfacer los requerimientos de las normas correspondientes NTC, ASTM o AASHTO relacionadas en el numeral 640.2.

El constructor debe suministrar al interventor una certificación de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente en cada envío de refuerzo a la obra. En caso de que el constructor no cumpla con este requisito, el interventor puede ordenar, a expensas de aquel, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización, acorde con los volúmenes y frecuencias establecidas en el ACI 318 y en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes.

Deben tomarse muestras de los aceros de refuerzo utilizados en la obra, de todos los diámetros de barra utilizados, por lo menos una vez por cada doscientas toneladas (200 t) de acero de refuerzo utilizado, cuando se trate de aceros de fabricación nacional, y cada cien toneladas (100 t) de acero de refuerzo empleado, cuando se trate de aceros importados, para ser ensayados a tensión. Los ensayos se deben realizar de acuerdo con lo especificado en la NTC 3353 (ASTM A370), NTC, ASTM o AASHTO referenciadas en 640.2, correspondiente a cada tipo de acero.

Cuando se autorice el empleo de soldadura para las uniones, su calidad y la del trabajo ejecutado, se deben verificar de acuerdo con lo indicado en el numeral 640.4.5.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, deben ser rechazadas.

640.5.2.2 Calidad del producto terminado

La tolerancia en la colocación del acero de refuerzo debe cumplir las máximas permitidas por el ACI 117.

Se deben aceptar las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

640.5.2.2.1 Desviación en el espesor de recubrimiento

- Con recubrimiento menor o igual a setenta y cinco milímetros (≤ 75 mm): cinco milímetros (5 mm).
- Con recubrimiento superior a setenta y cinco milímetros (> 75 mm): diez milímetros (10 mm).

640.5.2.2.2 Desviación en los espaciamientos prescritos

Se debe cumplir lo indicado en el numeral 640.4.4.

640.5.2.2.3 Área

No se debe permitir la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, debe ser corregido por el constructor, sin costo alguno para INVÍAS, de acuerdo con procedimientos aceptados por el interventor.

640.6 Medida

La unidad de medida debe ser el kilogramo (kg), aproximado al entero, de acero de refuerzo para estructuras de concreto realmente

suministrado y colocado en obra y debidamente aceptado por el interventor. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida no debe incluir el peso de soportes, separadores, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio; ni los empalmes adicionales a los indicados en los documentos del proyecto, que hayan sido autorizados por el interventor, para conveniencia del constructor.

Tampoco se debe medir el acero específicamente estipulado, para pago en otras unidades de obra del contrato.

Si se sustituyen barras a solicitud del constructor y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se debe medir la cantidad adicional.

La medida para barras se debe basar en la masa computada para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando las masas unitarias indicadas en las Tablas 640 – 1 y 640 – 2.

La medida para malla de alambre debe ser el producto del área en metros cuadrados de malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra por su masa real en kilogramos por metro cuadrado (kg/m^2), aproximado al kilogramo entero. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se deben medir cantidades en exceso de las indicadas en los documentos del proyecto o las ordenadas por el interventor.

640.7 Forma de pago

El pago se debe realizar al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con esta especificación y aceptada por el interventor.

El precio unitario debe cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por la mano de obra, materiales, patentes, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los documentos del proyecto, con esta especificación y lo aprobado por el interventor.

El precio unitario debe incluir también, todos los costos por concepto de elaboración de listas de despiece y diagramas de doblado cuando ellos no hayan sido suministrados, por el suministro e instalación de abrazaderas, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el refuerzo en su sitio, así como los de la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecu-ción de los trabajos y todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario debe incluir también, la administración e imprevistos y la utilidad del constructor.

No debe haber lugar a pago separado por el acero de refuerzo para concreto colocado con el propósito de reemplazar estructuras de concreto que se deterioren o queden defectuosas o en el concreto que el constructor

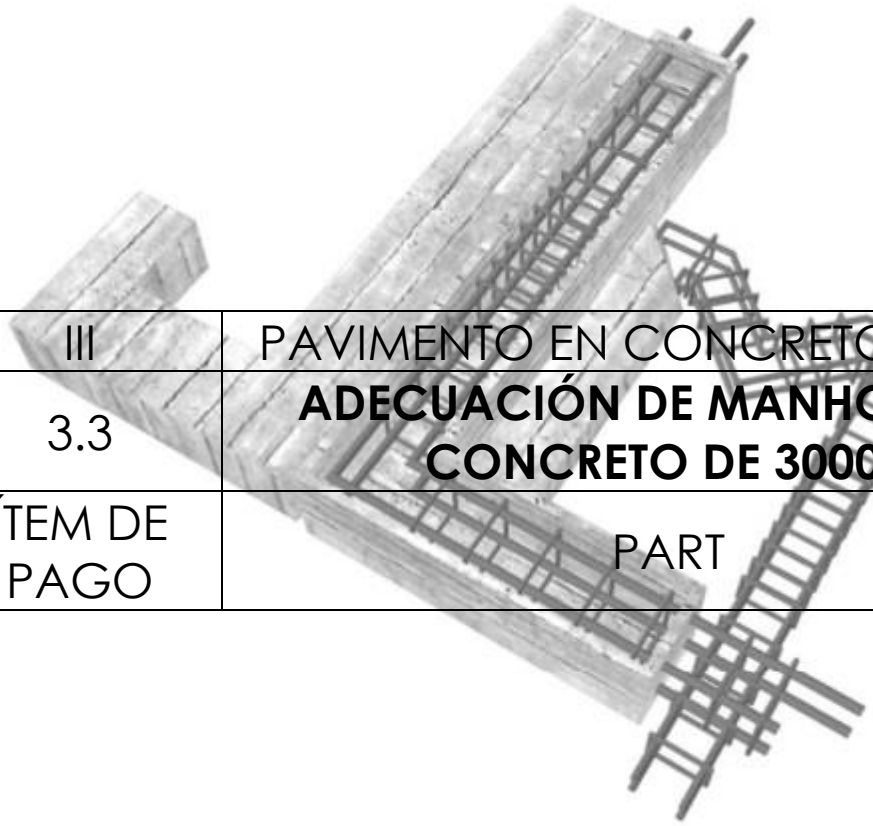
haya utilizado para su conveniencia con o sin autorización del interventor. Tampoco se debe pagar por separado el acero cuyo pago se haya estipulado en otras unidades de obra del contrato, ni por los trabajos de soldadura que se autoricen para uniones soldadas en reemplazo de uniones traslapadas.

640.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
640.1	Acero de refuerzo fy = ____ MPa	Kilogramo (kg)
640.2	Malla de refuerzo fy = ____ MPa	Kilogramo (kg)

Nota: se debe elaborar un ítem de pago para resistencia de acero que se especifique en el proyecto.

JLM
JORGE LOPEZ MORENO



III	PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO
3.3	**ADECUACIÓN DE MANHOLES EN CONCRETO DE 3000 PSI**
ÍTEM DE PAGO	PART

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

CONSTRUCCIÓN DE BORDILLOS Y ANDENES

ITEM No 3.3	ADECUACIÓN DE MANHOLES EN CONCRETO DE 3000 PSI

1. UNIDAD DE MEDIDA M3

2. DESCRIPCION

Esta actividad tiene por objeto rehabilitar o acondicionar cámaras de inspección existentes en la zona del proyecto, de acuerdo con lo indicado o con las instrucciones de la Interventoría, también se rectificará el nivel de los cuellos de las cámaras de inspección existente en aquellos casos en que por motivo de la repavimentación de la vía dichos cuellos queden por debajo de la nueva rasante.



3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Verificar localización, dimensiones y cotas.
- Verificar alineamientos y dimensiones.
- Vaciar concreto progresivamente.
- Vibrar el concreto por medios manuales y mecánicos.
- Curar concreto.
- Verificar niveles finales para aceptación.

4. MATERIALES

- concreto 3000 psi
- Piedra rajón
- Desperdicio (5%)

5. EQUIPO

- Herramienta menor

6. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará metro cubico (m3) el Ítem de adecuación de mh de acuerdo a las especificaciones y aceptados por la Interventoría.

7. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.



IV	CONSTRUCCIÓN DE BORDILLOS Y ANDENES
4.1	**BORDILLO EN CONCRETO DE 3000 PSI DE 15X15 CM FUNDIDO IN SITU, INCLUYE ACERO**
ÍTEM DE PAGO	672.1

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Bordillos en concreto

Artículo 672 – 22

672.1 Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de bordillos de concreto, con piezas prefabricadas o vaciadas *in situ*, en los sitios y con las dimensiones, los alineamientos y las cotas indicados en los documentos del proyecto.

En caso necesario, incluye también la preparación de la superficie de apoyo.

672.2 Materiales

672.2.1 Concreto para bordillos vaciados *in situ*

El concreto para la construcción de los bordillos vaciados *in situ* debe ser del tipo definido en los documentos del proyecto, y su elaboración se debe hacer según lo especificado en el artículo 630, Concreto estructural. Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, el concreto debe tener una resistencia mínima a la compresión de veintiuno megapascales (21 MPa) a veintiocho días (28 d), y el tamaño máximo nominal del agregado pétreo no mayor que diecinueve milímetros (19,0 mm) (3/4 de pulgada).

672.2.2 Mortero

Cuando se requiera mortero para el asiento o la unión de bordillos, debe tener una dosificación mínima de cuatrocientos cincuenta kilogramos (450 kg) de cemento hidráulico por metro cúbico (m^3) de mortero.

672.2.3 Acero de refuerzo para bordillos vaciados *in situ*

Si el bordillo de concreto requiere acero de refuerzo, este debe cumplir con lo estipulado en el artículo 640, Acero de refuerzo.

672.2.4 Piezas prefabricadas

Las piezas prefabricadas deben cumplir con la NTC 4109.

672.2.5 Sellante de juntas

Para el sello de las juntas transversales de los bordillos vaciados *in situ* y todas las longitudinales entre el pavimento y el bordillo se debe emplear el material indicado en los documentos del proyecto, y aprobado por el interventor. Se deben seguir todas las indicaciones de manejo e instalación consignadas en la ficha técnica del producto suministrada por el fabricante.

672.2.6 Juntas con mortero entre piezas prefabricadas de concreto

En el caso de bordillos con piezas prefabricadas, los documentos del proyecto pueden indicar que la unión entre ellas sea con mortero. Este debe estar formado por una parte

de cemento hidráulico y tres partes, en masa, de agregado que cumpla los requisitos de la NTC 2240 y cuya granulometría se ajuste a lo indicado en la Tabla 672 — 1.

Tabla 672 — 1. Granulometría del agregado para mortero

Tamiz (mm / U.S. *Standard*)	4,75	2,36	0,150	0,075
	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 100	Nro. 200
Pasa tamiz (%)	100	95 — 100	0 — 25	0 — 10

672.3 Equipo

Al respecto, es aplicable todo lo que resulta pertinente del numeral 630.3 del artículo 630.

Los bordillos también pueden ser prefabricados, caso en el cual se debe disponer de formaleta metálica que permita su confección con las dimensiones especificadas.

Se pueden emplear, además, máquinas que construyan los bordillos en el lugar con las dimensiones especificadas.

672.4 Ejecución de los trabajos

672.4.1 Preparación de la superficie de apoyo

Si la superficie de apoyo corresponde a una capa granular, esta debe ser nivelada y compactada, como mínimo, al noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad seca máxima del ensayo modificado de compactación de referencia (norma de ensayo INV E-142), previa la corrección que se requiera por presencia de partículas gruesas según se establece en la norma INV E-143. La superficie compactada, debe ser humedecida inmediatamente antes de colocar el concreto sobre ella.

Si la superficie de apoyo es un pavimento existente o un piso rígido, se debe picar con cincel y martillo u otro elemento que produzca el mismo efecto, en los sitios y con la intensidad que establezca el interventor.

Cuando la construcción se realice con piezas prefabricadas, la superficie granular o pavimentada, preparada como se acaba de indicar, debe ser tratada con una capa del mortero mencionado en el numeral 672.2.2, en la cantidad que autorice el interventor.

En el caso de bordillos vaciados sobre las losas de un pavimento construido en el mismo contrato, al vaciar estas se deben dejar ancladas las varillas de refuerzo del bordillo.

No está permitida la construcción de bordillos de concreto sobre suelos blandos o expansivos u otros materiales inadecuados. En tal caso, se deben efectuar los reemplazos que establezcan los documentos del proyecto o que determine el interventor.

672.4.2 Bordillos elaborados *in situ* manualmente

672.4.2.1 Colocación de formaletas para vaciado manual

El constructor debe instalar la formaleta sobre la superficie preparada. Esta, que debe ser metálica, salvo que el interventor autorice expresamente el empleo de formaletas de madera, se debe colocar y asegurar firmemente, de manera que el alineamiento y las dimensiones del bordillo correspondan a lo previsto en los documentos del proyecto.

La formaleta debe tener la rigidez suficiente para soportar la presión del concreto fresco, sin sufrir distorsiones.

672.4.2.2 Elaboración del concreto

El constructor debe diseñar la mezcla de concreto, elaborarla para que alcance la resistencia exigida, transportarla y entregarla, conforme se establece en el numeral 630.4 del artículo 630.

672.4.2.3 Construcción del bordillo

Previo al retiro de cualquier materia extraña o suelta que se encuentre en la superficie sobre la cual se va a construir el bordillo, el concreto se debe colocar, vibrar y curar, según se establece en el numeral 630.4 del artículo 630.

En el caso de requerir anclajes, estos se deben ceñir a lo establecido en los documentos del proyecto o lo que apruebe el interventor, en cuanto a su geometría, profundidad de fijación y materiales de colocación.

672.4.2.4 Juntas

Se deben proveer juntas de expansión a intervalos no mayores de seis metros (6,0 m), las cuales deben tener el ancho que fijen los documentos del proyecto. Dicho espacio se debe rellenar con el material sellante aprobado.

En el caso de bordillos vaciados sobre pavimentos de concreto, sus juntas deben coincidir con las juntas transversales del pavimento.

672.4.2.5 Acabado

Las formaletas se deben quitar antes de que haya fraguado totalmente el concreto y luego se deben alisar las caras superiores y adyacentes al pavimento, con llana o palustre, para producir una superficie lisa y uniforme.

672.4.2.6 Curado

El curado se debe efectuar mediante un método aprobado por el interventor y durante el periodo que fije este, el cual no puede ser inferior a diez días (10 d).

672.4.3 Concreto vaciado con máquina

Los bordillos se pueden fabricar con un equipo diseñado especialmente para esta clase de trabajo, si se garantiza que con este se obtienen los alineamientos, las dimensiones y los acabados previstos en los documentos del proyecto.

En este caso, la mezcla se debe diseñar y elaborar conforme se indica en el numeral 672.4.2.2, pero se debe tomar la precaución

de que su consistencia sea tal, que el bordillo conserve su forma al ser retirada la formaleta de la máquina.

El concreto se debe verter en la máquina constructora del bordillo, la cual lo debe elaborar siguiendo el alineamiento previsto. Cualquier desprendimiento o imperfección pequeña, se puede reparar manualmente con ayuda de llanas y palustres.

Al bordillo se le deben hacer ranuras en su parte superior en el espesor y con la separación que determinen los documentos del proyecto.

El curado del bordillo se debe efectuar conforme se indica en el numeral 672.4.2.6.

672.4.4 Bordillos de piezas prefabricadas

672.4.4.1 Diseño y elaboración de la mezcla

El constructor debe someter a consideración del interventor los materiales para la elaboración del concreto. Una vez aprobados, debe diseñar la mezcla, de manera que garantice la resistencia especificada, y la debe elaborar, conforme se establece en el numeral 630.4 del artículo 630.

672.4.4.2 Fabricación

Los bordillos prefabricados se deben elaborar en piezas de longitud mínima de un metro (1,0 m) y con las formas y demás dimensiones establecidas en los documentos del proyecto.

La sección transversal de los bordillos curvos debe ser la misma que la de los rectos, y su directriz se debe ajustar a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

672.4.4.3 Colocación de los bordillos

Las piezas se deben asentar sobre el lecho de mortero, siguiendo el alineamiento previsto y se deben colocar dejando entre ellas un espacio de, aproximadamente, cinco milímetros (5 mm), el cual se debe rellenar con mortero del mismo tipo que el empleado en el asiento.

En el caso de requerir anclajes, estos se deben ceñir a los documentos del proyecto o a lo aprobado por el interventor.

672.4.5 Manejo ambiental

En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a la presente especificación se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por tanto, no deben ser objeto de reconocimiento directo en el contrato.

Todo material sobrante o proveniente de excavaciones debe ser retirado de las proximidades de las cunetas, transportado y depositado en vertederos autorizados, donde no contamine cursos ni láminas de agua.

En los puntos de desagüe se deben disponer las obras de protección requeridas, de manera que eviten procesos de erosión.

672.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

672.5.1 Controles

Resultan aplicables los descritos en el numeral 630.5 del artículo 630.

672.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El interventor solo debe aceptar bordillos cuya forma corresponda a la indicada en los documentos del proyecto y cuyas dimensiones no difieran de las señaladas en dichos documentos, siempre que estas no se encuentren por encima de las tolerancias indicadas en el presente artículo.

En lo que se refiere a la calidad del cemento, agua, agregados y eventuales aditivos y productos químicos de curado, se deben aplicar los criterios expuestos en el numeral 630.5.1, del artículo 630, Concreto estructural.

En relación con la calidad de la mezcla, se debe aplicar lo indicado al respecto en el numeral 671.5.2.2 del artículo 671, Cunetas revestidas en concreto.

En relación con la calidad del acero para el refuerzo, se deben aplicar los criterios del numeral 640.5.2 del artículo 640, Acero de refuerzo.

En relación con la calidad del producto terminado, el interventor no debe aceptar bordillos que presenten desperfectos de alineamiento o cuya sección transversal presente variaciones, en ancho o altura, superiores a diez milímetros (10 mm), con respecto a las dimensiones señaladas en los documentos del proyecto.

Las juntas se deben encontrar adecuadamente selladas con el producto aprobado, para que el interventor manifieste su conformidad con esta parte del trabajo.

Todo bordillo de concreto donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de la presente especificación, debe ser corregido por el constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), de acuerdo con las instrucciones del interventor y hasta contar con su aprobación.

En el caso de piezas prefabricadas, se deben aplicar, además, las disposiciones de la NTC 4109. No se deben aceptar piezas para la instalación que se encuentren con astilladuras, fisuras, grietas, defectos, imperfectos o roturas.

672.6 Medida

La unidad de medida debe ser el metro (m), aproximado a la décima (0,1), de bordillo satisfactoriamente elaborado y terminado, de acuerdo con la sección transversal, las cotas y los alineamientos indicados en los documentos del proyecto. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

En el caso de bordillos vaciados *in situ*, se debe medir por aparte el acero de refuerzo efectivamente colocado, en kilogramos (kg) con aproximación al entero, según los detalles de los documentos del proyecto. No se debe medir, para efectos de pago, el acero

constructivo (soportes, separadores, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio).

Tampoco se deben medir, para efectos de pago, longitudes de bordillos en exceso de las indicadas en los documentos del proyecto.

672.7 Forma de pago

El pago se debe hacer al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación, y aprobada por el interventor.

El precio unitario debe cubrir todos los costos por elaboración, suministro, colocación y retiro de formaletas; la explotación de agregados, incluidos los permisos y derechos para ello, el suministro de todos los materiales necesarios para elaborar la mezcla de concreto y el mortero; el diseño, la elaboración, la descarga, el transporte, la entrega, la colocación, el vibrado y el curado del concreto; la elaboración del mortero cuando se requiera su empleo, su transporte y su colocación; la ejecución de juntas, incluyendo el suministro y la colocación del material sellante, la señalización preventiva de la vía durante la construcción de los bordillos, todo equipo y mano de obra requeridos para su elaboración y terminación y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario debe incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del constructor.

La preparación de la superficie de apoyo se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por tanto, no debe haber lugar a pago separado por este concepto, salvo que dicho ítem no forme parte del mismo contrato, caso en el cual el constructor debe considerar el costo de la preparación de la superficie existente dentro del precio unitario del bordillo de concreto.

Solamente debe haber pago separado, si se requiere, por concepto del suministro y la colocación del acero de refuerzo de los bordillos de concreto vaciados *in situ*, actividad que se debe pagar bajo el artículo 640, Acero de refuerzo.

672.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
672.1	Bordillo de concreto vaciado *in situ*; no incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro (m)
672.2	Bordillo de piezas prefabricadas de concreto; no incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro (m)
672.3	Bordillo de concreto vaciado *in situ*; incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro (m)
672.4	Bordillo de piezas prefabricadas de concreto; incluye la preparación de la superficie de apoyo	Metro (m)



IV	CONSTRUCCIÓN DE BORDILLOS Y ANDENES
4.2	**ANDEN EN CONCRETO E:10CM, INCLUYE ACERO**
ÍTEM DE PAGO	PART

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

, CONSTRUCCIÓN DE BORDILLOS Y ANDENES

ITEM No 4.2	**ANDEN EN CONCRETO E:10CM, INCLUYE ACERO**
3. UNIDAD DE MEDIDA	M2

4. DESCRIPCION

El Contratista deberá descapotar y excavar el terreno considerando las dimensiones en planta, y la profundidad de la excavación, de acuerdo con la estructura seleccionada según el tipo de suelo de la subrasante. Posteriormente, compactará el fondo de la excavación, y procederá a llenar con el material granular correspondiente, hasta la altura especificada, extendiendo y compactando en capas no mayores de 15 cm

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

Replantear anden
Armar formaletas
Colocar acero de refuerzo
Vaciar y vibrar el concreto para anden verificando el espesor.
Curar concreto.
Desencofrar anden.
Verificar niveles, plomos y alineamientos para aceptación.



6. MATERIALES

Concreto 3000 PSI
Malla Electrosoldada

7. EQUIPO

herramienta menor (10%mo)
Rieles en acero

8. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará metro cuadrado (m2) el ítem de anden en concreto de acuerdo a las especificaciones y aceptados por la Interventoría.

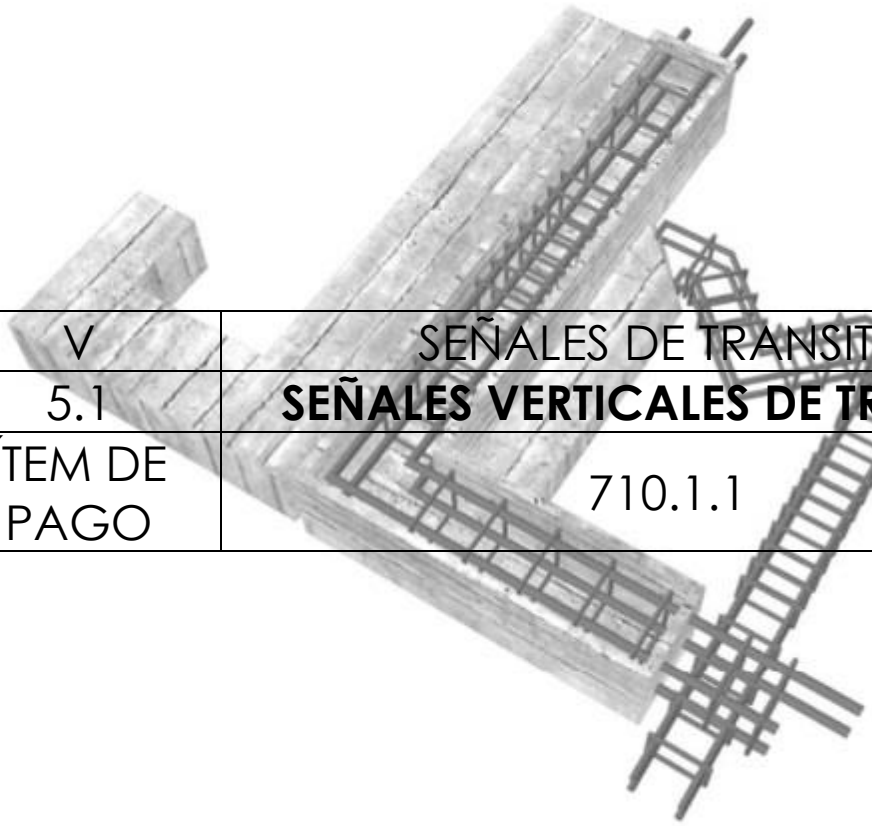
9. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

10. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba



V	SEÑALES DE TRANSITO
5.1	**SEÑALES VERTICALES DE TRANSITO**
ÍTEM DE PAGO	710.1.1

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Señales verticales de tránsito

Artículo 710 – 22

710.1 Descripción

Este trabajo radica en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de señales verticales de tránsito, para reglamentar, prevenir e informar a los usuarios, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del interventor.

El diseño de las señales verticales, los mensajes y los colores, deben estar en concordancia con el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte y demás normas que lo complementen o sustituyan.

El diseño de la señales verticales y señalización especial para túneles debe estar en concordancia con el Manual para el Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de Túneles de Carretera para Colombia vigente y demás normas que lo complementen o sustituyan.

710.2 Materiales

710.2.1 Material retrorreflectivo

Retrorreflectividad es el fenómeno de reflexión de la luz hacia la fuente que la emite, con una dispersión mínima. La retrorreflectividad se describe en la norma ASTM E808.

El material retrorreflectivo para las señales verticales de tránsito y delineadores que cubre este artículo, debe cumplir las especificaciones contenidas en la NTC 4739. El tipo de material retrorreflectivo de cada señal debe ser el indicado en los documentos del contrato, en función del grado de retrorreflectividad, color y durabilidad requeridos en cada caso; debe cumplir con los requisitos de visibilidad y retrorreflexión definidos en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte. Para vías nacionales no se recomienda el uso de láminas retrorreflectivas tipo I y tipo II.

El constructor debe presentar las certificaciones de cumplimiento de dicha norma, expedidas por el proveedor del material, para la aprobación de la interventoría.

710.2.2 Material para tableros

Los tableros, para todas las señales, deben estar construidos en materiales que garanticen resistencia a cargas de viento e impacto, durabilidad, resistencia a la oxidación y que, adicionalmente, no representen un peligro grave al ser impactados por un vehículo. Se pueden usar láminas de acero galvanizado, aluminio, poliéster reforzado con fibra de vidrio modificada con acrílico y estabilizador ultravioleta u otro material.

Para determinar el tipo de material a utilizar, se deben tener en cuenta las condiciones atmosféricas y ambientales de la zona donde deben

instalar las señales para lo cual, se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio o aluminio, para vías en zonas aledañas a áreas marinas o zonas que por sus condiciones ambientales sean propensas a generar problemas acentuados de oxidación de los materiales.
- En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, galvanizada o aluminio, para los otros casos no contemplados en el párrafo anterior.

710.2.2.1 Lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio

El material debe cumplir los siguientes requisitos:

710.2.2.1.1 Espesor

Debe ser de tres coma cuatro milímetros más o menos cero coma cuatro milímetros (3,4 mm ± 0,4 mm), el cual se debe verificar como el promedio de las medidas en cuatro (4) sitios del borde de cada lámina, con una separación entre ellos igual a la cuarta parte del perímetro de esta. La lámina no debe contener grietas visibles ni arrugas en las superficies que puedan afectar su comportamiento y alterar las dimensiones. Por lo menos una de las caras de la lámina debe ser completamente lisa.

710.2.2.1.2 Color

El color debe ser blanco uniforme.

710.2.2.1.3 Pandeo

La deflexión máxima vertical en el centro de una lámina cuadrada de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado, suspendida horizontalmente de sus cuatro (4) vértices, no debe ser mayor de doce milímetros (12 mm).

Luego, la lámina se debe colocar, suspendida en las mismas condiciones, en un horno a ochenta y dos grados Celsius (82 °C) durante cuarenta y ocho horas (48 h); se saca del horno, se suspende de la misma forma y se deja enfriar. La deflexión máxima vertical en el centro de la lámina, medida una vez alcance la temperatura ambiente, no debe ser mayor de doce milímetros (12 mm). Todas las medidas se deben tomar cuando la lámina se encuentre a temperatura ambiente.

710.2.2.1.4 Resistencia al impacto

Una lámina cuadrada de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado, debe resistir fuerzas de impacto que podrían agrietar otros plásticos o deformar metales. La lámina apoyada en sus extremos y a una altura de veinte centímetros (20 cm) del piso, debe resistir el impacto de una esfera de acero de cuatro mil quinientos gramos (4 500 g) en caída libre desde una altura de tres coma cinco metros (3,5 m), sin resquebrajarse.

710.2.2.1.5 Estabilidad térmica

Las características de resistencia no deben ser afectadas apreciablemente en un rango de temperaturas entre menos dieciocho y más cien grados Celsius (- 18 °C y +100 °C).

710.2.2.1.6 Resistencia al fuego

Los componentes de la lámina deben contener aditivos que la hagan menos propensa a iniciar y propagar llamas.

710.2.2.1.7 Protección ante la intemperie

Las láminas deben estar fabricadas con protección ante la intemperie por ambas caras; poseer una superficie uniforme químicamente pegada, recubrimiento gelatinoso (Gel-Coat) que no se pueda separar. Para comprobarlo, se sumerge una muestra de diez centímetros (10 cm) por dos centímetros (2 cm) en una probeta que contenga cloruro de metileno, durante trece minutos (13 min), después de lo cual se seca, no debiendo aparecer fibra de vidrio por ninguna de las dos (2) caras.

710.2.2.1.8 Estabilización

Las láminas deben estar fabricadas de manera que no liberen constituyentes emigrantes (solventes, monómeros, etc.) con el tiempo; tampoco deben contener residuos de agentes desmoldeantes en la superficie del laminado que puedan interferir en la adherencia de la lámina retrorreflectiva.

710.2.2.1.9 Tratamiento de la cara frontal

Previamente a la aplicación del material retrorreflectivo, la lámina debe limpiarse, desengrasarse y secarse de toda humedad.

710.2.2.2 Lámina de acero galvanizado

El material debe cumplir los siguientes requisitos:

710.2.2.2.1 Material

La lámina debe ser de acero laminado en frío y revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis, según las normas NTC 3940 y NTC 4011; después del galvanizado, se debe preparar la pintura según la NTC 6146 (ASTM D6386).

710.2.2.2.2 Espesor

La lámina de acero debe tener un espesor de uno coma cinco milímetros, con una tolerancia de más o menos cero coma quince milímetros (1,5 mm ± 0,15 mm). La medida puede efectuarse en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

710.2.2.2.3 Resistencia al doblez

Una probeta cuadrada de cinco centímetros (5 cm) de lado, no sometida a tratamientos térmicos previos, no debe presentar desprendimiento de zinc cuando se dobla girando ciento ochenta grados Celsius (180 °C), con una luz igual al espesor de la lámina.

710.2.2.2.4 Tratamiento de la cara frontal

Previamente a la aplicación del material retrorreflectivo, la lámina galvanizada debe ser limpiada y desengrasada; además, debe estar libre de óxido blanco. El galvanizado debe tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

710.2.2.2.5 Tratamiento de la cara posterior

Una vez cortada y pulida, la lámina debe limpiarse y desengrasarse, aplicando seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para colocar finalmente una capa de esmalte sintético blanco.

710.2.2.3 Lámina de aluminio

El material debe cumplir los siguientes requisitos:

710.2.2.3.1 Material

La lámina de aluminio debe ser de aleaciones 6061-T6, 5052-H38, NTC 1685 (ASTM B209) o extrusiones similares.

710.2.2.3.2 Espesor

El espesor debe ser de dos milímetros, medidos con una tolerancia de más o menos cero coma dos milímetros (2 mm ± 0,2 mm). La medida se puede efectuar en cualquier parte de la lámina, a una distancia no menor de diez milímetros (10 mm) del borde.

710.2.2.3.3 Tratamiento de la cara frontal

Previamente a la aplicación del material retrorreflectivo, la lámina debe estar limpia, desengrasada y seca de toda humedad; igualmente, debe estar libre de óxido blanco. El aluminio debe tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más fino.

710.2.2.3.4 Tratamiento de la cara posterior

Una vez cortada y pulida, la lámina se debe limpiar y desengrasar, aplicando seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para colocar finalmente una capa de esmalte sintético blanco.

710.2.2.4 Consideraciones adicionales

Cuando se use este material para señales verticales de destino, de información en ruta y señales elevadas, se deben elaborar en lámina calibre veinte (20) como mínimo. A los tableros de las señales elevadas, se les puede hacer dos (2) dobleces o pestañas de dos centímetros (2 cm) cada una, en sus cuatro (4) bordes, con el objeto de darle mayor rigidez. Los tableros deben ser montados sobre una estructura que garantice su estabilidad y rigidez, la cual debe ser fijada al sistema de soporte.

710.2.3 Material para postes y brazos de los postes

Se pueden utilizar distintos materiales y sistemas de soporte, siempre y cuando estos cuenten con el sustento técnico y/o ensayos de laboratorio certificados que demuestren que los mismos cumplen las condiciones descritas anteriormente o sistemas abatibles o quebradizos que no generen superficies cortantes o punzantes. Para los anteriores casos se debe contar con la previa autorización mediante resolución motivada emitida por el Ministerio de Transporte. En caso contrario se deben utilizar sistemas de soporte constituidos por poste monolítico y brazos, elaborados en perfil en ángulo de hierro de dos

(2) pulgadas por dos (2) pulgadas por un cuarto (1/4) de pulgada, de espesor para el elemento vertical y un octavo (1/8) de pulgada de espesor para los elementos horizontales, con límite de fluencia mínimo de veinticinco kilogramos por milímetro cuadrado (25 kg/mm^2) en todos los tipos de señales, el cual debe ser de primera clase, no se debe permitir hormigueo en ninguna parte de su longitud. También pueden ser fabricados en tubo galvanizado redondo o cuadrado, de dos (2) pulgadas y dos milímetros (2 mm) de espesor; en este caso, todos los extremos expuestos deben estar sellados con su respectiva tapa metálica soldada en todo su perímetro para evitar la penetración de agua.

El perfil debe ser de primera clase, sin hormigueos en ninguna parte de su longitud; no se deben aceptar añadiduras ni traslapos en postes y brazos. El galvanizado se debe aplicar por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 (ASTM A153) y NTC 4011 (ASTM A653).

Se debe garantizar la rigidez de las láminas de los tableros correspondientes a las señales preventivas (SP), reglamentarias (SR), informativas de identificación, de información general, de servicios y turísticas (SI) y los delineadores, fijándolas a una cruceta formada entre el poste y sus brazos, los cuales deben formar un perfecto plano de apoyo para el tablero, el cual debe aislarse con materiales que eliminen el efecto rocío en la señal cuando esta en contacto con la lámina del tablero, en los casos que éstos se construyan con materiales que produzcan dicho efecto.

La soldadura del brazo debe ser con piquete o suplemento. En señales dobles, la rigidez se debe garantizar con dos (2) crucetas del mismo tipo citado anteriormente, debidamente soldadas.

Se deben adoptar medidas que dificulten el robo u otras acciones vandálicas que alteren la correcta posición de las señales. Entre otros se puede fijar el tablero de la señal con remaches, usar pernos con tuerca antivandálicas o doblar los pernos, aplicar soldadura o epóxico a los pernos para dificultar el robo de las señales. Además, los postes deben ser anclados en hormigón de suficiente resistencia para evitar el robo del sistema total. El sistema de soporte debe ser de color blanco y, su material, inoxidable o debe ser tratado con materiales anticorrosivos.

Todo elemento de fijación debe ser de un material inoxidable y que no manche el material de la señal.

En condiciones especiales, en donde no exista la distancia longitudinal suficiente que permita colocar dos (2) señales verticales individuales separadas, se pueden adosar hasta dos (2) tableros de señales verticales en un solo soporte; en tal caso, los dos (2) tableros deben ser del mismo tamaño sesenta, setenta y cinco, noventa o ciento veinte centímetros (60 cm, 75 cm, 90 cm o 120 cm). Cuando se instale una señal preventiva y una reglamentaria para una misma situación, la señal preventiva se debe adosar en la parte superior del soporte.

El sistema de soporte de las señales elevadas debe diseñarse estructuralmente de tal forma que se garantice su estabilidad ante todas las cargas a las que pueda estar sometida la estructura y acorde con el tamaño de los tableros. También, se debe garantizar la posición correcta de los tableros y, adicional-

mente, que la estructura no represente un peligro grave al ser impactada por un vehículo. Estos elementos se deben diseñar acorde con las siguientes normas: AISC-360, AISC-303 y el *Steel Construction Manual* (AISC), involucrando las cargas y condiciones de impacto estipuladas por MASH-2 de la AASHTO.

710.2.4 Material para anclaje a la fundación

Los postes se deben diseñar con un anclaje en la parte inferior, soldado en forma de T, con ángulo de acero galvanizado de veinticinco milímetros (25 mm) por veinticinco milímetros (25 mm) por tres coma dieciocho milímetros (3,18 mm), con límite de fluencia mínimo de doscientos cincuenta megapasacales (250 MPa). En los casos donde así lo indique el diseño, se debe realizar el anclaje a la fundación conforme con lo indicado en los planos de diseño aprobados para el proyecto.

El galvanizado se debe aplicar por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 (ASTM A153) y NTC 4011 (ASTM A653).

710.2.5 Recubrimiento de los postes

Los postes, crucetas y anclajes galvanizados deben ser recubiertos con esmalte blanco.

710.2.6 Soldadura

Todos los procedimientos de soldadura se deben llevar a cabo por soldadores con calificación vigente en observancia de la norma AWS y siguiendo las especificaciones del artículo 650, Estructuras de acero. La soldadura se debe aplicar antes del galvanizado.

710.2.7 Dimensiones de los tableros

Se deben atender las disposiciones sobre las dimensiones de tableros mencionadas en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte.

710.2.8 Dimensiones de los postes

Se deben atender todas las disposiciones sobre las dimensiones de los postes indicadas en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte.

710.2.9 Material para el anclaje

Las señales se deben instalar en el piso en un anclaje de concreto simple cuya resistencia a la compresión a veintiocho días (28 d) sea, como mínimo, diecisiete megapascales (17 MPa) siguiendo las especificaciones del artículo 630, Concreto estructural.

Dentro del anclaje se debe aceptar la inclusión de dos (2) capas de cantos de diez centímetros (10 cm) de tamaño máximo, una superior y otra inferior, con el fin de dar rigidez a la señal instalada, mientras fragua el concreto.

710.3 Equipo

Se debe disponer de los equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo:

- Hoyadoras agrícolas, barras de acero y palas.
- Llaves fijas o de expansión para tornillos.
- Martillo de tamaño tal que permita doblar los tornillos una vez apretadas las tuercas.
- Remachadora.

710.4 Ejecución de los trabajos

710.4.1 Ubicación de las señales

Las señales se deben instalar en los sitios que indiquen los planos del proyecto aprobados por el interventor, de conformidad con el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte.

Se debe tener presente que todas las medidas deben ser realizadas por una comisión de topografía.

710.4.2 Excavación

El constructor debe efectuar una excavación cilíndrica para el anclaje de la señal, de veinticinco centímetros (25 cm) de diámetro y sesenta centímetros (60 cm) de profundidad.

Con el fin de evitar que la señal quede a una altura menor a la especificada cuando se instale en zonas donde la carretera transcurre en terraplén, en este caso la excavación solo se debe realizar en una profundidad de treinta centímetros (30 cm) pero el constructor debe, además, instalar una formaleta de la altura necesaria para que, al vaciar el concreto, la señal quede correctamente anclada y presente la altura especificada.

710.4.3 Anclaje de la señal

El anclaje se debe realizar rellenando la excavación con un concreto que presente las características indicadas en el numeral 710.2.9. También, se debe aceptar la inclusión de las capas de cantos a que hace referencia el mismo numeral.

710.4.4 Instalación de la señal

El constructor debe instalar la señal de manera que el poste presente absoluta verticalidad y que se obtenga la altura libre mínima indicada en los documentos del proyecto.

El tablero se debe fijar al poste mediante tornillos de dimensiones mínimas de ocho milímetros (8 mm) (5/16 de pulgada) por una (1) pulgada, rosca ordinaria, arandelas y tuercas, todo galvanizado por proceso de inmersión en caliente, a los cuales se les da golpes para dañar su rosca y evitar que puedan ser retirados fácilmente. Además, se deben instalar cuatro (4) remaches a diez centímetros (10 cm) de distancia, medidos desde los tornillos hacia el centro de la cruceta. También se pueden utilizar otros sistemas de aseguramiento que impidan el retiro del tornillo o elemento de fijación.

710.4.5 Consideraciones adicionales

Adicionalmente, se deben atender todas las disposiciones contenidas en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte y demás normas que lo complementen o sustituyan.

710.4.6 Plan de Manejo de Tránsito (PMT)

El constructor debe contar con un PMT e instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, de acuerdo con lo establecido en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte, los cuales deben garantizar la seguridad permanente tanto del personal y de

los equipos de construcción, como de los usuarios y transeúntes, durante las veinticuatro horas (24 h) del día.

Para actividades que no impliquen el cierre total de la vía, el interventor debe dar su visto bueno previo a la presentación de un PMT. Para casos que impliquen el cerramiento total de la vía, se deben tramitar los permisos correspondientes ante la autoridad competente y se debe presentar el PMT aprobado por el interventor.

710.4.7 Limitaciones en la ejecución

No se debe permitir la instalación de señales de tránsito en instantes de lluvia, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de esta se encuentre muy húmedo, por instrucciones del interventor.

Toda el agua retenida debe ser removida antes de efectuar el anclaje e instalar la señal.

710.4.8 Manejo ambiental

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la instalación de señales verticales de tránsito, deben realizarse teniendo en cuenta lo establecido en las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación, deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades se deben incluir en los costos del proyecto; por tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

710.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

710.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo utilizado por el constructor.
- Comprobar que todos los materiales cumplan los requisitos exigidos en el numeral 710.2.
- Efectuar mediciones de retrorreflectividad con un retrorreflectómetro que mida directamente los valores en las unidades candela/lux/m^2, indicadas en la NTC 4739. La calibración de los equipos retrorreflectómetro se debe realizar mediante una placa calibradora vigente y en buen estado, generada por un laboratorio acreditado, de acuerdo con lo señalado en la norma ASTM E1709.
- Corroborar la correcta instalación de las señales, de acuerdo con este artículo.
- El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

La interventoría debe exigir al constructor, el certificado de conformidad expedido por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), o por un organismo de certificación de productos del país de origen, debidamente acreditado para certificar dichos materiales, aportado por las compañías fabricantes o lo que establezca la Superinten-

dencia de Industria y Comercio en materia de evaluación de la conformidad. El certificado debe indicar que el producto se ha ensayado según los métodos de prueba definidos en la NTC 4739.

El interventor debe contar y medir, para efectos de pago, las señales correctamente elaboradas e instaladas.

710.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

710.5.2.1 Calidad de los materiales

No se deben admitir tolerancias en relación con los requisitos establecidos en el numeral 710.2, para los diversos materiales que conforman las señales y su anclaje.

710.5.2.2 Excavación

La excavación no puede tener dimensiones inferiores a las establecidas en el numeral 710.4.2.

710.5.2.3 Inspección previa

Previo al recibo de las señales, el interventor debe hacer una inspección en horas nocturnas, con la ayuda de una linterna apoyada en la frente, con la cual se debe iluminar la señal percibiendo su calidad y detectando zonas que no reflectan.

710.5.2.4 Instalación

Las señales verticales de tránsito únicamente se deben aceptar si su instalación está en un todo de acuerdo con las indicaciones de los planos, del interventor y de lo señalado en el presente artículo.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deben ser subsanadas por el constructor bajo su propia cuenta y riesgo, y aprobadas por el interventor.

710.6 Medida

Las señales verticales de tránsito se deben medir por unidad (u), suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y este artículo, aprobada por el interventor.

Las señales de tránsito que hayan sido contratadas por metro cuadrado (m^2), se deben pagar según esta unidad de medida aproximada a la centésima de metro cuadrado del área reflectiva del tablero de la señal suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y este artículo, aprobadas por el interventor. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

710.7 Forma de pago

El pago de las señales verticales de tránsito se debe realizar al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aprobado por el interventor.

El precio unitario debe cubrir los costos de todos los materiales que conforman la señal, su fabricación, desperdicios, almacenamiento, transporte e instalación; las mediciones topográficas requeridas, la excavación, el transporte y disposición en los sitios que defina el interventor de los materiales excavados; el suministro y la colocación de los cantos, el concreto y las formaletas que

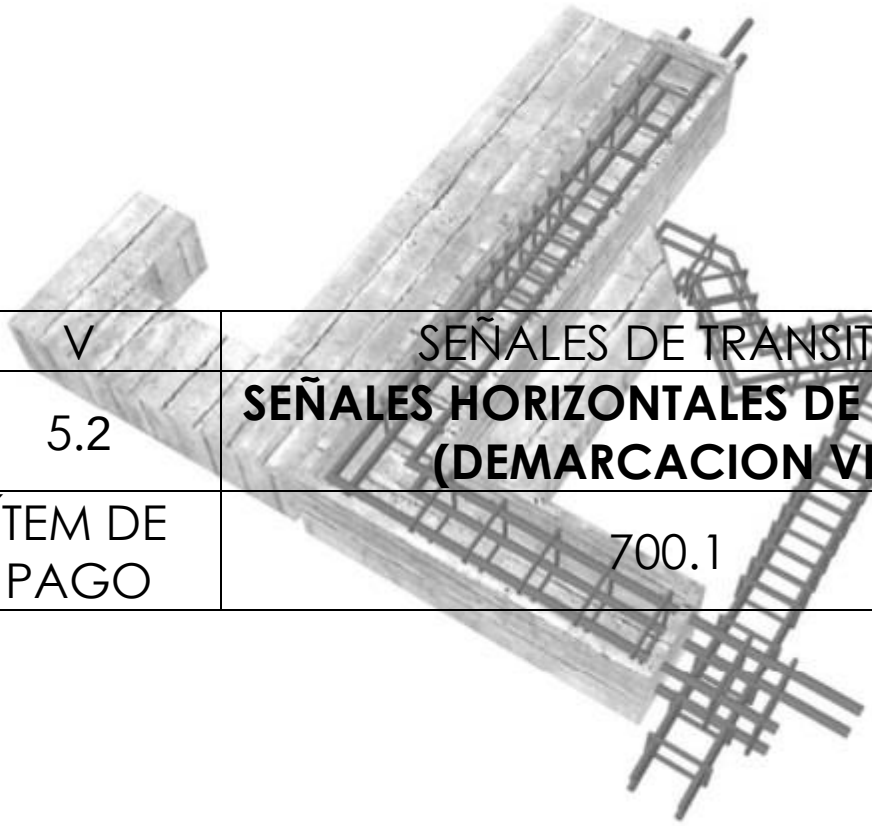
eventualmente se requieren para el anclaje, así como todo costo adicional necesario para el correcto cumplimiento de esta especificación.

El precio unitario debe incluir también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del constructor.

710.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
710.1	Señal vertical de tránsito tipo (SP, SI, SR u otros dispositivos para regulación del tránsito), dimensiones (60, 75, 90 o 120), con lámina retrorreflectiva tipo	Unidad (u)
710.2	Señal vertical de tránsito tipo (SP, SI, SR u otros dispositivos para regulación del tránsito), con lámina retrorreflectiva tipo	Metro cuadrado (m^2)

Nota: se debe elaborar un ítem para cada tipo de señal y de lámina retrorreflectiva incluido en el contrato.



V	SEÑALES DE TRANSITO
5.2	**SEÑALES HORIZONTALES DE TRANSITO (DEMARCACION VIAL)**
ÍTEM DE PAGO	700.1

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Líneas de demarcación y marcas viales

Artículo 700 – 22

700.1 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte y aplicación de pintura de tráfico o resina termoplástica de aplicación en caliente, retrorreflectiva con microesferas de vidrio y/o cerámicas para líneas y marcas viales sobre un pavimento, de acuerdo con las dimensiones y los colores que indiquen los documentos del proyecto.

700.2 Materiales

Se pueden utilizar pinturas de aplicación en frío, resinas termoplásticas, materiales prefabricados de larga duración o plásticos de dos (2) componentes de aplicación en frío que cumplan los requisitos de la NTC 1360. Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, la selección del material por utilizar para un caso específico se debe hacer de acuerdo con el criterio descrito en el numeral 700.4.1.

700.2.1 Pintura de aplicación en frío

La pintura se clasifica en tres (3) grupos: (i) a base de agua; (ii) a base de solventes y (iii) porcentaje de sólidos del cien por ciento (100 %).

El agua utilizada para la disolución de la pintura debe poseer las condiciones mínimas especificadas por el fabricante; los solventes empleados en pinturas deben cumplir con la cantidad máxima indicada en la NTC 1102 de benceno, metanol y compuestos organoclorados; para la resina utilizada el fabricante debe presentar un espectro infrarrojo de la pintura, en los casos que se solicite, cumpliendo lo indicado en la NTC 1360.

Todo envase de pintura se debe rotular según los requerimientos mínimos de la NTC 1360.

700.2.1.1 Características de la pintura líquida

700.2.1.1.1 Color y estabilidad

Blanco o amarillo, que cumplan los requerimientos de color y patrones indicados en la NTC 1360 o en la Tabla 700 – 1.

El cambio de color ΔE debe ser, para pinturas blancas, menor o igual a seis unidades CIELAB (ΔE ≤ 6) y, para pinturas amarillas, menor o igual a diez unidades CIELAB (ΔE ≤10), cuando el tiempo de ensayo sea de

Tabla 700 – 1. Valores de color de pintura para demarcación de aplicación en frío

Característica	Color	
	Amarillo	Blanco
L	72 a 82	≥ 90
A	18 a 27	0 a -2,2
b	74 a 86	0 a 5

trescientas horas (300 h). La medición del color se debe efectuar de acuerdo con la norma ASTM D1535; la determinación de la estabilidad del color después de realizar el ensayo se debe hacer con base en la norma ASTM G154 y la diferencia de color se debe calcular con la norma ASTM D2244.

700.2.1.1.2 Composición

- Pigmento: entre cincuenta y sesenta por ciento (50 % y 60 %), en masa.
- Agentes de unión: entre cuarenta y cincuenta por ciento (40 % y 50 %), en masa.
- Ligante: copolímero acrílico de bajo peso molecular y liberación rápida de solventes.

Se pueden emplear otras composiciones, siempre y cuando las pinturas acabadas cumplan las exigencias de la presente especificación.

700.2.1.1.3 Tiempo de secado

- Al tráfico: máximo treinta minutos (30 min), sin transferencia de pintura a ninguna de las llantas de un vehículo.
- No "pick up": tiempo menor o igual a quince minutos (15 min) para una capa de quince más o menos cero coma cinco mils (15 mils ± 0,5 mils) de espesor a una temperatura de veintitrés más o menos dos grados Celsius (23 °C ± 2 °C) y una humedad relativa de cincuenta más o menos cinco por ciento (50 % ± 5 %).

Se considera tiempo de secado no "pick up" cuando una película de pintura ha llegado a una fase donde no se adhiere a la cubierta de un neumático que pase sobre ella; el ensayo se debe hacer de acuerdo con el método de la NTC 5734.

700.2.1.1.4 Viscosidad

Debe estar comprendida entre setenta y cinco y noventa y cinco unidades Krebs (75 y 95 KU), a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25 °C). Esta determinación se hace con base en la NTC 559.

700.2.1.1.5 Contenido de agua

Para pinturas a base de solventes diferente al agua, no mayor del cero coma cinco por ciento (0,5 %), en masa, para pinturas en disolución.

700.2.1.1.6 Masa unitaria

La masa unitaria de la pintura a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25 °C) debe corresponder a la indicada por el fabricante, y su variación debe estar sujeta a los rangos de la NTC 561.

700.2.1.1.7 Conservación en el envase.

La pintura seleccionada para homologación, al cabo de seis (6) meses de la fecha de fabricación, habiendo permanecido al interior y con temperatura entre cinco y treinta y cinco grados Celsius (5 °C y 35 °C), no debe presentar sedimentación excesiva en envase lleno y recientemente abierto. Se debe poder dispersar a un estado homogéneo por agitación con espátula, después de lo cual no debe presentar coágulos, natas, depósitos duros, ni separación de color. En todo cuñete o envase de pintura debe aparecer la marca del fabricante y la fecha de producción. No se pueden aplicar

pinturas con más de un (1) año de elaboración o sin etiqueta de fecha de producción.

700.2.1.1.8 Estabilidad en envase lleno

La pintura no debe aumentar su consistencia o viscosidad; debe estar dentro del rango de sesenta y ocho y ciento cinco unidades Krebs (68 y 105 KU) medida a la temperatura de veinticinco grados Celsius (25 °C), para pinturas a base de agua, en más de cinco unidades Krebs (5 KU), para pinturas a base de solventes y para pinturas sin solvente, plástico en frío, no se debe presentar un cambio mayor del cinco por ciento (5 %) en la viscosidad, respecto de la definida por el fabricante ni tener problemas de inestabilidad cuando se ensaye, de acuerdo con lo establecido en la NTC 1360.

El ensayo que se debe utilizar para evaluar esta variación, es el indicado en la norma ASTM D1849.

700.2.1.1.9 Estabilidad a la dilución

La pintura debe permanecer estable y homogénea, sin originar coagulaciones ni precipitados, cuando se diluya una muestra de ochenta y cinco centímetros cúbicos (85 cm^3) de la misma con quince centímetros cúbicos (15 cm^3) de toluol o del disolvente indicado por el fabricante, si explícitamente este así lo indica.

Los ensayos de estabilidad se deben realizar según la norma MELC 12.77.

700.2.1.1.10 Propiedades de aplicación

La pintura debe ser formulada y procesada específicamente para ser usada como ligante de microesferas, en tal forma que se produzca el máximo de adhesión, refracción y reflexión.

Cualquier acción capilar de la pintura, debe ser lo suficientemente pequeña para que no produzca cubrimiento total de las esferas de mayor tamaño.

Según la norma MELC 12.03, la pintura debe ser de aplicación fácil y uniforme mediante equipos mecánicos de demarcación y debe tener excelentes propiedades de cubrimiento.

700.2.1.1.11 Finura

La pintura debe ser bien mezclada durante el período de manufactura y los pigmentos que se incorporen adecuadamente pulverizados, con una finura de dispersión de tres (3) unidades Hegman, con base en la NTC 557.

700.2.1.1.12 Contenido de dióxido de titanio

La pintura de color blanco debe tener, como mínimo, un diez por ciento (10 %) de contenido en masa de pigmento de dióxido de titanio, determinado según la NTC 1323. El porcentaje en masa de dióxido de titanio no debe diferir en más de dos por ciento (± 2 %) del valor indicado por el fabricante.

700.2.1.1.13 Contenido en sólidos (materia no volátil)

El porcentaje en volumen o masa de materia no volátil, no puede ser menor de lo indicado en la Tabla 700 – 2. La determinación se debe realizar con base en las normas NTC 1786 y NTC 1227, respectivamente.

El porcentaje en masa de materia no volátil, no puede diferir en más de dos por ciento (± 2 %) del valor indicado por el fabricante.

700.2.1.1.14 Contenido en ligante

Realizado el ensayo según la norma UNE 48238, el porcentaje en masa de ligante no puede diferir en más de dos por ciento (± 2 %) del valor indicado por el fabricante.

Tabla 700 – 2. Contenido mínimo de sólidos

Pintura	Contenido de sólidos en volumen (vol/vol)	Contenido de sólidos en masa (masa/masa)
Base de agua, mínimo (%)	60	70
Base solvente, mínimo (%)	50	60
Sin solvente - Plástico en frío, mínimo (%)	98	-
Norma de ensayo	NTC 1786	NTC 1227

700.2.1.2 Características de la pintura seca

700.2.1.2.1 Aspecto

Después de aplicada la pintura en una lámina de vidrio y dejándola secar durante veinticuatro horas (24 h) a veinte más o menos dos grados Celsius (20 °C ± 2 °C) y sesenta más o menos cinco por ciento (60 % ± 5 %) de humedad relativa, debe tener aspecto uniforme, sin granos, ni desigualdades en el tono del color y con brillo satinado (cáscara de huevo).

700.2.1.2.2 Color

Al secarse sobre la superficie de un pavimento, la pintura no se debe oscurecer con la acción del sol, ni presentar decoloración apreciable con el tiempo.

Una película delgada de pintura, esparcida en una placa de vidrio y dejada secar completamente, no se debe oscurecer ni tampoco decolorar cuando se someta a la acción de los rayos ultravioleta por un período de sesenta minutos (60 min).

700.2.1.2.3 Flexibilidad

La pintura, aplicada en espesor de cero coma cero ocho milímetros (0,08 mm), no debe presentar desprendimiento ni agrietamiento al doblar la muestra sobre un eje de nueve coma cinco milímetros (9,5 mm) de diámetro, veinticuatro horas (24 h) después de aplicada y mantenida en este lapso de manera horizontal a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25 °C) y una humedad relativa de cincuenta por ciento (50 %).

700.2.1.2.4 Adherencia

Al secarse sobre el pavimento de una vía, cuarenta y ocho horas (48 h) después de aplicada, la pintura debe constituir una capa con fuerte adherencia, sin desprenderse cuando se trate de levantar con la uña.

700.2.1.2.5 Sangrado

La relación de contraste debe ser mínimo de cero coma nueve (0,9) y el ensayo se debe hacer de acuerdo con la norma ASTM D868.

700.2.1.2.6 Resistencia a la inmersión en agua

Al preparar una muestra de pintura, con base en la norma ASTM D870 y después de veinticuatro horas (24 h) de inmersión a temperatura ambiente, esta no debe reblandecerse (NTC 5252), ampollarse (NTC 1457-3), arrugarse, perder adhesión (NTC 811), cambiar de color (ASTM D2616) o mostrar cualquier evidencia de deterioro.

700.2.1.2.7 Resistencia a los álcalis

Al aplicar la pintura con un espesor de película seca de cero coma quince milímetros (0,15 mm), sobre una placa de metacrilato preparada adecuadamente para tal efecto, se debe poner a secar a temperatura ambiente y, posteriormente, colocarla en una solución saturada de hidróxido de sodio. Después de cuarenta y ocho horas (48 h) de inmersión a una temperatura de cuarenta y cinco grados Celsius (45 °C), no puede presentar cuarteamiento, ampollamiento, perforaciones diminutas (punta de alfiler), desprendimientos, arrugas, ni decoloración, de acuerdo con lo indicado en la NTC 1360.

700.2.1.2.8 Resistencia a la abrasión

Se debe efectuar de acuerdo con lo señalado en la NTC 1360, para una capa de pintura húmeda, que debe resistir al secarse, como mínimo, la caída libre de cien decímetros cúbicos (100 dm^3) para pinturas a base de agua, ochenta decímetros cúbicos (80 dm^3) para pinturas a base solvente y doscientos decímetros cúbicos (200 dm^3) para pintura sin solvente - plástico en frío.

700.2.2 Resina termoplástica

700.2.2.1 Color

Blanco o amarillo, definidos por las coordenadas cromáticas del Sistema Colorimétrico Estándar CIE 1931, según la Tabla 700 – 3.

700.2.2.2 Composición

La composición de las resinas termoplásticas blanca y amarilla debe cumplir lo relacionado en la Tabla 700 – 4.

700.2.2.3 Masa unitaria

La masa unitaria del material, después de su fusión, debe ser de dos más o menos cero coma dos kilogramos por litro (2 kg/L ± 0,2 kg/L). La determinación se debe hacer de acuerdo con la norma ASTM D70.

Tabla 700 – 3. Coordenadas cromáticas de color para resina termoplástica

Color	Coordenadas cromáticas								Factor de luminancia	
	1		2		3		4		Demarcación	Laboratorio
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
Blanco	0,355	0,355	0,305	0,305	0,285	0,325	0,335	0,375	> 0,40	> 84
Amarillo	0,443	0,399	0,545	0,455	0,465	0,535	0,389	0,431	> 0,20	> 40

Tabla 700 – 4. Composición de resinas termoplásticas blanca y amarilla

Elemento	Color	
	Blanco	Amarillo
Ligante	≥ 18 %	≥ 18 %
Dióxido de titanio	≥ 10 %	-
Microesferas de vidrio	30 % a 40%	30 % a 40 %
Carbonato de calcio y rellenos inertes	≤ 42 %	(Nota)
Pigmento amarillo	0	≥ 4 %

Nota: la cantidad de pigmento amarillo, carbonato de calcio y rellenos inertes depende del fabricante, siempre que se cumplan los requisitos de la NTC 5867.

700.2.2.4 Punto de ablandamiento

El punto de ablandamiento, determinado por el método de anillo y bola según la norma INV E-712, no debe ser inferior a ciento cinco grados Celsius (105 °C).

700.2.2.5 Resistencia al flujo

La disminución en la altura del cono de material termoplástico, luego de haber sido sometido a una temperatura de sesenta más o menos dos grados Celsius (60 °C ± 2 °C) durante veinticuatro horas (24 h), no debe ser mayor del dos por ciento (2 %), según la norma UNE 135223.

700.2.2.6 Temperatura de inflamación

El material termoplástico se debe fundir en un baño de aceite a ciento ochenta grados Celsius (180 °C), homogeneizándolo mediante agitación durante al menos dos horas (2 h). Una vez lograda la perfecta homogeneidad y fluidez de la muestra, se debe verter en el vaso abierto de Cleveland de manera que la parte inferior de su menisco quede a un centímetro (1 cm) de la marca de llenado, con el fin de prevenir desbordamientos del material durante el posterior calentamiento en la realización del ensayo. Si se añade un exceso de muestra, se puede eliminar con una espátula o cucharilla en caliente.

Realizado el ensayo en el vaso abierto de Cleveland, acorde con las normas INV E-709, NTC 5009 (UNE 104281 o ASTM D92), la temperatura de inflamación no debe ser inferior a doscientos cincuenta grados Celsius (250 °C).

700.2.2.7 Factor de luminancia

Empleando un observador patrón 2°, una geometría de medida de cuarenta y cinco (45/O) y una fuente de luz de distribución espectral como la dada por el iluminante D65, el valor del factor de luminancia (B) debe ser al menos de cero coma ochenta (0,80) para el

color blanco y cero coma cuarenta (0,40) para el color amarillo (norma ASTM E1347).

700.2.2.8 Estabilidad al calor

El valor del factor de luminancia después de mantener el material a una temperatura de doscientos más o menos dos grados Celsius (200 °C ± 2 °C) durante seis horas (6 h) con agitación continua, no debe variar en más de cero coma cero tres (0,03) (norma BS EN 1871:2020).

700.2.2.9 Envejecimiento artificial acelerado

Se preparan dos (2) probetas aplicando una película de material mediante un extendedor adecuado, a un rendimiento aproximado de dos mil seiscientos gramos por metro cuadrado (2 600 g/m²), sobre un recipiente de aluminio de ciento cincuenta milímetros (150 mm) por setenta y cinco milímetros (75 mm), por seiscientos veinticinco milímetros (625 mm), previamente desengrasado con disolvente; se dejan secar durante siete días (7 d), en posición horizontal a una temperatura de veintitrés más o menos cinco grados Celsius (23 °C ± 5 °C) y cincuenta más o menos cinco por ciento (50 % ± 5 %) de humedad relativa, protegidas de la radiación solar y del polvo, midiéndose inmediatamente, antes de comenzar este ensayo, su color y factor de luminancia sobre la superficie exterior de la película (norma ASTM G154). Realizado el ensayo durante ciento sesenta y ocho horas (168 h), en ciclos de ocho horas (8 h) de radiación UV de longitud de onda comprendida entre doscientos ochenta nanómetros (280 nm) y trescientos diez y seis nanómetros (316 nm) a sesenta más o menos tres grados Celsius (60 °C ± 3 °C) y cuatro horas (4 h) de condensación a cincuenta más o menos dos grados Celsius (50 °C ± 2 °C), no se debe producir un aumento o una disminución en el factor de luminancia superior a cero coma cero cinco (0,05) respecto del valor original. Por otra parte, el material aplicado después del ensayo y observado dos horas (2 h) después de su aplicación, no debe presentar defecto superficial alguno (norma ASTM D4587).

700.2.2.10 Resistencia a la abrasión

Aplicado el material con un rendimiento tal que permita obtener un espesor de un milímetro (1 mm) y ensayada la muestra con un abrasímetro Taber con ruedas calibradas tipo H-22, con una masa de quinientos gramos (500 g) y en húmedo, no se debe producir una pérdida de masa mayor de doscientos cincuenta miligramos (250 mg) al cabo de cien (100) revoluciones.

700.2.3 Microesfera de vidrio

700.2.3.1 Características

700.2.3.1.1 Naturaleza

La microesfera de vidrio debe ser de tal naturaleza que permita su incorporación a la pintura inmediatamente después de aplicada, de modo que su superficie se pueda adherir firmemente a la película de pintura y su retrorreflexión sea satisfactoria para las líneas y demás marcas viales.

700.2.3.1.2 Microesferas defectuosas

Las microesferas deben ser transparentes, sin color apreciable, suaves, bien redondeadas,

no deben contener nubes o aspecto lechoso ni burbujas de aire que puedan afectar su funcionamiento.

El porcentaje ponderado de microesferas de vidrio defectuosa debe ser como máximo del dos por ciento (2 %) para las microesferas cuyo diámetro sea inferior a un milímetro (1 mm) y del treinta por ciento (30 %) para las microesferas cuyo diámetro sea igual o superior a un milímetro (1 mm), siempre que el porcentaje de granos y de partículas extrañas sea como máximo del tres por ciento (3 %) en ambos casos.

Después de someterse a los ensayos de la NTC 2072, las microesferas de vidrio que presenten alteraciones deben considerarse como defectuosas.

700.2.3.1.3 Clasificación

De acuerdo con su tamaño e índice de refracción, las microesferas de vidrio se clasifican en:

Tipo I: de bajo índice de refracción de vidrio reciclado.

Tipo III: de índice de refracción alto.

Tipo IV: de índice de refracción bajo, vidrio fundido directo.

700.2.3.1.4 Composición

Las microesferas de vidrio Tipo I, deben estar fabricadas completamente de fragmentos de vidrio recuperados mediante el proceso de pulido al fuego y contener máximo el sesenta por ciento (60 %) de sílice.

Las microesferas de vidrio Tipo III, deben estar fabricadas en un material tal, que cumpla con los requisitos de la NTC 2072.

Las microesferas de vidrio Tipo IV, deben estar fabricadas mediante el proceso de fundición directa del vidrio con un material tal que observe los requisitos de la NTC 2072. No deben contener residuos visibles de carbón.

700.2.3.1.5 Índice de refracción

El índice de refracción de las microesferas de vidrio se debe determinar usando el método de inmersión en líquido con una fuente de luz blanca, a una temperatura de veinticinco grados Celsius (25 °C).

Las microesferas Tipo I y Tipo IV, deben tener un índice de refracción entre uno coma cincuenta y uno coma cincuenta y cinco (1,50 y 1,55) y para microesferas Tipo III, el índice debe estar en el rango entre uno coma noventa y uno coma noventa y tres (1,90 y 1,93). La medición se debe hacer con acatamiento de la NTC 2072.

700.2.3.1.6 Densidad

La densidad de las microesferas de vidrio Tipo I y Tipo IV debe estar en el rango entre dos coma tres y dos coma seis gramos sobre centímetro cúbico (2,3 g/cm^3 y 2,6 g/cm^3), y para microesferas de vidrio Tipo III, estar en el rango entre cuatro y cuatro coma cinco gramos sobre centímetro cúbico (4 g/cm^3 y 4,5 g/cm^3), en observancia de lo especificado en la NTC 2072.

700.2.3.1.7 Granulometría

La granulometría de las microesferas de vidrio debe estar dentro de los límites dados en la Tabla 700 – 5.

Si los documentos del proyecto así lo consideran, o si el constructor propone una granulometría particular para obtener los valores de reflectividad exigidos, se puede emplear una granulometría diferente con la autorización del interventor, previa realización de los análisis de resultados de pruebas de campo y laboratorio.

700.2.3.1.8 Resistencia a la fractura

La microesfera de vidrio debe presentar una resistencia mínima a la fractura, así:

- Para las microesferas de vidrio retenidas en el tamiz de 0,600 mm (nro. 30): ciento setenta y ocho newton (178 N).
- Para las microesferas que pasen el tamiz de 0,600 mm (nro. 30) y que queden retenidas en el tamiz de 0,425 mm (nro. 40): ciento treinta y tres coma cinco newton (133,5 N).

700.2.3.1.9 Resistencia a la humedad

Las microesferas deben fluir libremente al ser ensayadas con el siguiente procedimiento: en un vaso de precipitado de quinientos centímetros cúbicos (500 cm^3) se colocan cien gramos (100 g) de microesferas de vidrio, luego se adiciona un volumen equivalente de agua

Tabla 700 – 5. Granulometría de las microesferas de vidrio retrorreflectivas, porcentaje en peso que pasan

Tamiz		Tipo I				Tipo III		Tipo IV			
Tamiz U.S. (ASTM E11-NTC 32	Tamiz ISO 565 R40/3, Micrones	A Gruesa-posmezclado		B Fina-premezclado		posmezclado		A Grande y gruesa - posmezclado		B Medio gruesa-posmezclado	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
12	1 700	-	-	-	-	-	-	100	-	100	-
14	1 400	-	-	-	-	-	-	95	100	-	-
16	1 180	-	-	-	-	100	-	80	95	95	100
18	1 000	-	-	-	-	-	-	10	40	-	-
20	850	100	-	-	-	95	100	0	5	35	70
30	600	80	100	-	-	55	75	-	-	0	5
40	425	-	-	-	-	15	35	-	-	-	-
50	300	18	35	-	-	0	5	-	-	-	-
70	212	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-
80	180	-	-	85	100	-	-	-	-	-	-
100	150	0	10	-	-	-	-	-	-	-	-
140	106	-	-	15	55	-	-	-	-	-	-
200	75	0	2	-	-	-	-	-	-	-	-
230	63	-	-	0	10	-	-	-	-	-	-

Nota: las microesferas Tipo I, se clasifican en: Grado A (tamaño grueso para sembrado, posmezclado) y Grado B (tamaño fino premezclado) y las microesferas Tipo IV, se clasifican en: Grado A (Tamaño grueso para sembrado, posmezclado) y Grado B (tamaño fino para sembrado, posmezclado).

agregada de tal forma que la parte superior de las microesferas sea humedecida; se deja en reposo durante cinco minutos (5 min). Después de este periodo, se transfieren las microesferas de vidrio a un vaso de precipitados limpio y seco y se dejan en reposo durante cinco minutos (5 min); pasado este tiempo, se vierten las microesferas en un embudo de doce coma cinco centímetros (12,5 cm) de diámetro con un vástago de diez centímetros (10 cm) de longitud; las microesferas deben fluir a través del embudo sin interrupción (es permitida una agitación inicial suave para iniciar el flujo), todo ajustado a la NTC 2072.

700.2.3.1.10 Embalaje e identificación

Las microesferas de vidrio se deben empacar en lotes como lo haya especificado el proveedor y en recipientes impermeables de material adecuado que permitan conservar la calidad del producto. En el empaque/envase o en el rótulo adherido firmemente a este, se debe indicar:

- Tipo de microesfera de vidrio.
- Nombre y dirección del fabricante.
- Marca comercial de fábrica y su ubicación.
- Fecha de fabricación.
- Identificación de fabricación (número de lote).
- Indicación de los tratamientos químicos especiales, en caso de tenerlos.
- Cantidad contenida en el saco, en kilogramos.
- Recomendaciones sobre bodegaje y arrume máximo.
- Sugerencias de aplicación.
- Abertura de los tamices superior e inferior nominales de su granulometría.
- Información y advertencias que se requieran por la legislación nacional vigente.
- Marcado adicional según se especifique en el contrato o en la orden de pedido.

700.2.3.1.11 Propiedades de aplicación

En caso de aplicación de la microesfera de vidrio sembrada, la pintura de demarcación de pavimentos se debe aplicar sobre la superficie del pavimento, empleando como mínimo cuatrocientos gramos sobre metro cuadrado (400 g/m^2) de microesfera; si la aplicación de las microesferas es premezclada, la proporción de microesfera de vidrio en la pintura para demarcación de pavimentos debe ser de doscientos a doscientos cincuenta gramos sobre litro (200 g/L a 250 g/L) y se debe incorporar antes de la aplicación; las microesferas de vidrio deben fluir libremente de la máquina dosificadora y la retrorreflexión debe ser satisfactoria para la señalización, de acuerdo con el numeral 700.5.2.3.

700.2.4 Óptica compuesta

700.2.4.1 Características

700.2.4.1.1 Naturaleza

La óptica compuesta debe ser de tal naturaleza que permita su incorporación a la pintura inmediatamente después de aplicada, de modo que su superficie se pueda adherir firmemente a la película de pintura y su retrorreflexión sea satisfactoria para las líneas y demás marcas viales.

700.2.4.1.2 Composición

La óptica compuesta es una partícula retrorreflectante multicomponente conformada por un

núcleo pigmentado (típicamente blanco o amarillo), combinado con microesferas de vidrio o microesferas cerámicas muy pequeñas. Los elementos compuestos no deben fabricarse con materiales que se sepa contienen trazas de plomo, cromo o arsénico.

700.2.4.1.3 Índice de refracción

Los elementos compuestos deben tener un índice de refracción entre uno coma nueve y dos coma cuatro (1,9 y 2,4) cuando se prueben utilizando el método de inmersión en aceite líquido, con base en lo establecido en la norma ASTM D7942.

700.2.4.1.4 Granulometría

La granulometría debe estar dada por el fabricante de la óptica compuesta.

700.2.4.1.5 Embalaje e identificación

El material de óptica compuesta se debe empacar en lotes como lo haya especificado el proveedor y en recipientes impermeables de material adecuado que permitan conservar la calidad del producto. En el empaque/envase o en el rótulo adherido firmemente a este, se debe indicar:

- Tipo de elemento.
- Nombre y dirección del fabricante.
- Marca comercial de fábrica y su ubicación.
- Fecha de fabricación.
- Identificación de fabricación (número de lote).
- Indicación de los tratamientos químicos especiales, en caso de tenerlos.
- Cantidad contenida en el saco, en kilogramos.
- Recomendaciones sobre bodegaje y arrume máximo.
- Sugerencias de aplicación.
- Información y advertencias que se requieran por la legislación nacional vigente.
- Marcado adicional según se especifique en el contrato o en la orden de pedido.

700.2.4.1.6 Propiedades de aplicación

La dosificación mínima de la óptica compuesta debe estar en observancia de las especificaciones del fabricante y en concordancia con la norma ASTM D7942; la óptica compuesta debe fluir libremente de la máquina dosificadora y la retrorreflexión debe ser satisfactoria para la señalización, según el numeral 700.5.2.3.

700.2.5 Otros tipos de materiales

Los requisitos sobre características, dosificación, instalación o ejecución de los trabajos, control y recibo de otros tipos de materiales como plásticos en frío y cintas preformadas empleados en la demarcación de calles y carreteras, son los establecidos en las normas NTC 4744-1, NTC 4744-2, NTC 4744-3, NTC 4744-4 o normas que apliquen en cada caso específico y deben ser objeto de una especificación particular.

700.3 Equipo

La pintura de líneas y la elaboración de marcas viales, se deben realizar con un equipo que cumpla lo especificado en la NTC 4744-2 en lo referente a este particular y en cada uno de sus puntos.

Se debe disponer, además, de un camión con capacidad igual o superior a cinco toneladas (5 t), adecuado para el transporte de los materiales hasta los frentes de trabajo, lo mismo que las señales verticales de tránsito, conos y barricadas necesarias para informar a los usuarios sobre el cierre de la vía o para restringir la velocidad de circulación cuando se pinta con vía abierta.

700.4 Ejecución de los trabajos

700.4.1 Selección del material de demarcación por utilizar

Para seleccionar la clase de material de demarcación vial por aplicar, se debe llevar a cabo el procedimiento establecido en la NTC 4744-1, a partir de las características específicas del proyecto (situación de la demarcación vial, textura superficial del pavimento, tipo de vía, ancho de carril y tránsito promedio diario (TPD)).

700.4.2 Preparación de la superficie

Antes de aplicar la demarcación, debe inspeccionarse el pavimento, con el fin de comprobar su estado superficial y posibles defectos existentes, para así determinar el sistema de demarcación por realizar.

La superficie que va a recibir el material de demarcación debe estar seca y libre de polvo, grasa, aceite y otras sustancias extrañas que afecten la adherencia del recubrimiento. La limpieza se debe efectuar por cualquier procedimiento que resulte aceptable para el interventor.

Cabe anotar que los materiales cementantes que impidan la adherencia, deben ser retirados mediante el lavado de la superficie.

Las superficies de hormigón nuevas y los agregados expuestos se deben someter a un tratamiento con materiales compatibles con el producto que se va a aplicar, según las recomendaciones del fabricante, con el fin de garantizar la adherencia, previa eliminación de todos los materiales empleados en el proceso de curado del hormigón.

Para garantizar contraste entre la superficie del hormigón y la demarcación vial, debe emplearse una línea negra adyacente a la de demarcación, de ancho igual a un cuarto (1/4) del ancho de la línea, excepto para marcas viales donde se implementan líneas negras de ancho igual a cincuenta milímetros (50 mm). Esto es válido tanto para aplicaciones por primera vez, como para aplicaciones de repintado.

La demarcación que se aplique debe ser compatible con la superficie de rodadura y debe presentar buena adherencia; en caso contrario, se debe efectuar el tratamiento superficial. Se deben tener en cuenta los criterios de compatibilidad entre los componentes del material de demarcación y la superficie de rodadura, definidos por su fabricante.

Si la superficie presenta defectos o huecos notables, se deben corregir los primeros y rellenar los segundos con materiales de la misma naturaleza que los de la superficie, antes de proceder a la aplicación de la pintura.

Previo al inicio de las operaciones de demarcación, el constructor debe efectuar un cuidado-

so replanteo que garantice con los medios de demarcación que disponga, una perfecta terminación. En caso de no tener un mejor sistema de referencia, se debe crear una guía de referencia con puntos de treinta milímetros (30 mm) de diámetro espaciados preferiblemente cada cero coma cincuenta metros (0,50 m) y máximo entre cinco y diez metros (5 m y 10 m), en curva y recta respectivamente, los cuales se realizan con la misma pintura con la que se ejecuta el trabajo.

Cuando la demarcación vaya a ser aplicada sobre superficies previamente pintadas o demarcadas, el constructor debe establecer el tipo de tratamiento a ejecutar sobre ellas para garantizar la adherencia con el material nuevo, según lo determinado en la NTC 4744-4, el cual se debe someter a estudio y aceptación por parte del interventor. Si es necesario retirar la pintura o cualquier otro material antiguo, estos deben ser raspados o fresados por un medio aprobado por el interventor, barriéndose a continuación el material desprendido.

En el caso de los pavimentos de concreto, si el factor de luminancia del pavimento fuese superior a cero coma quince (0,15), evaluado de acuerdo con la norma UNE-EN 1436, se debe rebordear la línea por aplicar con un material apropiado de color negro, a ambos lados y con un ancho aproximadamente igual a la mitad (1/2) del correspondiente a la línea de demarcación.

700.4.3 Dosificación

700.4.3.1 Pintura de aplicación en frío

La pintura se debe aplicar longitudinalmente a lo largo de la vía, en un ancho de doce centímetros (12 cm), con un espesor húmedo entre veinte y treinta mils (20 mils – 30 mils), de acuerdo con la clasificación de pinturas establecida en la NTC 1360; en caso de aplicación de la microesfera de vidrio sembrada, la pintura de demarcación de pavimentos se debe aplicar sobre la superficie del pavimento, empleando como mínimo cuatrocientos gramos sobre metro cuadrado (400 g/m^2) de microesfera; si la aplicación de las microesferas es premezclada, la proporción de microesfera de vidrio en la pintura para demarcación de pavimentos debe ser de doscientos a doscientos cincuenta gramos sobre litro (200 g/L a 250 g/L) y se debe incorporar antes de la aplicación.

El constructor debe someter a estudio y aprobación del interventor el sistema de aplicación de las microesferas de vidrio; estas pueden aplicarse a presión o por gravedad, teniendo en cuenta que la contracción que se presenta en el ancho de la lámina de la microesfera, cuando se aplica de la segunda forma, no sea menor que el ancho de la línea a demarcar, que la cantidad de microesfera sea homogénea en todo el ancho de la línea, que en ningún momento haya deficiencia en los extremos ni exceso en la parte central de la línea y que, cuando se aplica línea intermitente, caigan microesferas en toda la longitud de ella.

Cuando las microesferas se aplican a presión, se debe regular la fuerza del compresor de manera tal que quede la mayor cantidad de este producto atrapada sobre la pintura húmeda.

700.4.3.2 Resina termoplástica

La resina termoplástica se debe aplicar longitudinalmente a lo largo de la vía por extrusión o pulverización, con un espesor seco de dos

coma tres milímetros o noventa mils (2,3 mm o 90 mils), para extrusión y de uno coma cinco milímetros o sesenta mils (1,5 mm o 60 mils) por pulverización, en relación con lo establecido en la NTC 4744-4; las microesferas se deben aplicar a razón de cuatrocientos gramos por metro cuadrado (400 g/m^2) de resina termoplástica aplicada. Esta dosificación varía proporcionalmente de acuerdo con el ancho de la línea y el espesor de la película.

700.4.4 Plan de Manejo de Tránsito (PMT)

El constructor debe contar con un PMT e instalar todos los elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, de acuerdo con lo establecido en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte, los cuales deben garantizar la seguridad permanente tanto del personal y de los equipos de construcción, como de los usuarios y transeúntes, durante las veinticuatro horas (24 h) del día.

Para actividades que no impliquen el cierre total de la vía, el interventor debe dar su visto bueno previo a la presentación de un PMT. Para casos que impliquen el cerramiento total de la vía, se deben tramitar los permisos correspondientes ante la autoridad competente y se debe presentar el PMT aprobado por el interventor.

Cuando se aplique la demarcación de pintura blanca en líneas de borde de calzada puede requerirse el cierre parcial de la vía, según las condiciones de la aplicación. El vehículo debe ir en el mismo sentido de circulación del tráfico. Una vez aplicada la línea, se debe proteger con conos u otros dispositivos de señalización durante el tiempo de secado, antes de dar al servicio la vía. Para la aplicación de líneas amarillas, se debe cerrar totalmente la vía en calzadas únicas bi-direccionales. No se debe efectuar la demarcación en contravía bajo estas condiciones de circulación.

Cuando el volumen de tránsito es superior a mil (> 1 000) vehículos por día y se va a restringir la circulación, se deben programar, en coordinación con la Oficina de Comunicaciones del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), cierres máximos de dos horas (2 h) con intermedios de una hora (1 h) de circulación normal e informar por medios de comunicación hablados y escritos sobre esta situación, tres días (3 d) hábiles antes de iniciar las labores.

700.4.5 Aplicación de los materiales

700.4.5.1 Pintura de aplicación en frío

La pintura y las microesferas de vidrio se deben suministrar ya preparadas y listas para su empleo y no se les debe agregar ni quitar ningún componente en el sitio de los trabajos.

Únicamente pueden ser usados los tipos de disolventes especificados por el fabricante de la pintura de tráfico. Es admisible un máximo de tres por ciento (3 %) en volumen, para facilitar el flujo de la pintura por las pistolas; los disolventes, nunca se deben aplicar con el fin de rendir la pintura.

La pintura se debe aplicar de manera homogénea, de tal forma que no haya excesos ni deficiencias en ningún punto; debe formar una película uniforme, sin arrugas, ampollas o bolsas de aire.

Las microesferas deben dispersarse uniformemente en la película de pintura fresca, la cual

debe ligarlas para lograr la máxima adhesión y agarre de ellas, pero sin afectar sus grados de refracción y reflexión.

700.4.5.2 Resina termoplástica

La resina termoplástica y las microesferas de vidrio, se deben suministrar ya preparadas y listas para su empleo y no se les debe agregar ni quitar ningún componente en el sitio de los trabajos.

La resina termoplástica se debe aplicar de manera homogénea, de forma que no haya excesos ni deficiencias en ningún punto, formando una película uniforme sin arrugas, ampollas o bolsas de aire.

Las microesferas de vidrio se deben dispersar uniformemente sobre la película de resina en estado líquido, la cual debe ligarlas para lograr la máxima adhesión y agarre de ellas, pero sin afectar sus grados de refracción y reflexión.

700.4.5.3 Consideraciones adicionales

Toda demarcación no aceptada por el interventor en cuanto a acabado, alineamiento longitudinal y reflectividad, debe ser corregida o removida por el constructor bajo su propia cuenta y riesgo, mediante fresado u otro procedimiento apropiado que no afecte la estructura del pavimento.

En ningún evento se debe utilizar pintura negra de tráfico para tapar la demarcación defectuosa.

Igual tratamiento se debe dar a toda la demarcación colocada en forma diferente a los planos o las instrucciones del interventor y que, a criterio de este, pueda generar confusión o inseguridad a los usuarios de la vía.

El constructor debe remover bajo su propia cuenta y riesgo toda pintura, resina termoplástica o cualquier material utilizado que presente problemas de adherencia con la superficie.

700.4.6 Limitaciones en la ejecución

Bajo condiciones de lluvia no se debe aplicar la pintura para demarcación de pavimentos, ni cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius (5 °C) o superior a cuarenta grados Celsius (40 °C) y según lo especifique el fabricante del producto. Tampoco se debe aplicar el material cuando el viento sea mayor a veinte kilómetros por hora (20 km/h) o la temperatura de la superficie por demarcar sea superior a cuarenta y ocho grados Celsius (48 °C), a no ser que el fabricante de la pintura recomiende su aplicación a esta temperatura en la ficha técnica del producto.

En el momento de la aplicación de la pintura para demarcación, la humedad relativa no puede ser mayor al ochenta por ciento (80 %) y la temperatura de la superficie debe ser mínimo diez grados Celsius (10 °C) por encima del punto de rocío, con el fin de que el vapor de agua del aire no afecte la calidad de la pintura. En todo caso, se debe seguir las recomendaciones de temperaturas definidas por el fabricante del producto.

Se debe verificar la humedad del pavimento con ayuda de equipos de control (menor del cinco por ciento (5 %) de la humedad) o métodos manuales; por ejemplo, para determinar la presencia de agua, se pega sobre la superficie

del pavimento una película de cuatrocientos centímetros cuadrados (400 cm^2) de plástico, empleando cinta de enmascarar, sellando todos los bordes. Luego de treinta minutos (30 min), se examina la presencia de agua condensada sobre el material o la superficie del pavimento. Si se detecta la presencia de agua condensada no se debe aplicar la pintura para demarcación.

No se debe aplicar termoplástico bajo condiciones de lluvia ni cuando la temperatura ambiente sea inferior a doce grados Celsius (12 °C) o la temperatura del pavimento sea inferior a nueve grados Celsius (9 °C).

La temperatura de calentamiento del termoplástico y el número de recalentamientos tienen topes máximos, los cuales deben estar de acuerdo con las especificaciones definidas por el fabricante.

Cuando el termoplástico se aplique sobre concreto hidráulico o pavimento asfáltico, con agregados expuestos, se recomienda aplicar un adhesivo (cuando se requiera esta aplicación, el fabricante debe definir su uso) para mejorar el enlace de unión entre el pavimento y el termoplástico.

No debe aplicarse termoplástico cuando exista humedad en el pavimento. Para determinar la presencia de humedad, se coloca sobre la superficie del pavimento una película de cuatrocientos centímetros cuadrados (400 cm^2) de plástico resistente a temperatura; posteriormente, se debe fundir el termoplástico sobre esta y luego examinar la presencia de agua condensada sobre el material o la superficie del pavimento. De detectarse la presencia de agua condensada, no se debe aplicar el material.

700.4.7 Apertura al tránsito

Las superficies demarcadas deben ser protegidas de la acción de cualquier tipo de tránsito hasta el instante en que el recubrimiento se encuentre perfectamente seco. Dicho instante debe ser definido por el interventor.

700.4.8 Manejo ambiental

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la aplicación de pintura en líneas de demarcación y marcas viales, se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación, deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades se deben incluir en los costos del proyecto; por tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

700.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

700.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el constructor.
- Revisar la instalación de la señalización temporal para informar del cierre parcial de la vía o de la restricción de la velocidad de

circulación, cuando la demarcación se hace con vía abierta.

- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad exigidos en el numeral 700.2.
- Corroborar que los materiales se apliquen uniformemente y en los sitios previstos.
- Supervisar la adhesión, el acabado y la reflectividad de la pintura colocada.
- Examinar como mínimo: (i) el alineamiento de las marcas viales cada dos kilómetros (2 km); (ii) el ancho de la línea cada quinientos metros (500 m), (iii) la separación entre líneas cada cinco kilómetros (5 km) (iv) la variación del espaciamiento de las líneas con o sin demarcación cada cinco kilómetros (5 km), (v) el inicio y la finalización de zonas con o sin distancia de visibilidad para realizar la maniobra de adelantamiento y (vi) el ancho de carriles cada cinco kilómetros (5 km); o en los sitios que lo considere pertinente el interventor.
- Inspeccionar el cumplimiento sobre las distancias de prohibido adelantamiento, en curvas verticales y horizontales y en zonas con esta restricción en tramo recto, donde la distancia de visibilidad de adelantamiento sea mayor que la distancia de visibilidad del sector. Para ello, se debe indicar claramente al constructor las velocidades de operación en cada uno de los sectores, para poder hacer estas mediciones de acuerdo con lo expresado en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte.
- Realizar la medición del espesor de película húmeda real, sin microesfera y el espesor de película seca y verificar su cumplimiento respecto de lo establecido en la NTC 4744-4.
- Verificar la homogeneidad y retrorreflectividad según lo definido en la NTC 4744-4.

El interventor debe exigir al constructor, el certificado de conformidad expedido por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC), o por un organismo de certificación de productos del país de origen, debidamente acreditado para certificar dichos materiales, aportado por las compañías fabricantes o lo que establezca la Superintendencia de Industria y Comercio en materia de evaluación de la conformidad.

El interventor debe medir para efectos de pago, el trabajo correctamente ejecutado de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones de interventor.

700.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

700.5.2.1 Acabado

700.5.2.1.1 Pintura de aplicación en frío

Las líneas deben ser razonablemente uniformes y libres de irregularidades. La uniformidad se debe determinar tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectangulares de calibre nro. 16 de diez centímetros (10 cm) por quince centímetros (15 cm), las cuales se colocan cada quinientos metros (500 m). Cuando se hace la toma de la muestra, se debe interrumpir la pistola de aplicación de microesfera. Inmediatamente, estando húmeda la pintura, con una galga (micrómetro para medir espesores húmedos de pintura) se debe medir el espesor aplicado.

Las cantidades de pintura y de microesferas aplicadas deben determinarse tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectan-

gulares de calibre nro. 16 de quince centímetros (15 cm) por veinticinco centímetros (25 cm), las cuales se deben colocar cada cinco mil metros (5 000 m).

La muestra de pintura con microesferas, seca, se debe colocar dentro de un disolvente que deshaga la pintura. Al tamizar el material disuelto en el tamiz de 0,075 mm (nro. 200), deben quedar atrapadas las microesferas aplicadas. Conociendo la masa de la lámina galvanizada, la masa total de esta con pintura y microesferas, la densidad, el contenido de sólidos y el área de pintura en la lámina, se debe determinar la cantidad real de pintura y de microesferas aplicadas en las líneas o marcas viales.

La toma de la muestra se debe realizar cuando el vehículo esté aplicando pintura y microesferas de vidrio a la vez. En seguida, se debe tomar una muestra de cero coma cinco litros (0,5 L) de la pintura que está saliendo por la pistola. De la muestra de pintura líquida se debe determinar en el laboratorio, la densidad y el contenido de sólidos.

700.5.2.1.2 Resinas termoplásticas

Las cantidades y uniformidad de termoplástico y microesferas aplicados se deben determinar tomando muestras sobre láminas galvanizadas rectangulares de calibre nro. 16 de quince centímetros (15 cm) por veinticinco centímetros (25 cm), las cuales se deben colocar cada cinco mil metros (5 000 m).

También, se deben atender los demás requisitos establecidos en este artículo y los especificados en la NTC 4744-4.

700.5.2.2 Dimensiones y tolerancias

- Las franjas que correspondan a las denominadas marcas longitudinales en el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte, deben tener un ancho mínimo de doce centímetros (12 cm).
- Las demás marcas deben tener las dimensiones y separaciones que se indiquen en los planos del proyecto, las cuales deben estar de acuerdo con lo que indique el Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte.
- El espesor mínimo de película seca de pintura debe ser de: nueve mils (9 mils) para pintura líquida alquídica y pintura líquida acrílica base solvente o base agua, doce mils (12 mils) para pintura líquida acrílica base agua alto espesor, noventa mils (90 mils) para termoplástico por extrusión con superficie plana, sesenta mils (60 mils) para termoplástico por pulverización, veintidós mils (22 mils) para plástico en frio por pulverización y cuarenta mils (40 mils) para plástico de aplicación en frío (extruible) con superficie plana.
- Las longitudes de segmentos y espacios tienen una relación de longitudes de tres a cinco (3 a 5). Son de cuatro coma cinco metros (4,5 m) y siete coma cinco metros (7,5 m), respectivamente, para velocidades mayores a sesenta kilómetros por hora (60 km/h) y de tres metros (3 m) y cinco metros (5 m), respectivamente, para velocidades menores o iguales a sesenta kilómetros por hora (60 km/h); para ciclovías la relación entre las longitudes de segmentos y espacios debe ser de uno a dos (1 a 2), el largo del segmento será de un metro (1 m) y el largo de la brecha o espacio de dos metros (2 m).

- La desviación máxima permitida (flecha), en cualquier tramo en línea recta, debe ser de cinco centímetros (5 cm) en una distancia de cincuenta metros (50 m).
- Se deben atender las demás disposiciones del Manual de Señalización Vial vigente del Ministerio de Transporte y las de la NTC 4744-4.
- El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

700.5.2.3 Retrorreflectividad

A las líneas y marcas con pintura o termoplástico, una vez aplicadas, se les debe medir la retrorreflectividad y se deben obtener valores mayores o iguales a doscientos (200) milicandelas/m2/lux para pintura amarilla y doscientos cincuenta (250) milicandelas/m2/lux para pintura blanca en cualquier sitio de la vía demarcada, en relación directa con lo establecido en la NTC 4744-3.

Nota: Los valores de retrorreflexión en seco, húmedo y lluvia, al igual que los métodos de ensayo, deben cumplir con los requisitos mínimos establecidos en la norma UNE-EN 1436.

Estos valores son aplicables para vías con tránsito promedio diario menor o igual a tres mil (TPD ≤ 3 000) vehículos, siempre y cuando se cuente con un sistema de limpieza y mantenimiento adecuado que no deteriore la demarcación. Para volúmenes de tránsito mayores, los valores de reflectancia deben ser los indicados en los documentos del proyecto.

Se debe garantizar la retrorreflectividad a largo plazo o luego de seis (6) meses para la pintura o termoplástico. Al efecto, se deben obtener valores precisados en la NTC 4744-3.

La toma de datos se debe realizar por cada kilómetro de obra ejecutada en tres (3) sitios y por cada línea. Un dato obtenido debe ser el promedio de tres (3) medidas realizadas en la misma línea dentro de una distancia de tres metros (3 m); las medidas individuales deben estar dentro del diez por ciento (10 %) del promedio de las mismas o, de lo contrario, se deben tomar dos (2) o más lecturas adicionales para promediarlas y verificar si el promedio está o no dentro de los rangos especificados.

Debe tener en cuenta que todas las medidas se deben tomar sobre superficies limpias y secas y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del equipo con que se realizan las mediciones, el cual debe suministrar los datos directamente en las unidades anotadas anteriormente.

En caso de que se obtengan valores por debajo del mínimo especificado, se deben hacer mediciones cada doscientos metros (200 m) para identificar la zona no conforme, y así el constructor asuma las acciones correctivas que corren a sus expensas.

En las normas NTC 5867, Materiales para demarcación de pavimentos termoplástico retrorreflectiva blanco y amarillo (forma solida) y la NTC 5868, Materiales para demarcación de pavimentos, laminado elastoplástico (cintas preformadas) para señalización. Requisitos y Métodos de Ensayo, se especifican las características y requisitos de estos materiales para la demarcación de pavimentos.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deben ser corregidas por el constructor bajo su propia cuenta y riesgo, previa aprobación del interventor.

700.5.2.4 Resistencia al deslizamiento

Para marcas viales, el valor de resistencia al deslizamiento, expresado en unidades SRT, debe ser mayor o igual a cuarenta y cinco (≥ 45), conforme al método de ensayo especificado en las normas INV E-792 y NTC 5129.

700.6 Medida

700.6.1 Líneas de demarcación

La unidad de medida de las líneas de demarcación debe ser el metro (m) aproximado al decímetro (dm), de línea de demarcación continua o discontinua efectivamente aplicada sobre la superficie, de acuerdo con los planos del proyecto y esta especificación, aprobadas por el interventor. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

700.6.2 Marcas viales

La unidad de medida para las demás marcas viales debe ser el metro cuadrado (m^2), aproximado a la centésima de metro cuadrado, de superficie realmente pintada, medida en el sitio o terreno y aceptada por el interventor. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se debe medir ninguna línea de demarcación o marca vial colocada por fuera de los límites autorizados por el interventor.

700.7 Forma de pago

El pago de las líneas de demarcación y demás marcas viales se debe hacer al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aprobada por el interventor.

El precio unitario debe cubrir todos los costos de suministro, transporte, almacenamiento, desperdicios y aplicación de la pintura en frío o resina termoplástica y las microesferas reflectivas u otros materiales a que haya lugar; todos los trabajos e insumos necesarios para preparar las superficies donde se aplica el material de demarcación utilizado, incluyendo el imprimante si fuera necesario; la señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos y el lapso posterior que fijen el interventor para la apertura al tránsito y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

El precio unitario debe cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del constructor.

700.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
700.1	Línea de demarcación con pintura en frío	Metro (m)
700.2	Línea de demarcación con resina termoplástica	Metro (m)
700.3	Marca vial con pintura en frío	Metro cuadrado (m^2)
700.4	Marca vial con resina termoplástica	Metro cuadrado (m^2)



VI	CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT
6.1	**EXCAVACIÓN A MANO DE MATERIAL HUMEDO INCLUYE TRANSPORTE.**
ÍTEM DE PAGO	600.2.4

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Excavaciones varias

Artículo 600 – 22

600.1 Descripción

600.1.1 Generalidades

Este trabajo consiste en la excavación necesaria para las fundaciones de las estructuras a las cuales se refiere el presente artículo, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas indicadas en los documentos del proyecto. Comprende, además, la construcción de sistemas de apuntalamientos y entibados, encofrados, ataguías y cajones y el sistema de drenaje que sea necesario para la ejecución de los trabajos de excavación; así como el retiro posterior de encofrados y ataguías. Incluye también, la remoción, el transporte, la disposición de todo material generado por las actividades de excavación y limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo.

No se incluyen en este artículo las excavaciones producidas para cualquiera de las estructuras consideradas en artículos específicos dentro de las presentes especificaciones, salvo que las mismas hagan referencia a este.

600.1.2 Clasificación

600.1.2.1 Excavaciones varias sin clasificar

Se refiere a los trabajos de excavaciones varias de cualquier material, sin importar su naturaleza ni la presencia de la tabla de agua o nivel freático.

600.1.2.2 Excavaciones varias clasificadas

600.1.2.2.1 Excavaciones varias en roca en seco

Comprenden la excavación del mismo tipo de material descrito en el numeral 210.1.3.2.1. del artículo 210, Excavación de la explanación, canales y préstamos.

600.1.2.2.2 Excavaciones varias en roca bajo agua

Incluyen toda excavación cubierta por el numeral anterior, donde la presencia permanente de agua sobre el nivel de la excavación dificulte su ejecución.

600.1.2.2.3 Excavaciones varias en material común en seco

Abarcan la excavación, en seco, de materiales no cubiertos por el numeral 600.1.2.2.1.

600.1.2.2.4 Excavaciones varias en material común bajo agua.

Corresponden a toda excavación de los materiales considerados en el numeral anterior, pero donde la presencia permanente de agua

sobre el nivel de la excavación dificulte su ejecución.

600.2 Materiales

Los materiales provenientes de las excavaciones varias que sean adecuados según lo dispuesto por las presentes especificaciones, y necesarios para la ejecución de rellenos deben ser almacenados por el constructor para aprovecharlos en su construcción, previa aprobación del interventor. Dichos materiales no se pueden desechar ni retirar de la zona de la obra para fines distintos a los definidos en los documentos del contrato, sin la aprobación previa del interventor. De igual manera, el constructor debe garantizar que el sitio de acopio de estos materiales no coincida con sitios de concentración de escorrentía, para evitar con esto pérdidas de material por lavado.

Los materiales de las excavaciones varias se consideran no utilizables para su uso en actividades propias del objeto contractual, si no cumplen con uno o más requisitos de los definidos en las presentes especificaciones. Estos materiales deben ser excavados, retirados y dispuestos en zonas destinadas para este fin, las cuales deben haber sido aprobadas por la autoridad ambiental competente, de acuerdo con lo establecido en los documentos del proyecto, y a los procedimientos aceptados por el interventor.

Las excavaciones deben ser restauradas con materiales que cumplan con los parámetros establecidos en el artículo 610, Rellenos para estructuras.

600.3 Equipo

El constructor debe proponer, para consideración del interventor, los equipos más apropiados para las operaciones a realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar y su profundidad, los cuales no deben producir daños innecesarios en vecindades o en la zona de los trabajos, y deben asegurar el avance físico según el programa de trabajo, permitiendo el correcto desarrollo de las etapas constructivas posteriores.

600.4 Ejecución de los trabajos

600.4.1 Generalidades

El constructor debe notificar al interventor, con suficiente antelación al comienzo de cualquier excavación, para que se efectúen todas las medidas y levantamientos topográficos necesarios y se fije la localización de la estructura en el terreno original, según el tipo de estructura de que se trate.

Antes de comenzar los trabajos de excavación, se deben haber completado las actividades previas de desmonte y limpieza, de conformidad con lo que resulte aplicable de lo especificado en el artículo 200, Desmonte y limpieza, de las presentes especificaciones.

Si dentro de los límites de la excavación se encuentran estructuras, cimientos antiguos u otros obstáculos no previstos en los documentos del proyecto, y que imposibiliten la construcción de la estructura objeto de la actividad, deben ser retirados por el constructor.

Para definir si existe o no afectación a la estructura a ser construida, la interventoría debe sustentar su decisión en un concepto técnico emitido por el diseñador de la misma.

En los casos en que la interventoría lo autorice, esta debe clasificar y medir estos materiales según lo establecido para tal fin en el numeral 201.6 del artículo 201, Demolición y remoción, para proceder con su pago.

Si la interventoría no autoriza su pago, o si se decide que las obstrucciones no generan afectación a la estructura a ser construida, sino solo a la implementación de los procedimientos constructivos desarrollados por el constructor, los costos de la actividad deben ser asumidos integralmente por el constructor.

Siempre que los trabajos lo requieran, y previa autorización emitida por la autoridad ambiental competente, las excavaciones varias deben comprender labores previas, tales como el desvío de corrientes de agua o la construcción de cauces provisionales, u otras que contemplen los documentos del proyecto.

Los bordes exteriores de las excavaciones deben ser delimitados perfectamente mediante estacas, jalones e hilos de demarcación de sus contornos. En las proximidades de toda excavación destinada a la cimentación de estructuras o a la instalación de alcantarillas, se debe colocar al menos una (1) estaca de referencia altimétrica. Es responsabilidad del constructor la conservación de la estaca de referencia altimétrica hasta la recepción de los trabajos; el interventor puede ordenar la paralización de las excavaciones que no cuenten con estas referencias.

Las excavaciones se deben adelantar de acuerdo con los documentos del proyecto. Las cotas de fundación de zapatas indicadas en ellos se consideran aproximadas y, por lo tanto, el interventor, previa justificación soportada en concepto técnico emitido por el diseñador de la estructura, puede ordenar que sean efectuados todos los cambios necesarios en las dimensiones de la excavación, para obtener una cimentación estable, así como también para garantizar la seguridad de las personas y equipos involucrados en la actividad.

El constructor debe tomar todas las precauciones para minimizar la alteración del suelo contiguo a la excavación.

El interventor puede ordenar, en el evento en que el suelo encontrado a la profundidad de cimentación definida en los documentos del proyecto sea inapropiado, una excavación a mayor profundidad (a efectos de obtener un material de fundación apropiado), o alternativamente, una excavación a mayor profundidad y restitución hasta la cota de cimentación con un material que cumpla con los requisitos establecidos en los numerales 220.2.2.1 o 220.2.2.2 del artículo 220, Terraplenes.

En el primer caso, el diseñador debe revisar los diseños de la estructura y efectuar las modificaciones que correspondan. En el segundo caso, el material de relleno es tratado conforme con lo establecido en el artículo 610 de las presentes especificaciones.

En ambos casos, el interventor debe definir las cotas hasta las cuales se incrementa la profundidad de la excavación.

Para las excavaciones en roca mediante procedimientos detonantes, se debe cumplir lo establecido en el numeral 210.4.1.5 del artículo 210, de las presentes especificaciones.
Para las excavaciones en roca mediante procedimientos no detonantes, se debe contar con la aprobación previa del interventor, para lo cual se requiere, mínimo, la siguiente información:

- Descripción del procedimiento de la actividad.
- Criterios de diseño para la selección de equipos, insumos, distribución de puntos de intervención y profundidad de intervención.
- Fecha de inicio y duración de las actividades propuestas.
- Fichas técnicas y certificados de calidad de los productos utilizados para el procedimiento. En caso de que no existan certificaciones de calidad emitidas por un organismo nacional, se deben aceptar, a discreción del interventor, las provenientes de organismos extranjeros.
- Medidas de seguridad para la obra y terceros.

Toda excavación que presente peligro de derrumbes que afecten el ritmo de los trabajos, la seguridad del personal o la estabilidad de las obras o propiedades adyacentes, debe ser protegida mediante técnicas aprobadas previamente por el interventor, siendo responsabilidad del constructor la elaboración y presentación de los soportes técnicos necesarios. Los sistemas de protección se deben retirar, en el caso de ser necesario, antes de rellenar las excavaciones.

Si los sistemas de drenaje por gravedad no resultan suficientes para mantener drenadas las excavaciones, se deben instalar y mantener en operación motobombas, mangueras, conductos deslizantes y todos los dispositivos necesarios que permitan mantener el agua a un nivel inferior al del fondo de las obras permanentes mientras duren las actividades de excavación. Durante el bombeo, se debe tener la precaución de no producir socavaciones en partes de las obras o alterar las propiedades de los suelos.

Cualquier daño o perjuicio causado por el desarrollo de los trabajos, en la obra o en propiedades adyacentes, es responsabilidad del constructor quien debe reponer, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), los daños y perjuicios causados, y constar para ello en los documentos soporte del contrato, la aprobación por parte del interventor.

600.4.2 Excavaciones para cimentaciones de estructuras de concreto

600.4.2.1 Excavación

Las excavaciones para cimentaciones a que se refiere el presente numeral se deben realizar conforme con las líneas de pago indicadas en los documentos del proyecto y a los procedimientos aceptados por el interventor. Estas deben permitir la construcción de las cimentaciones a todo su ancho y longitud, dejando un fondo con una superficie plana y horizontal.

Cuando la cimentación se deba asentar sobre una superficie excavada que no sea roca, el

constructor debe tomar las medidas necesarias para minimizar la alteración del fondo de la excavación, con la precaución adicional de no remover el material del fondo de la excavación, en mínimo veinte centímetros (20 cm) (o lo que autorice el interventor), hasta la cota de cimentación prevista, sino en el instante previo a la colocación del cimiento.

En las excavaciones de las fundaciones de estructuras en cajón y pilas, el constructor puede adoptar el sistema constructivo que estime conveniente, siempre y cuando cuente con la aprobación del interventor. Adicionalmente, este puede facilitar el procedimiento constructivo con el empleo de islas, plataformas, sistemas neumáticos, aire comprimido, lanzas de agua, equipos de alto rendimiento de origen minero, u otro sistema autorizado. El empleo de cualquiera de estos sistemas constructivos derivados de las dificultades de la ejecución de obra no implica ningún pago adicional al pactado para el precio unitario establecido en esta especificación.

Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se debe ejecutar de tal forma que la roca sólida quede expuesta y preparada en lechos horizontales o dentados para recibir el concreto, debiendo ser removidos todos los fragmentos de roca suelta o desintegrada, así como los estratos muy delgados. Las grietas y cavidades que queden expuestas deben ser limpiadas y rellenadas con concreto o mortero de retracción controlada, según los procedimientos aceptados por el interventor.

Para el caso de zapatas de estribos, pilas de puentes o viaductos, o cualquier estructura soportada sobre pilotes hincados, antes de iniciar la operación de instalación de los pilotes, se debe haber completado la excavación del fondo del elemento que es apoyado en ellos. Una vez sea finalizada la operación de hincado de pilotes, el constructor debe retirar todo el material suelto o desplazado, con el fin de que quede un lecho plano y sólido para recibir el concreto.

600.4.2.2 Ataguías y encofrados

Las ataguías y encofrados que se conformen para la protección de las excavaciones donde se van a construir los cimientos, se deben llevar a profundidades por debajo del nivel de la base de los cimientos, y a alturas apropiadas para que sean seguras y tan impermeables como sea posible, para realizar adecuadamente el trabajo por ejecutar dentro de ellas. Las dimensiones internas de las ataguías y encofrados deben dejar espacio suficiente para la construcción de formaletas y la inspección de sus partes externas, así como para permitir el bombeo por fuera de aquellos.

Además, las ataguías y encofrados deben ser construidos en tal forma que protejan el concreto fresco contra cualquier daño que pueda ocasionarle una creciente repentina, y para prevenir cualquier daño debido a la erosión. En las ataguías y encofrados no se deben dejar maderos o abrazaderas que puedan penetrar en el concreto del cimiento, salvo que el interventor lo autorice por escrito.

No se debe permitir ningún apuntalamiento de ataguías y encofrados que pueda producir esfuerzo, golpe o vibración en la estructura permanente.

Las ataguías y encofrados inclinados o desplazados lateralmente durante el proceso de

hincado deben enderezarse, relocalizarse o suplementarse por el constructor, para obtener el espacio necesario y el lugar apropiado para la cimentación de la estructura.

Al terminar el trabajo de que se trate, el constructor debe desmontar y retirar la obra falsa, de tal manera que no ocasione ningún daño al cimiento terminado.

600.4.2.3 Sello de concreto

Cuando ocurran circunstancias que no permitan vaciar el cimiento en seco, y exista aprobación por parte del interventor, se puede exigir la construcción de un sello de concreto de las dimensiones que sean necesarias. El concreto debe cumplir con lo especificado en el artículo 630, Concreto estructural, y con el cien por ciento (100 %) de su resistencia a la compresión simple, a la edad de diseño, especificadas en los documentos del proyecto.

Después de colocado el sello, se debe extraer el agua por bombeo, continuándose la ejecución del trabajo en seco.

Cuando se utilicen encofrados de peso considerable con el fin de compensar parcialmente la presión hidrostática que actúa contra la base del sello de concreto, deben proveerse anclajes especiales, tales como espigos o llaves, para transferir el peso total del encofrado a dicho sello.

Cuando el agua esté sujeta a mareas o corrientes, las paredes del encofrado se deben perforar a la altura de la marea más baja, para controlar y obtener igual presión hidrostática dentro y fuera del elemento, durante el vaciado y el fraguado de los sellos.

600.4.2.4 Conservación de los cauces

A menos que una especificación particular indique algo diferente, no se debe permitir ninguna excavación por fuera de los cajones, ataguías, encofrados o tablestacados, ni alterar el lecho natural de las corrientes adyacentes a la estructura, sin la aprobación por parte de la autoridad ambiental competente y el consentimiento del interventor.

Si se efectúa cualquier excavación o dragado en el sitio de la estructura antes de colocar los caissons, encofrados, ataguías o tablestacados, el constructor debe rellenar la zona excavada o dragada, sin costo adicional para INVÍAS, una vez colocada la cimentación, hasta la altura inicial del terreno o lecho del río medida al inicio de la excavación, con material aprobado por el interventor.

En cursos de agua navegables, el constructor debe mantener, en todo momento, la profundidad del agua y los gálibos requeridos para el paso del tránsito lacustre o fluvial. También, deben permanecer luces y señales adecuadas durante todo el período de construcción.

Los materiales provenientes de las excavaciones de cimientos o rellenos de ataguías que se depositen provisionalmente en la zona de la corriente de agua, deben ser retirados por el constructor, dejando el lecho de la corriente en las mismas condiciones en que se encontraba originalmente.

600.4.3 Excavaciones para alcantarillas

Las excavaciones para alcantarillas se deben efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados

en los documentos del proyecto, y previa autorización del interventor, debiendo ceñirse a lo establecido en el numeral 600.5.2.

Cuando se vaya a colocar una alcantarilla por debajo de la línea del terreno original, se debe excavar una zanja a la profundidad requerida, de acuerdo con los requerimientos de los artículos 660, Tubería de concreto simple; 661, Tubería de concreto reforzado; 662, Tubería metálica corrugada o 663, Tubería de plástico, según corresponda, debiendo quedar conformado el fondo de la misma de manera que asegure un lecho firme en toda la longitud de la alcantarilla.

El ancho de la zanja debe ser el mínimo necesario que permita trabajar a ambos lados de la alcantarilla y compactar adecuadamente el relleno alrededor de ella. Dicho valor está dado en función del material de fabricación de la tubería según lo establecido en la Tabla 600 – 1, y no debe ser menor de cero coma setenta metros (0,70 m).

Tabla 600 – 1. Anchos de zanja para tuberías en función del material de fabricación

Material de la tubería	Ancho de zanja (m)
Acero	1,50*DE + 0,20 (Nota)
CCP y concreto	DE + 0,50
Glass Fiber Reinforced Plastic Pipe (GRP)	1,25*DE + 0,30
Hierro dúctil (HD)	DE + 0,60
Policloruro de vinilo (PVC)	DE + 0,40

Nota: DE corresponde al diámetro exterior de la tubería.

En el caso de que no se haya definido en el estudio geotécnico, la excavación se puede realizar con paredes verticales sin ayuda de apuntalamientos, hasta una profundidad máxima, dada por el menor valor obtenido de las siguientes condiciones:

- El valor de la altura crítica (H_c), como se encuentra definido en el "Manual de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras" de INVÍAS (versión 2012).
- Un valor de uno coma cinco metros (1,5 m).

El proceso de cálculo y valor obtenido debe ser aprobado por el interventor.

En caso de que la profundidad de excavación sea mayor de uno coma cinco metros (1,5 m), se deben requerir sistemas de protección ante el cierre accidental. El constructor debe presentar una alternativa técnica ante esta situación, así como los respectivos diseños y memorias de cálculo.

Cuando se encuentre roca, ya sea en estratos o en forma suelta, o cualquier otro material que por su dureza no permita conformar un lecho apropiado para colocar la tubería, dicho material debe ser removido hasta más abajo de la cota de cimentación y debe ser reemplazado por un material de subbase granular compactado, en un espesor mínimo de quince centímetros (15 cm). Esta capa se debe compactar, mínimo al noventa por ciento (90 %) de la densidad máxima obtenida en el ensayo modificado de compactación (norma de ensayo INV E-142), teniendo en cuenta la corrección por presencia de partículas gruesas

(norma de ensayo INV E-143), siempre que ella resulte necesaria.

Cuando se presenten materiales suaves, esponjosos o inestables que no permitan una base firme para la cimentación de la alcantarilla, dichos materiales deben ser removidos en una profundidad igual al ancho de la excavación o la que autorice el interventor, debiendo rellenarse posteriormente con un material adecuado, según el numeral 220.2.1 del artículo 220 o de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, el cual debe ser compactado, como mínimo, al noventa por ciento (90 %) de la densidad seca máxima obtenida a partir del procedimiento descrito en la norma INV E-142, teniendo en cuenta la corrección por presencia de partículas gruesas que se explica en la norma INV E-143, en caso se requiera.

600.4.4 Excavaciones para filtros

Las excavaciones para la construcción de filtros se deben efectuar hasta la profundidad que se requiera y de conformidad con las dimensiones, pendientes y detalles que indiquen los documentos del proyecto aprobados por el interventor. Las paredes de las excavaciones deben ser verticales y su fondo debe ser conformado, a efecto de que quede una superficie firme y uniforme en toda su longitud.

600.4.5 Excavaciones para gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, descoles y zanjas

Las excavaciones para la fundación de gaviones y muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como las necesarias para la construcción de descoles, zanjas y obras similares, se deben realizar de conformidad con las dimensiones y detalles señalados en los documentos del proyecto y a los procedimientos aceptados por el interventor.

600.4.6 Bombeo

En cualquier excavación que lo requiera, el bombeo se debe hacer de manera que excluya la posibilidad de arrastrar cualquier porción de los materiales colocados. No se debe permitir bombear agua durante la colocación del concreto o durante las veinticuatro horas (24 h) siguientes, salvo que el bombeo se pueda efectuar desde un sumidero apropiado, separado de la obra de concreto por un muro impermeable, el uso de pozos excavados alrededor del sitio de la obra para control del nivel freático u otros medios efectivos.

No se debe iniciar el bombeo para drenar una ataguía o un encofrado sellado, hasta tanto el sello haya fraguado suficientemente para resistir la presión hidrostática y, en ningún caso, antes de siete días (7 d) o el lapso adicional que autorice el interventor.

600.4.7 Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el constructor debe limpiar y conformar las zonas laterales de la misma y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con lo que establezca el plan ambiental y a los procedimientos aceptados por el interventor.

600.4.8 Limitaciones en la ejecución

No se debe permitir adelantar los trabajos objeto del presente artículo, cuando la tempe-

ratura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a dos grados Celsius (2 °C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos de construcción se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

600.4.9 Manejo ambiental y otras consideraciones

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la ejecución de excavaciones varias se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, así como en las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y la protección de la comunidad.

Por ello, todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto; por tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

Los desvíos provisionales de los cursos de agua, aprobados por la autoridad ambiental competente, no pueden dar lugar a modificaciones permanentes en los lechos de quebradas y ríos. Así mismo, debe evitarse el represamiento y el empozamiento de agua por las condiciones insalubres que esto pueda generar.

Todos los materiales removidos de las excavaciones y que no tengan uso previsto en la obra, deben ser cuidadosamente recuperados para evitar que puedan ser arrastrados a cursos de agua, y deben transportarse y depositarse en lugares apropiados, de la manera prevista en los documentos del proyecto y a los procedimientos aceptados por el interventor.

En cuanto a hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico, se debe seguir lo dispuesto en el numeral 210.4.6 del artículo 210.

600.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

600.5.1 Controles

El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo, son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado del equipo de construcción.

- Verificar la eficiencia y la seguridad de los procedimientos de construcción.
- Constatar el cumplimiento de las disposiciones existentes en el artículo 102, Aspectos generales de seguridad y salud.
- Vigilar el cumplimiento del programa de trabajo.
- Confirmar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Verificar el alineamiento, el perfil y las secciones de las áreas excavadas.
- Comprobar la lisura del fondo de la excavación mediante lo establecido en el numeral 600.5.2, y considerando que la diferencia de pendiente existente entre dos (2) puntos de control consecutivos con relación a la contemplada en los documentos del proyecto no exceda de cero coma cinco por ciento (0,5 %).
- Comprobar la firmeza del fondo de las excavaciones, según los valores de compactación definidos en los documentos del proyecto a ejecutar o en el presente artículo.
- Medir los volúmenes de trabajo realizado conforme a la presente especificación.

El interventor debe constatar que el constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.

600.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El trabajo se debe dar por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección de la excavación estén de acuerdo con los documentos del proyecto y la aprobación del interventor y este considere, además, que la conservación de cauces es satisfactoria.

En ningún punto, la excavación realizada puede variar respecto de la autorizada por el interventor en más de tres centímetros (3 cm) en cota, ni en más de cinco centímetros (5 cm) en la localización en planta.

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deben ser corregidas por el constructor, sin costo adicional para INVÍAS, hasta conseguir la aprobación por parte del interventor.

600.6 Medida

La unidad de medida de las excavaciones varias debe ser el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1), de material excavado en su posición original, determinado dentro y hasta las líneas de pago indicadas en los documentos del proyecto y en la presente especificación o autorizadas por el interventor. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No debe haber ninguna medida por los sobreanchos que se requieran para colocar encofrados, ni por el material que se haya excavado antes de haber realizado los levantamientos topográficos mencionados en el numeral 600.4.1.

Todas las excavaciones deben ser medidas por volumen ejecutado, verificado antes y después de llevarse a cabo el trabajo de excavación. El constructor debe permitir que el interventor realice las mediciones y verificacio-

nes que considere pertinentes antes de cerrar la excavación. Si el constructor cierra la excavación antes de que el interventor realice las mediciones y verificaciones, se entiende que se aviene a lo que unilateralmente este determine.

En excavaciones para estructuras, alcantarillas y filtros, toda medida se debe hacer con base en caras verticales a partir de los bordes autorizados de la excavación. Las excavaciones efectuadas por fuera de estos límites y los volúmenes adicionales causados por facilidad constructiva, desprendimientos, derrumbes, hundimientos, sedimentaciones o rellenos debidos a causas naturales, descuido o negligencia del constructor, no se deben medir y su corrección debe correr por cuenta exclusiva de este, hasta conseguir la aprobación por parte del interventor.

En caso de ocurrir derrumbes que el interventor no atribuya a descuido o negligencia del constructor, se deben medir, para efectos de pago, conforme con lo establecido en el artículo 211, Remoción de derrumbes.

La medida de la excavación para la fundación de gaviones, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, así como para la ejecución de descoles, zanjas y similares, se debe hacer con base en secciones transversales, tomadas antes y después de realizar el trabajo respectivo. No se debe incluir en la medida las excavaciones ejecutadas por fuera de las líneas definidas en el proyecto o autorizadas por el interventor.

600.7 Forma de pago

El trabajo de excavaciones varias se debe pagar al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con los documentos del proyecto, la presente especificación y según lo que sea aprobado por el interventor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por este.

El precio unitario debe cubrir todos los costos por concepto de la excavación, eventual perforación, fragmentación mediante el método aprobado por el interventor, remoción, cargue, transporte y descargue de todos los materiales excavados en las zonas de utilización o desecho, así como su correcta disposición en estas últimas. El volumen que el constructor puede presentar como soporte para el pago de la actividad, es únicamente el contemplado en el numeral 600.6, no existiendo opción de realizar su cuantificación mediante el valor medido en volquetas o cualquier otro vehículo utilizado para el transporte de los materiales, ni en cualquier otra condición que involucre alteración en relación con el estado en el cual el material se encuentra antes de la ejecución de la excavación. También, debe cubrir los costos de todas las obras provisionales y complementarias, tales como la construcción de accesos, desvíos de corrientes de agua aprobados por autoridad ambiental competente, construcción de cauces provisionales, trabajos de conservación de cauces; ataguías, encofrados, caissons, tablestacados, andamios, entibados y desagües; y los equipos, bombeos, transportes, mano de obra, materiales y equipos para fragmentación detonante y/o no detonante según sea el caso, limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

Se debe incluir, dentro del precio unitario, los posibles costos inherentes a los derechos de disposición y/o conformación de materiales

sobrantes, los cuales incluyen todos los costos inherentes a las posibles obras requeridas en los sitios de disposición.

El constructor debe considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control hasta el sitio de utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario debe cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el interventor. De los volúmenes de excavación se descuentan, para fines de pago, aquellos que se empleen en la construcción de rellenos para estructuras, mampostería, muros de contención de suelo reforzado con geotextil, concretos, filtros, subbases, bases y capas de rodadura.

En el caso de que los trabajos afecten una vía en la cual exista tránsito automotor, el precio unitario debe incluir, además, los costos de señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos.

El precio unitario debe incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del constructor.

Los trabajos de desmonte y limpieza previos a la ejecución de las excavaciones se deben medir y pagar de acuerdo con el artículo 200.

Por su parte, el sello de concreto para la protección del fondo de la excavación, cuando se requiera, se debe medir y pagar de acuerdo con el artículo 630.

600.8 Ítem de pago

Opción 1: excavación sin clasificar

Ítem	Descripción	Unidad
600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar	Metro cúbico (m^3)

Opción 2: excavación clasificada

Ítem	Descripción	Unidad
600.2.1	Excavaciones varias en roca en seco	Metro cúbico (m^3)
600.2.2	Excavaciones varias en roca bajo agua	Metro cúbico (m^3)
600.2.3	Excavaciones varias en material común en seco	Metro cúbico (m^3)
600.2.4	Excavaciones varias en material común bajo agua	Metro cúbico (m^3)



VI	CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT
6.2	**RELLENOS CON MATERIAL FILTRANTE (PIEDRA RAJON)**
ÍTEM DE PAGO	610.8

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Rellenos para estructuras

Artículo 610 – 22

610.1 Descripción

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes, o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas, previa la ejecución de las obras de drenaje y subdrenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el interventor.

Incluye, además, la construcción de elementos filtrantes por detrás de los estribos, muros de contención y obras de arte, en los sitios y con las dimensiones señalados en los documentos del proyecto, en aquellos casos en los cuales dichas operaciones no formen parte de otra actividad de las presentes especificaciones o de una especificación particular.

610.2 Materiales

Los materiales que se empleen en la construcción de rellenos para estructuras deben provenir de las excavaciones del proyecto, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deben estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales; no deben tener características expansivas ni colapsables. Su empleo debe ser autorizado por el interventor.

Los documentos del proyecto deben indicar los tipos de material por utilizar en las diferentes partes de los rellenos para estructuras. En los siguientes numerales se presentan las características de los materiales típicos que se deben usar en estos rellenos; los diferentes artículos, así como las especificaciones particulares, pueden establecer requisitos adicionales o diferentes a los aquí mencionados para cada uno de los tipos de material de relleno.

610.2.1 Suelos

Deben cumplir con lo establecido en el numeral 220.2.2.1 del artículo 220, Terraplenes, con las precisiones establecidas en la Nota de la Tabla 610 – 1. Igualmente, la muestra que se tome para la prueba de índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en el numeral 610.5.2.2.1 y con la humedad correspondiente a esa densidad en el lado seco de la curva de compactación.

610.2.2 Recebo

El material de recebo debe cumplir los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 1; además, ajustarse a alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 2.

Tabla 610 – 1. Requisitos para material de recebo

Característica	Norma de ensayo	Requisito	
		Recebo tipo 1	Recebo tipo 2
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones (%)	INV E-218	50	65
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	INV E-125	45	45
Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E-125 e INV E-126	10	12
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	INV E-121 / UNE 103204	1,0	1,0
Expansión en prueba CBR, máximo (%) (Nota)	INV E-148	2,0	2,0
Resistencia del material (F)			
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota)	INV E-148	10	10
Expansión en prueba CBR, máximo (%) (Nota)	INV E-148	2,0	2,0

Nota: los valores de CBR y expansión indicados en estos requisitos están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 610.5.2.2.1); el CBR y la expansión se deben medir sobre muestras sometidas previamente a cuatro días (4 d) de inmersión.

Tabla 610 – 2. Franjas granulométricas para material de recebo

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S *Standard*)				
	75	38	25,0	4,75	0,075
	3 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	Nro. 4	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)				
RE-75	100	-	70 – 100	30 – 75	5 – 30
RE-38	-	100	70 – 100	30 – 75	5 – 30
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	7 %			6 %	3 %

610.2.3 Materiales granulares tipo SBG o BG

Estos materiales granulares se denominan tipo SBG, por su similitud con el material de subbase granular para tránsito NT1 (artículo 320) y tipo BG, por su similitud con el material de base granular para tránsito NT1 (artículo 330). Deben cumplir los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 3; igualmente,

deben satisfacer alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 4.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que sea producido por el constructor debe dar lugar a una curva que cumpla con las siguientes condiciones:

- Para el caso de materiales cuyo porcentaje que pasa a través del tamiz de 0,075 mm

Tabla 610 – 3. Requisitos para materiales granulares tipo SBG o BG

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito	
		Tipo SBG	Tipo BG
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones	E-218	50	40
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18	 12 18
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	3
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	30
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	2	2
Geometría de las Partículas (F)			
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	-	35
Caras fracturadas (una cara), mínimo (%)	E-227	-	50

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 4. Franjas granulométricas para materiales granulares tipo SBG o BG

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)									
	50,0	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,425	0,075
	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	¾ Pulgada	½ Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)									
SGB-50	100	70 – 95	60 – 90	-	45 – 75	40 – 70	25 – 55	15 – 40	6 – 25	2 – 15
SGB-38	-	100	75 – 95	-	55 – 85	45 – 75	30 – 60	20 – 45	8 – 30	2 – 15
SGB-20	-	-	-	100	60 – 87	50 – 80	35 – 65	24 – 49	8 – 30	2 – 15
BG-38	-	100	70 – 100	-	60 – 90	45 – 75	30 – 60	20 – 45	10 – 30	5 – 15
BG-25	-	-	100	-	70 – 100	50 – 80	35 – 65	20 – 45	10 – 30	5 – 15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %					6 %			3 %

(nro. 200) en masa sea menor de doce por ciento (12 %), se deben utilizar materiales clasificados según la norma INV E-181 como "bien gradados" (Tablas 181 – 3 y 181 – 4).

- En cualquier caso, que la curva resultante sea sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el constructor debe proponer al interventor una "Fórmula de Trabajo" la cual se debe ajustar durante la construcción del relleno, con las tolerancias que se indican en la Tabla 610 – 4, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 0,425 mm (nro. 40) no debe exceder de dos tercios (2/3) y el tamaño máximo nominal no debe exceder de un tercio (1/3) del espesor de la capa compactada.

Tabla 610 – 5. Requisitos de los agregados para material granular filtrante

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones (%)	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	No plástico
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	No plástico
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	2

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 6. Franjas granulométricas para material granular filtrante

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)											
	150	100	75	50	25,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,600	0,150	0,075
	6 Pulgadas	4 Pulgadas	3 Pulgadas	2 Pulgadas	1 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 30	Nro. 100	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)											
MF-150	100	90 – 100	80 – 100	70 – 95	60 – 80	40 – 70	-	10 – 20	0	-	-	-
MF-75	-	-	100	-	91 – 97	-	79 – 90	66 – 80	-	0 – 40	0 – 8	0 – 2
MF-50				100	70 – 90	55 – 80	-	35 – 65	25 – 50	15 – 30	0 – 3	0 – 2

610.2.4 Material granular filtrante

El material granular filtrante debe satisfacer los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 5; así mismo, debe cumplir con alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 6.

610.2.5 Gravilla

La gravilla de rellenos para estructuras debe satisfacer los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 7; además, debe cumplir con la granulometría que se indica en la Tabla 610 – 8.

610.2.6 Arena

La arena de rellenos para estructuras debe satisfacer los requisitos de calidad y gradación que se especifican en la Tabla 610 – 9 y la Tabla 610 – 10, respectivamente.

610.3 Equipo

Previo a la ejecución de actividades, el constructor debe presentar al interventor las especificaciones de los equipos, así como la cantidad destinada de estos para las diferentes etapas del proceso constructivo del relleno, las cuales son evaluadas y juzgadas como apropiadas si se considera que pueden

Tabla 610 – 7. Requisitos para gravilla de rellenos para estructuras

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones (%)	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18
Limpieza (F)		
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	0,25
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	1,0
Geometría de las partículas (F)		
Índice de alargamiento, máximo (%)	E-230	25
Índice de aplanamiento, máximo (%)	E-230	25

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 8. Franja granulométrica para gravilla de rellenos para estructuras

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S*Standard*)						
	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75	2,00
	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	¾ Pulgada	½ Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10
	Pasa tamiz (%)						
Única	100	70 – 100	54 – 100	20 – 80	0 – 60	0 – 25	0

Tabla 610 – 9. Requisitos para arena de rellenos para estructuras

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 10 15
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	-
Índice de plasticidad (%)	E-126	No plástico
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	60
Valor de azul de metileno, máximo (%)	E-235	5
Terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	1
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	0,5
Material que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200), máximo (%)	E-214	5
Contenido de materia orgánica (F)		
Color más oscuro permisible	E-212	Igual a muestra patrón

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 10. Granulometría para arena de rellenos para estructuras

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)						
	9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150
	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 30	Nro. 50	Nro. 100
	Porcentaje de que pasa (%)						
Única	100	95 – 100	80 – 100	50 – 85	25 – 60	10 – 30	2 – 5

garantizar el cumplimiento de los parámetros necesarios para el recibo de la actividad (numeral 610.5.2), dentro de los plazos establecidos en el cronograma de obra aprobado.

610.4 Ejecución de los trabajos

610.4.1 Generalidades

El constructor debe notificar al interventor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que este realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos son colocados, sin que ello exima, de manera alguna, la responsabilidad que tiene el constructor para garantizar la calidad de los trabajos.

Por ello, antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocan los rellenos, deben contar con la aprobación del interventor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, solamente se debe permitir su colocación a partir del momento en que se demuestre, mediante ensayo de resistencia a la compresión descrito en la norma INV E-410, que el concreto ha alcanzado al menos el ochenta y cinco por ciento (85

%) de la resistencia de diseño. En cualquier caso, el concreto debe lograr el cien por ciento (100 %) de la resistencia a la compresión simple, a la edad de diseño, según los documentos del proyecto, medida según lo establece la misma norma citada.

Los rellenos estructurales para alcantarillas pueden ser iniciados una vez que, desde el momento de la preparación del mortero de la junta, haya transcurrido un periodo no menor al tiempo de fraguado final Vicat del cemento, según procedimiento establecido en la NTC 118 (ASTM C191), incrementado en veinticuatro horas (24 h).

Si en los documentos del proyecto se establece el requisito de resistencia para el mortero de la junta, se puede iniciar el relleno estructural una vez se alcance, al menos, el ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia especificada, determinada a partir de los procedimientos descritos en la NTC 220 (ASTM C109).

Siempre que se vaya a asentar o apoyar el relleno sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficiales o subterráneas, previamente y solo si existe autorización de la autoridad ambiental competente, se deben desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno, labores que se efectúan de acuerdo con los artículos 600, Excavaciones varias y 673, Subdrenes con geotextil y material granular, respectivamente.

Todo relleno colocado antes de que lo autorice el interventor debe ser retirado por el constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS).

610.4.2 Preparación de la superficie base de los rellenos

El terreno base del relleno debe estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y debe ser preparado de acuerdo con lo señalado en el numeral 220.4.2 del artículo 220.

610.4.3 Extensión y compactación del material

Los materiales de relleno se deben extender en capas preferiblemente horizontales y de espesor uniforme, las cuales deben ser lo suficientemente delgadas para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido, verificado en la totalidad del espesor de cada capa.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas solamente se aplican una vez se haya obtenido un espesor de un metro (1 m) de material relativamente seco.

Los rellenos alrededor de pilas y alcantarillas se deben depositar simultáneamente a ambos lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. Los rellenos al respaldo de estribos, muros y otras estructuras, se deben realizar de manera que no se pongan en peligro la integridad y la estabilidad de dichas obras, empleando procedimientos propuestos por el constructor y aprobados por el interventor.

Cuando no se contemple la colocación de material filtrante al respaldo de la estructura, se debe colocar grava o roca triturada en las

cercanías de los orificios de drenaje, para evitar presiones excesivas y segregación del material de relleno.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas debe contar con una pendiente que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se debe proceder a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se debe determinar en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, el constructor debe tomar las medidas adecuadas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y mezcla de materiales secos u otras sustancias apropiadas, aceptadas por el interventor.

Obtenida la humedad apropiada, determinada mediante cualquiera de los procedimientos establecidos en las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras de INVÍAS, se debe proceder a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autoriza el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se debe continuar hasta lograr los niveles de densidad a que se hace mención en el numeral 610.5.2.2.1.

La construcción de los rellenos debe hacerse con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a las estructuras contra las cuales se colocan.

610.4.4 Capas filtrantes

Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y obras de arte, ellas se deben disponer y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de que estos no se contaminen entre sí.

610.4.5 Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa debe estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias, sin peligro de erosión.

610.4.6 Limitaciones en la ejecución

No se debe permitir adelantar los trabajos objeto del presente artículo, cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a dos grados Celsius (2 °C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos de construcción se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra

el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

610.4.7 Manejo ambiental

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la construcción de rellenos para estructuras se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, así como en las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y protección de la comunidad.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación, deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por lo tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

610.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

610.5.1 Controles

El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo son de obligatorio cumplimiento, tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y el funcionamiento del equipo de construcción.
- Verificar el cumplimiento de las disposiciones existentes en el artículo 102, Aspectos generales de seguridad y salud.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Confirmar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Corroborar que los materiales cumplan los requisitos de calidad mencionados en el numeral 610.2.
- Verificar el alineamiento, el perfil y las secciones de las áreas en las que se construyan los rellenos.
- Determinar la densidad de cada capa compactada. Este control se realiza en todo el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.
- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura de concreto, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada según lo establecido en el numeral 610.4.1.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de relleno y material filtrante colocados conforme con la presente especificación.

610.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

610.5.2.1 Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales empleados para la construcción de rellenos y para cualquier volumen previsto, se deben

tomar como mínimo dos (2) muestras y, de cada fracción de ellas, se deben determinar los parámetros indicados en el numeral 610.2 y sus respectivos sub-numerales 610.2.1, 610.2.2, 610.2.3, 610.2.4, 610.2.5 y 610.2.6, según el tipo de material de relleno. La totalidad de los resultados debe satisfacer las exigencias indicadas en ellos. El incumplimiento de una o varias de las exigencias planteadas en los sub-numerales anteriores conlleva al rechazo de los materiales deficientes.

Durante la etapa de producción, el interventor debe examinar las descargas de los materiales, ordenando el retiro de aquellos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Teniendo en cuenta que los volúmenes de rellenos para estructuras suelen ser inferiores a los requeridos para terraplenes, es el interventor quien establece la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas de calidad, basado en los criterios definidos por cada norma específica relacionada con la definición del tamaño de un lote o la frecuencia de realización de ensayos.

610.5.2.2 Calidad del producto terminado

Los taludes terminados no deben exhibir irregularidades a la vista.

La cota de cualquier punto de la subrasante, en rellenos para estructuras, no debe variar más de treinta milímetros (30 mm) de la proyectada, medida verticalmente hacia abajo y, en ningún caso, la cota de subrasante puede superar la cota del proyecto.

En las obras concluidas, no se debe admitir ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En adición a lo anterior, se deben adelantar las siguientes comprobaciones:

610.5.2.2.1 Compactación

Para efectos de la verificación de la compactación de cada una de las capas de relleno para estructuras en suelo, recebo y materiales granulares tipo SBG o BG, se calcula el grado de compactación individual GCi para cada sitio de ensayo de densidad en el terreno, de acuerdo con lo indicado en el numeral 220.5.2.2.2 del artículo 220, fórmulas [220.1] o [220.2] según aplique.

Para suelos que clasifican como A-1, A-2-4 o A-3, recebos y suelos granulares tipo SBG o BG, el valor del peso unitario seco máximo se obtiene según la norma de ensayo INV E-142 y la capa de relleno se acepta si el grado de compactación individual GCi, calculado para todos los ensayos de densidad en el terreno efectuados en la capa, cumple el siguiente criterio:

$$GCi \geq 90{,}0\ \% \quad \textbf{[610.1]}$$

Para suelos que no clasifican como A-1, A-2-4 o A-3, el valor del peso unitario seco máximo se obtiene según la norma de ensayo INV E-141 y la capa de relleno se acepta si el grado de compactación individual GCi, calculado para todos los ensayos de densidad en el terreno efectuados en la capa, cumple el siguiente criterio:

$$GCi \geq 95{,}0\ \% \quad \textbf{[610.2]}$$

El número de pruebas por ejecutar en cada capa para realizar el control, debe ser definido por el interventor, pero nunca podrán ser inferiores a las exigidas por las normas de ensayo respectivas.

Las capas de relleno que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deben ser escarificadas, homogenizadas, llevadas a la humedad adecuada y compactadas nuevamente, hasta obtener el valor de la densidad seca especificada.

La compactación de las capas de material filtrante, gravilla y arena, se considera satisfactoria cuando no haya evidencia visible de consolidación adicional al paso del equipo de compactación aprobado por el interventor.

610.5.2.2.2 Protección de la superficie del relleno

Al respecto, se aplica el mismo criterio indicado en el numeral 220.5.2.2.4 del artículo 220, en relación con la protección de la corona de terraplenes.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas deben ser corregidas por el constructor, sin costo adicional para INVÍAS, hasta conseguir la aprobación por parte del interventor.

610.6 Medida

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos debe ser el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1), de material compactado, aceptado por el interventor, en su posición final. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Los volúmenes deben ser determinados con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos de relleno. Dichas áreas están limitadas por las líneas de pago teóricas mostradas en los documentos del proyecto o autorizadas por el interventor. En los casos en que el volumen a compactar corresponda a una figura geométrica regular, se puede realizar su medición mediante fórmulas geométricas, siempre y cuando esto no conlleve a medir volúmenes por fuera de las líneas del proyecto.

No hay medida ni pago para los rellenos por fuera de las líneas o hilos del proyecto, efectuados por el constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.

Tampoco se deben medir los rellenos que haga el constructor en sus caminos de construcción y obras auxiliares que no formen parte del proyecto.

610.7 Forma de pago

El trabajo de rellenos para estructuras se debe pagar al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con los documentos del proyecto, la presente especificación y según lo que sea aprobado por el interventor.

El precio unitario debe cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su cargue, transportes, descargue, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación

y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los rellenos para estructuras de acuerdo con los documentos del proyecto, esta especificación y la aprobación del interventor.

No se debe pagar el suministro de materiales de relleno para estructuras que hayan sido obtenidos de las excavaciones de la explanación, canales y préstamos, ni de las excavaciones varias del contrato, según los artículos 210, Excavación de la explanación, canales y préstamos, y 600 de estas especificaciones.

El precio unitario debe cubrir, además, los costos de adecuación de las fuentes de materiales al término de los trabajos para recuperar sus características hidrológicas superficiales, así como los de señalización preventiva de la vía y ordenamiento del tránsito automotor durante el período de ejecución de los trabajos.

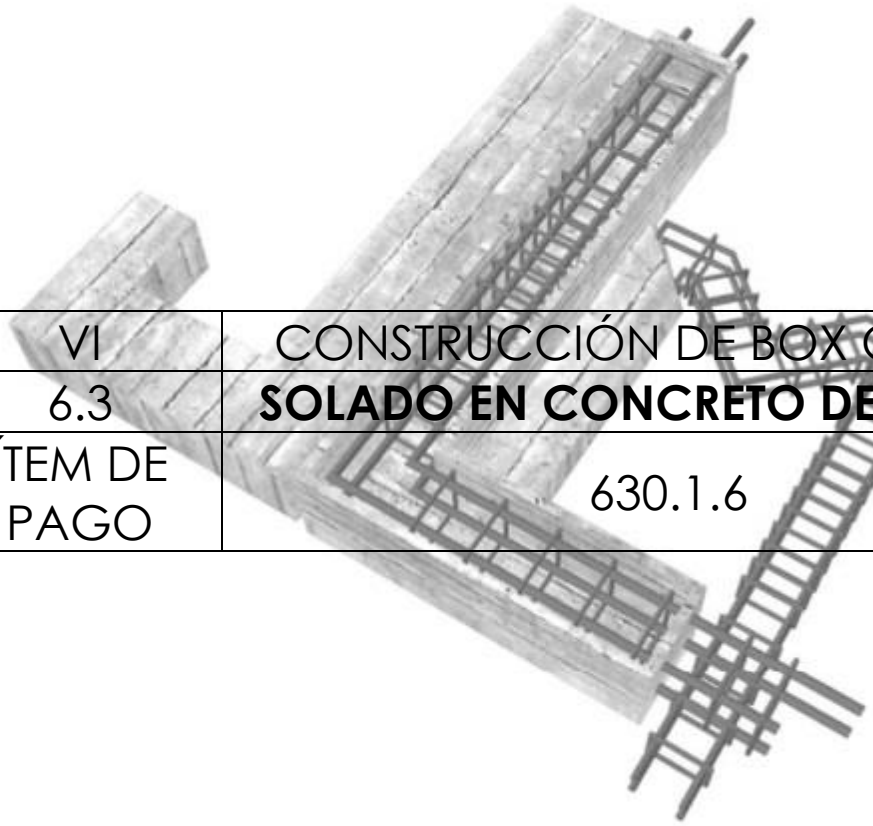
El precio unitario debe cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del constructor.

Por su parte, los costos por concepto de preparación de las superficies sobre las cuales se construyen los rellenos y capas filtrantes se deben reconocer de acuerdo con el artículo 220 o el artículo 600, el que resulte aplicable según las características de la obra que se construye. Si ninguno de estos artículos forma parte del contrato, los costos de la preparación de la superficie existente deben quedar incluidos dentro del precio unitario de los rellenos objeto del presente artículo.

610.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
610.1	Rellenos para estructuras con suelo	Metro cúbico (m^3)
610.2	Rellenos para estructuras con recebo	Metro cúbico (m^3)
610.3	Rellenos para estructuras con material granular tipo SBG-50	Metro cúbico (m^3)
610.4	Rellenos para estructuras con material granular tipo SBG-38	Metro cúbico (m^3)
610.5	Rellenos para estructuras con material granular tipo SBG-20	Metro cúbico (m^3)
610.6	Rellenos para estructuras con material granular tipo BG-38	Metro cúbico (m^3)
610.7	Rellenos para estructuras con material granular tipo BG-25	Metro cúbico (m^3)
610.8	Rellenos con material filtrante	Metro cúbico (m^3)
610.9	Relleno con gravilla	Metro cúbico (m^3)
610.10	Relleno con arena	Metro cúbico (m^3)

JLM
JORGE LOPEZ MORENO



VI	CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT
6.3	**SOLADO EN CONCRETO DE 2000 PSI**
ÍTEM DE PAGO	630.1.6

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Concreto estructural

Artículo 630 – 22

630.1 Descripción

Esta especificación consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado de los concretos de material cementante de tipo hidráulico, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general, de acuerdo con los documentos del proyecto.

Algunos elementos o estructuras de concreto deben cumplir adicionalmente las especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) realizadas para un fin específico. A continuación, se presenta una lista de dichas especificaciones disponibles por tipo de estructura o elemento:

- Artículo 500, Pavimento de concreto hidráulico.
- Artículo 505, Base de concreto hidráulico.
- Artículo 510, Pavimento de adoquines de concreto.
- Artículo 620, Pilotes prefabricados de concreto.
- Artículo 621, Pilotes preexcavados.
- Artículo 632, Barandas de concreto.
- Artículo 660, Tubería de concreto simple.
- Artículo 661, Tubería de concreto reforzado.
- Artículo 671, Cunetas revestidas en concreto.
- Artículo 672, Bordillos en concreto.
- Artículo 680, Muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto.
- Y todas las demás estructuras de concreto estructural reglamentadas en las especificaciones INVÍAS.

630.2 Materiales

630.2.1 Concreto estructural

Está conformado por una mezcla homogénea de material cementante, agregados, agua, aditivos y eventualmente adiciones suplementarias y/o complementarias; materiales que deben cumplir los requisitos básicos que se mencionan a continuación.

630.2.1.1 Cemento hidráulico

El cemento hidráulico y su suministro deben cumplir el artículo 501, Suministro de cemento hidráulico. Se pueden utilizar cementos bajo la denominación ASTM C150 y ASTM C595.

El constructor debe presentar los resultados de todos los ensayos físicos relacionados con el material cementante, como parte del diseño de la mezcla. De igual forma, todo material cementante usado en obra debe ser de la misma marca, tipo y planta de fabricación al empleado en el diseño de la mezcla. Es posible emplear diferentes tipos de material cementante siempre que se cuente con el diseño de la mezcla, mezclas de prueba y la aprobación del interventor.

Si por alguna razón el material cementante ha fraguado parcialmente o contiene terrones del producto endurecido, no se puede utilizar. Tampoco se debe utilizar el material cementante sobrante en bultos abiertos en jornadas anteriores, cuando este sea suministrado en bolsas.

630.2.1.2 Adiciones suplementarias

Cuando la adición suplementaria es incluida como materia prima para la fabricación del clínker o incluida durante la fabricación del cemento, se debe verificar que el material cementante resultante cumpla las exigencias de la NTC 121.

En caso de que la adición suplementaria sea incluida en la elaboración del concreto por parte del constructor o proveedor del concreto, se deben presentar los resultados de todos los ensayos físicos y químicos relacionados con las adiciones suplementarias, como parte del diseño de la mezcla. Las cenizas volantes y puzolanas naturales calcinadas o crudas deben satisfacer las exigencias de la NTC 3493 (ASTM C618) o ACI 232.1R, Reporte sobre el uso de puzolanas naturales o procesadas en concreto; las escorias de alto horno la NTC 4018 (ASTM C989) o ACI 233R, Escoria en concreto y mortero; y el humo de sílice la norma ASTM C1240.

No se permite el uso de otros tipos de adiciones diferentes a las mencionadas anteriormente.

No se deben utilizar adiciones suplementarias que presenten grumos o indicios de prehidratación. Se debe garantizar que la adquisición de la adición suplementaria cumpla los requisitos legales ambientales vigentes.

630.2.1.3 Agregados

En el presente numeral, se especifican los requisitos de los agregados para concreto estructural. Se permite el uso de agregados gruesos reciclados de tipo RCD (Residuos de Construcción y Demolición) si se comprueba que el desempeño de estos es, como mínimo, igual o mejor que el de los agregados gruesos que cumplen los requisitos de este artículo y son aprobados por el interventor.

Para la elaboración del concreto estructural, la cantidad de agregado grueso reciclado por adicionar en la mezcla de concreto no debe superar el diez por ciento (10 %) en peso sobre el contenido total de agregado grueso. En todos los casos en que se use se debe demostrar que no se afectan las condiciones de durabilidad del concreto.

Aparte de los requisitos presentados en este numeral, durante la selección y la caracterización de los agregados, se debe realizar la evaluación de la reactividad y el diseño de la mitigación de la reacción álcali-agregado descrito en el numeral 630.2.6.1.3.

Se debe garantizar que la adquisición del agregado cumpla los requisitos legales ambientales vigentes. Los documentos como títulos, licencias y permisos se deben entregar al interventor.

630.2.1.3.1 Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4,75 mm (nro. 4). Debe provenir de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado, a criterio del interventor. Cuando las arenas son de origen calizo,

el porcentaje de arena de trituración no puede constituir más del quince por ciento (15 %) del agregado fino, o hasta el treinta por ciento (30 %) si con un programa experimental aprobado por el interventor se demuestra que no tienen incidencia en el comportamiento del concreto en estado endurecido.

Si en la mezcla se emplean arenas provenientes de escorias siderúrgicas, se debe comprobar que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos, ni cualquier otro material que genere algún mecanismo de daño en el concreto o disminución de la resistencia.

El agregado fino debe cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 630 — 1 y su gradación se debe ajustar a la indicada en la Tabla 630 — 2.

En ningún caso, el agregado fino puede tener más de cuarenta y cinco por ciento (45 %) de material retenido entre dos tamices consecutivos de los mostrados en la Tabla 630 — 2.

Un agregado fino que no cumpla los requisitos de granulometría y módulo de finura especificados en este numeral puede ser aceptado si se demuestra, a criterio del interventor, que hay una evidencia adecuada de comportamiento satisfactorio de concretos del mismo tipo y para el mismo uso, construidos con ese agregado.

Tabla 630 — 1. Requisitos del agregado fino para concreto estructural

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Composición		
Granulometría: - Análisis granulométrico de los agregados finos - Material que pasa tamiz de 0,075 mm (nro.200)	 E-213 E-214	 Ver Tabla 630 — 2
Módulo de finura (Nota 1)	E-213	2,3 — 3,1
Durabilidad (O)		
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota 2): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 10 15
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%). (Nota 3)	E-211	3
Partículas livianas, máximo (%): - Cuando la apariencia superficial del concreto sea de importancia, máximo (%) - Todos los demás concretos, máximo (%)	E-221	 0,5 1,0
Contenido de materia orgánica (F)		
Color más oscuro permisible	E-212	Igual al color de referencia o de la placa orgánica nro. 3

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Características químicas (O)		
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^=$, máximo (%)	E-233	1,2

Nota 1: adicional a esta especificación, es necesario probar el comportamiento competente del material en obras ya construidas. Durante el período de construcción no se permiten variaciones mayores de dos décimas (0,2) en el módulo de finura, con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo. Cuando se presenten variaciones superiores del módulo de finura, se debe revisar que no haya modificaciones a la curva adoptada de trabajo y se deben chequear afectaciones en los diseños. Si hay variaciones, se debe ajustar una nueva curva de trabajo y se debe corregir el diseño en caso de que haya lugar.

Nota 2: el ensayo se puede realizar con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Nota 3: el porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznables puede ser hasta de un tres por ciento (3 %) siempre y cuando no afecte la durabilidad y la resistencia del concreto.

Si el agregado fino no cumple el requisito indicado en la Tabla 630 — 1 para el contenido de materia orgánica, se puede aceptar si al ser ensayado en relación con el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia del mortero, se obtiene una resistencia relativa a siete días (7 d) no menor de noventa y cinco por ciento (95 %), calculada de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma de ensayo ASTM C87.

Tabla 630 — 2. Granulometría del agregado fino para concreto estructural

Tipo de gradación	**Tamiz (mm / U.S. *Standard*)**							
	9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150	0,075
	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 30	Nro. 50	Nro. 100	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)							
Única	100	95 — 100	80 — 100	50 — 85	25 — 60	5 — 30	0 — 10	0 — 3 (Nota 1 y Nota 2)

Nota 1: para concretos que no estén sometidos a abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) debe ser de máximo cinco por ciento (5 %).

Nota 2: para finos obtenidos de trituración u otros agregados reciclados, si el material más fino que el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) compuesto de polvo de trituración, esencialmente libre de arcillas o esquistos, este límite puede ser cinco por ciento (5 %) para concretos sometidos a abrasión y máximo siete por ciento (7 %) para concretos no sujetos a abrasión.

630.2.1.3.2 Agregado grueso

Se denomina agregado grueso la porción del agregado retenida en el tamiz de 4,75 mm (nro. 4). Dicho agregado debe estar compuesto de grava, grava triturada o roca triturada o su combinación o concreto triturado fabricado con cemento hidráulico que cumpla los requisitos para el agregado de este artículo. Sus fragmentos deben ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Debe estar exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla. No se permite la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

El agregado grueso debe cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 630 — 3 y su gradación se debe ajustar a alguna de las indicadas en la Tabla 630 — 4. La gradación por utilizar es la especificada en los documentos del proyecto para cada tipo de concreto, cuyo tamaño máximo depende de la estructura que se trate, la separación del refuerzo y el tipo de concreto especificado.

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto debe ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller, Bolomey o cualquier otro método validado por alguna institución técnica de reconocido prestigio nacional o internacional y aprobado por el interventor.

Optimización granulométrica: en caso de no cumplir los requisitos propuestos por algunas de las metodologías de dosificación mencionadas anteriormente, se pueden realizar optimizaciones granulométricas con base en métodos de empaquetamiento granular. El constructor debe revisar la propuesta con aprobación del interventor, mediante la elaboración de mezclas de prueba, con el fin de comprobar que las características proporcionadas en el diseño cumplan los requisitos del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido para el proyecto en particular.

Tabla 630 — 3. Requisitos del agregado grueso para concreto estructural

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles, máximo (%): - En seco, 500 revoluciones, máximo (%) - En seco, 100 revoluciones, máximo (%)	E-218	 40 8
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota 1): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%). (Nota 2)	E-211	3
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	0,5
Geometría de las partículas (F)		
Índice de alargamiento, máximo (%)	E-230	25
Índice de aplanamiento, máximo (%)	E-230	25
Características químicas (O)		
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^=$, máximo (%)	E-233	1,0

Nota 1: el ensayo se puede realizar con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Nota 2: para concreto arquitectónico, el límite máximo es dos por ciento (2 %).

Tabla 630 — 4. Franjas granulométricas de agregado grueso para concreto estructural

Tipo de gradación		Tamiz (mm / U.S. *Standard*)													
		100	90	75	63	50	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75	2,36	1,10	0,3
INVÍAS	**ASTM C33**	4 Pulgadas	3 ½ Pulgadas	3 Pulgadas	2 ½ Pulgadas	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	3/4 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 50
		Pasa tamiz (%)													
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 — 100	10 — 40	0 — 10	0 — 5
	89	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 — 100	20 — 55	5 — 30	0 — 10	0 — 5
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 — 100	10 — 30	0 — 10	0 — 5	-
AG-19	**7**	-	-	-	-	-	-	-	100	90 — 100	40 — 70	0 — 15	0 — 5	-	-
AG-25	**67**	-	-	-	-	-	-	100	90 — 100	-	20 — 55	0 — 10	0 — 5	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 15	0 — 5	-	-	-
AG-38	**57**	-	-	-	-	-	100	95 — 100	-	25 — 60	-	0 — 10	0 — 5	-	-
	56	-	-	-	-	-	100	90 — 100	40 — 85	10 — 40	0 — 15	0 — 5	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 10	0 — 5	-	-	-	-
AG-50-1	**467**	-	-	-	-	100	95 — 100	-	35 — 70	-	10 — 30	0 — 5	-	-	-
AG-50-2	**4**	-	-	-	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 15	-	0 — 5	-	-	-	-
AG-63-1	**357**	-	-	-	100	95 — 100	-	35 — 70	-	10 — 30	-	0 — 5	-	-	-
AG-63-2	**3**	-	-	-	100	95 — 100	35 — 70	0 — 15	-	0 — 5	-	-	-	-	-
	2	-	-	100	90 — 100	35 — 70	0 — 15	-	0 — 5	-	-	-	-	-	-
	1	100	90 — 100	-	25 — 60	-	0 — 15	-	0 — 5	-	-	-	-	-	-

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe tener un valor mayor que ninguno de los siguientes:

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 1/3 de la altura de la losa.
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Los valores límite de tamaño máximo nominal se pueden omitir, si el interventor lo aprueba y el profesional facultado para diseñar la mezcla y los métodos de compactación del concreto garantizan la colocación sin hormigueros o vacíos.

630.2.1.3.3 Agregado liviano

El agregado liviano y el concreto estructural liviano deben cumplir lo requerido en la NTC 4045 (ASTM C330). Cuando el agregado liviano se utilice para realizar curado interno, debe cumplir lo establecido en la norma ASTM C1761.

630.2.1.3.4 Agregado para concreto ciclópeo

El agregado ciclópeo debe ser roca triturada o canto rodado de buena calidad, preferiblemente angular y su forma tendiente a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no debe ser mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo depende del espesor y del volumen de la estructura de la cual forma parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm) se admiten agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se pueden emplear agregados de mayor tamaño, previa aprobación del interventor y con las limitaciones establecidas en el numeral 630.4.8.4.

El material constitutivo del agregado ciclópeo no puede presentar un desgaste mayor de cuarenta por ciento (40 %), al ser sometido a la prueba en la máquina de Los Ángeles, según la norma de ensayo INV E-219 (NTC 93).

630.2.1.4 Agua

El agua que se emplee para las mezclas de concreto hidráulico o para el curado de las estructuras de concreto, debe cumplir los requisitos de la norma ASTM C1602. No debe contener aceites, ácidos, azúcares, detergentes, sólidos disueltos, sales, materia orgánica o cualquier otra sustancia perjudicial para el concreto terminado. En cualquier caso, se deben cumplir los requisitos dados en la Tabla 630 — 5 y en la Tabla 630 — 6.

Tabla 630 — 5. Requisitos para el agua de mezclado

Propiedad	Norma de ensayo	Límites
pH, mínimo	NTC 3651 (ASTM D1293)	6,5
Resistencia a la compresión en cubos de mortero, porcentaje (%) mínimo en control a siete días (7 d)	NTC 220 (ASTM C109)	90
Tiempo de fraguado, desviación respecto del tiempo de control (horas:minutos)	NTC 118 (ASTM C403)	de 1:00 inicial a 1:30 final

Para aprobar el agua con la que se piensa preparar la mezcla de concreto se deben realizar dos series de ensayos sobre cubos de mortero, según la NTC 220 (ASTM C109). En la primera serie se preparan los cubos de mortero con el agua que se desea emplear en la obra, mientras que en la segunda serie se utiliza agua destilada. Las resistencias promedio a la compresión a la edad de siete días (7 d) del mortero con el agua que se desea emplear en la obra deben ser superiores al noventa por ciento (90 %) de las obtenidas con el agua destilada.

En relación con el requisito sobre tiempo de fraguado, las medidas se realizan mediante la resistencia a penetración de morteros extraídos de muestras de concreto, elaboradas como se describió en el párrafo anterior.

Tabla 630 — 6. Límites químicos para el agua de mezclado

Contaminante	Norma de ensayo ASTM	Límite máximo (ppm) (Nota 1)
Ion Cloro (Cl^-)	C114	500 (Nota 2) o 1 000 (Nota 3)
Sulfatos ($SO_4^=$)	C114	3 000
Álcalis como (Na_2O + 0,658 K_2O). (Nota 4)	C114	600
Sólidos totales	C1603	50 000

Nota 1: ppm corresponde a partes por millón.

Nota 2: concreto pretensado.

Nota 3: concreto reforzado.

Nota 4: se pueden emplear también las normas ASTM D4191 y ASTM D4192.

630.2.1.5 Aditivos y adiciones complementarias

Se pueden usar aditivos y adiciones complementarias de reconocida calidad que cumplan los requisitos normativos correspondientes, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura a construir.

Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado deben cumplir los requisitos de la NTC 1299 (ASTM C494). Los inclusores de aire se deben ajustar a las exigencias de la norma ASTM C260. El concreto reforzado con fibras debe cumplir los requisitos de la NTC 5541 (ASTM C1116). Los pigmentos utilizados en concretos, con el propósito de producir mezclas coloreadas integralmente, deben cumplir la norma ASTM C979. Adicionalmente, se permite el uso de todos los aditivos que cumplan ACI 212.3R, Reporte de aditivos químicos para el concreto.

Su empleo se debe definir por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla.

Los aditivos y las adiciones complementarias deben estar libres de sustancias que, por su naturaleza o cantidad, afecten la resistencia o la durabilidad del concreto, armaduras, aceros de alta resistencia u otros elementos insertados.

Los aditivos que contengan altos contenidos de cloruros no deben ser adicionados al concreto reforzado, concreto preesforzado, concreto que contengan aluminio embebido o en concreto construido con encofrados permanentes de acero, a menos que se demuestre experimentalmente que no se afecta su durabilidad y sean aprobados por el interventor. También, se prohíbe el uso de aditivos ricos en álcalis solubles para la elaboración de cualquier tipo de concreto, a menos que se demuestre experimentalmente que no se afecta la durabilidad del concreto y sean aprobados por el interventor.

Para la validación de los aditivos y adiciones complementarias se deben realizar mezclas de prueba con los materiales por usar, en las cantidades establecidas para la mezcla en obra y en las condiciones específicas de sitio a las que está expuesta la estructura. Para establecer la dosis del aditivo se deben realizar mezclas de prueba con el fin de verificar el desempeño requerido. Las dosis ensayadas y aprobadas no se deben modificar a menos que se realicen nuevamente mezclas de prueba y se verifique el desempeño requerido.

Para todo aditivo o adición complementaria que se utilice como parte del diseño de la mezcla de concreto, el constructor debe presentar los resultados de todos los ensayos físicos y químicos que sean requeridos según el material y deben ser aprobados por el interventor.

El uso del aditivo es responsabilidad directa del constructor, así haya sido aprobado por el interventor.

El uso de aditivos y adiciones complementarias de cualquier naturaleza en las mezclas de concreto debe ser probado bajo las condiciones específicas del sitio de obra, de tal manera que se demuestre que no se afectan las propiedades y las características del concreto y se obtiene el desempeño deseado.

El proveedor debe suministrar un documento en donde se presenten las recomendaciones de uso del aditivo. El seguimiento, almacenamiento y demás requisitos para el uso del aditivo se deben realizar siguiendo el documento con las recomendaciones del proveedor.

630.2.2 Acero

En los documentos del proyecto se debe indicar el acero de refuerzo necesario para las diferentes estructuras de concreto. Al respecto, se deben cumplir los requisitos del artículo 640, Acero de refuerzo.

Para elementos preesforzados, el suministro, la colocación y el tensionamiento de acero de preesfuerzo, se debe dar cumpliendo a los requisitos del artículo 641, Acero de preesfuerzo.

Se deben tomar todas las medidas necesarias para evitar la corrosión del acero de refuerzo, tales como:

- Almacenar adecuadamente el acero y evitar su contacto con la humedad.
- Limitar el contenido total de cloruros en la mezcla de concreto, según las tablas de tipo de exposición y requisitos presentadas en este artículo.
- Garantizar que los recubrimientos cumplen los requisitos mínimos de diseño.
- Dosificar mezclas con relaciones agua/material cementante (a/mc) bajas que promuevan concretos densos y de baja permeabilidad.
- En vez de acero (barras, mallas, fibras) utilizar otros materiales que no sean afectados por los cloruros. Se debe establecer por parte del diseñador y el interventor la viabilidad de esta medida.
- Recubrir el acero con materiales que sirvan como barrera física a los agentes agresivos. Se debe establecer por parte del diseñador y el interventor la viabilidad de esta medida.

El concreto reforzado con fibras debe cumplir los siguientes requisitos:

- Las fibras deben cumplir la norma ASTM C1116.
- Se debe aplicar el método de ensayo presentado en la norma ASTM C1609.
- El tipo de fibra, la cantidad y las características de colocación de las fibras deben ser determinadas por el diseñador, esto debe quedar registrado en los documentos del proyecto y debe ser cumplido en obra.

630.2.3 Productos para el curado del concreto

El curado del concreto debe seguir los lineamientos de la guía ACI 308R, Guía para curado del concreto.

Este se puede llevar a cabo a través de:

- Métodos que mantienen un ambiente húmedo mediante la aplicación continua o frecuente de agua por medio de inundación, rociado, nebulización o cubiertas húmedas saturadas.
- Métodos que mantienen la presencia de parte del agua de mezclado de concreto, durante el periodo inicial de endurecimiento, mediante materiales que sellan la superficie expuesta, tales como láminas impermeables de papel o plástico o con la aplicación de compuestos químicos para formar membranas impermeables de curado.

- Métodos que aceleran la ganancia de resistencia suministrando calor y humedad adicional al concreto, esto se logra normalmente con la aplicación de vapor de agua directo, serpentines de calentamiento embebidos en el concreto o formaletas calentadas eléctricamente.
- Otros métodos que fomentan la retención del agua dentro del concreto mediante la utilización de productos químicos dentro de la masa, desde que no se afecten las propiedades establecidas para el concreto.

En caso de usar láminas de curado que pueden ser de polietileno blanco o de papel, se debe cumplir la norma ASTM C171. En caso de usar membranas de curado se debe cumplir la norma ASTM C309. El agua usada para el curado debe cumplir los requisitos del numeral 630.2.1.4 y no debe ser más fría en once grados Celsius (11 °C) que la temperatura interna del concreto.

Para cualquier metodología de curado que se realice en la estructura se debe hacer curado estándar y curado en campo, conforme lo establecido en la norma INV E-420/NTC 550, es decir, así como se toman muestras para el control de la calidad de la mezcla, se deben preparar y curar especímenes en las condiciones de la obra (elementos cerca de la estructura) para determinar la eficiencia del curado y la protección del concreto de la estructura.

La efectividad de los productos para el curado del concreto se debe demostrar mediante experiencias previas exitosas o ensayos al inicio de la colocación del concreto.

630.2.4 Productos para las juntas

Cuando el diseño lo requiera en los documentos del proyecto, el diseñador debe proporcionar la ubicación y los detalles de todas las juntas de construcción, contracción y dilatación, estos detalles deben ser seguidos por el constructor en obra. El material utilizado para la elaboración de las juntas debe ser aplicado o instalado según las recomendaciones consignadas en la ficha técnica del producto suministrada por el fabricante. Los productos para juntas deben cumplir los requisitos del artículo 500.

630.2.5 Resina polimérica y material para reparación parcial de estructuras en concreto

Cuando se trate de anclaje de barras, reparación de fisuras y puente de adherencia para reparaciones, se debe usar un material que cumpla los requisitos establecidos en la norma ASTM C881. La selección del tipo de resina epóxica debe estar en función del tipo de adherencia, el grado de viscosidad (baja, media o alta), la clase (rangos de temperatura para su aplicación) y el color que estén planteados en los documentos del proyecto.

En anclajes con consideraciones de riesgo sísmico o concreto fisurado se deben considerar anclajes de resinas epóxicas que estén acorde con la ACI 355.4, Calificación de anclajes adhesivos post-instalados en concreto.

Para la reparación de desportillamientos y para el tratamiento de juntas de emergencia, se debe utilizar un mortero base cemento de alta especificación que cumpla los requisitos de la norma ASTM C928 tipo 3.

En todo caso, las resinas poliméricas y los materiales para la reparación parcial de estructuras en concreto deben ser aprobados por el interventor.

630.2.6 Requisitos de durabilidad, resistencia y clase del concreto

El diseño de mezcla de cada tipo de concreto debe cumplir todos los requisitos de:

- Durabilidad
- Clase de concreto
- Resistencia

Para ello, se deben tomar como requisitos límite, los parámetros más conservadores de estos tres aspectos.

Una vez definido el diseño de la mezcla de cada tipo de concreto por usar en obra, se debe entregar al interventor la caracterización de la mezcla de concreto, entre los documentos del proyecto. Cada tipo de concreto debe estar caracterizado, como mínimo, con los siguientes parámetros:

- Tipo de uso: concreto pretensado, postensado, reforzado, liviano, simple o ciclópeo.
- Tipo de colocación especial, si es aplicable. Por ejemplo: para instalar con bomba, para instalar bajo agua (tremie).
- Categoría y clase de exposición: se debe definir de acuerdo con el numeral 630.2.6.1.
- Reactividad álcali-sílice y álcali-carbonato.
- Requisitos asociados a la clase de exposición, según el numeral 630.2.6.1: relación a/mc, resistencia mínima a la compresión, contenido de aire y tipo de material cementante, entre otros.
- Tipo de cemento hidráulico y adiciones suplementarias, el cual debe ser definido en función de las condiciones particulares de cada estructura, teniendo en cuenta los requisitos asociados a la clase de exposición.
- Aditivos y adiciones complementarias, en el caso de ser requeridas.
- Tamaño máximo y tipo de gradación del agregado grueso.
- Relación a/mc, valor máximo.
- Mínima resistencia a la compresión (norma de ensayo INV E-410/NTC 673) para una edad específica.
- Asentamiento (norma de ensayo INV E-404/NTC 396), intervalo de valores, pero en caso de mezclas muy fluidas se debe realizar el ensayo para medir el flujo libre (NTC 5222).
- Contenido de aire (norma de ensayo INV E-406/NTC 1032), intervalo de valores.
- En caso de usar concretos especiales, se debe determinar el método constructivo.

630.2.6.1 Durabilidad

El concreto hidráulico se debe diseñar para las resistencias especificadas en los documentos del proyecto y para requisitos de durabilidad, según las condiciones de exposición. Además, se debe tener en cuenta el tipo de refuerzo de la estructura, especialmente en relación con los requisitos de corrosión del acero.

El diseño por durabilidad se puede hacer de manera prescriptiva o por desempeño verificado, según se explica a continuación. Así mismo, no se pueden combinar los dos métodos en el diseño. Si ambos llegaran a quedar especificados, deben prevalecer para el diseño los requisitos más exigentes.

Es responsabilidad del diseñador establecer los requisitos de durabilidad aplicables, con base en las condiciones de exposición (FSPC) de la estructura de concreto hidráulico, tanto para métodos prescriptivos como para métodos por desempeño verificado. El constructor puede optar por construir la obra utilizando uno u otro método.

630.2.6.1.1 Método prescriptivo

Se deben definir las condiciones de exposición de la estructura de concreto y clasificarla según la categoría y grado de severidad, con el objetivo de determinar los requisitos por durabilidad que debe cumplir la mezcla.

El diseñador debe consignar en los documentos del proyecto, las categorías de exposición de forma completa según la Tabla 630 — 7.

Por ejemplo, F0S1P0C2, para un concreto que no está expuesto a ciclos de congelamiento y descongelamiento (F0), con exposición moderada a sulfatos (S1), sin requisitos de permeabilidad (P0), y concreto reforzado que está expuesto a la humedad y a fuentes externas de cloruros (C2).

Sin importar los requisitos dados por el tipo de exposición o resistencia, se deben cumplir los requisitos de material cementante, expresados como el cemento hidráulico más los cementantes suplementarios (puzolanas), de acuerdo con lo establecido en la Tabla 630 — 7.

La Tabla 630 — 7 presenta las categorías y las clases de exposición para las estructuras de concreto hidráulico. Como una estructura puede estar expuesta a dos o más categorías de exposición, se deben aplicar los requisitos prescriptivos más estrictos que se especifican para cada requisito de formulación (relación a/mc; $f'c$, y requisitos adicionales, tipo de cementantes, etc.).

Se deben aplicar los criterios de exposición para corrosión solo para estructuras de concreto hidráulico reforzado con acero, como mallas de refuerzo, macrofibras y microfibras de acero, barras de refuerzo, entre otros.

Tabla 630 — 7. Categorías de exposición, severidad y requisitos prescriptivos para el diseño por durabilidad del concreto

Categoría	Severidad	Clase	Condición	Rel. a/mc máx. (Nota 9)	*f´c* mín. (MPa)	Requisitos mínimos adicionales	
						Contenido de aire	Límites en los cementantes
F Congelamiento y deshielo	No aplicable	F0	Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo	-	17	-	-
	Moderada	F1	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y exposición ocasional a la humedad	0,55	24	Tabla 630 – 8	-
	Severa	F2	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y en contacto continuo con la humedad	0,45	31	Tabla 630 – 8	-
	Muy severa	F3	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo, que está en contacto continuo con la humedad y expuesto a productos químicos descongelantes	0,40	35	Tabla 630 – 8	Tabla 630 – 9

			Sulfatos solubles en agua (SO4) en el suelo, porcentaje (%) en peso (Nota 1)	Sulfato (SO4) disuelto en agua (ppm) (Nota 2)			Tipos de material cementante (Nota 3)			Uso de aditivo cloruro de calcio
							ASTM C150	ASTM C595	NTC 121	
S Sulfato	No aplicable	S0	$SO_4^= < 0,10$	$SO_4^= < 150$	N/A	17	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción
	Moderada	S1	$0,10 \leq SO_4^= < 0,20$	$150 \leq SO_4^= < 1\,500$	0,50	28	II (Nota 4 y Nota 5)	Tipos con designación MS	MS	Sin restricción

Categoría	Severidad	Clase	Condición		Rel. a/mc máx. (Nota 9)	*f´c* mín. (MPa)	Requisitos mínimos adicionales			
							Contenido de aire			Límites en los cementantes
			Sulfatos solubles en agua (SO4) en el suelo, porcentaje (%) en peso (Nota 1)	Sulfato (SO4) disuelto en agua (ppm) (Nota 2)			Tipos de material cementante (Nota 3)			Uso de aditivo cloruro de calcio
							ASTM C150	ASTM C595	NTC 121	
S Sulfato	Severa	S2	$0,20 \leq SO_4^{=} < 2,00$	$1\,500 \leq SO_4^{=} < 10\,000$	0,45	31	V (Nota 5)	Tipos con designación HS	HS	No se permite
	Muy severa	S3	$SO_4^{=} > 2,00$	$SO_4^{=} > 10\,000$	0,45	31	V más puzolanas o escoria (Nota 6)	Tipos con designación HS más puzolanas o escoria (Nota 6)	HS y puzolanas o escoria (Nota 6)	No se permite
P Concreto en contacto con el agua	No aplicable	P0	En contacto con el agua donde no se requiere baja permeabilidad		N/A	17	Ninguno			
	Requerida	P1	En contacto con el agua donde se requiere baja permeabilidad		0,50	28	Ninguno			
							Contenido máximo de iones de cloruro (Cl-) soluble en agua en el concreto, porcentaje por peso de cemento			Requisitos relacionados
							Concreto reforzado	Concreto preesforzado		
	No aplicable	C0	Concreto seco o protegido contra la humedad		N/A	17	1,00	0,06		Ninguno

Categoría	Severidad	Clase	Condición	Rel. a/mc máx. (Nota 9)	f´c mín. (MPa)	Requisitos mínimos adicionales		
						Contenido de aire		Límites en los cementantes
						Contenido máximo de iones de cloruro (Cl-) soluble en agua en el concreto, porcentaje por peso de cemento		Requisitos relacionados
						Concreto reforzado	Concreto preesforzado	
C Protección del refuerzo para la corrosión	Moderada	C1	Concreto expuesto a la humedad, pero no a una fuente externa de cloruros	0,50	17	0,30	0,06	Ninguno
	Severa	C2	Concreto expuesto a la humedad y a una fuente externa de cloruros provenientes de productos químicos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen	0,40	35	0,15	0,06	(Nota 8)

Nota 1: el porcentaje en masa de sulfato en el suelo se debe determinar por medio de la norma ASTM C1580.

Nota 2: la concentración de sulfatos disueltos en agua en partes por millón, se debe determinar por medio de la norma ASTM D516 o la norma ASTM D4130.

Nota 3: se permiten combinaciones alternativas de materiales cementantes diferentes a los mencionados en la Tabla 630 – 7, siempre y cuando sean ensayados para comprobar la resistencia a los sulfatos y se cumplan los criterios de la Tabla 630 – 11.

Nota 4: para exposición al agua marina, son permitidos otros tipos de cemento Portland, con contenidos de hasta diez por ciento (10 %) de aluminato tricálcico (C3A) si la relación a/mc no excede cero coma cuarenta (0,40).

Nota 5: se permiten otros tipos de cemento como el tipo III o el tipo I en exposiciones clase S1 o S2, si el contenido de C3A es menor al ocho por ciento (8 %) o cinco por ciento (5 %), respectivamente.

Nota 6: la cantidad de fuente específica de puzolana o escoria que se use, no debe ser inferior a la cantidad que haya sido determinada, por experiencia en mejorar la resistencia a sulfatos, cuando se usa en concretos que contienen cemento tipo V. De manera alternativa, la cantidad de la fuente específica de puzolana o escoria usada, no debe ser menor a la cantidad ensayada, según la NTC 3330 (ASTM C1012) y debe cumplir los requisitos de la Tabla 630 – 11.

Nota 7: el contenido de iones cloruro, solubles en agua, provenientes de los ingredientes -incluyendo el agua-, agregados, materiales cementantes y aditivos de la mezcla de concreto, deben ser determinados según los requisitos de la NTC 4049 (ASTM C1218M), a edades que van de veintiocho días (28 d) a cuarenta y dos días (42 d).

Nota 8: se deben cumplir los requisitos de la NSR referentes a «Protección de concreto para el refuerzo: Pernos con cabeza para refuerzo de corte», «Protección de concreto para el refuerzo: Ambientes corrosivos» y «Protección contra la corrosión de tendones de preesforzado no adheridos».

Nota 9: los límites máximos de la relación a/mc no se aplican al concreto de peso liviano.

Como complemento de la Tabla 630 — 7, a continuación, se presentan requisitos adicionales para la exposición a congelamiento y deshielo en la Tabla 630 — 8. La tolerancia de aire incorporado debe ser de más o menos uno coma cinco por ciento (± 1,5 %). Para concretos de *f'c* mayores de treinta y cinco megapascales (35 MPa), los valores de la Tabla 630 — 8 se pueden reducir hasta en uno por ciento (1 %).

Tabla 630 — 8. Contenido total de aire para concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Contenido de aire (%)	
	Exposición Clase F1	Exposición Clases F2 y F3
9,5	6,0	7,5
12,5	5,5	7,0
19,0	5,0	6,0
25,0	4,5	6,0
37,5	4,5	5,5
50,0 (Nota)	4,0	5,0
75,0 (Nota)	3,5	4,5

Nota: estos contenidos de aire se aplican a la mezcla total. Al ensayar estos concretos, sin embargo, se retiran las partículas de agregado mayores de cuarenta milímetros (40 mm) sacándolas mediante tamizado y se determina el contenido de aire en la fracción tamizada (la tolerancia en el contenido de aire incorporado se aplica a ese valor). El contenido de aire de la mezcla total se calcula a partir del valor determinado en la fracción cribada que pasa el tamiz de 40 mm, indicado en la norma INV E-406/NTC 1032 (ASTM C231).

En la Tabla 630 — 9 se presenta el límite de materiales cementantes para concreto sometido a clase de exposición F3.

Tabla 630 — 9. Requisitos para concreto sometido a clase de exposición F3

Materiales cementantes	Porcentaje máximo sobre el total de materiales cementantes en peso (Nota 1)
Cenizas volantes u otras puzolanas que cumplen NTC 3493 (ASTM C618)	25
Escoria que cumple NTC 4018 (ASTM C989)	50
Humo de sílice que cumple ASTM C1240	10

Materiales cementantes	Porcentaje máximo sobre el total de materiales cementantes en peso (Nota 1)
Total de cenizas volantes u otras puzolanas, escoria y humo de sílice	50 (Nota 2)
Total de cenizas volantes u otras puzolanas y humo de sílice	35 (Nota 2)

Nota 1: el total de materiales cementantes también incluye cementos ASTM C150, ASTM C595, NTC 4578 (ASTM C845) y NTC 121. Los porcentajes máximos de esta tabla incluyen:
a. Cenizas volantes u otras puzolanas presentes en cementos adicionados tipo IP, según la norma ASTM C595 o NTC 121.
b. Escoria usada en la fabricación de cementos adicionados Tipo IS, según la norma ASTM C595 o NTC 121.
c. Humo de sílice, según la norma ASTM C1240, presente en cementos adicionados.

Nota 2: las cenizas volantes u otras puzolanas y el humo de sílice no deben constituir más del veinticinco por ciento (25 %) y diez por ciento (10 %).

Para el caso de elementos estructurales expuestos a condiciones ambientales, tales como obras hidráulicas y estructuras en contacto permanente con el agua, los requisitos de durabilidad son aplicables, a excepción de la relación a/mc y *f'c* mínimo para las clases de exposición presentadas en la Tabla 630 — 10. Para el caso de estructuras que están expuestas a condiciones de exposición severas, con presencia de agentes químicos concentrados, se deben cumplir ciclos de humedecimiento y secado, y ciclos de congelamiento y deshielo del concreto saturado en algunas regiones. La clase de exposición Q se refiere a concretos expuestos a químicos corrosivos.

Tabla 630 — 10. Requisitos de concreto adicionales para estructuras ambientales

Clase de exposición	Relación a/mc máx.	*f'c* mín. (MPa)
F3	0,42	31
S0	0,45	28
S1	0,42	31
S2	0,40	35
S3	0,40	35
P1	0,45	28
Q1	0,42	31

Adicionalmente, se deben cumplir los requisitos de juntas, protección contra la erosión y la protección contra químicos, presentados en la norma NSR para elementos ambientales.

630.2.6.1.2 Métodos por desempeño verificado

En caso de evaluar la durabilidad por el método de desempeño verificado, para exposiciones a sulfatos y al ion cloruro, el diseñador debe consignar en los documentos del proyecto los requisitos de diseño por desempeño verificado para los diferentes tipos de exposición, con base en los siguientes criterios: penetrabilidad al ion cloruro, en culombios (C), resistencia a sulfatos, en porcentaje (%) de expansión y permeabilidad al agua (NTC 4483). Se debe hacer la verificación experimental de los requisitos de durabilidad para el material colocado en obra.

No se establecen requisitos de contenido mínimo de cementante o de tipo de cemento, siempre y cuando se cumplan los requisitos de desempeño verificado y los requisitos de resistencia especificada para el concreto.

630.2.6.1.2.1 Exposición a sulfatos

Para la elaboración de concretos hidráulicos expuestos a sulfatos, provenientes del suelo, el agua freática y el agua marina, entre otras, se permite el uso de cualquier tipo de cemento que, solo o mezclado con un contenido mínimo de material suplementario, demuestre un valor máximo de expansión en relación con la severidad de la exposición, según el método de ensayo de la norma ASTM C1012 y lo establecido en la Tabla 630 — 11. No se permite la aprobación de la expansión a edades menores ni el uso de ecuaciones de proyección. En cuanto al diseño de la mezcla por exposición a sulfatos, se deben cumplir todos los requisitos limite dados en la Tabla 630 — 11.

Tabla 630 — 11. Requisitos del concreto con exposición de sulfatos

Tipo de exposición a sulfatos	Descripción	Sulfatos en el suelo, solubles en agua ($SO_4^=$), porcentaje (%) en peso	Sulfatos disueltos en agua (ppm)	Expansión según NTC 3330	Permeabilidad al agua según NTC 4483	$f'c$, mín. (MPa)	Uso de acelerantes basados en cloruros
S0	Sin requisitos	< 0,1	< 150	Sin requisitos	Media	28	Sin restricción
S1	Moderada	Entre 0,1 y 0,2	Entre 150 y 1 500	0,1 % a 6 meses	Media	31	Sin restricción
S2	Severa	Entre 0,2 y 2,0	Entre 1 500 y 10 000	0,5 % a 6 meses y 0,1 % a 1 año	Media	35	No se permite
S3	Muy severa	> 2,0	> 10 000	0,1 % a 18 meses	Baja	35	No se permite

Para la evaluación de la permeabilidad al agua se debe seguir lo indicado en la Tabla 630 — 12.

Tabla 630 — 12. Penetración de agua en el concreto según NTC 4483

Tipo de ensayo	Unidades	Permeabilidad		
		Baja	Media	Alta
Coeficiente de permeabilidad al agua	m/s	$< 10^{-12}$	Entre 10^{-12} y 10^{-10}	$> 10^{-10}$
Profundidad de penetración	mm	< 30	Entre 30 y 60	> 60

630.2.6.1.2.2 Penetración al ion cloruro

Para el caso de concreto que contenga acero de refuerzo, bien sea en barras, mallas, macrofibra, microfibra, entre otros, el diseño de la mezcla de concreto por desempeño verificado para la protección a la penetración del ion cloruro se puede realizar con base en la Tabla 630 — 13, de acuerdo con el tipo de exposición. El ensayo se debe realizar de acuerdo con la norma de ensayo ASTM C1202. Los requisitos de durabilidad por desempeño verificado para la corrosión del refuerzo requieren, sin embargo, el cumplimiento de los valores de resistencia a la compresión mínima y relación a/mc máxima de la Tabla 630 — 7.

Tabla 630 — 13. Requisitos de penetrabilidad a cloruros y tipo de exposición de concreto

Carga que pasa (C) ASTM C1202	Penetración de ion cloruro	Tipo de exposición del pavimento con elementos de acero (se excluyen los pasadores de transferencia)
> 4 000	Alta	Concretos sin exposición a cloruros.
Entre 2 000 y 4 000	Moderada	Concretos con exposición leve a cloruros en ambientes secos o interiores.
Entre 1 000 y 2 000	Baja	Concretos en exposición directa a agua marina, o freática con alto contenido de cloruros (severa).
Entre 100 y 1 000	Muy baja	Pavimentos reforzados y continuamente reforzados, expuestos de forma directa al agua con cloruros (severa). Pavimentos en puertos, puentes y viaductos.
< 100	Despreciable	Estructuras que si son dañadas generan grandes pérdidas económicas y/o ambientales irreparables.

630.2.6.1.3 Diseño para la mitigación de la reacción álcali-agregado

Sin importar el tipo de exposición del concreto, se debe evaluar y mitigar, de ser necesario, la reacción álcali-agregado según lo establecido en la norma ASTM C1778 y los demás requisitos del presente artículo.

630.2.6.1.3.1 Evaluación de la reacción álcali-carbonato

Si el agregado por utilizar en un proyecto proviene de una fuente que contiene material calcáreo, se debe caracterizar el potencial de reactividad álcali-carbonato con base en su composición química, particularmente el

contenido de magnesio (MgO), cal (CaO) y alúmina (Al_2O_3). Se debe determinar si la relación CaO/MgO a Al_2O_3 del agregado se encuentra entre los rangos de composición de los agregados que son considerados potencialmente expansivos según se muestra en la Figura 630 — 1.

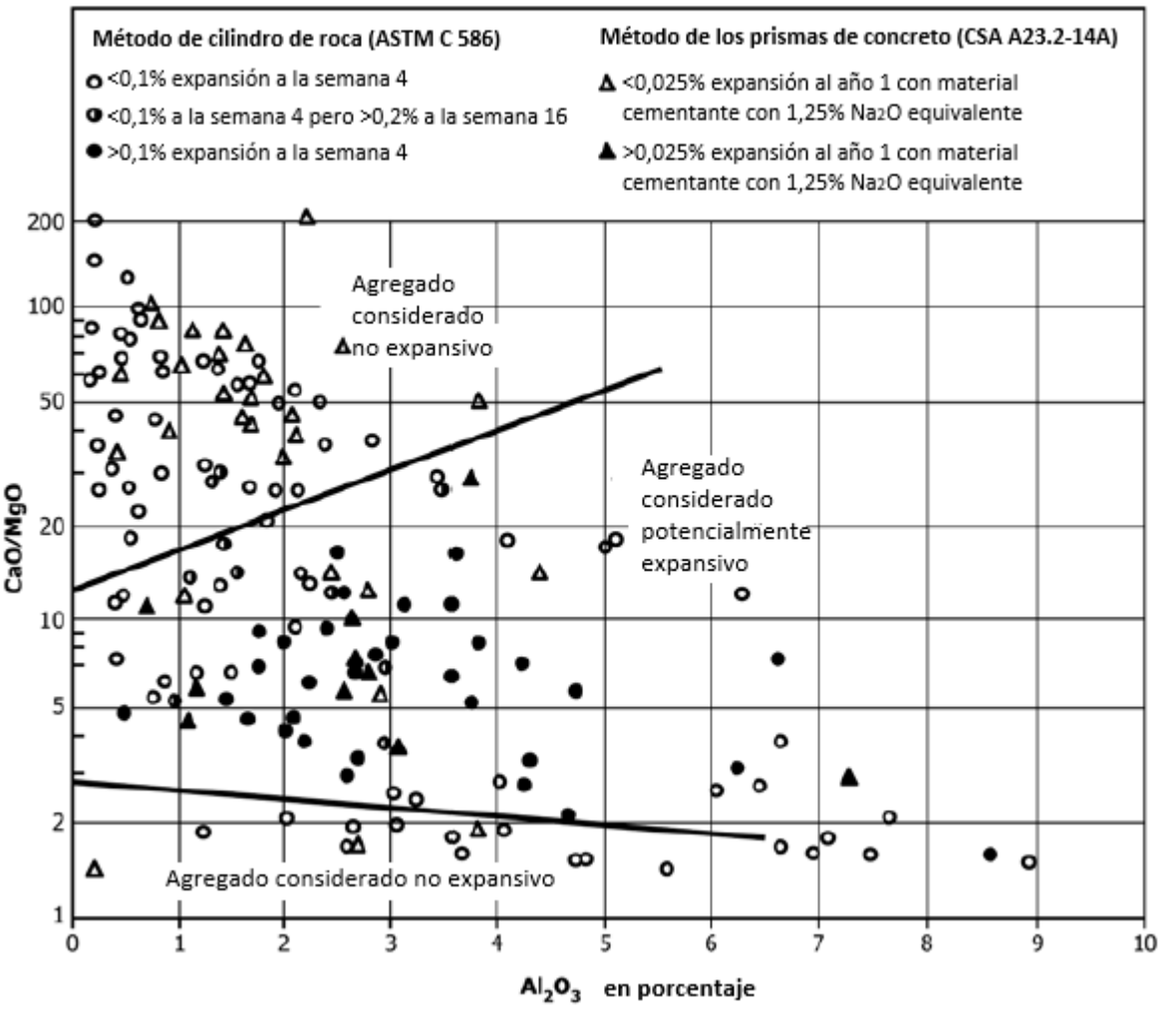


Figura 630 — 1. Franjas de composición para calificar el potencial de reacción álcali-carbonato de rocas calcáreas

Fuente: Figura adaptada de la norma ASTM C1778.

En cualquier caso, bien sea que el agregado se encuentre o no fuera de la franja de agregado potencialmente reactivo, el agregado calcáreo debe ser analizado para determinar su potencial, con el fin de desarrollar la reacción álcali-sílice y si esta se presenta, se debe proceder a su mitigación.

Si el agregado calcáreo se encuentra en el rango considerado potencialmente expan-

sivo para reacción álcali-carbonato, se debe ensayar utilizando el método de prismas de concreto por el método ASTM C1293 o por el método ASTM C1105, usando un contenido reducido de álcali (uno coma ocho kilogramos por metro cúbico (1,8 kg/m^3) para minimizar el riesgo de una expansión perjudicial como resultado de la reacción álcali-sílice). Según los resultados obtenidos en estos ensayos, se puede utilizar o no el agregado para la elaboración de concreto con base en los siguientes criterios:

- Cuando se usa solamente el método de la norma ASTM C1293 y con este se determina una expansión mayor que cero coma cero cuatro por ciento (0,04 %) a doce (12) meses, se debe realizar un análisis petrográfico para determinar si en el concreto hubo reacción álcali-carbonato y reacción álcali-sílice. Si el análisis petrográfico muestra que ocurrió reacción álcali-carbonato, solo o en combinación con reacción álcali-sílice, el agregado no puede ser utilizado para hacer concreto. Solo se puede usar el agregado si se implementa una explotación selectiva de la fuente, que demuestre que el nuevo agregado obtenido cumple los requisitos de expansión máxima por reacción álcali-carbonato.
- Cuando se usa el método ASTM C1105, el procedimiento se debe modificar de tal forma que el contenido de álcalis en el ensayo se mantenga por debajo de uno coma ocho kilogramos por metro cúbico (1,8 kg/m^3), para evitar que se genere reacción álcali-sílice. Si el resultado de expansión por este método es cero coma cero veinticinco por ciento (0,025 %) o mayor a los seis (6) meses, o cero coma cero tres por ciento (0,03 %) o mayor a los doce (12) meses, el agregado se considera reactivo y no se puede utilizar para hacer concreto. Los agregados calcáreos que muestren valores de expansión menores pueden ser utilizados para la elaboración de concreto. Aun si cumple este requisito, se debe evaluar el potencial de expansión por reacción álcali-sílice por el método ASTM C1260 o ASTM C1293, y de ser necesario, realizar la mitigación.

630.2.6.1.3.2 Evaluación de la reacción álcali-sílice

En el caso de la reacción álcali-sílice, se puede realizar la inspección petrográfica de los agregados al cumplir la norma ASTM C295, la cual sirve para determinar la presencia de sílice amorfa, sílice microcristalina, policristalina o criptocristalina.

La evaluación petrográfica, por sí sola, no se debe tomar como un indicativo de la reactividad de los agregados, la cual se debe analizar solamente por desempeño verificado.

La evaluación del potencial de expansión por reacción álcali-sílice se debe realizar según lo establecido en la NTC 6222 (ASTM C1260) (método de las barras de mortero) o, alternativamente, por la norma ASTM C1293 (método de los prismas de concreto). Para estas pruebas diagnósticas, solo se debe usar el cemento estándar (Portland Tipo I) definido por dichas normas. No se puede usar el cemento que se va a emplear en la obra. La calificación de reactividad de los agregados se realiza con base en los parámetros que se dan en la Tabla 630 — 14.

Tabla 630 — 14. Calificación de reactividad de los agregados

Norma	Material involucrado	Proceso	Requisito	Calificación	Valor
ASTM C1260	Agregados finos y gruesos. Solo se ensaya el agregado fino si ambos son de la misma fuente.	Diagnóstico de reactividad	Expansión en barras de mortero	Agregado inocuo	< 0,1 %
				Agregado potencialmente reactivo	≥ 0,1 %
				Agregado reactivo	≥ 0,2 %
ASTM C1567	Agregados finos y gruesos. Solo se ensaya el agregado fino si ambos son de la misma fuente. Cementante suplementario.	Mitigación de la reactividad	Expansión en barras de mortero	Mezcla mitigada	< 0,1 % a 16 días, si la curva de expansión tiene tendencia asintótica horizontal a los 16 días
ASTM C1293	Agregados finos y gruesos que se usan en la mezcla.	Diagnóstico de la reactividad	Expansión de los prismas de concreto	Potencialmente no reactivo	< 0,04 % a 1 año
				Potencialmente dañino	≥ 0,04 % a 1 año
	Agregados finos y gruesos, y cementante suplementario que se van a usar en la mezcla.	Mitigación de la reactividad	Expansión de los prismas de concreto	Mezcla mitigada	< 0,04 % a 2 años (Nota)

Nota: si no se cuenta con datos, se trabaja solo con las normas ASTM C1260 y ASTM C1567, como lo establece la norma ASTM C1778.

La mitigación de la reacción álcali-sílice mediante la aplicación de la norma ASTM C1567 o ASTM C1293, solo se puede realizar usando el cemento especificado en la norma de ensayo. No se admite el diseño de la mitigación usando el cemento de la obra.

El diseño de la mitigación se puede realizar mediante el método por desempeño verificado o el método prescriptivo, ambos descritos en la norma ASTM C1778 secciones 7, 8 y 9.

Cuando se emplee el método ASTM C1567 y se utilice, para la elaboración del concreto, agregado de diferentes fuentes, se debe mitigar la reacción álcali-sílice, con base en el material más reactivo. Además, para la mitigación de la reacción álcali-sílice se usan los criterios de diseño por el método prescriptivo o por el método de desempeño verificado que son detallados en la guía ASTM C1778.

630.2.6.1.3.3 Mitigación de reacción álcali-sílice por método prescriptivo

Para aplicar el criterio de diseño prescriptivo del método ASTM C1778 se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Emplear los valores de expansión por reactividad álcali-sílice de los agregados, según los resultados de la NTC 6222 (ASTM C1260) o ASTM C1293, o ambas.
- Determinar la ocurrencia de la reacción álcali-agregado en función de la exposición.
- Determinar la clase de severidad de las consecuencias en los casos que ocurra reacción álcali-sílice.
- Determinar el nivel de prevención requerido, con base en los resultados anteriores.
- Especificar con los requisitos más restrictivos.

630.2.6.1.3.4 Mitigación de reacción álcali-sílice por el método de desempeño verificado

En el caso del diseño de la mitigación de la reacción álcali-sílice por el método de desempeño verificado, se deben conocer los valores de expansión de los agregados por la NTC 6222 (ASTM C1260) o ASTM C1293 o ambas cuando estén disponibles. Es decir, con los resultados de los ensayos se determina la reactividad del material y se procede a diseñar directamente la mitigación. Uno de los métodos de mitigación es emplear material cementante suplementario, determinando la cantidad por los métodos de la ASTM C1567 o ASTM C1293.

630.2.6.2 Clases de concreto

Para el caso de puentes, estructuras auxiliares de puentes, estructuras hidráulicas de la infraestructura vial y muros de contención se debe definir la clase de concreto por usar, de acuerdo con la clasificación en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes (CCP).

Una vez determinada la clase del concreto, se debe realizar el diseño de mezcla cumpliendo con los requisitos por clase de concreto presentados en el CCP. Para el caso la de relación a/mc, contenido de aire y resistencia a la compresión a los veintiocho días (28 d), se deben cumplir los requisitos límite del CCP y los requisitos de los numerales 630.2.6.1 y 630.2.6.3, es decir, se debe diseñar la mezcla con los parámetros límite más conservadores entre los establecidos por clase de concreto, durabilidad y resistencia.

630.2.6.3 Resistencia

También, se deben cumplir los siguientes requisitos para la resistencia:

- Concreto ciclópeo: la resistencia no debe ser menor de diecisiete megapascales (17 MPa) a los veintiocho días (28 d).
- Concreto simple: la resistencia no debe ser menor de diecisiete megapascales (17 MPa) a los veintiocho días (28 d).
- Concreto reforzado: la resistencia no debe ser menor de veintiún megapascales (21 MPa) a los veintiocho días (28 d).
- Concreto pretensado y postensado: la resistencia no debe ser menor de treinta y dos megapascales (32 MPa) a los veintiocho días (28 d).

Para el caso de concreto liviano, los límites máximos de la relación a/mc hallados en el numeral 630.2.6.1 no aplican.

Por otra parte, el valor de resistencia a la compresión del concreto liviano no debe ser mayor de treinta y cinco megapascales (35 MPa), es decir, elementos que requieran concreto con una resistencia a la compresión mayor de treinta y cinco megapascales (35 MPa) no se pueden construir con este tipo de concreto, a menos que se demuestre experimentalmente que, elementos estructurales elaborados con el concreto liviano a usar en obra proporcionan una resistencia y tenacidad iguales o mayores que las de elementos comparables hechos con concreto de peso normal de la misma resistencia.

630.3 Equipo

Es responsabilidad del constructor disponer de los equipos y elementos para el suministro de los materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado del concreto estructural. También, equipos y elementos necesarios para la ejecución de juntas, equipos para limpieza, reparaciones, etc.

El constructor debe garantizar la calibración periódica de los equipos, de acuerdo con el plan de mantenimiento y calibración de estos, fijado en el plan de calidad del proyecto. Las calibraciones deben ser realizadas por laboratorios de calibración que cuenten con la acreditación por parte del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) para la unidad de medida por verificar, garantizando que las mediciones realizadas por la empresa sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

A continuación, se presentan los requisitos de los principales equipos y herramientas requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con este material.

630.3.1 Equipo para la elaboración de agregados

Para la producción de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, cargue, transporte y proceso. La unidad de proceso consiste en una unidad clasificadora y una planta de trituración provista de trituradora primaria, secundaria y terciaria, siempre que esta última se requiera, así como un equipo de lavado. La planta debe estar provista de los filtros y demás accesorios necesarios para controlar la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

630.3.2 Producción de la mezcla de concreto

La producción del concreto debe cumplir los lineamientos establecidos en la NTC 3318 (ASTM C94), tanto para el concreto producido *in situ* como para el concreto producido por un proveedor externo, en planta externa.

Si se prevé la incorporación de aditivos a la mezcla, la central debe dosificarlos con precisión suficiente. Los aditivos en polvo se deben dosificar en masa y los aditivos en forma de líquido o de pasta en masa o en volumen, con una precisión no inferior al tres por ciento (± 3 %) de la cantidad especificada de producto.

El temporizador del amasado y el de la descarga del mezclador deben estar protegidos de tal forma que, durante el funcionamiento del mezclador, no se pueda producir la descarga hasta que haya transcurrido el tiempo de amasado previsto.

630.3.2.1 Mezcla en el sitio

Se permite el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, previa aprobación del interventor, cuya capacidad no debe exceder de tres metros cúbicos (3 m^3).

630.3.3 Equipo para el transporte del concreto al sitio de las obras

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto debe contar con la aprobación del interventor. Dicha aprobación no se debe considerar definitiva por el constructor y la condición del uso del sistema de conducción o transporte se debe suspender inmediatamente, si el asentamiento o flujo de la mezcla (según sea el tipo de consistencia del concreto) excede los límites especificados o si la segregación de esta es excesiva. Se debe garantizar la homogeneidad de la mezcla mediante la prueba de uniformidad del concreto, de acuerdo con el procedimiento definido en el apéndice A de la NTC 3318 (ASTM C94).

Se debe garantizar la homogeneidad de la mezcla de concreto. Para esto es necesario que el transporte cumpla el horario programado considerando los tiempos de fraguado. De lo contrario, se debe hacer uso de aditivos retardantes de fraguado.

630.3.3.1 Transporte del concreto en camiones mezcladores

El transporte del concreto a la obra se realiza en camiones mezcladores o agitadores provistos de tambor giratorio cerrado con paletas internas, los cuales están equipados con cuentarrevoluciones. Deben ser capaces de proporcionar mezclas homogéneas y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones.

630.3.3.2 Transporte del concreto en volquetas

Para distancias cortas se emplean camiones del tipo volqueta, sin elementos de agitación, de forma que se impida toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños. Su caja debe ser lisa y estanca, y estar limpia, para lo cual se debe disponer de un equipo adecuado. El sistema de descarga puede ser basculante o por medio de bandas o tornillos. Estos camiones deben estar siempre provistos de una lona o cobertor para proteger el concreto fresco durante su transporte, evitando la excesiva evaporación del agua o la intrusión de elementos extraños.

Se debe disponer de los equipos necesarios para la limpieza de los elementos de transporte, antes de recibir una nueva carga de concreto.

630.3.3.3 Transporte del concreto en otros tipos de equipos

Se pueden utilizar otros vehículos de transporte de concreto tales como camiones agitadores, *buggies*, entre otros, si el concreto no pierde sus propiedades y uniformidad.

Los diferentes tipos de equipo de transporte deben ser seleccionados, de acuerdo con la tecnología utilizada para la construcción, la logística y el entorno del proyecto y el tipo de concreto, previa aprobación del interventor.

El constructor debe tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones vigentes sobre

tránsito automotor y ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Independiente del sistema de transporte escogido, el interventor tiene la autoridad de rechazar o aceptar la mezcla antes de su colocación. Debe verificar que las propiedades y la uniformidad del concreto no se modificaron durante el transporte.

630.3.4 Equipos de puesta en obra del concreto

El constructor debe disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra las formaletas o el refuerzo.

630.3.4.1 Formaleta y obra falsa

El constructor debe suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los documentos del proyecto. Las formaletas se deben poder ensamblar firmemente y tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los documentos del proyecto, ni se pueda escapar el mortero.

La obra falsa o armazones provisionales deben ser construidos sobre cimientos suficientemente resistentes para soportar las cargas sin asentamientos perjudiciales. Toda la obra falsa debe ser diseñada y construida con la solidez necesaria que le permita soportar, sin sufrir deformación apreciable, las cargas a que puede estar sometida, las cuales deben incluir, además del peso de la superestructura, las correspondientes a las formaletas, arriostramientos, carriles de circulación y otras cargas que le puedan ser impuestas durante la construcción. La obra falsa debe ser convenientemente apuntalada y amarrada, para prevenir distorsiones y movimientos que puedan producir vibraciones y deformaciones en la formaleta de la superestructura.

630.3.4.2 Vibradores

Los vibradores para la compactación del concreto deben ser de tipo interno simple y tener una intensidad suficiente para producir la plasticidad y la adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para fundiciones delgadas, donde las formaletas estén especialmente diseñadas para resistir la vibración, se deben emplear vibradores externos de formaleta, reglas y mesas vibratorias, entre otras.

En la selección del equipo más apropiado para cada elemento estructural se recomienda consultar el documento ACI 309R, Guía para la consolidación del concreto.

630.4 Ejecución de los trabajos

630.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo establecido en el numeral 105.13.3 del artículo 105, Desarrollo de los trabajos.

630.4.2 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La dosificación del concreto determina las proporciones en que se deben combinar los diferentes materiales componentes, como son: agregados, material cementante, adiciones suplementarias, agua, aditivos y eventualmente adiciones complementarias, de modo que se obtenga un concreto que cumpla la resistencia, la consistencia, la manejabilidad, la durabilidad y las demás exigencias requeridas por las especificaciones particulares de los documentos del proyecto y las presentes especificaciones.

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el constructor debe suministrar al interventor, para su verificación, muestras representativas de los agregados, material cementante, adiciones suplementarias, agua, aditivos y, eventualmente, adiciones complementarias por utilizar, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el diseño de la mezcla.

Una vez el interventor realice las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales con base en el cumplimiento de los requisitos de la presente especificación, el constructor debe diseñar la mezcla y debe definir una fórmula de trabajo, la cual debe someter a consideración del interventor. Dicha fórmula señala:

- El tipo y la marca de cemento.
- El tipo y la marca de adiciones suplementarias.
- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla, por los tamices correspondientes a la granulometría aceptada, así como la franja de tolerancia dentro de la cual es válida la fórmula propuesta.
- Las dosificaciones de material cementante, agregados grueso y fino, adiciones suplementarias, aditivos y eventualmente adiciones complementarias, se deben hacer en peso por volumen unitario de concreto (usualmente un metro cúbico de concreto, o fracción de este). La cantidad de agua y aditivos líquidos se puede dar por peso o por volumen. Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación de la bachada por producir debe corresponder a un número entero de bolsas (aproximado al entero superior).
- El módulo de finura del agregado fino.
- El contenido de aire (si se ha especificado).
- La resistencia a compresión de la mezcla a veintiocho días (28 d) de curado, y las edades adicionales que se especifiquen en el concreto a usar, la cual se mide según la norma INV E-410/NTC 673.
- La consistencia del concreto debe estar dentro de los límites indicados en los documentos del proyecto para cada tipo de concreto. Si la consistencia se mide según el ensayo de asentamiento, se debe utilizar la norma de ensayo INV E-404/NTC 396 (aplicable para mezclas entre los trece y los doscientos treinta milímetros (13 mm – 230 mm) de asentamiento). Si la consistencia se mide según el ensayo de flujo libre, se debe utilizar la NTC 5222 (aplicable para mezclas de más de doscientos treinta milímetros (230 mm)). Se pueden utilizar medios electrónicos para medir la consistencia del concreto desde que previamente se realicen correlaciones con los ensayos de las normas INV E-404/

NTC 396 o NTC 5222, la que sea aplicable, y con aprobación del interventor. Para la aprobación de cualquier medio electrónico, el interventor puede solicitar los datos experimentales que dan sustento a las correlaciones, sin perjuicio de los datos que sean presentados por parte del fabricante del equipo.
- Cumplimiento de la ACI 308, Guía para el curado del concreto.

El constructor debe determinar la consistencia de cada concreto teniendo en cuenta las condiciones específicas del proyecto (sistema de colocación, condiciones ambientales, tipo de estructura, materiales componentes, entre otras) y este debe ser aprobado por el interventor.

La fórmula de trabajo se debe reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo o clase del material cementante.
- El tipo, absorción y tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).
- La gradación del agregado combinado en una magnitud tal, que ella se salga de la tolerancia fijada.
- La naturaleza y la proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra del concreto.
- La procedencia del agua.
- Las tolerancias granulométricas indicadas en la Tabla 630 — 18.

En caso de variar cualquier otro parámetro, el interventor puede exigir la modificación de la fórmula de trabajo para que esta se ajuste a la variación de los parámetros realizada.

El constructor debe considerar que el concreto sea dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a la compresión promedio suficientemente superior a la especificada en los documentos del proyecto, según el tipo de concreto, de manera que se minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor especificado. La dosificación también debe estar en función de los requisitos mínimos de durabilidad. Se deben cumplir los lineamientos de dosificación del concreto de la NSR. Con este fin, el constructor debe tener en cuenta que, la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la resistencia especificada de diseño, depende de la desviación estándar de la resistencia durante la etapa de producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares.

Para casos en que los valores se encuentren por debajo de la especificación, se debe cumplir lo especificado en la NSR: «El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactorio si cumple con los dos siguientes requisitos:

a. Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a *f'c*.
b. Ningún resultado del ensayo de resistencia es menor que *f´c* por más de 3,5 MPa cuando *f'c* es 35 MPa o menor; o por más de 0,10 * *f'c* cuando *f'c* es mayor a 35 MPa».

Al efectuar las mezclas de prueba en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deben ser elaboradas y curadas de acuerdo con la norma INV E-402/NTC 1377 y ensayadas según la norma de ensayo INV E-410/ NTC 673. Se deben elaborar curvas que muestren la variación de la resistencia a la

compresión a veintiocho días (28 d) (o a la edad definida para el tipo de concreto) en función de la relación a/mc y del contenido de material cementante. Estas curvas se deben basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5) puntos, que representen mezclas de prueba que den lugar a resistencias a la compresión por encima y por debajo de la requerida. Cada punto debe representar el promedio de, por lo menos, dos (2) cilindros estandarizados de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de diámetro por trescientos milímetros (300 mm) de altura o tres (3) cilindros estandarizados de cien milímetros (100 mm) de diámetro por doscientos milímetros (200 mm) de altura, ensayados a veintiocho días (28 d) (o a la edad definida para el tipo de concreto).

Los valores de la relación a/mc máxima y el contenido mínimo de material cementante admisibles por resistencia para el concreto a emplear en la estructura, son los que permiten obtener una resistencia promedio por encima de la resistencia de diseño del elemento y cumplir los requisitos de durabilidad y clase de concreto.

En todos los casos, la relación a/mc y el contenido de material cementante deben cumplir los valores máximo y mínimo, respectivamente, permitidos por las consideraciones de durabilidad y clase de concreto correspondientes a los definidos en los documentos del proyecto.

La aprobación que dé el interventor al diseño de la mezcla no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al constructor de su responsabilidad de cumplir todos los requisitos de los documentos del proyecto. La aceptación de las obras para fines de pago depende de su correcta ejecución, el cumplimiento de los requisitos de durabilidad y clase de concreto, y de la obtención de la resistencia a la compresión mínima especificada para el respectivo tipo de concreto, resistencia que debe ser comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

No se permite ningún cambio al diseño de la mezcla, sin aprobación del interventor.

El diseño debe llevar una copia de todos los resultados de ensayo, incluyendo las fechas de las pruebas, una lista completa de los materiales, indicando tipo, fuente y características especificadas, tipo y resultados de las pruebas físicas y químicas sobre agregados, material cementante, adiciones, agua y aditivos. También, debe incluir el módulo de finura de la arena y el contenido de aire en la mezcla. La producción industrial de la mezcla no puede comenzar hasta que el interventor apruebe el informe de diseño por escrito.

Los laboratorios en donde se realicen los ensayos necesarios para el desarrollo de la fórmula de trabajo de la mezcla deben ser empresas legalmente constituidas que cuenten con experiencia y/o trayectoria en ejecución de pruebas y ensayos de control de calidad de materiales, que puedan demostrar apropiadamente la competencia de su personal de laboratorio y cuyos informes de resultados informados contengan la aprobación y la autorización para su emisión, mediante la firma del responsable técnico facultado para ello. El laboratorio debe contar con todo el equipamiento principal y auxiliar necesario para el correcto desempeño de sus actividades y asegurar que estos cuenten con

la exactitud y la precisión adecuadas para lograr resultados válidos. El laboratorio debe contar con un programa de calibración de sus equipos y se debe asegurar de que los resultados de la medición sean trazables al SI mediante alguna de las siguientes alternativas:

- La calibración de los equipos proporcionados por un laboratorio de metrología acreditado por ONAC.
- La comparación directa o indirecta a patrones nacionales o internacionales que cuenten con unidades del SI.
- Los valores certificados de materiales de referencia (MRC) proporcionados por productores competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI.

El constructor es el responsable de garantizar que todos los ensayos necesarios se realicen. Los informes deben ser entregados rutinariamente al interventor, el profesional a cargo del diseño, a los proveedores de material y a la autoridad competente que verifique el cumplimiento de la calidad o que tome acciones correctivas.

630.4.3 Almacenamiento de materiales

Los agregados, el material cementante, las adiciones suplementarias, los aditivos y las adiciones complementarias se deben almacenar, de tal forma que se prevenga su deterioro o contaminación. Cualquier material que se haya deteriorado o contaminado no se debe usar para la elaboración del concreto. Para prevenir esta situación, los materiales se deben almacenar de acuerdo con las siguientes indicaciones.

630.4.3.1 Almacenamiento de los agregados pétreos

Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado, hasta su introducción en las tolvas de agregados. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin peligro de segregación, atendiendo las precauciones que se detallan a continuación:

- El agregado grueso no debe permanecer almacenado durante un tiempo prolongado porque los finos de este tienden a asentarse y acumularse. Sin embargo, cuando el almacenamiento sea necesario, el método de almacenamiento utilizado debe minimizar la segregación, rotura de agregados, excesiva variación en la granulometría y contaminación.
- Las existencias se deben acumular en capas horizontales o de pendiente suave, garantizando la homogenización del material en acopio.
- Se deben disponer sistemas de drenaje apropiados. Para tal efecto, los patios de almacenamiento deben estar en pendiente, de tal manera que se garantice la captación, conducción y evacuación del agua, con el objeto de que los agregados finos y gruesos mantengan una humedad homogénea.
- Los camiones, cargadores u otros equipos no deben ser operados sobre los acopios porque, además de fracturar el agregado, lo contaminan.
- Se debe proteger el agregado seco y fino ante la posibilidad de ser separado por el viento, mediante el uso de lonas o rompevientos.

- Se debe prevenir la contaminación cruzada entre los diferentes tamaños de agregado mediante muros o amplios espacios entre acopios.
- El almacenamiento de los agregados se puede realizar sobre patios pavimentados construidos para este fin. Sin embargo, si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos.
- En lo posible, los acopios deben ser cubiertos. En caso, de no contar con cubiertas, se deben implementar todos los procedimientos y los controles que garanticen el producto.
- Cuando se detecten anomalías en el suministro de los agregados, ellos se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptación. Esta misma medida se debe aplicar cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado. No se deben emplear métodos de transporte, desde los acopios hasta las tolvas de la central, que pudieran causar segregación, degradación o mezcla de fracciones de distintos tamaños.
- El sistema de abastecimiento de agregados se debe programar de manera tal que la cantidad de agregado sea suficiente para cumplir la programación prevista en el proyecto.

Para todo lo anterior, se sugiere consultar el documento ACI 304R, Guía para medir, mezclar, transportar y colocar concreto; que contiene las prácticas recomendables de almacenamiento y manejo de agregados.

630.4.3.2 Almacenamiento del material cementante y adiciones suplementarias

El material cementante en sacos se debe almacenar en sitios secos y aislados del suelo (sobre estibas) y de muros, en acopios de no más de siete metros (7 m) de altura.

Si el material cementante se suministra a granel, se debe almacenar en sitios aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento debe ser la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento y adición suplementaria que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos, o tres (3) meses en silos, debe ser evaluado y avalado por el interventor, para verificar si aún es susceptible de utilización.

630.4.3.3 Almacenamiento de aditivos y adiciones complementarias

Los aditivos y las adiciones complementarias se deben proteger convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los productos que vengan en sacos se deben almacenar bajo cubierta y conservando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del material cementante y las adiciones suplementarias. Los aditivos y las adiciones complementarias suministrados en forma líquida se deben almacenar en recipientes estancos. Para todo caso, los proveedores de los productos deben suministrar dentro de la ficha técnica o por separado, en documento escrito, las recomendaciones para el almacenamiento de los productos, de tal manera que no se afecte su calidad. Se deben seguir todas las disposiciones y recomendaciones consignadas en la ficha técnica del producto suministrada por el fabricante.

630.4.4 Preparación de la zona de los trabajos

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su

preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se debe efectuar conforme se estipula en el artículo 600, Excavaciones varias. Cualquier deterioro ocurrido después de terminada la excavación, debe ser subsanado por el constructor, sin costo adicional para INVÍAS, utilizando procedimientos aprobados por el interventor.

630.4.5 Instalación de la formaleta y obra falsa

Todas las formaletas para confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece, deben ser diseñadas por el constructor y aprobadas por el interventor, de tal manera que permitan la colocación y la consolidación adecuadas de la mezcla en su posición final y su fácil inspección. Así mismo, deben ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero de la mezcla.

La aprobación del diseño de las formaletas por parte del interventor no exime al constructor de su responsabilidad respecto de la seguridad, la calidad del trabajo y el cumplimiento de todas las especificaciones.

Las formaletas se deben ensamblar firmemente y deben tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin deformaciones y manteniendo las tolerancias propias de la norma vigente (por ejemplo: reglamento NSR vigente, código de puentes u otros).

Antes de iniciar la colocación del concreto se deben limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie interna se debe cubrir con productos antiadherentes, que no manchen la superficie del concreto, que impida la absorción de humedad por parte del encofrado y no sea absorbido por el concreto. La colocación del desmoldante en el encofrado se debe realizar siguiendo las indicaciones del proveedor que deben ser suministradas en un documento escrito. Se debe aplicar el desmoldante antes de colocar el acero y no se debe permitir que este entre en contacto con el acero.

Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaletas y que queden embebidas en el concreto, deben ser pernos de acero provistos de rosca, tuercas y acoples adecuados, que permitan retirar los extremos exteriores, sin producir daños en las superficies del concreto. Todos los huecos resultantes del retiro de las abrazaderas se deben llenar con un mortero de consistencia seca.

No se puede colocar concreto dentro de las formaletas si estas no han sido inspeccionadas y aprobadas por el interventor. No se debe mover la cimbra o hacer alguna modificación cuando el concreto haya alcanzado su fraguado inicial.

Las formaletas se pueden remover parcial o totalmente, tan pronto como la mezcla haya adquirido la resistencia suficiente, comprobada mediante ensayos, para sostener su propio peso y el peso de cualquier otra carga.

De acuerdo con los lineamientos del diseñador establecidos en los documentos del proyecto, el constructor debe presentar al interventor un procedimiento apropiado para el retiro de la obra falsa, de manera tal, que la estructura vaya tomando las cargas en la secuencia indicada por el diseñador de la estructura.

Toda obra falsa o cimbra para la construcción de puentes u obras similares debe ser diseñada por el constructor, quien debe someter el diseño a consideración del interventor. Para la aprobación de la obra falsa o cimbra se deben entregar al interventor las memorias de cálculo y los planos de taller debidamente avalados por el profesional facultado para el diseño de estos elementos. En el diseño se deben tener en cuenta las cargas muertas y vivas a las que puede estar sometida la obra falsa durante y después de la colocación del concreto. Las eventuales deflexiones de la obra falsa, debido a las cargas, se deben compensar mediante contraflechas, de tal forma que la estructura terminada se ajuste a los niveles indicados en los documentos del proyecto.

En la construcción de cimbras para arcos, se deben proveer los medios adecuados que permitan un descenso gradual de los centros hasta obtener el autosoporte del arco.

630.4.6 Elaboración de la mezcla

Cuando la mezcla se produce en una planta central, sobre camiones mezcladores o por una combinación de estos procedimientos, el trabajo se debe efectuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la NTC 3318 (ASTM C94).

630.4.6.1 Mezclado manual para concretos no estructurales

La mezcla manual solo se puede efectuar, previa aprobación del interventor, para estructuras pequeñas no estructurales que requieran concreto de resistencia a la compresión no superior a catorce megapascales (14 MPa) a los veintiocho días (28 d), o en casos de emergencia que requieran un reducido volumen de concreto. En tal caso se debe colocar un veinte por ciento (20 %) adicional de cemento, en peso, sobre el requerido según el diseño de la mezcla.

El mezclado manual se debe hacer en bachadas no mayores de cero coma veinticinco metros cúbicos (0,25 m^3), sobre una superficie lisa e impermeable.

Las cargas mezcladas a mano no se pueden emplear para concreto colocado debajo del agua, ni concreto estructural.

630.4.6.2 Reablandamiento del concreto

Solo se permite la adición de agua a la mezcla en estado plástico, en el sitio de obra, hasta recuperar la consistencia de diseño de la mezcla, siempre y cuando se realice antes de que se haya presentado el tiempo de fraguado inicial del concreto y que no se exceda por ningún motivo la relación a/mc de diseño, determinada previamente, verificada por medio de mezclas de prueba y aprobada por el interventor.

En caso de adicionar agua en el sitio de obra, se debe demostrar y registrar de forma documental que la relación a/mc no excede el valor de diseño y que este procedimiento se realizó antes de que se haya presentado el tiempo de fraguado inicial del concreto. Todo lo anterior también debe ser corroborado por el interventor.

También se permite la adición de aditivos súper reductores, los cuales deben ser contemplados desde el diseño inicial.

630.4.7 Descarga, transporte y entrega de la mezcla

El concreto, al ser descargado de mezcladoras estacionarias, debe tener la consistencia,

la trabajabilidad y la uniformidad requeridas para la obra.

Cuando se empleen camiones mezcladores o agitadores, la descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y la colocación del concreto deben ser completados en un tiempo máximo de uno coma cinco horas (1,5 h), desde el momento en que el material cementante se añade a los agregados, salvo que el interventor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte y que así esté definido desde el diseño de la mezcla.

El concreto descargado de camiones mezcladores o de camiones agitadores debe ser entregado con la consistencia, la trabajabilidad y la uniformidad requeridas para la obra. La velocidad de descarga del concreto premezclado debe ser controlada por la velocidad de rotación del tambor, en la dirección de la descarga, con la canaleta o compuerta de descarga completamente abierta. Si es necesario agregar agua adicional a la mezcla para alcanzar o mantener el asentamiento especificado, sin exceder la relación a/mc requerida, se debe mezclar nuevamente el contenido del tambor, por un mínimo de veinte (20) revoluciones a la velocidad de mezclado, antes de proceder a la descarga del concreto. En caso de adicionar agua en el sitio de la obra, se debe cumplir con los requisitos del numeral 630.4.6.2.

El concreto puede ser transportado en camiones tipo volqueta u otro equipo provisto de agitadores, si los documentos del proyecto lo admiten o el interventor aprueba por escrito esta posibilidad. En tal caso, los recipientes deben ser metálicos, lisos en su interior, con las esquinas redondeadas, equipados con compuertas para controlar la descarga y provistos de cobertores adecuados para proteger el concreto contra la intemperie. El concreto transportado en estos equipos debe ser mezclado previamente y entregado con la consistencia y la uniformidad requeridas en la NTC 3318 (ASTM C94). La descarga en el punto de entrega debe ser completada en cuarenta y cinco minutos (45 min) desde que el cemento sea puesto en contacto con los agregados, lapso que el interventor puede variar según las condiciones climáticas del lugar o el uso de aditivos.

A su entrega en la obra, el interventor debe rechazar todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado o no tenga el asentamiento dentro de los límites especificados.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el interventor, debe ser retirado de la obra y reemplazado por el constructor, a su costa, por un concreto satisfactorio.

630.4.8 Colocación del concreto

630.4.8.1 Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos cuarenta y ocho horas (48 h) antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el constructor debe notificar por escrito al interventor al respecto, para que este verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no puede comenzar, mientras el interventor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y

la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deben estar completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método puede no ser el adecuado.

Se debe eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se coloque la mezcla y controlar que, durante la colocación de esta y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deben ser humedecidas completamente, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el interventor.

630.4.8.2 Requisitos generales

La colocación del concreto se debe efectuar en presencia del interventor, salvo en determinados sitios específicos aprobados previamente por este.

El concreto no se puede colocar cuando esté lloviendo, a no ser que el constructor suministre cubiertas que, a criterio y aprobación del interventor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

Todo el concreto debe ser vaciado en horas de luz solar y su colocación en cualquier parte de la obra no se debe iniciar si no es posible completarla en dichas condiciones, a menos que se disponga de un adecuado sistema de iluminación, aprobado por el interventor.

El concreto no se debe exponer a la acción del agua antes del fraguado final, excepto lo que se dispone en el numeral 630.4.8.5 para el concreto depositado bajo agua. El concreto se debe colocar en un ambiente seco y, durante su colocación o después de ella, no ser expuesto a la acción de aguas o suelos que contengan soluciones alcalinas, hasta pasado un periodo por lo menos de tres días (3 d), o de agua salada hasta los siete días (7 d). Durante este lapso, el concreto se debe proteger bombeando el agua perjudicial fuera de las formaletas y ataguías.

En todos los casos, el concreto se debe depositar lo más cerca posible de su posición final y no se debe hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deben permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando con las formaletas o el refuerzo. No se permite la caída libre del concreto desde alturas superiores a un metro (1,0 m), a menos que se compruebe que a una mayor altura el concreto no presente segregación y cambios en la mezcla que conlleven a reducciones del desempeño, la resistencia y la durabilidad, y debe ser aprobado por el interventor.

Al verter el concreto se debe remover enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

En todos los casos que sea difícil colocar el concreto junto a las formaletas, debido a las obstrucciones producidas por el acero de refuerzo o por cualquier otra condición, se debe procurar el contacto apropiado entre el concreto y las caras interiores de

las formaletas, vibrando estas últimas por medio de golpes en sus superficies exteriores con mazos de caucho o madera o por medio de vibradores de formaleta.

Cuando se vayan a usar equipos inclinados (canoas, canaletas), estos deben tener una longitud máxima de siete metros (7 m), manteniendo un flujo continuo, a una velocidad uniforme del concreto, con pendientes según el asentamiento del concreto (norma de ensayo INV E-404), no sobrepasando los valores de la Tabla 630 — 15.

Tabla 630 — 15. Pendientes máximas de equipos según el asentamiento del concreto

Asentamiento del concreto (mm)	Pendiente (V:H)
10 — 80	1:2
80 — 120	1:3

No se permite la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permite la colocación de la mezcla fresca sobre concreto, total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas, según se describe en el numeral 630.4.15.

El constructor debe tener la precaución de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto, por lo menos durante las primeras veinticuatro horas (24 h) luego de colocado el concreto.

A menos que los documentos del proyecto indiquen algo contrario por el tipo de obra, el concreto se debe colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de treinta centímetros (0,3 m).

Las descargas deben suceder una tras otra, y cada una de ellas se debe colocar y compactar antes de que la precedente haya alcanzado el fraguado inicial, para que no quede una separación entre las mismas. La superficie superior de cada capa de concreto se debe dejar algo áspera para lograr una liga eficiente con la capa subsiguiente. Cada capa superior debe ser compactada de forma que se evite la formación de una junta de construcción entre ella y la capa inferior.

Las capas que se completen en un día (1 d) de trabajo o que hayan sido colocadas poco antes de interrumpir temporalmente las operaciones, se deben limpiar de cualquier material objetable tan pronto como las superficies sean lo suficientemente firmes para retener su forma. En ningún caso se debe suspender o interrumpir temporalmente el trabajo dentro de los cuarenta y cinco centímetros (45 cm) debajo de la parte superior de cualquier superficie, a menos que los detalles de la obra tengan en cuenta un coronamiento de menos de dicho espesor, en cuyo caso, la junta de construcción se puede hacer en la parte inferior de dicho coronamiento.

El método y la manera de colocar el concreto se deben regular de forma que todas las juntas de construcción se coloquen en las zonas de bajo esfuerzo cortante y, en lo posible, en sitios que no sean visibles.

630.4.8.3 Colocación por bombeo

La colocación del concreto por bombeo puede ser permitida dependiendo de la adaptabilidad del método que se va a usar en la obra. El equipo se debe disponer de manera que las vibraciones derivadas de su operación no deterioren el concreto recién colocado.

Al emplear bombeo mecánico, la operación de la bomba debe ser tal que se produzca una corriente continua del concreto, sin bolsas de aire. Cuando se terminen las operaciones de bombeo, en caso de que se vaya a usar el concreto que quede en las tuberías, este se debe expeler de tal manera que no se contamine o se produzcan segregaciones.

Al emplear bombeo neumático, el equipo de bombeo se debe colocar lo más cerca posible del depósito de concreto. Las líneas de descarga deben ser horizontales o inclinadas hacia arriba respecto de la máquina de bombeo.

Cuando se utilice equipo de bombeo, siempre se debe disponer de los medios alternativos para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo debe continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

Los equipos de bombeo se deben limpiar cuidadosamente después de cada periodo de operación.

630.4.8.4 Colocación del agregado ciclópeo

La colocación del agregado ciclópeo se debe ajustar al siguiente procedimiento:

La roca, limpia y húmeda, se debe colocar cuidadosamente a mano, sin dejarla caer por gravedad en la mezcla de concreto simple, para no causar daño a las formaletas, a las alcantarillas, en el caso de cabezales, o al concreto adyacente parcialmente fraguado.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre rocas o entre una roca y la superficie de la estructura, no debe ser inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumenta a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se puede usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa.

Si se interrumpe la fundición, al dejar una junta de construcción se deben dejar rocas sobresaliendo no menos de diez centímetros (10 cm) para formar una llave. Antes de continuar el vaciado del concreto, se debe limpiar la superficie donde se va a colocar el concreto fresco y humedecer la misma con agua limpia.

El concreto ciclópeo no se debe usar en estructuras cuya altura sea menor de sesenta centímetros (60 cm) y/o en las que el espesor sea inferior a treinta centímetros (30 cm).

La proporción máxima del agregado ciclópeo debe ser el cuarenta por ciento (40 %) del volumen total de concreto.

630.4.8.5 Colocación del concreto bajo agua

La construcción de estructuras de concreto bajo agua contempla diferentes técnicas,

entre las cuales está el tipo tremie o descargas directas, para ello la mezcla debe ser de alta cohesión (antideslave). En otros casos, se debe estudiar la posibilidad de remover el agua mientras se hace el vaciado del concreto.

En cada caso, se debe revisar el diseño de la mezcla para ajustarla a las condiciones de colocación y debe ser aprobado por el interventor. Se debe verificar la efectividad de la mezcla de concreto antideslave, mediante la realización de una mezcla de prueba y sometiéndola a procedimientos o ensayos de laboratorio, aprobados por el interventor, que demuestren que el producto cumple su propósito.

Cuando haya colocación de concreto bajo agua, este se debe ubicar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, mediante un sistema de colocación que permita depositarla en una operación continua.

No se debe colocar concreto dentro de corrientes de agua, y las formaletas diseñadas para retenerlo deben ser impermeables. El concreto se debe colocar de tal manera que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

630.4.8.6 Temperatura del concreto

En condiciones normales de exposición y en concretos convencionales, la temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, debe estar entre diez y treinta y cinco grados Celsius (10 °C – 35 °C). Cuando existan otras condiciones particulares específicas, ya sean del material, del ambiente o ambas, se deben realizar análisis pertinentes para determinar la temperatura máxima apropiada antes de la colocación, o el tratamiento más adecuado para reducir la temperatura del concreto.

Cuando se pronostique una temperatura ambiente inferior a cuatro grados Celsius (4 °C) durante el vaciado o en las veinticuatro horas (24 h) siguientes, la temperatura del concreto no puede ser inferior a trece grados Celsius (13 °C) cuando se emplee en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius (10 °C) para otras secciones.

Durante la colocación, la temperatura no debe exceder de treinta y cinco grados Celsius (35 °C), para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de las formaletas metálicas o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50 °C) se deben enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

En caso de lluvia, se permite la colocación del concreto siempre y cuanto se implementen las acciones necesarias para garantizar la calidad del material y de la estructura.

630.4.9 Recubrimiento

Los recubrimientos del refuerzo en general deben cumplir lo establecido en el diseño de la estructura en los documentos del proyecto, pero en ningún caso estar por debajo de los mínimos establecidos en la NSR (requisitos de recubrimiento del refuerzo convencional y de tendones de preesfuerzo no adheridos).

La tolerancia del recubrimiento debe estar, de igual manera, de acuerdo con la NSR.

630.4.10 Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje o alivio se deben construir de la manera y en los lugares señalados en los documentos del proyecto. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deben colocar más abajo que las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, estos deben ser removidos después de colocado el concreto.

630.4.11 Vibración

El concreto colocado se debe consolidar mediante vibración interna, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se debe operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

Para lograr la compactación de cada capa antes de que se deposite la siguiente sin demorar la descarga, se debe usar un número suficiente de vibradores, con el fin de consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince minutos (15 min) siguientes a su colocación dentro de las formaletas. Para evitar demoras en el caso de averías, se debe disponer de un (1) vibrador auxiliar en el sitio de la obra para fundiciones individuales hasta de cincuenta metros cúbicos (50 m^3), y dos (2) vibradores auxiliares para fundiciones de mayor volumen.

Las vibraciones se deben aplicar en el punto de descarga y donde haya concreto depositado poco antes.

Los vibradores no deben ser empujados rápidamente, sino que se permite que ellos mismos se abran camino dentro de la masa de concreto y se retiren lentamente para evitar la formación de cavidades.

La vibración debe ser tal, que el concreto fluya alrededor del refuerzo y otros elementos que deban quedar embebidos en este y llegue hasta las esquinas de las formaletas.

La vibración no debe ser aplicada sobre el refuerzo, ni forzarse a secciones o capas de concreto que hayan endurecido a tal grado que el concreto no pueda volverse plástico por su revibración.

No se debe colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no se debe usar para transportar mezcla dentro de las formaletas, ni aplicar directamente a estas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Con el fin de obtener un concreto debidamente compactado, carente de cavidades, hormigueros y similares, la vibración mecánica

debe ser completada con la compactación manual que sea necesaria a lo largo de las superficies de las formaletas, y en las esquinas y puntos donde sea difícil obtener una vibración adecuada.

Las dimensiones de las agujas de los vibradores de inmersión y, en general, los tiempos de vibrado deben ser cuidadosamente controlados, de manera que se obtengan las densidades máximas sin sobrevibrar.

En el evento de que se utilicen mezclas autocompactantes, se debe estudiar la conveniencia de usar vibradores o no.

630.4.12 Protección y curado

Las medidas de protección y curado del concreto se deben implementar en todo momento, antes, durante y después de la colocación, con el fin de garantizar el desarrollo de las propiedades del concreto y de la estructura en general.

Los sistemas de protección y curado se deben utilizar, de acuerdo con las características del concreto, las condiciones ambientales en el sitio de la construcción (humedad relativa, temperatura ambiente, velocidad del viento, entre otras) y las características de la estructura. En todo caso se debe seguir lo establecido en el documento ACI 308R, Guía para el curado del concreto. El constructor debe realizar las pruebas necesarias para determinar el método más eficaz y eficiente de curado, el cual debe ser aprobado por el interventor.

En casos especiales, en los documentos del proyecto, el diseñador de la estructura debe establecer los tipos, los métodos, los procedimientos y los tiempos de protección y curado del concreto, específicos para el proyecto.

Se deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger el concreto fresco contra las altas temperaturas y los vientos, que puedan causar un secado prematuro y la formación de agrietamientos superficiales. De ser necesario, se deben colocar cortinas protectoras contra el viento, hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para recibir el tratamiento de curado.

Durante el curado del concreto, este no debe estar expuesto a cargas e impactos no previstos por el diseñador.

También, se pueden usar selladores o sellantes regidos por la norma ASTM C1315, que al entrar en contacto con el concreto forman una película que endurece y sella, y poseen propiedades especiales como resistencia a los álcalis, resistencia a los ácidos, cualidades adhesivas y resistencia a la degradación por la luz ultravioleta. Estos compuestos ayudan al curado, protegen la estructura de daños causados por la penetración de líquidos perjudiciales para el concreto, brindan mayor durabilidad y minimizan la generación de polvo, algunos mejoran la apariencia del concreto.

630.4.13 Requisito en concretos masivos

Se debe realizar un plan de control de temperatura para la colocación y el curado del concreto masivo, con el fin de tomar todas las medidas pertinentes para no comprometer la resistencia y la durabilidad del concreto. El plan de control debe contener:

- Materiales y dosificación de la mezcla de concreto.
- Elevación de la temperatura ya sea calculada o medida.
- Temperatura máxima del concreto en el momento de su colocación y detalle de las medidas y equipos usados para garantizar que esta no se exceda.
- Descripción de las medidas y los equipos por usar para garantizar que no se exceda la diferencia de temperatura máxima.
- Descripción de los equipos y la metodología para el monitoreo de la temperatura del concreto y el diferencial de temperatura a lo largo del tiempo.
- Ubicación de los sensores de temperatura. La ubicación de estos sensores debe ser determinada por el diseñador en los documentos del proyecto, y como mínimo deben estar ubicados en los puntos en donde se presente la mayor y la menor temperatura.
- Medidas para el manejo y la reducción de la temperatura y del diferencial de la misma.
- Descripción de los procedimientos de curado.
- Descripción de la metodología para retirar la formaleta evitando altos diferenciales de temperatura.

Durante el proceso de fraguado y curado, la temperatura máxima del concreto no debe exceder los setenta grados Celsius (70 °C), y la diferencia de esta entre el centro y la superficie del concreto no debe exceder los diecinueve grados Celsius (19 °C). Cuando se proyecten estructuras con la presencia de concretos masivos, el diseñador estructural puede establecer, en los documentos del proyecto, los requisitos de temperatura máxima para la verificación del interventor. El constructor debe establecer todas las estrategias necesarias para no sobrepasar dichos valores, y se debe hacer seguimiento a las temperaturas durante los primeros días de construcción.

Se puede usar cemento con bajo o moderado calor de hidratación, o un material cementante con contenido de ceniza volante o escoria clase F. No se deben usar aditivos acelerantes. Durante el mezclado, la colocación y el curado de un elemento con concreto masivo, se debe seguir el plan de control de temperatura aprobado por el interventor.

Se recomienda seguir la ACI 207.1R, Guía para el concreto masivo.

630.4.14 Remoción de las formaletas y de la obra falsa

El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y la localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto.

El constructor debe cumplir lo establecido por el diseñador estructural en los documentos del proyecto en cuanto a las resistencias mínimas a las cuales se puedan remover las formaletas.

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de formaletas y demás soportes, se puede efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deben ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de formaletas y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.

De acuerdo con los lineamientos del diseñador consignados en los documentos del proyecto, el constructor debe presentar al interventor un procedimiento apropiado para el retiro de la obra falsa, de manera tal, que la estructura vaya tomando las cargas en la secuencia indicada por el diseñador de la estructura.

630.4.15 Juntas

Se deben construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los documentos del proyecto. El constructor no puede introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en dichos documentos, sin la aprobación del interventor. La resistencia y la durabilidad de la estructura no se debe ver afectada por las juntas.

En superficies expuestas, las juntas deben ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario. En general, se debe dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deben utilizar para las mismas los rellenos, los sellos o los retenedores indicados en los documentos del proyecto.

630.4.16 Acabado

Todas las superficies de concreto deben recibir un acabado inmediatamente después del retiro de las formaletas. El tipo de acabado depende de lo establecido por el diseñador, en los documentos del proyecto, para cada estructura en particular.

Independiente del tipo de acabado establecido por el diseñador en los documentos del proyecto, se deben mantener los recubrimientos mínimos establecidos en el diseño.

630.4.16.1 Acabado convencional

Es el procedimiento usado para la mayoría de las estructuras. Inmediatamente después de remover las formaletas, todas las rebabas y salientes irregulares de la superficie del concreto se deben cincelar a ras de la superficie.

No se permite que sobresalgan elementos de refuerzo estructural como varillas, alambres o elementos no estructurales. En caso de que sobresalgan de la superficie se deben realizar procedimientos de intervención y acabado, aprobados por el interventor.

Cualquier irregularidad de la superficie, como cavidades pequeñas, grandes, profundas u hormigueros, debe ser corregida por el constructor, a su costa, mediante procedimientos adecuados para cada situación, previamente aprobados por el interventor.

Las zonas con hormigueros excesivos pueden ser causa de rechazo de la estructura, en cuyo caso, el constructor debe demoler y reconstruir, a su costa, la parte afectada.

Todas las juntas de construcción y de dilatación en la obra terminada, se deben dejar cuidadosamente trabajadas y sin restos de mortero y concreto. El relleno de las juntas

debe quedar con los bordes limpios en toda su longitud.

630.4.16.2 Acabado de pisos de puentes

Si el piso va a ser cubierto con una capa asfáltica, basta con asegurar que la superficie de concreto sea correctamente nivelada, para que presente las pendientes transversales indicadas en los documentos del proyecto.

Si el piso del puente se va a usar como capa de rodadura, debe ser sometido a las operaciones de acabado descritas en el artículo 500, para los pavimentos de concreto hidráulico.

630.4.16.3 Acabado de losas de pisos

Si los documentos del proyecto no establecen otra cosa diferente, su acabado debe ser como el descrito en el artículo 500, para los pavimentos de concreto hidráulico, exceptuando el macrotexturizado.

630.4.16.4 Acabado de andenes de concreto

El acabado superficial de los andenes debe ser el establecido en los documentos del proyecto, evitando superficies resbaladizas.

El diseño debe incluir la modulación y ejecución de las juntas, en cuyo caso se deben seguir los mismos procedimientos establecidos en el artículo 500.

630.4.17 Limpieza final

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el constructor debe retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el interventor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable. Cumpliendo todos los requisitos de manejo de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) establecidos en la legislación colombiana.

630.4.18 Afectaciones por sismo

En la eventualidad de que se produzca un sismo durante el proceso de curado, el constructor debe tener especial cuidado en efectuar una revisión detallada del concreto colocado y de la estructura, luego de su ocurrencia, informando al interventor sobre cualquier daño motivado por el fenómeno. Sin perjuicio de ello, si así lo estima el interventor, se deben realizar los ensayos que considere convenientes para verificar la calidad del concreto, pudiendo ordenar el retiro de este si, a su criterio, los ensayos realizados revelaren alteraciones al concreto colocado.

630.4.19 Conservación

El concreto hidráulico debe ser mantenido en perfectas condiciones por el constructor, cumpliendo los requisitos mínimos establecidos en el presente artículo, hasta el recibo definitivo de los trabajos, sin que ello implique costo adicional alguno para INVÍAS.

Todo concreto defectuoso o deteriorado que no cumpla las características establecidas en los documentos del proyecto, debe ser intervenido por el constructor para llevarlo a las condiciones de diseño, sin costo adicional

para INVÍAS. En todo caso, los procedimientos deben ser aprobados por el interventor, cualquiera sea el tipo de intervención. Se deben dejar registrados, en los documentos del proyecto, las reparaciones realizadas y el método de reparación.

630.4.20 Manejo ambiental

En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores de ejecución de obras de concreto estructural se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por tanto, no deben ser objeto de reconocimiento directo en el contrato.

Se debe asegurar que la adquisición de los recursos y el manejo de los residuos cumplan los requisitos legales ambientales vigentes. Se deben realizar todos los estudios, los tramites, los procedimientos y las actividades en obra necesarios para cumplir con las normas ambientales. Se debe entregar al interventor la documentación de la gestión ambiental.

630.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales por parte del constructor, con la supervisión y la aprobación del interventor:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, el transporte, la colocación, la consolidación, la ejecución de juntas, el acabado y el curado de las mezclas.
- Comprobar, mediante ensayos por parte del constructor, que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y en la mezcla de concreto, durante el periodo de ejecución de las obras.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y ambiente.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia, de acuerdo con el plan de calidad, previamente aprobado por el interventor, y la NSR.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

Los laboratorios en donde se realicen los ensayos necesarios para el control de la calidad de los materiales del concreto y el control de la calidad del concreto deben ser empresas legalmente constituidas que cuenten con experiencia y/o trayectoria en ejecución de pruebas y ensayos de control de calidad de materiales, que puedan demostrar apropiadamente la competencia de su personal

de laboratorio y cuyos informes de resultados informados contengan la aprobación y la autorización para su emisión, mediante la firma del responsable técnico facultado para ello. El laboratorio debe contar con todo el equipamiento principal y auxiliar necesario para el correcto desempeño de sus actividades y asegurar que estos cuenten con la exactitud y la precisión adecuadas para lograr resultados válidos. El laboratorio debe contar con un programa de calibración de sus equipos y se debe asegurar de que los resultados de la medición sean trazables al SI, mediante alguna de las siguientes alternativas:

- La calibración de los equipos proporcionados por un laboratorio de metrología acreditado por ONAC.
- La comparación directa o indirecta a patrones nacionales o internacionales que cuenten con unidades del SI.
- Los valores certificados de materiales de referencia (MRC) proporcionados por productores competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI.

El constructor es el responsable de garantizar que todos los ensayos necesarios se realicen. Los informes de ensayos deben ser entregados rutinariamente al interventor, al profesional a cargo del diseño, a los proveedores de material y a la autoridad competente que verifique el cumplimiento de la calidad o que tome acciones correctivas.

630.5.1 Control de materiales

Para cada uno de los materiales se deben realizar los ensayos y procedimientos definidos en el plan de calidad. Si estos no son satisfactorios, se debe rechazar el material y el concreto que se haya elaborado con este.

Además, cada vez que lo considere necesario, el interventor debe efectuar u ordenar la ejecución de los ensayos de control que permitan verificar la calidad del material.

Se debe tener un registro de todos los ensayos y procedimientos de calidad, los cuales deben ser presentados al interventor.

630.5.1.1 Calidad del cemento hidráulico

Para todo cemento que llegue a la central de fabricación, sea esta de propiedad del constructor o de un proveedor, se deben realizar los ensayos de las normas mencionadas en el artículo 501 y con la frecuencia especificada en el mismo. Los resultados de los ensayos deben ser remitidos para su aprobación por parte del interventor.

630.5.1.2 Calidad de las adiciones suplementarias

El constructor debe verificar, mediante ensayos, las características de las adiciones suplementarias definidas en el plan de calidad o las especificadas en los documentos del proyecto. Para cada adición se deben verificar los requisitos de las normas definidas en el numeral 630.2.1.2 con la siguiente frecuencia:

- Una (1) vez por cada mes de ejecución de las obras y como mínimo tres (3) veces a intervalos convenientemente espaciados si la obra dura menos de tres (3) meses.
- Cada vez que se modifique el material suministrado.
- Cada vez que el interventor lo solicite.

630.5.1.3 Calidad del agua

Se deben ejecutar los ensayos relacionados en la Tabla 630 — 5 y la Tabla 630 — 6. El agua usada en la mezcla y el curado debe cumplir los límites establecidos en estas, y solo se acepta si se cumplen dichos límites.

630.5.1.4 Calidad de los agregados

De cada fuente de agregados por utilizar en la producción de concreto y para cualquier volumen previsto, se deben tomar cuatro (4) muestras y se deben ejecutar los ensayos que permitan verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en los numerales 630.2.1.3.1 y 630.2.1.3.2.

Para el caso de los agregados ciclópeos, de igual forma se deben realizar y documentar los ensayos para la verificación del cumplimiento de los requisitos mencionados en este artículo.

Los resultados de todas estas pruebas deben satisfacer las exigencias de los numerales anteriormente citados. Los agregados que no las cumplan no pueden ser utilizados en la elaboración de la mezcla de concreto, a no ser que se realicen pruebas o ensayos adicionales que demuestren que, la mezcla de concreto cumple las características establecidas para cada proyecto y sean aprobadas por el interventor.

En el caso de uso de agregados reactivos, se deben evaluar procedimientos o diseños de mezcla que permitan mitigar esa condición, previa aprobación del interventor. El proceso de evaluación de la reactividad y el diseño del plan de mitigación se debe realizar conforme a los requisitos de este artículo, en el numeral 630.2.6.1.

Durante la etapa de producción, el interventor debe examinar los acopios y ordenar el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos vegetales, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, debe ordenar acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto (tal como distinta coloración), segregación, partículas alargadas o aplanadas y debe vigilar la disposición de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, sea que el constructor elabore la mezcla o tenga un proveedor que se la suministre, se debe verificar la calidad de los agregados, mediante la realización de los ensayos que se relacionan en la Tabla 630 — 16, con la frecuencia indicada en ella.

La curva granulométrica de cada ensayo individual, se debe ajustar a la franja de tolerancia construida a partir de la granulometría de diseño de la mezcla (fórmula de trabajo), con los límites fijados en la Tabla 630 — 18.

En caso de que los valores obtenidos excedan la franja de tolerancia definida para la fórmula de trabajo, pero no se salgan de las franjas normativas, el proveedor o el constructor deben preparar en laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa, la cual se debe someter a todas las pruebas de valoración descritas en el presente artículo. En caso de que no cumpla todos los requisitos, el constructor debe demoler, a sus expensas, los elementos cuestionados y los debe reponer, sin costo alguno para INVÍAS.

Tabla 630— 16. Ensayos de verificación sobre los agregados para concreto estructural

Característica	Norma de ensayo	Frecuencia (Nota 1)
Composición (F)		
Granulometría	INV E-213	1 por jornada
Módulo de finura	INV E-213	1 por jornada
Dureza, agregado grueso (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles	INV E-218	1 por mes
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos (Nota 2)	INV E-220	1 por mes
Reactividad de los agregados	Ver numeral 630.2.6.1.3	Tabla 630 — 17
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznables	INV E-211	1 por semana
Partículas livianas	INV E-221	1 al inicio del proyecto, 1 cada cambio de fuente y 1 cada 2,5 meses
Material que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200)	INV E-214	1 por semana
Geometría de las partículas (F)		
Índice de alargamiento	INV E-230	1 por semana
Índice de aplanamiento	INV E-230	1 por semana

Nota 1: se entiende como jornada, un día (1 d) de producción de agregados.

Nota 2: el ensayo se puede realizar con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Tabla 630 — 17. Ensayo para determinar la reactividad de los agregados (RAA)

Casos	Frecuencia mínima
Al inicio de todos los proyectos.	Se debe tomar una (1) lectura inicial del agregado de la fuente a usar
En todos los proyectos cuando se presente un cambio de fuente de agregado o de material cementante.	Se debe tomar una (1) lectura cada vez que se presente este caso
En todos los proyectos, excepto cuando se presente riesgo de RAA clase SC4.	Se debe tomar una (1) lectura cada 6 meses
En proyectos con riesgo de RAA clase SC4.	Se debe tomar una (1) lectura cada 3 meses

Cada vez que se realicen los ensayos para la evaluación de la reactividad del agregado, a partir de los resultados, se debe establecer la mitigación de acuerdo con lo indicado en el numeral 630.2.6.1.

El interventor puede modificar la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 630 — 16, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.

Tabla 630 — 18. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula de trabajo

	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)							
Tolerancia	≥ 9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150	0,075
	≥ 3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 30	Nro. 50	Nro. 100	Nro. 200
	Puntos de porcentaje (%) sobre la masa seca de los agregados							
	± 4		± 3					± 1

630.5.1.5 Calidad del acero

El constructor debe presentar certificaciones periódicas originales de los fabricantes o de los proveedores del acero empleado en pasadores, barras de amarre y refuerzos requeridos para la construcción del pavimento, donde se demuestre que este satisface a cabalidad las exigencias del presente artículo. Ninguna certificación puede tener una antigüedad superior a treinta días (30 d).

Así mismo, cada vez que lo considere conveniente, el interventor debe ordenar o efectuar las pruebas necesarias para verificar que la calidad del acero empleado cumple las exigencias de este artículo, y lo establecido en el artículo 640.

630.5.1.6 Calidad de los aditivos, adiciones complementarias y productos químicos de curado

El constructor debe presentar certificaciones periódicas de los fabricantes o de los proveedores de estos productos, que brinden garantía en cuanto a la calidad y a la conveniencia de su utilización, para la revisión y la eventual aprobación de uso por parte del interventor.

630.5.2 Control del concreto

630.5.2.1 Control de requisitos de durabilidad

En el caso de que el proyecto tenga una especificación por desempeño, cuando sea aplicable, se deben controlar las características de durabilidad especificadas para el concreto en el numeral 630.2.6.1, siguiendo las normas de ensayo aplicables. Se debe definir el lote como una jornada de trabajo.

Tabla 630 — 19. Control de requisitos de durabilidad por método de desempeño verificado

Requisitos de durabilidad	Frecuencia
Penetración del ion cloruro del concreto	un (1) control al inicio del proyecto y un (1) control máximo cada 30 lotes
Permeabilidad al agua del concreto	un (1) control al inicio del proyecto y un (1) control máximo cada 30 lotes
Contracción	un (1) control al inicio del proyecto y un (1) control máximo cada 30 lotes
Resistencia a sulfatos	Solo en la validación de la mezcla de prueba

Para el caso de los proyectos que tengan una especificación por el método prescriptivo, se deben cumplir los requisitos límite de los tipos de exposición en el que se haya clasificado la estructura, los requisitos presentados en el numeral 630.2.6.1. De igual forma, se deben cumplir los requisitos por clase de concreto y resistencia presentados en los numerales 630.2.6.2 y 630.2.6.3. Entre estos requisitos está la relación a/mc, la resistencia (*f'c*), el contenido de aire, el material cementante y el contenido máximo de ion cloruro soluble en agua en el concreto. Todos estos parámetros se deben establecer durante la validación de la mezcla de prueba, deben ser aprobados por el interventor y se deben mantener durante todo el proyecto. En caso de requerir un cambio de estos parámetros, se debe realizar nuevamente una mezcla de prueba con todos los ensayos pertinentes, verificar que se cumplan los requisitos de durabilidad, resistencia y clase de concreto, y debe ser aprobada nuevamente por el interventor. Todo este control debe quedar documentado.

Se deben reportar los valores obtenidos. En cada característica, el concreto colocado debe cumplir los rangos máximos o mínimos que le son aplicables. Las estructuras en concreto, que no cumplan una o varias características de durabilidad especificadas, deben ser demolidas y sus escombros transportados a los sitios aprobados para su recepción, todo a expensas del constructor, quien además debe reemplazar estas estructuras con otras que cumplan todas las exigencias de la especificación, sin que ello implique costo alguno para INVÍAS.

630.5.2.2 Control de los requisitos por clase de concreto

Cuando aplique se deben cumplir los requisitos límite por clase de concreto, requisitos presentados en el numeral 630.2.6.2. Todos estos parámetros se deben establecer durante la validación de la mezcla de prueba, deben ser aprobados por el interventor y se deben mantener durante todo el proyecto. En caso de requerir un cambio de estos parámetros se debe realizar nuevamente una mezcla de prueba con todos los ensayos pertinentes, verificar que se cumplan los requisitos de durabilidad, resistencia y clase de concreto, y debe ser aprobada nuevamente por el interventor. Todo este control debe quedar documentado.

630.5.2.3 Dosificación

La mezcla se debe efectuar en las proporciones establecidas en la fórmula de trabajo; se admiten las variaciones establecidas en la NTC 3318 (ASTM C94).

La tolerancia del agua de mezclado se debe medir con la tolerancia especificada, corregida según la condición de humedad de los agregados y la cantidad de aditivo líquido, si se usa.

Para las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, el constructor las debe tratar como producto no conforme para llevarlas a las características requeridas y, en caso de no cumplir, deben ser rechazadas por el interventor.

630.5.2.4 Consistencia

Se debe controlar la consistencia de cada carga entregada, para lo cual se debe tomar una muestra representativa de ella que se debe someter al ensayo de asentamiento (según la norma INV E-404/NTC 396) o flujo libre (según la NTC 5222), cuyo resultado debe estar dentro de los límites indicados en los documentos del proyecto para cada tipo de concreto, según lo mencionado en el numeral 630.4.2. Por ningún motivo se permite la adición de agua al concreto elaborado para incrementar su asentamiento o flujo, según el tipo de mezcla. La tolerancia del asentamiento debe estar en conformidad con el ACI 117, Especificación para la tolerancia de estructuras de concreto y materiales.

630.5.2.5 Contenido de aire

Si en el diseño de la mezcla se ha especificado un contenido de aire, se debe controlar en cada uno de los tres (3) primeros camiones que lleguen a la obra en la jornada de trabajo y en los tres (3) primeros después de cada interrupción, programada o no, durante el curso de dicha jornada, según la norma de ensayo INV E-406 (NTC 1032), la cual describe el método a presión. También, se permite medir el contenido de aire siguiendo la norma de ensayo ASTM C173. Los resultados deben corresponder al valor establecido al definir la fórmula de trabajo. Si el resultado de la muestra de algún camión está por fuera de los límites de tolerancia, se debe tomar una segunda muestra del mismo camión y se repite el ensayo. Si este último se encuentra dentro de los límites de tolerancia especificada se debe aceptar el viaje. En caso contrario, se debe rechazar. Si se rechaza el concreto de los tres (3) camiones consecutivos por este motivo, se debe suspender la producción de la mezcla y la construcción, hasta que se detecten y corrijan las causas de la anomalía.

630.5.2.6 Peso unitario y densidad del concreto

Se debe controlar el peso unitario del concreto en estado fresco siguiendo la norma de ensayo INV E-405 (NTC 1926).

A los testigos extraídos se les debe determinar su densidad, según la norma de ensayo ASTM C642 (NTC 5653).

En principio, los resultados deben ser reportados, pero no se deben emplear como criterio para aceptación o rechazo de la estructura construida, salvo que los documentos del proyecto o una especificación particular así lo indiquen y establezcan un criterio para su calificación. Sin embargo, si la densidad promedio

de los núcleos de un lote es menor de noventa y siete por ciento (97 %), o algún núcleo presenta densidad menor de noventa y seis por ciento (96 %), con respecto a la densidad del concreto elaborado al definir la fórmula de trabajo, es indispensable que el constructor mejore el vibrado del concreto, de manera que los requisitos establecidos anteriormente se logren en las posteriores verificaciones.

En cualquier caso, la presencia de hormigueros en los núcleos hace obligatoria la demolición del elemento de concreto estructural afectado y su reconstrucción con elementos que cumplan todos los requisitos de esta especificación.

630.5.2.7 Temperatura del concreto en estado fresco

Se debe controlar la temperatura del concreto en estado fresco, de manera que se cumpla la NTC 3357 (ASTM C1064). Si la temperatura del concreto, medida en la entrega de este, no cumple los requisitos del numeral 630.4.8.6 o el plan de control de temperatura para el caso de concretos masivos, se debe realizar inmediatamente una medición adicional sobre una nueva muestra del mismo despacho. Si no se cumplen los requisitos de temperatura, el concreto no se puede usar en obra.

630.5.2.8 Módulo elástico del concreto

La determinación del módulo de elasticidad del concreto se debe realizar cuando, en los documentos del proyecto, se requiera la determinación del módulo de elasticidad o por solicitud del interventor. Sobre los núcleos cilíndricos extraídos de la estructura de concreto se debe determinar el módulo de elasticidad, mediante el procedimiento descrito en la norma de ensayo INV E-424 (NTC 4025).

El valor promedio de cada lote debe ser reportado y se debe emplear, si corresponde, en la revisión de los diseños estructurales de los documentos del proyecto.

630.5.2.9 Resistencia

Las muestras de concreto para fines de determinar la resistencia especificada deben ser tomadas, elaboradas, curadas y ensayadas bajo las normas INV E-420/NTC 550 e INV E-410/NTC 673.

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada tipo de concreto colocado en obra, se deben tomar por lo menos una (1) vez al día, o cada cuarenta metros cúbicos (40 m^3) de concreto, o cada doscientos metros cuadrados (200 m^2) de superficies de losas y muros.

La resistencia del concreto debe ser evaluada, con fines de aceptación o rechazo, de acuerdo con el procedimiento y los parámetros establecidos en la NSR.

Si en algún momento no se cumplen las exigencias establecidas en la NSR, se deben tomar las acciones contempladas en este documento, en la sección «Investigación de los resultados de ensayo con baja resistencia».

Se deben tomar tres (3) núcleos por cada valor no conforme. Los núcleos deben ser extraídos, deben ser colocados en recipientes o bolsas herméticas de tal forma que la humedad se preserve, deben ser transportados al

laboratorio y se deben ensayar de acuerdo con la norma INV E-418/NTC 3658.

Se considera aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia a la compresión de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia especificada (*f'c*) en los documentos del proyecto, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75 %) de dicha resistencia. Cuando los núcleos den valores erráticos, se debe permitir extraer núcleos adicionales de la misma zona.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el constructor puede solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especificado en la NSR. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se acepta el concreto en discusión. En caso contrario, el constructor debe adoptar las medidas correctivas que solicite el interventor, las cuales pueden incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, a costa del constructor, sin costo alguno para INVÍAS.

Siempre que se produzcan rechazos, se debe reiniciar el promedio de las medias móviles (*fm*) para las evaluaciones subsiguientes.

630.5.2.10 Curado

Toda fundida de concreto que no sea correctamente curada, puede ser rechazada por el interventor. Si se trata de una superficie de contacto con fundidas subsecuentes de concreto, deficientemente curada, el interventor puede exigir la remoción de una capa hasta de cinco centímetros (5 cm) de espesor, por cuenta del constructor, y su consecuente reposición con una mezcla satisfactoria, correctamente curada.

Los especímenes curados en las mismas condiciones de la obra, deben dar como mínimo el ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia de los especímenes curados en agua para control de calidad. El cumplimiento de este requisito es garantía de que se está realizando un curado efectivo en obra.

Solo para efectos de aceptación y rechazo de la estructura construida se debe medir la resistencia del concreto, tanto en especímenes de control de calidad de obra como en especímenes de control del desarrollo de resistencia del concreto ya instalado, mediante la disposición de cilindros de control de la calidad al pie del elemento y/o extracción y ensayo de núcleos (norma INV E-418/NTC 3658). Lo anterior para determinar la efectividad de las labores de compactación y curado, si existe alguna incertidumbre con la estructura o con la resistencia en probetas. Únicamente, se debe permitir el uso de ensayos no destructivos, donde se obtuvieron resultados de ensayos con baja resistencia y es necesario realizar una investigación. Los casos en los que se deben realizar estos ensayos son los siguientes:

- Inadecuados procesos de compactación (ACI 309R, Guía para la consolidación del concreto).
- Inadecuados procesos de cuidado y control de muestras (ACI 308R, Guía para curado del concreto; INV E-420/NTC 550).
- Cuando el curado en la estructura genere reducciones en la resistencia mayores de

un quince por ciento (15 %) respecto a los obtenidos bajo la condición estándar.

Los ensayos no destructivos que se permiten son los contenidos en el ACI 228.2R, Reporte de métodos de ensayo no destructivos para la evaluación del concreto en estructuras. Estos ensayos se pueden usar, si se realiza una calibración del método con el concreto de obra, empleando un número suficiente de muestras, y con la aprobación del interventor. Estos ensayos son válidos principalmente para hacer comparaciones del concreto en la misma estructura, mas no para evaluar la resistencia.

630.5.3 Calidad del producto terminado

Todo concreto donde los materiales, las mezclas y el producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación, debe ser corregido por el constructor, quien debe asumir los costos adicionales, de acuerdo con las indicaciones del interventor y la aprobación de este. Dicha corrección puede contemplar, inclusive, la demolición parcial o total de la estructura.

630.5.3.1 Desviaciones máximas admisibles en las dimensiones laterales

- Vigas pretensadas y postensadas: de menos cero coma cinco centímetros a más uno coma un centímetro (- 0,5 cm a + 1,1 cm).
- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y estructuras similares de concreto reforzado: de menos un centímetro a más dos centímetros (- 1,0 cm a + 2,0 cm).
- Muros, estribos y cimientos: de menos dos centímetros a más cinco centímetros (- 2,0 cm a + 5,0 cm).

630.5.3.2 Desplazamiento

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los documentos del proyecto, no puede ser mayor que la desviación máxima positiva (+) indicada para las desviaciones en el numeral 630.5.3.1.

630.5.3.3 Otras tolerancias

- Espesores de placas: de menos un centímetro a más dos centímetros (- 1,0 cm a + 2,0 cm).
- Cotas superiores de placas y andenes: de menos un centímetro a más un centímetro (- 1,0 cm a + 1,0 cm).
- Recubrimiento del refuerzo: más o menos diez por ciento (± 10 %).
- Espaciamiento entre varillas: de menos dos centímetros a más dos centímetros (- 2,0 cm a + 2,0 cm).

Se deben cumplir los requisitos de la ACI 117, Especificación para la tolerancia de estructuras de concreto y materiales; para las especificaciones de tolerancia que no se presentan en este documento.

630.5.3.4 Regularidad de la superficie

La superficie no puede presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre esta una regla de tres metros (3 m).

- Placas y andenes: cero coma cuatro centímetros (0,4 cm).
- Otras superficies de concreto simple o reforzado: un centímetro (1,0 cm).
- Muros de concreto ciclópeo: dos centímetros (2,0 cm).

630.5.4 Defectos a edades tempranas

Si se presentan fisuras a una edad temprana, se deben revisar detalladamente las mezclas utilizadas, los asentamientos medidos, el manejo de las películas o el procedimiento de protección y curado, las condiciones ambientales y el concreto y, en general, todos los elementos que puedan haber incidido en la ocurrencia del fenómeno.

Se deben tomar medidas de corrección y reparación, de acuerdo con el origen de estos defectos, las cuales deben ser asumidas por el constructor y aprobadas por el interventor.

En todos los casos, el constructor debe presentar, previamente, un documento con las acciones correctivas propuestas, incluyendo materiales, dimensiones y procedimientos que pretende utilizar para la reparación.

630.6 Medida

La unidad de medida del concreto estructural debe ser el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1), de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente acabada y curada; aprobada por el interventor.

El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma de ensayo INV E-823.

El volumen se debe determinar multiplicando la longitud horizontal, medida a lo largo de la estructura, por el ancho y el espesor especificados en los documentos del proyecto. No se debe medir, para los fines de pago, ninguna obra ejecutada por fuera de las dimensiones o líneas establecidas en los documentos del proyecto.

De los volúmenes calculados se deben deducir los correspondientes a las tuberías de drenaje y elementos de acero, excepto los ocupados por el acero de refuerzo y de preesfuerzo.

630.7 Forma de pago

El pago se debe hacer al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con esta especificación y aprobada por el interventor.

El precio unitario debe cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y alquiler de las fuentes de las cuales se extraen los agregados pétreos, así como el descapote y la preparación de las zonas por explotar y la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar sus características hidrológicas superficiales al terminar la explotación.

Debe cubrir, también, todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, y los de la explotación de ellas; la selección, la trituración y el eventual lavado y la clasificación de los materiales pétreos; el suministro, el almacenamiento, los desperdicios, los cargues, los transportes, los descargues y las mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, incluyendo los aditivos, adiciones suplementarias y complementarias.

El precio unitario debe incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas

por el constructor; el suministro, la instalación y la operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones si no está contemplada en el artículo 600; el suministro de materiales y accesorios para las formaletas y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y la elaboración de las mezclas de concreto, su cargue, su transporte al sitio de la obra, la colocación y el vibrado; el suministro y la aplicación del producto para el curado del concreto terminado, la ejecución de juntas y de agujeros para drenaje, el acabado, la limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

También, debe incluir el costo de la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, y los costos de administración e imprevistos y la utilidad del constructor.

Las obras de concreto que estén cubiertas por otro ítem de pago, tampoco se consideran incluidas en el presente artículo.

El acero de refuerzo se debe medir y pagar de acuerdo con el artículo 640 y el de preesfuerzo de acuerdo con el artículo 641.

630.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
630.1	Tipo de concreto	Metro cúbico (m^3)

Nota: se debe elaborar un ítem de pago para cada tipo de concreto que tenga el proyecto. Cada tipo de concreto se debe describir completamente, de acuerdo con las indicaciones del numeral 630.2.6.

630.9 Glosario

Las siguientes definiciones son aplicables a esta especificación:

630.9.1 Material cementante

Un material cementante es aquel que tiene las propiedades de adhesión y cohesión necesarias para unir agregados y conformar una masa sólida de resistencia y durabilidad adecuada. Los principales cementantes son los cementos hidráulicos, algunas escorias y ciertos materiales con propiedades puzolánicas. De acuerdo con el nivel de cementación y los requisitos específicos de las aplicaciones, estos cementantes se pueden utilizar en forma individual o combinados entre sí.

630.9.2 Adiciones suplementarias

Son materiales inorgánicos de origen natural o artificial que tienen propiedades puzolánicas, hidráulicas o ambas, y que al ser incorporadas en las mezclas cementicias (lechadas, morteros o concretos) o directamente adicionadas durante la fabricación del cemento, permiten alcanzar mejoras tecnológicas de desempeño, ya sea en su estado fresco, durante su fraguado y/o en su estado endurecido (propiedades resistentes y durables).

Algunos ejemplos son las cenizas volantes (clases C y F según la NTC 3493/ASTM C618), el humo de sílice, las puzolanas naturales o calcinadas, las escorias de alto horno (granulada y molida), el metacaolín (arcilla calcinada), entre otros.

De acuerdo con la disponibilidad de materiales, las propiedades finales deseadas y las

capacidades tecnológicas, se puede utilizar más de un tipo de adición suplementaria, en forma combinada con los demás materiales. Los cementos o mezclas «ternarias» son aquellas que contienen dos adiciones suplementarias diferentes en su composición, además del Clinker, yeso y aditivos de proceso (si se usan).

Dependiendo de la naturaleza de la adición, estas pueden no solo contribuir con las propiedades de ganancia de resistencia del cemento, sino también con otras propiedades de las mezclas.

Tabla 630 — 20. Naturaleza de las adiciones suplementarias

Material	Naturaleza cementante o tipo de reacción
Puzolana natural (clase N) (Nota 1)	Puzolánica con cemento Portland
Ceniza volante silícea (clase F) (Nota 1)	Puzolánica con cemento Portland
Ceniza volante de alta cal (clase C) (Nota 1)	Puzolánica con cemento Portland, pero también ligeramente hidráulica
Escoria de alto horno granulada y molida	Potencialmente Hidráulica
Humo de sílice (Nota 2)	Puzolánico con cemento Portland
Relleno calcáreo	Llenante con acción hidráulica ligera con cemento Portland
Metacaolín (arcilla calcinada)	Puzolánica con cemento Portland

Nota 1: clasificación de acuerdo con la NTC 3493 (ASTM C618).

Nota 2. debe cumplir lo establecido en la norma técnica ASTM C1240.

630.9.3 Adiciones complementarias

Son materiales que se incorporan a las mezclas de concreto para mejorar o modificar otras prestaciones del concreto diferentes a las características cementantes o de actividad hidráulica que sí ofrecen las adiciones suplementarias.

Las adiciones complementarias pueden ser fibras, pigmentos, llenantes, polímeros, entre otros.

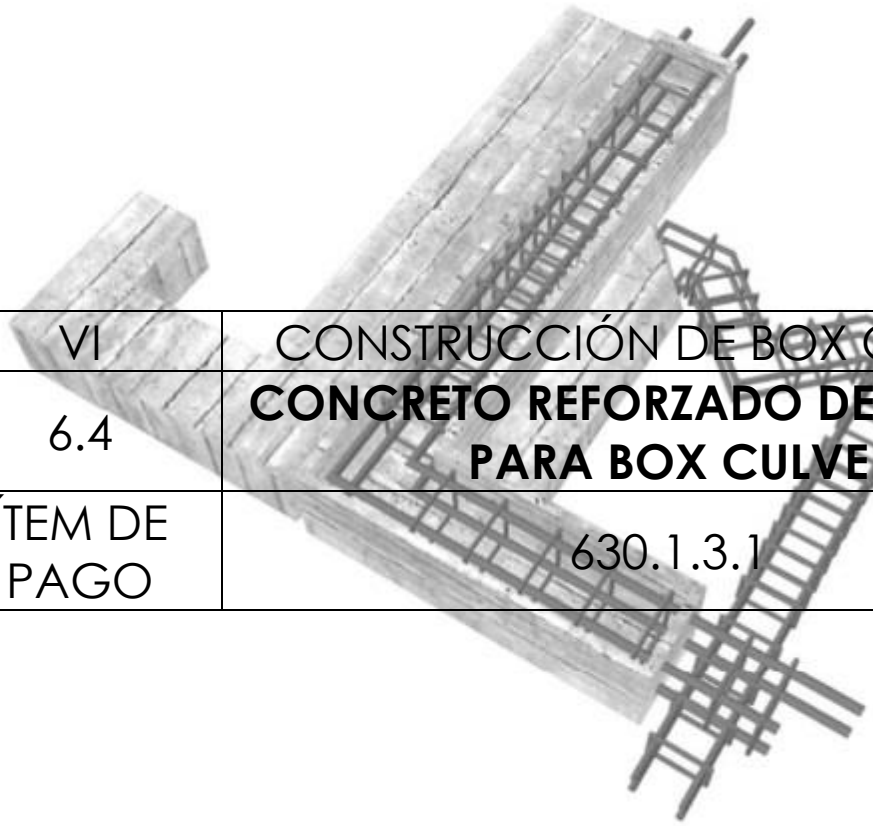
- Las fibras para el concreto consisten en elementos de corta longitud y pequeña sección que son incorporadas a su masa, con el objetivo de mejorar algunas de sus prestaciones, tanto en estado fresco como una vez endurecido. Estas fibras generalmente son de acero, polímeros, vidrio (protegida al álcali), o su combinación, disponibles en una amplia variedad de formas, tamaños y espesores.
- La utilización de fibras contribuye a modificar el comportamiento del concreto, ya sea, para disminuir la fisuración, modificar la resistencia, conceder ductilidad, aumentar la durabilidad, o las que sean aplicables según el diseño. Es conveniente que se determine la dosificación y el tipo de fibras por utilizar, dependiendo de las normas

que las estipulan, para que de este modo se logre proporcionar la funcionalidad del material en los diferentes espacios y a su vez se garantice un adecuado desempeño de la estructura.

- Los pigmentos son partículas de polvo más fino que el cemento, químicamente inertes y que resisten la alcalinidad del cemento, modificando el color del concreto y que pueden ser naturales o sintéticos. El color depende de la pureza del pigmento, del porcentaje de la sustancia colorante, de su finura y su granulometría. Se recomienda no pasar del diez por ciento (10 %) de pigmentos en la mezcla, para no tener exceso de partículas finas.
- Los llenantes son materiales inertes químicamente conocidos como «rellenos» que fomentan la densificación de la pasta de cemento o pueden tener un efecto físico contribuyendo a la dispersión de los granos de cemento, a la vez que actúan como centros de nucleación, facilitando mejores condiciones para la hidratación y el desarrollo de resistencia a edad temprana.

630.9.4 Norma Sismo Resistente (NSR)

Se refiere al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones, con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.



VI	CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT
6.4	**CONCRETO REFORZADO DE 4.000 PSI PARA BOX CULVERT**
ÍTEM DE PAGO	630.1.3.1

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Concreto estructural

Artículo 630 – 22

630.1 Descripción

Esta especificación consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado de los concretos de material cementante de tipo hidráulico, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general, de acuerdo con los documentos del proyecto.

Algunos elementos o estructuras de concreto deben cumplir adicionalmente las especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) realizadas para un fin específico. A continuación, se presenta una lista de dichas especificaciones disponibles por tipo de estructura o elemento:

- Artículo 500, Pavimento de concreto hidráulico.
- Artículo 505, Base de concreto hidráulico.
- Artículo 510, Pavimento de adoquines de concreto.
- Artículo 620, Pilotes prefabricados de concreto.
- Artículo 621, Pilotes preexcavados.
- Artículo 632, Barandas de concreto.
- Artículo 660, Tubería de concreto simple.
- Artículo 661, Tubería de concreto reforzado.
- Artículo 671, Cunetas revestidas en concreto.
- Artículo 672, Bordillos en concreto.
- Artículo 680, Muros de tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto.
- Y todas las demás estructuras de concreto estructural reglamentadas en las especificaciones INVÍAS.

630.2 Materiales

630.2.1 Concreto estructural

Está conformado por una mezcla homogénea de material cementante, agregados, agua, aditivos y eventualmente adiciones suplementarias y/o complementarias; materiales que deben cumplir los requisitos básicos que se mencionan a continuación.

630.2.1.1 Cemento hidráulico

El cemento hidráulico y su suministro deben cumplir el artículo 501, Suministro de cemento hidráulico. Se pueden utilizar cementos bajo la denominación ASTM C150 y ASTM C595.

El constructor debe presentar los resultados de todos los ensayos físicos relacionados con el material cementante, como parte del diseño de la mezcla. De igual forma, todo material cementante usado en obra debe ser de la misma marca, tipo y planta de fabricación al empleado en el diseño de la mezcla. Es posible emplear diferentes tipos de material cementante siempre que se cuente con el diseño de la mezcla, mezclas de prueba y la aprobación del interventor.

Si por alguna razón el material cementante ha fraguado parcialmente o contiene terrones del producto endurecido, no se puede utilizar. Tampoco se debe utilizar el material cementante sobrante en bultos abiertos en jornadas anteriores, cuando este sea suministrado en bolsas.

630.2.1.2 Adiciones suplementarias

Cuando la adición suplementaria es incluida como materia prima para la fabricación del clínker o incluida durante la fabricación del cemento, se debe verificar que el material cementante resultante cumpla las exigencias de la NTC 121.

En caso de que la adición suplementaria sea incluida en la elaboración del concreto por parte del constructor o proveedor del concreto, se deben presentar los resultados de todos los ensayos físicos y químicos relacionados con las adiciones suplementarias, como parte del diseño de la mezcla. Las cenizas volantes y puzolanas naturales calcinadas o crudas deben satisfacer las exigencias de la NTC 3493 (ASTM C618) o ACI 232.1R, Reporte sobre el uso de puzolanas naturales o procesadas en concreto; las escorias de alto horno la NTC 4018 (ASTM C989) o ACI 233R, Escoria en concreto y mortero; y el humo de sílice la norma ASTM C1240.

No se permite el uso de otros tipos de adiciones diferentes a las mencionadas anteriormente.

No se deben utilizar adiciones suplementarias que presenten grumos o indicios de prehidratación. Se debe garantizar que la adquisición de la adición suplementaria cumpla los requisitos legales ambientales vigentes.

630.2.1.3 Agregados

En el presente numeral, se especifican los requisitos de los agregados para concreto estructural. Se permite el uso de agregados gruesos reciclados de tipo RCD (Residuos de Construcción y Demolición) si se comprueba que el desempeño de estos es, como mínimo, igual o mejor que el de los agregados gruesos que cumplen los requisitos de este artículo y son aprobados por el interventor.

Para la elaboración del concreto estructural, la cantidad de agregado grueso reciclado por adicionar en la mezcla de concreto no debe superar el diez por ciento (10 %) en peso sobre el contenido total de agregado grueso. En todos los casos en que se use se debe demostrar que no se afectan las condiciones de durabilidad del concreto.

Aparte de los requisitos presentados en este numeral, durante la selección y la caracterización de los agregados, se debe realizar la evaluación de la reactividad y el diseño de la mitigación de la reacción álcali-agregado descrito en el numeral 630.2.6.1.3.

Se debe garantizar que la adquisición del agregado cumpla los requisitos legales ambientales vigentes. Los documentos como títulos, licencias y permisos se deben entregar al interventor.

630.2.1.3.1 Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4,75 mm (nro. 4). Debe provenir de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado, a criterio del interventor. Cuando las arenas son de origen calizo,

el porcentaje de arena de trituración no puede constituir más del quince por ciento (15 %) del agregado fino, o hasta el treinta por ciento (30 %) si con un programa experimental aprobado por el interventor se demuestra que no tienen incidencia en el comportamiento del concreto en estado endurecido.

Si en la mezcla se emplean arenas provenientes de escorias siderúrgicas, se debe comprobar que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos, ni cualquier otro material que genere algún mecanismo de daño en el concreto o disminución de la resistencia.

El agregado fino debe cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 630 — 1 y su gradación se debe ajustar a la indicada en la Tabla 630 — 2.

En ningún caso, el agregado fino puede tener más de cuarenta y cinco por ciento (45 %) de material retenido entre dos tamices consecutivos de los mostrados en la Tabla 630 — 2.

Un agregado fino que no cumpla los requisitos de granulometría y módulo de finura especificados en este numeral puede ser aceptado si se demuestra, a criterio del interventor, que hay una evidencia adecuada de comportamiento satisfactorio de concretos del mismo tipo y para el mismo uso, construidos con ese agregado.

Tabla 630 — 1. Requisitos del agregado fino para concreto estructural

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Composición		
Granulometría: - Análisis granulométrico de los agregados finos - Material que pasa tamiz de 0,075 mm (nro.200)	 E-213 E-214	 Ver Tabla 630 — 2
Módulo de finura (Nota 1)	E-213	2,3 — 3,1
Durabilidad (O)		
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota 2): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 10 15
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%). (Nota 3)	E-211	3
Partículas livianas, máximo (%): - Cuando la apariencia superficial del concreto sea de importancia, máximo (%) - Todos los demás concretos, máximo (%)	E-221	 0,5 1,0
Contenido de materia orgánica (F)		
Color más oscuro permisible	E-212	Igual al color de referencia o de la placa orgánica nro. 3

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Características químicas (O)		
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^=$, máximo (%)	E-233	1,2

Nota 1: adicional a esta especificación, es necesario probar el comportamiento competente del material en obras ya construidas. Durante el período de construcción no se permiten variaciones mayores de dos décimas (0,2) en el módulo de finura, con respecto al valor correspondiente a la curva adoptada para la fórmula de trabajo. Cuando se presenten variaciones superiores del módulo de finura, se debe revisar que no haya modificaciones a la curva adoptada de trabajo y se deben chequear afectaciones en los diseños. Si hay variaciones, se debe ajustar una nueva curva de trabajo y se debe corregir el diseño en caso de que haya lugar.

Nota 2: el ensayo se puede realizar con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Nota 3: el porcentaje de terrones de arcilla y partículas deleznables puede ser hasta de un tres por ciento (3 %) siempre y cuando no afecte la durabilidad y la resistencia del concreto.

Si el agregado fino no cumple el requisito indicado en la Tabla 630 — 1 para el contenido de materia orgánica, se puede aceptar si al ser ensayado en relación con el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia del mortero, se obtiene una resistencia relativa a siete días (7 d) no menor de noventa y cinco por ciento (95 %), calculada de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma de ensayo ASTM C87.

Tabla 630 — 2. Granulometría del agregado fino para concreto estructural

Tipo de gradación	**Tamiz (mm / U.S. *Standard*)**							
	9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150	0,075
	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 30	Nro. 50	Nro. 100	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)							
Única	100	95 — 100	80 — 100	50 — 85	25 — 60	5 — 30	0 — 10	0 — 3 (Nota 1 y Nota 2)

Nota 1: para concretos que no estén sometidos a abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) debe ser de máximo cinco por ciento (5 %).

Nota 2: para finos obtenidos de trituración u otros agregados reciclados, si el material más fino que el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) compuesto de polvo de trituración, esencialmente libre de arcillas o esquistos, este límite puede ser cinco por ciento (5 %) para concretos sometidos a abrasión y máximo siete por ciento (7 %) para concretos no sujetos a abrasión.

630.2.1.3.2 Agregado grueso

Se denomina agregado grueso la porción del agregado retenida en el tamiz de 4,75 mm (nro. 4). Dicho agregado debe estar compuesto de grava, grava triturada o roca triturada o su combinación o concreto triturado fabricado con cemento hidráulico que cumpla los requisitos para el agregado de este artículo. Sus fragmentos deben ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Debe estar exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla. No se permite la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

El agregado grueso debe cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 630 — 3 y su gradación se debe ajustar a alguna de las indicadas en la Tabla 630 — 4. La gradación por utilizar es la especificada en los documentos del proyecto para cada tipo de concreto, cuyo tamaño máximo depende de la estructura que se trate, la separación del refuerzo y el tipo de concreto especificado.

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto debe ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller, Bolomey o cualquier otro método validado por alguna institución técnica de reconocido prestigio nacional o internacional y aprobado por el interventor.

Optimización granulométrica: en caso de no cumplir los requisitos propuestos por algunas de las metodologías de dosificación mencionadas anteriormente, se pueden realizar optimizaciones granulométricas con base en métodos de empaquetamiento granular. El constructor debe revisar la propuesta con aprobación del interventor, mediante la elaboración de mezclas de prueba, con el fin de comprobar que las características proporcionadas en el diseño cumplan los requisitos del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido para el proyecto en particular.

Tabla 630 — 3. Requisitos del agregado grueso para concreto estructural

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles, máximo (%): - En seco, 500 revoluciones, máximo (%) - En seco, 100 revoluciones, máximo (%)	E-218	 40 8
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%). (Nota 1): - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%). (Nota 2)	E-211	3
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	0,5
Geometría de las partículas (F)		
Índice de alargamiento, máximo (%)	E-230	25
Índice de aplanamiento, máximo (%)	E-230	25
Características químicas (O)		
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^=$, máximo (%)	E-233	1,0

Nota 1: el ensayo se puede realizar con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Nota 2: para concreto arquitectónico, el límite máximo es dos por ciento (2 %).

Tabla 630 — 4. Franjas granulométricas de agregado grueso para concreto estructural

Tipo de gradación		Tamiz (mm / U.S. *Standard*)													
		100	90	75	63	50	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75	2,36	1,10	0,3
INVÍAS	**ASTM C33**	4 Pulgadas	3 ½ Pulgadas	3 Pulgadas	2 ½ Pulgadas	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	3/4 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 50
		Pasa tamiz (%)													
	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 — 100	10 — 40	0 — 10	0 — 5
	89	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 — 100	20 — 55	5 — 30	0 — 10	0 — 5
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 — 100	10 — 30	0 — 10	0 — 5	-
AG-19	**7**	-	-	-	-	-	-	-	100	90 — 100	40 — 70	0 — 15	0 — 5	-	-
AG-25	**67**	-	-	-	-	-	-	100	90 — 100	-	20 — 55	0 — 10	0 — 5	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 15	0 — 5	-	-	-
AG-38	**57**	-	-	-	-	-	100	95 — 100	-	25 — 60	-	0 — 10	0 — 5	-	-
	56	-	-	-	-	-	100	90 — 100	40 — 85	10 — 40	0 — 15	0 — 5	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 10	0 — 5	-	-	-	-
AG-50-1	**467**	-	-	-	-	100	95 — 100	-	35 — 70	-	10 — 30	0 — 5	-	-	-
AG-50-2	**4**	-	-	-	-	100	90 — 100	20 — 55	0 — 15	-	0 — 5	-	-	-	-
AG-63-1	**357**	-	-	-	100	95 — 100	-	35 — 70	-	10 — 30	-	0 — 5	-	-	-
AG-63-2	**3**	-	-	-	100	95 — 100	35 — 70	0 — 15	-	0 — 5	-	-	-	-	-
	2	-	-	100	90 — 100	35 — 70	0 — 15	-	0 — 5	-	-	-	-	-	-
	1	100	90 — 100	-	25 — 60	-	0 — 15	-	0 — 5	-	-	-	-	-	-

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe tener un valor mayor que ninguno de los siguientes:

- 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- 1/3 de la altura de la losa.
- 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Los valores límite de tamaño máximo nominal se pueden omitir, si el interventor lo aprueba y el profesional facultado para diseñar la mezcla y los métodos de compactación del concreto garantizan la colocación sin hormigueros o vacíos.

630.2.1.3.3 Agregado liviano

El agregado liviano y el concreto estructural liviano deben cumplir lo requerido en la NTC 4045 (ASTM C330). Cuando el agregado liviano se utilice para realizar curado interno, debe cumplir lo establecido en la norma ASTM C1761.

630.2.1.3.4 Agregado para concreto ciclópeo

El agregado ciclópeo debe ser roca triturada o canto rodado de buena calidad, preferiblemente angular y su forma tendiente a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no debe ser mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo depende del espesor y del volumen de la estructura de la cual forma parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm) se admiten agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se pueden emplear agregados de mayor tamaño, previa aprobación del interventor y con las limitaciones establecidas en el numeral 630.4.8.4.

El material constitutivo del agregado ciclópeo no puede presentar un desgaste mayor de cuarenta por ciento (40 %), al ser sometido a la prueba en la máquina de Los Ángeles, según la norma de ensayo INV E-219 (NTC 93).

630.2.1.4 Agua

El agua que se emplee para las mezclas de concreto hidráulico o para el curado de las estructuras de concreto, debe cumplir los requisitos de la norma ASTM C1602. No debe contener aceites, ácidos, azúcares, detergentes, sólidos disueltos, sales, materia orgánica o cualquier otra sustancia perjudicial para el concreto terminado. En cualquier caso, se deben cumplir los requisitos dados en la Tabla 630 — 5 y en la Tabla 630 — 6.

Tabla 630 — 5. Requisitos para el agua de mezclado

Propiedad	Norma de ensayo	Límites
pH, mínimo	NTC 3651 (ASTM D1293)	6,5
Resistencia a la compresión en cubos de mortero, porcentaje (%) mínimo en control a siete días (7 d)	NTC 220 (ASTM C109)	90
Tiempo de fraguado, desviación respecto del tiempo de control (horas:minutos)	NTC 118 (ASTM C403)	de 1:00 inicial a 1:30 final

Para aprobar el agua con la que se piensa preparar la mezcla de concreto se deben realizar dos series de ensayos sobre cubos de mortero, según la NTC 220 (ASTM C109). En la primera serie se preparan los cubos de mortero con el agua que se desea emplear en la obra, mientras que en la segunda serie se utiliza agua destilada. Las resistencias promedio a la compresión a la edad de siete días (7 d) del mortero con el agua que se desea emplear en la obra deben ser superiores al noventa por ciento (90 %) de las obtenidas con el agua destilada.

En relación con el requisito sobre tiempo de fraguado, las medidas se realizan mediante la resistencia a penetración de morteros extraídos de muestras de concreto, elaboradas como se describió en el párrafo anterior.

Tabla 630 — 6. Límites químicos para el agua de mezclado

Contaminante	Norma de ensayo ASTM	Límite máximo (ppm) (Nota 1)
Ion Cloro (Cl^-)	C114	500 (Nota 2) o 1 000 (Nota 3)
Sulfatos ($SO_4^=$)	C114	3 000
Álcalis como (Na_2O + 0,658 K_2O). (Nota 4)	C114	600
Sólidos totales	C1603	50 000

Nota 1: ppm corresponde a partes por millón.

Nota 2: concreto pretensado.

Nota 3: concreto reforzado.

Nota 4: se pueden emplear también las normas ASTM D4191 y ASTM D4192.

630.2.1.5 Aditivos y adiciones complementarias

Se pueden usar aditivos y adiciones complementarias de reconocida calidad que cumplan los requisitos normativos correspondientes, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura a construir.

Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado deben cumplir los requisitos de la NTC 1299 (ASTM C494). Los inclusores de aire se deben ajustar a las exigencias de la norma ASTM C260. El concreto reforzado con fibras debe cumplir los requisitos de la NTC 5541 (ASTM C1116). Los pigmentos utilizados en concretos, con el propósito de producir mezclas coloreadas integralmente, deben cumplir la norma ASTM C979. Adicionalmente, se permite el uso de todos los aditivos que cumplan ACI 212.3R, Reporte de aditivos químicos para el concreto.

Su empleo se debe definir por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin perturbar las propiedades restantes de la mezcla.

Los aditivos y las adiciones complementarias deben estar libres de sustancias que, por su naturaleza o cantidad, afecten la resistencia o la durabilidad del concreto, armaduras, aceros de alta resistencia u otros elementos insertados.

Los aditivos que contengan altos contenidos de cloruros no deben ser adicionados al concreto reforzado, concreto preesforzado, concreto que contengan aluminio embebido o en concreto construido con encofrados permanentes de acero, a menos que se demuestre experimentalmente que no se afecta su durabilidad y sean aprobados por el interventor. También, se prohíbe el uso de aditivos ricos en álcalis solubles para la elaboración de cualquier tipo de concreto, a menos que se demuestre experimentalmente que no se afecta la durabilidad del concreto y sean aprobados por el interventor.

Para la validación de los aditivos y adiciones complementarias se deben realizar mezclas de prueba con los materiales por usar, en las cantidades establecidas para la mezcla en obra y en las condiciones específicas de sitio a las que está expuesta la estructura. Para establecer la dosis del aditivo se deben realizar mezclas de prueba con el fin de verificar el desempeño requerido. Las dosis ensayadas y aprobadas no se deben modificar a menos que se realicen nuevamente mezclas de prueba y se verifique el desempeño requerido.

Para todo aditivo o adición complementaria que se utilice como parte del diseño de la mezcla de concreto, el constructor debe presentar los resultados de todos los ensayos físicos y químicos que sean requeridos según el material y deben ser aprobados por el interventor.

El uso del aditivo es responsabilidad directa del constructor, así haya sido aprobado por el interventor.

El uso de aditivos y adiciones complementarias de cualquier naturaleza en las mezclas de concreto debe ser probado bajo las condiciones específicas del sitio de obra, de tal manera que se demuestre que no se afectan las propiedades y las características del concreto y se obtiene el desempeño deseado.

El proveedor debe suministrar un documento en donde se presenten las recomendaciones de uso del aditivo. El seguimiento, almacenamiento y demás requisitos para el uso del aditivo se deben realizar siguiendo el documento con las recomendaciones del proveedor.

630.2.2 Acero

En los documentos del proyecto se debe indicar el acero de refuerzo necesario para las diferentes estructuras de concreto. Al respecto, se deben cumplir los requisitos del artículo 640, Acero de refuerzo.

Para elementos preesforzados, el suministro, la colocación y el tensionamiento de acero de preesfuerzo, se debe dar cumpliendo a los requisitos del artículo 641, Acero de preesfuerzo.

Se deben tomar todas las medidas necesarias para evitar la corrosión del acero de refuerzo, tales como:

- Almacenar adecuadamente el acero y evitar su contacto con la humedad.
- Limitar el contenido total de cloruros en la mezcla de concreto, según las tablas de tipo de exposición y requisitos presentadas en este artículo.
- Garantizar que los recubrimientos cumplen los requisitos mínimos de diseño.
- Dosificar mezclas con relaciones agua/material cementante (a/mc) bajas que promuevan concretos densos y de baja permeabilidad.
- En vez de acero (barras, mallas, fibras) utilizar otros materiales que no sean afectados por los cloruros. Se debe establecer por parte del diseñador y el interventor la viabilidad de esta medida.
- Recubrir el acero con materiales que sirvan como barrera física a los agentes agresivos. Se debe establecer por parte del diseñador y el interventor la viabilidad de esta medida.

El concreto reforzado con fibras debe cumplir los siguientes requisitos:

- Las fibras deben cumplir la norma ASTM C1116.
- Se debe aplicar el método de ensayo presentado en la norma ASTM C1609.
- El tipo de fibra, la cantidad y las características de colocación de las fibras deben ser determinadas por el diseñador, esto debe quedar registrado en los documentos del proyecto y debe ser cumplido en obra.

630.2.3 Productos para el curado del concreto

El curado del concreto debe seguir los lineamientos de la guía ACI 308R, Guía para curado del concreto.

Este se puede llevar a cabo a través de:

- Métodos que mantienen un ambiente húmedo mediante la aplicación continua o frecuente de agua por medio de inundación, rociado, nebulización o cubiertas húmedas saturadas.
- Métodos que mantienen la presencia de parte del agua de mezclado de concreto, durante el periodo inicial de endurecimiento, mediante materiales que sellan la superficie expuesta, tales como láminas impermeables de papel o plástico o con la aplicación de compuestos químicos para formar membranas impermeables de curado.

- Métodos que aceleran la ganancia de resistencia suministrando calor y humedad adicional al concreto, esto se logra normalmente con la aplicación de vapor de agua directo, serpentines de calentamiento embebidos en el concreto o formaletas calentadas eléctricamente.
- Otros métodos que fomentan la retención del agua dentro del concreto mediante la utilización de productos químicos dentro de la masa, desde que no se afecten las propiedades establecidas para el concreto.

En caso de usar láminas de curado que pueden ser de polietileno blanco o de papel, se debe cumplir la norma ASTM C171. En caso de usar membranas de curado se debe cumplir la norma ASTM C309. El agua usada para el curado debe cumplir los requisitos del numeral 630.2.1.4 y no debe ser más fría en once grados Celsius (11 °C) que la temperatura interna del concreto.

Para cualquier metodología de curado que se realice en la estructura se debe hacer curado estándar y curado en campo, conforme lo establecido en la norma INV E-420/NTC 550, es decir, así como se toman muestras para el control de la calidad de la mezcla, se deben preparar y curar especímenes en las condiciones de la obra (elementos cerca de la estructura) para determinar la eficiencia del curado y la protección del concreto de la estructura.

La efectividad de los productos para el curado del concreto se debe demostrar mediante experiencias previas exitosas o ensayos al inicio de la colocación del concreto.

630.2.4 Productos para las juntas

Cuando el diseño lo requiera en los documentos del proyecto, el diseñador debe proporcionar la ubicación y los detalles de todas las juntas de construcción, contracción y dilatación, estos detalles deben ser seguidos por el constructor en obra. El material utilizado para la elaboración de las juntas debe ser aplicado o instalado según las recomendaciones consignadas en la ficha técnica del producto suministrada por el fabricante. Los productos para juntas deben cumplir los requisitos del artículo 500.

630.2.5 Resina polimérica y material para reparación parcial de estructuras en concreto

Cuando se trate de anclaje de barras, reparación de fisuras y puente de adherencia para reparaciones, se debe usar un material que cumpla los requisitos establecidos en la norma ASTM C881. La selección del tipo de resina epóxica debe estar en función del tipo de adherencia, el grado de viscosidad (baja, media o alta), la clase (rangos de temperatura para su aplicación) y el color que estén planteados en los documentos del proyecto.

En anclajes con consideraciones de riesgo sísmico o concreto fisurado se deben considerar anclajes de resinas epóxicas que estén acorde con la ACI 355.4, Calificación de anclajes adhesivos post-instalados en concreto.

Para la reparación de desportillamientos y para el tratamiento de juntas de emergencia, se debe utilizar un mortero base cemento de alta especificación que cumpla los requisitos de la norma ASTM C928 tipo 3.

En todo caso, las resinas poliméricas y los materiales para la reparación parcial de estructuras en concreto deben ser aprobados por el interventor.

630.2.6 Requisitos de durabilidad, resistencia y clase del concreto

El diseño de mezcla de cada tipo de concreto debe cumplir todos los requisitos de:

- Durabilidad
- Clase de concreto
- Resistencia

Para ello, se deben tomar como requisitos límite, los parámetros más conservadores de estos tres aspectos.

Una vez definido el diseño de la mezcla de cada tipo de concreto por usar en obra, se debe entregar al interventor la caracterización de la mezcla de concreto, entre los documentos del proyecto. Cada tipo de concreto debe estar caracterizado, como mínimo, con los siguientes parámetros:

- Tipo de uso: concreto pretensado, postensado, reforzado, liviano, simple o ciclópeo.
- Tipo de colocación especial, si es aplicable. Por ejemplo: para instalar con bomba, para instalar bajo agua (tremie).
- Categoría y clase de exposición: se debe definir de acuerdo con el numeral 630.2.6.1.
- Reactividad álcali-sílice y álcali-carbonato.
- Requisitos asociados a la clase de exposición, según el numeral 630.2.6.1: relación a/mc, resistencia mínima a la compresión, contenido de aire y tipo de material cementante, entre otros.
- Tipo de cemento hidráulico y adiciones suplementarias, el cual debe ser definido en función de las condiciones particulares de cada estructura, teniendo en cuenta los requisitos asociados a la clase de exposición.
- Aditivos y adiciones complementarias, en el caso de ser requeridas.
- Tamaño máximo y tipo de gradación del agregado grueso.
- Relación a/mc, valor máximo.
- Mínima resistencia a la compresión (norma de ensayo INV E-410/NTC 673) para una edad específica.
- Asentamiento (norma de ensayo INV E-404/NTC 396), intervalo de valores, pero en caso de mezclas muy fluidas se debe realizar el ensayo para medir el flujo libre (NTC 5222).
- Contenido de aire (norma de ensayo INV E-406/NTC 1032), intervalo de valores.
- En caso de usar concretos especiales, se debe determinar el método constructivo.

630.2.6.1 Durabilidad

El concreto hidráulico se debe diseñar para las resistencias especificadas en los documentos del proyecto y para requisitos de durabilidad, según las condiciones de exposición. Además, se debe tener en cuenta el tipo de refuerzo de la estructura, especialmente en relación con los requisitos de corrosión del acero.

El diseño por durabilidad se puede hacer de manera prescriptiva o por desempeño verificado, según se explica a continuación. Así mismo, no se pueden combinar los dos métodos en el diseño. Si ambos llegaran a quedar especificados, deben prevalecer para el diseño los requisitos más exigentes.

Es responsabilidad del diseñador establecer los requisitos de durabilidad aplicables, con base en las condiciones de exposición (FSPC) de la estructura de concreto hidráulico, tanto para métodos prescriptivos como para métodos por desempeño verificado. El constructor puede optar por construir la obra utilizando uno u otro método.

630.2.6.1.1 Método prescriptivo

Se deben definir las condiciones de exposición de la estructura de concreto y clasificarla según la categoría y grado de severidad, con el objetivo de determinar los requisitos por durabilidad que debe cumplir la mezcla.

El diseñador debe consignar en los documentos del proyecto, las categorías de exposición de forma completa según la Tabla 630 — 7.

Por ejemplo, F0S1P0C2, para un concreto que no está expuesto a ciclos de congelamiento y descongelamiento (F0), con exposición moderada a sulfatos (S1), sin requisitos de permeabilidad (P0), y concreto reforzado que está expuesto a la humedad y a fuentes externas de cloruros (C2).

Sin importar los requisitos dados por el tipo de exposición o resistencia, se deben cumplir los requisitos de material cementante, expresados como el cemento hidráulico más los cementantes suplementarios (puzolanas), de acuerdo con lo establecido en la Tabla 630 — 7.

La Tabla 630 — 7 presenta las categorías y las clases de exposición para las estructuras de concreto hidráulico. Como una estructura puede estar expuesta a dos o más categorías de exposición, se deben aplicar los requisitos prescriptivos más estrictos que se especifican para cada requisito de formulación (relación a/mc; $f'c$, y requisitos adicionales, tipo de cementantes, etc.).

Se deben aplicar los criterios de exposición para corrosión solo para estructuras de concreto hidráulico reforzado con acero, como mallas de refuerzo, macrofibras y microfibras de acero, barras de refuerzo, entre otros.

Tabla 630 — 7. Categorías de exposición, severidad y requisitos prescriptivos para el diseño por durabilidad del concreto

Categoría	Severidad	Clase	Condición	Rel. a/mc máx. (Nota 9)	*f´c* mín. (MPa)	Requisitos mínimos adicionales	
						Contenido de aire	Límites en los cementantes
F Congelamiento y deshielo	No aplicable	F0	Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo	-	17	-	-
	Moderada	F1	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y exposición ocasional a la humedad	0,55	24	Tabla 630 – 8	-
	Severa	F2	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo y en contacto continuo con la humedad	0,45	31	Tabla 630 – 8	-
	Muy severa	F3	Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo, que está en contacto continuo con la humedad y expuesto a productos químicos descongelantes	0,40	35	Tabla 630 – 8	Tabla 630 – 9

			Sulfatos solubles en agua (SO4) en el suelo, porcentaje (%) en peso (Nota 1)	Sulfato (SO4) disuelto en agua (ppm) (Nota 2)			Tipos de material cementante (Nota 3)			Uso de aditivo cloruro de calcio
							ASTM C150	ASTM C595	NTC 121	
S Sulfato	No aplicable	S0	$SO_4^= < 0,10$	$SO_4^= < 150$	N/A	17	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción en el tipo	Sin restricción
	Moderada	S1	$0,10 \leq SO_4^= < 0,20$	$150 \leq SO_4^= < 1\,500$	0,50	28	II (Nota 4 y Nota 5)	Tipos con designación MS	MS	Sin restricción

Categoría	Severidad	Clase	Condición		Rel. a/mc máx. (Nota 9)	*f´c* mín. (MPa)	Requisitos mínimos adicionales			
							Contenido de aire			Límites en los cementantes
			Sulfatos solubles en agua (SO4) en el suelo, porcentaje (%) en peso (Nota 1)	Sulfato (SO4) disuelto en agua (ppm) (Nota 2)			Tipos de material cementante (Nota 3)			Uso de aditivo cloruro de calcio
							ASTM C150	ASTM C595	NTC 121	
S Sulfato	Severa	S2	$0,20 \leq SO_4^{=} < 2,00$	$1\,500 \leq SO_4^{=} < 10\,000$	0,45	31	V (Nota 5)	Tipos con designación HS	HS	No se permite
	Muy severa	S3	$SO_4^{=} > 2,00$	$SO_4^{=} > 10\,000$	0,45	31	V más puzolanas o escoria (Nota 6)	Tipos con designación HS más puzolanas o escoria (Nota 6)	HS y puzolanas o escoria (Nota 6)	No se permite
P Concreto en contacto con el agua	No aplicable	P0	En contacto con el agua donde no se requiere baja permeabilidad		N/A	17	Ninguno			
	Requerida	P1	En contacto con el agua donde se requiere baja permeabilidad		0,50	28	Ninguno			
							Contenido máximo de iones de cloruro (Cl-) soluble en agua en el concreto, porcentaje por peso de cemento			Requisitos relacionados
							Concreto reforzado	Concreto preesforzado		
	No aplicable	C0	Concreto seco o protegido contra la humedad		N/A	17	1,00	0,06		Ninguno

Categoría	Severidad	Clase	Condición	Rel. a/mc máx. (Nota 9)	f´c mín. (MPa)	Requisitos mínimos adicionales		
						Contenido de aire		Límites en los cementantes
						Contenido máximo de iones de cloruro (Cl-) soluble en agua en el concreto, porcentaje por peso de cemento		Requisitos relacionados
						Concreto reforzado	Concreto preesforzado	
C Protección del refuerzo para la corrosión	Moderada	C1	Concreto expuesto a la humedad, pero no a una fuente externa de cloruros	0,50	17	0,30	0,06	Ninguno
	Severa	C2	Concreto expuesto a la humedad y a una fuente externa de cloruros provenientes de productos químicos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen	0,40	35	0,15	0,06	(Nota 8)

Nota 1: el porcentaje en masa de sulfato en el suelo se debe determinar por medio de la norma ASTM C1580.

Nota 2: la concentración de sulfatos disueltos en agua en partes por millón, se debe determinar por medio de la norma ASTM D516 o la norma ASTM D4130.

Nota 3: se permiten combinaciones alternativas de materiales cementantes diferentes a los mencionados en la Tabla 630 – 7, siempre y cuando sean ensayados para comprobar la resistencia a los sulfatos y se cumplan los criterios de la Tabla 630 – 11.

Nota 4: para exposición al agua marina, son permitidos otros tipos de cemento Portland, con contenidos de hasta diez por ciento (10 %) de aluminato tricálcico (C3A) si la relación a/mc no excede cero coma cuarenta (0,40).

Nota 5: se permiten otros tipos de cemento como el tipo III o el tipo I en exposiciones clase S1 o S2, si el contenido de C3A es menor al ocho por ciento (8 %) o cinco por ciento (5 %), respectivamente.

Nota 6: la cantidad de fuente específica de puzolana o escoria que se use, no debe ser inferior a la cantidad que haya sido determinada, por experiencia en mejorar la resistencia a sulfatos, cuando se usa en concretos que contienen cemento tipo V. De manera alternativa, la cantidad de la fuente específica de puzolana o escoria usada, no debe ser menor a la cantidad ensayada, según la NTC 3330 (ASTM C1012) y debe cumplir los requisitos de la Tabla 630 – 11.

Nota 7: el contenido de iones cloruro, solubles en agua, provenientes de los ingredientes -incluyendo el agua-, agregados, materiales cementantes y aditivos de la mezcla de concreto, deben ser determinados según los requisitos de la NTC 4049 (ASTM C1218M), a edades que van de veintiocho días (28 d) a cuarenta y dos días (42 d).

Nota 8: se deben cumplir los requisitos de la NSR referentes a «Protección de concreto para el refuerzo: Pernos con cabeza para refuerzo de corte», «Protección de concreto para el refuerzo: Ambientes corrosivos» y «Protección contra la corrosión de tendones de preesforzado no adheridos».

Nota 9: los límites máximos de la relación a/mc no se aplican al concreto de peso liviano.

Como complemento de la Tabla 630 — 7, a continuación, se presentan requisitos adicionales para la exposición a congelamiento y deshielo en la Tabla 630 — 8. La tolerancia de aire incorporado debe ser de más o menos uno coma cinco por ciento (± 1,5 %). Para concretos de *f'c* mayores de treinta y cinco megapascales (35 MPa), los valores de la Tabla 630 — 8 se pueden reducir hasta en uno por ciento (1 %).

Tabla 630 — 8. Contenido total de aire para concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Contenido de aire (%)	
	Exposición Clase F1	Exposición Clases F2 y F3
9,5	6,0	7,5
12,5	5,5	7,0
19,0	5,0	6,0
25,0	4,5	6,0
37,5	4,5	5,5
50,0 (Nota)	4,0	5,0
75,0 (Nota)	3,5	4,5

Nota: estos contenidos de aire se aplican a la mezcla total. Al ensayar estos concretos, sin embargo, se retiran las partículas de agregado mayores de cuarenta milímetros (40 mm) sacándolas mediante tamizado y se determina el contenido de aire en la fracción tamizada (la tolerancia en el contenido de aire incorporado se aplica a ese valor). El contenido de aire de la mezcla total se calcula a partir del valor determinado en la fracción cribada que pasa el tamiz de 40 mm, indicado en la norma INV E-406/NTC 1032 (ASTM C231).

En la Tabla 630 — 9 se presenta el límite de materiales cementantes para concreto sometido a clase de exposición F3.

Tabla 630 — 9. Requisitos para concreto sometido a clase de exposición F3

Materiales cementantes	Porcentaje máximo sobre el total de materiales cementantes en peso (Nota 1)
Cenizas volantes u otras puzolanas que cumplen NTC 3493 (ASTM C618)	25
Escoria que cumple NTC 4018 (ASTM C989)	50
Humo de sílice que cumple ASTM C1240	10

Materiales cementantes	Porcentaje máximo sobre el total de materiales cementantes en peso (Nota 1)
Total de cenizas volantes u otras puzolanas, escoria y humo de sílice	50 (Nota 2)
Total de cenizas volantes u otras puzolanas y humo de sílice	35 (Nota 2)

Nota 1: el total de materiales cementantes también incluye cementos ASTM C150, ASTM C595, NTC 4578 (ASTM C845) y NTC 121. Los porcentajes máximos de esta tabla incluyen:
a. Cenizas volantes u otras puzolanas presentes en cementos adicionados tipo IP, según la norma ASTM C595 o NTC 121.
b. Escoria usada en la fabricación de cementos adicionados Tipo IS, según la norma ASTM C595 o NTC 121.
c. Humo de sílice, según la norma ASTM C1240, presente en cementos adicionados.

Nota 2: las cenizas volantes u otras puzolanas y el humo de sílice no deben constituir más del veinticinco por ciento (25 %) y diez por ciento (10 %).

Para el caso de elementos estructurales expuestos a condiciones ambientales, tales como obras hidráulicas y estructuras en contacto permanente con el agua, los requisitos de durabilidad son aplicables, a excepción de la relación a/mc y *f'c* mínimo para las clases de exposición presentadas en la Tabla 630 — 10. Para el caso de estructuras que están expuestas a condiciones de exposición severas, con presencia de agentes químicos concentrados, se deben cumplir ciclos de humedecimiento y secado, y ciclos de congelamiento y deshielo del concreto saturado en algunas regiones. La clase de exposición Q se refiere a concretos expuestos a químicos corrosivos.

Tabla 630 — 10. Requisitos de concreto adicionales para estructuras ambientales

Clase de exposición	Relación a/mc máx.	*f'c* mín. (MPa)
F3	0,42	31
S0	0,45	28
S1	0,42	31
S2	0,40	35
S3	0,40	35
P1	0,45	28
Q1	0,42	31

Adicionalmente, se deben cumplir los requisitos de juntas, protección contra la erosión y la protección contra químicos, presentados en la norma NSR para elementos ambientales.

630.2.6.1.2 Métodos por desempeño verificado

En caso de evaluar la durabilidad por el método de desempeño verificado, para exposiciones a sulfatos y al ion cloruro, el diseñador debe consignar en los documentos del proyecto los requisitos de diseño por desempeño verificado para los diferentes tipos de exposición, con base en los siguientes criterios: penetrabilidad al ion cloruro, en culombios (C), resistencia a sulfatos, en porcentaje (%) de expansión y permeabilidad al agua (NTC 4483). Se debe hacer la verificación experimental de los requisitos de durabilidad para el material colocado en obra.

No se establecen requisitos de contenido mínimo de cementante o de tipo de cemento, siempre y cuando se cumplan los requisitos de desempeño verificado y los requisitos de resistencia especificada para el concreto.

630.2.6.1.2.1 Exposición a sulfatos

Para la elaboración de concretos hidráulicos expuestos a sulfatos, provenientes del suelo, el agua freática y el agua marina, entre otras, se permite el uso de cualquier tipo de cemento que, solo o mezclado con un contenido mínimo de material suplementario, demuestre un valor máximo de expansión en relación con la severidad de la exposición, según el método de ensayo de la norma ASTM C1012 y lo establecido en la Tabla 630 — 11. No se permite la aprobación de la expansión a edades menores ni el uso de ecuaciones de proyección. En cuanto al diseño de la mezcla por exposición a sulfatos, se deben cumplir todos los requisitos limite dados en la Tabla 630 — 11.

Tabla 630 — 11. Requisitos del concreto con exposición de sulfatos

Tipo de exposición a sulfatos	Descripción	Sulfatos en el suelo, solubles en agua ($SO_4^=$), porcentaje (%) en peso	Sulfatos disueltos en agua (ppm)	Expansión según NTC 3330	Permeabilidad al agua según NTC 4483	$f'c$, mín. (MPa)	Uso de acelerantes basados en cloruros
S0	Sin requisitos	< 0,1	< 150	Sin requisitos	Media	28	Sin restricción
S1	Moderada	Entre 0,1 y 0,2	Entre 150 y 1 500	0,1 % a 6 meses	Media	31	Sin restricción
S2	Severa	Entre 0,2 y 2,0	Entre 1 500 y 10 000	0,5 % a 6 meses y 0,1 % a 1 año	Media	35	No se permite
S3	Muy severa	> 2,0	> 10 000	0,1 % a 18 meses	Baja	35	No se permite

Para la evaluación de la permeabilidad al agua se debe seguir lo indicado en la Tabla 630 — 12.

Tabla 630 — 12. Penetración de agua en el concreto según NTC 4483

Tipo de ensayo	Unidades	Permeabilidad		
		Baja	Media	Alta
Coeficiente de permeabilidad al agua	m/s	$< 10^{-12}$	Entre 10^{-12} y 10^{-10}	$> 10^{-10}$
Profundidad de penetración	mm	< 30	Entre 30 y 60	> 60

630.2.6.1.2.2 Penetración al ion cloruro

Para el caso de concreto que contenga acero de refuerzo, bien sea en barras, mallas, macrofibra, microfibra, entre otros, el diseño de la mezcla de concreto por desempeño verificado para la protección a la penetración del ion cloruro se puede realizar con base en la Tabla 630 — 13, de acuerdo con el tipo de exposición. El ensayo se debe realizar de acuerdo con la norma de ensayo ASTM C1202. Los requisitos de durabilidad por desempeño verificado para la corrosión del refuerzo requieren, sin embargo, el cumplimiento de los valores de resistencia a la compresión mínima y relación a/mc máxima de la Tabla 630 — 7.

Tabla 630 — 13. Requisitos de penetrabilidad a cloruros y tipo de exposición de concreto

Carga que pasa (C) ASTM C1202	Penetración de ion cloruro	Tipo de exposición del pavimento con elementos de acero (se excluyen los pasadores de transferencia)
> 4 000	Alta	Concretos sin exposición a cloruros.
Entre 2 000 y 4 000	Moderada	Concretos con exposición leve a cloruros en ambientes secos o interiores.
Entre 1 000 y 2 000	Baja	Concretos en exposición directa a agua marina, o freática con alto contenido de cloruros (severa).
Entre 100 y 1 000	Muy baja	Pavimentos reforzados y continuamente reforzados, expuestos de forma directa al agua con cloruros (severa). Pavimentos en puertos, puentes y viaductos.
< 100	Despreciable	Estructuras que si son dañadas generan grandes pérdidas económicas y/o ambientales irreparables.

630.2.6.1.3 Diseño para la mitigación de la reacción álcali-agregado

Sin importar el tipo de exposición del concreto, se debe evaluar y mitigar, de ser necesario, la reacción álcali-agregado según lo establecido en la norma ASTM C1778 y los demás requisitos del presente artículo.

630.2.6.1.3.1 Evaluación de la reacción álcali-carbonato

Si el agregado por utilizar en un proyecto proviene de una fuente que contiene material calcáreo, se debe caracterizar el potencial de reactividad álcali-carbonato con base en su composición química, particularmente el

contenido de magnesio (MgO), cal (CaO) y alúmina (Al_2O_3). Se debe determinar si la relación CaO/MgO a Al_2O_3 del agregado se encuentra entre los rangos de composición de los agregados que son considerados potencialmente expansivos según se muestra en la Figura 630 — 1.

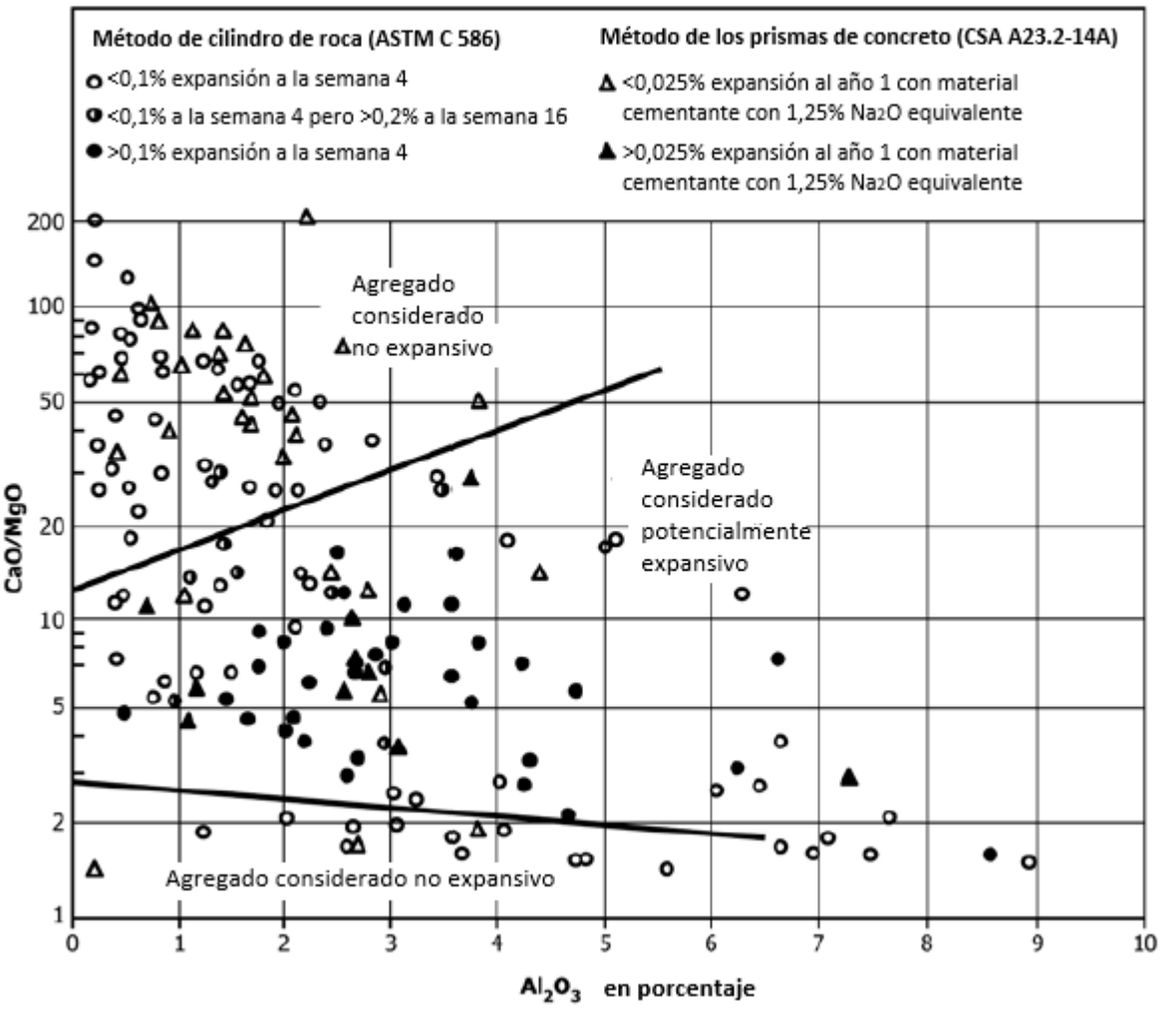


Figura 630 — 1. Franjas de composición para calificar el potencial de reacción álcali-carbonato de rocas calcáreas

Fuente: Figura adaptada de la norma ASTM C1778.

En cualquier caso, bien sea que el agregado se encuentre o no fuera de la franja de agregado potencialmente reactivo, el agregado calcáreo debe ser analizado para determinar su potencial, con el fin de desarrollar la reacción álcali-sílice y si esta se presenta, se debe proceder a su mitigación.

Si el agregado calcáreo se encuentra en el rango considerado potencialmente expan-

sivo para reacción álcali-carbonato, se debe ensayar utilizando el método de prismas de concreto por el método ASTM C1293 o por el método ASTM C1105, usando un contenido reducido de álcali (uno coma ocho kilogramos por metro cúbico (1,8 kg/m^3) para minimizar el riesgo de una expansión perjudicial como resultado de la reacción álcali-sílice). Según los resultados obtenidos en estos ensayos, se puede utilizar o no el agregado para la elaboración de concreto con base en los siguientes criterios:

- Cuando se usa solamente el método de la norma ASTM C1293 y con este se determina una expansión mayor que cero coma cero cuatro por ciento (0,04 %) a doce (12) meses, se debe realizar un análisis petrográfico para determinar si en el concreto hubo reacción álcali-carbonato y reacción álcali-sílice. Si el análisis petrográfico muestra que ocurrió reacción álcali-carbonato, solo o en combinación con reacción álcali-sílice, el agregado no puede ser utilizado para hacer concreto. Solo se puede usar el agregado si se implementa una explotación selectiva de la fuente, que demuestre que el nuevo agregado obtenido cumple los requisitos de expansión máxima por reacción álcali-carbonato.
- Cuando se usa el método ASTM C1105, el procedimiento se debe modificar de tal forma que el contenido de álcalis en el ensayo se mantenga por debajo de uno coma ocho kilogramos por metro cúbico (1,8 kg/m^3), para evitar que se genere reacción álcali-sílice. Si el resultado de expansión por este método es cero coma cero veinticinco por ciento (0,025 %) o mayor a los seis (6) meses, o cero coma cero tres por ciento (0,03 %) o mayor a los doce (12) meses, el agregado se considera reactivo y no se puede utilizar para hacer concreto. Los agregados calcáreos que muestren valores de expansión menores pueden ser utilizados para la elaboración de concreto. Aun si cumple este requisito, se debe evaluar el potencial de expansión por reacción álcali-sílice por el método ASTM C1260 o ASTM C1293, y de ser necesario, realizar la mitigación.

630.2.6.1.3.2 Evaluación de la reacción álcali-sílice

En el caso de la reacción álcali-sílice, se puede realizar la inspección petrográfica de los agregados al cumplir la norma ASTM C295, la cual sirve para determinar la presencia de sílice amorfa, sílice microcristalina, policristalina o criptocristalina.

La evaluación petrográfica, por sí sola, no se debe tomar como un indicativo de la reactividad de los agregados, la cual se debe analizar solamente por desempeño verificado.

La evaluación del potencial de expansión por reacción álcali-sílice se debe realizar según lo establecido en la NTC 6222 (ASTM C1260) (método de las barras de mortero) o, alternativamente, por la norma ASTM C1293 (método de los prismas de concreto). Para estas pruebas diagnósticas, solo se debe usar el cemento estándar (Portland Tipo I) definido por dichas normas. No se puede usar el cemento que se va a emplear en la obra. La calificación de reactividad de los agregados se realiza con base en los parámetros que se dan en la Tabla 630 — 14.

Tabla 630 — 14. Calificación de reactividad de los agregados

Norma	Material involucrado	Proceso	Requisito	Calificación	Valor
ASTM C1260	Agregados finos y gruesos. Solo se ensaya el agregado fino si ambos son de la misma fuente.	Diagnóstico de reactividad	Expansión en barras de mortero	Agregado inocuo	< 0,1 %
				Agregado potencialmente reactivo	≥ 0,1 %
				Agregado reactivo	≥ 0,2 %
ASTM C1567	Agregados finos y gruesos. Solo se ensaya el agregado fino si ambos son de la misma fuente. Cementante suplementario.	Mitigación de la reactividad	Expansión en barras de mortero	Mezcla mitigada	< 0,1 % a 16 días, si la curva de expansión tiene tendencia asintótica horizontal a los 16 días
ASTM C1293	Agregados finos y gruesos que se usan en la mezcla.	Diagnóstico de la reactividad	Expansión de los prismas de concreto	Potencialmente no reactivo	< 0,04 % a 1 año
				Potencialmente dañino	≥ 0,04 % a 1 año
	Agregados finos y gruesos, y cementante suplementario que se van a usar en la mezcla.	Mitigación de la reactividad	Expansión de los prismas de concreto	Mezcla mitigada	< 0,04 % a 2 años (Nota)

Nota: si no se cuenta con datos, se trabaja solo con las normas ASTM C1260 y ASTM C1567, como lo establece la norma ASTM C1778.

La mitigación de la reacción álcali-sílice mediante la aplicación de la norma ASTM C1567 o ASTM C1293, solo se puede realizar usando el cemento especificado en la norma de ensayo. No se admite el diseño de la mitigación usando el cemento de la obra.

El diseño de la mitigación se puede realizar mediante el método por desempeño verificado o el método prescriptivo, ambos descritos en la norma ASTM C1778 secciones 7, 8 y 9.

Cuando se emplee el método ASTM C1567 y se utilice, para la elaboración del concreto, agregado de diferentes fuentes, se debe mitigar la reacción álcali-sílice, con base en el material más reactivo. Además, para la mitigación de la reacción álcali-sílice se usan los criterios de diseño por el método prescriptivo o por el método de desempeño verificado que son detallados en la guía ASTM C1778.

630.2.6.1.3.3 Mitigación de reacción álcali-sílice por método prescriptivo

Para aplicar el criterio de diseño prescriptivo del método ASTM C1778 se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

- Emplear los valores de expansión por reactividad álcali-sílice de los agregados, según los resultados de la NTC 6222 (ASTM C1260) o ASTM C1293, o ambas.
- Determinar la ocurrencia de la reacción álcali-agregado en función de la exposición.
- Determinar la clase de severidad de las consecuencias en los casos que ocurra reacción álcali-sílice.
- Determinar el nivel de prevención requerido, con base en los resultados anteriores.
- Especificar con los requisitos más restrictivos.

630.2.6.1.3.4 Mitigación de reacción álcali-sílice por el método de desempeño verificado

En el caso del diseño de la mitigación de la reacción álcali-sílice por el método de desempeño verificado, se deben conocer los valores de expansión de los agregados por la NTC 6222 (ASTM C1260) o ASTM C1293 o ambas cuando estén disponibles. Es decir, con los resultados de los ensayos se determina la reactividad del material y se procede a diseñar directamente la mitigación. Uno de los métodos de mitigación es emplear material cementante suplementario, determinando la cantidad por los métodos de la ASTM C1567 o ASTM C1293.

630.2.6.2 Clases de concreto

Para el caso de puentes, estructuras auxiliares de puentes, estructuras hidráulicas de la infraestructura vial y muros de contención se debe definir la clase de concreto por usar, de acuerdo con la clasificación en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes (CCP).

Una vez determinada la clase del concreto, se debe realizar el diseño de mezcla cumpliendo con los requisitos por clase de concreto presentados en el CCP. Para el caso la de relación a/mc, contenido de aire y resistencia a la compresión a los veintiocho días (28 d), se deben cumplir los requisitos límite del CCP y los requisitos de los numerales 630.2.6.1 y 630.2.6.3, es decir, se debe diseñar la mezcla con los parámetros límite más conservadores entre los establecidos por clase de concreto, durabilidad y resistencia.

630.2.6.3 Resistencia

También, se deben cumplir los siguientes requisitos para la resistencia:

- Concreto ciclópeo: la resistencia no debe ser menor de diecisiete megapascales (17 MPa) a los veintiocho días (28 d).
- Concreto simple: la resistencia no debe ser menor de diecisiete megapascales (17 MPa) a los veintiocho días (28 d).
- Concreto reforzado: la resistencia no debe ser menor de veintiún megapascales (21 MPa) a los veintiocho días (28 d).
- Concreto pretensado y postensado: la resistencia no debe ser menor de treinta y dos megapascales (32 MPa) a los veintiocho días (28 d).

Para el caso de concreto liviano, los límites máximos de la relación a/mc hallados en el numeral 630.2.6.1 no aplican.

Por otra parte, el valor de resistencia a la compresión del concreto liviano no debe ser mayor de treinta y cinco megapascales (35 MPa), es decir, elementos que requieran concreto con una resistencia a la compresión mayor de treinta y cinco megapascales (35 MPa) no se pueden construir con este tipo de concreto, a menos que se demuestre experimentalmente que, elementos estructurales elaborados con el concreto liviano a usar en obra proporcionan una resistencia y tenacidad iguales o mayores que las de elementos comparables hechos con concreto de peso normal de la misma resistencia.

630.3 Equipo

Es responsabilidad del constructor disponer de los equipos y elementos para el suministro de los materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado del concreto estructural. También, equipos y elementos necesarios para la ejecución de juntas, equipos para limpieza, reparaciones, etc.

El constructor debe garantizar la calibración periódica de los equipos, de acuerdo con el plan de mantenimiento y calibración de estos, fijado en el plan de calidad del proyecto. Las calibraciones deben ser realizadas por laboratorios de calibración que cuenten con la acreditación por parte del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) para la unidad de medida por verificar, garantizando que las mediciones realizadas por la empresa sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

A continuación, se presentan los requisitos de los principales equipos y herramientas requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con este material.

630.3.1 Equipo para la elaboración de agregados

Para la producción de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, cargue, transporte y proceso. La unidad de proceso consiste en una unidad clasificadora y una planta de trituración provista de trituradora primaria, secundaria y terciaria, siempre que esta última se requiera, así como un equipo de lavado. La planta debe estar provista de los filtros y demás accesorios necesarios para controlar la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

630.3.2 Producción de la mezcla de concreto

La producción del concreto debe cumplir los lineamientos establecidos en la NTC 3318 (ASTM C94), tanto para el concreto producido *in situ* como para el concreto producido por un proveedor externo, en planta externa.

Si se prevé la incorporación de aditivos a la mezcla, la central debe dosificarlos con precisión suficiente. Los aditivos en polvo se deben dosificar en masa y los aditivos en forma de líquido o de pasta en masa o en volumen, con una precisión no inferior al tres por ciento (± 3 %) de la cantidad especificada de producto.

El temporizador del amasado y el de la descarga del mezclador deben estar protegidos de tal forma que, durante el funcionamiento del mezclador, no se pueda producir la descarga hasta que haya transcurrido el tiempo de amasado previsto.

630.3.2.1 Mezcla en el sitio

Se permite el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, previa aprobación del interventor, cuya capacidad no debe exceder de tres metros cúbicos (3 m^3).

630.3.3 Equipo para el transporte del concreto al sitio de las obras

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto debe contar con la aprobación del interventor. Dicha aprobación no se debe considerar definitiva por el constructor y la condición del uso del sistema de conducción o transporte se debe suspender inmediatamente, si el asentamiento o flujo de la mezcla (según sea el tipo de consistencia del concreto) excede los límites especificados o si la segregación de esta es excesiva. Se debe garantizar la homogeneidad de la mezcla mediante la prueba de uniformidad del concreto, de acuerdo con el procedimiento definido en el apéndice A de la NTC 3318 (ASTM C94).

Se debe garantizar la homogeneidad de la mezcla de concreto. Para esto es necesario que el transporte cumpla el horario programado considerando los tiempos de fraguado. De lo contrario, se debe hacer uso de aditivos retardantes de fraguado.

630.3.3.1 Transporte del concreto en camiones mezcladores

El transporte del concreto a la obra se realiza en camiones mezcladores o agitadores provistos de tambor giratorio cerrado con paletas internas, los cuales están equipados con cuentarrevoluciones. Deben ser capaces de proporcionar mezclas homogéneas y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones.

630.3.3.2 Transporte del concreto en volquetas

Para distancias cortas se emplean camiones del tipo volqueta, sin elementos de agitación, de forma que se impida toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños. Su caja debe ser lisa y estanca, y estar limpia, para lo cual se debe disponer de un equipo adecuado. El sistema de descarga puede ser basculante o por medio de bandas o tornillos. Estos camiones deben estar siempre provistos de una lona o cobertor para proteger el concreto fresco durante su transporte, evitando la excesiva evaporación del agua o la intrusión de elementos extraños.

Se debe disponer de los equipos necesarios para la limpieza de los elementos de transporte, antes de recibir una nueva carga de concreto.

630.3.3.3 Transporte del concreto en otros tipos de equipos

Se pueden utilizar otros vehículos de transporte de concreto tales como camiones agitadores, *buggies*, entre otros, si el concreto no pierde sus propiedades y uniformidad.

Los diferentes tipos de equipo de transporte deben ser seleccionados, de acuerdo con la tecnología utilizada para la construcción, la logística y el entorno del proyecto y el tipo de concreto, previa aprobación del interventor.

El constructor debe tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones vigentes sobre

tránsito automotor y ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio de Transporte y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Independiente del sistema de transporte escogido, el interventor tiene la autoridad de rechazar o aceptar la mezcla antes de su colocación. Debe verificar que las propiedades y la uniformidad del concreto no se modificaron durante el transporte.

630.3.4 Equipos de puesta en obra del concreto

El constructor debe disponer de los medios de colocación del concreto que permitan una buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, para evitar salpicaduras, segregación y choques contra las formaletas o el refuerzo.

630.3.4.1 Formaleta y obra falsa

El constructor debe suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los documentos del proyecto. Las formaletas se deben poder ensamblar firmemente y tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los documentos del proyecto, ni se pueda escapar el mortero.

La obra falsa o armazones provisionales deben ser construidos sobre cimientos suficientemente resistentes para soportar las cargas sin asentamientos perjudiciales. Toda la obra falsa debe ser diseñada y construida con la solidez necesaria que le permita soportar, sin sufrir deformación apreciable, las cargas a que puede estar sometida, las cuales deben incluir, además del peso de la superestructura, las correspondientes a las formaletas, arriostramientos, carriles de circulación y otras cargas que le puedan ser impuestas durante la construcción. La obra falsa debe ser convenientemente apuntalada y amarrada, para prevenir distorsiones y movimientos que puedan producir vibraciones y deformaciones en la formaleta de la superestructura.

630.3.4.2 Vibradores

Los vibradores para la compactación del concreto deben ser de tipo interno simple y tener una intensidad suficiente para producir la plasticidad y la adecuada consolidación del concreto, pero sin llegar a causar la segregación de los materiales.

Para fundiciones delgadas, donde las formaletas estén especialmente diseñadas para resistir la vibración, se deben emplear vibradores externos de formaleta, reglas y mesas vibratorias, entre otras.

En la selección del equipo más apropiado para cada elemento estructural se recomienda consultar el documento ACI 309R, Guía para la consolidación del concreto.

630.4 Ejecución de los trabajos

630.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo establecido en el numeral 105.13.3 del artículo 105, Desarrollo de los trabajos.

630.4.2 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La dosificación del concreto determina las proporciones en que se deben combinar los diferentes materiales componentes, como son: agregados, material cementante, adiciones suplementarias, agua, aditivos y eventualmente adiciones complementarias, de modo que se obtenga un concreto que cumpla la resistencia, la consistencia, la manejabilidad, la durabilidad y las demás exigencias requeridas por las especificaciones particulares de los documentos del proyecto y las presentes especificaciones.

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el constructor debe suministrar al interventor, para su verificación, muestras representativas de los agregados, material cementante, adiciones suplementarias, agua, aditivos y, eventualmente, adiciones complementarias por utilizar, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el diseño de la mezcla.

Una vez el interventor realice las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales con base en el cumplimiento de los requisitos de la presente especificación, el constructor debe diseñar la mezcla y debe definir una fórmula de trabajo, la cual debe someter a consideración del interventor. Dicha fórmula señala:

- El tipo y la marca de cemento.
- El tipo y la marca de adiciones suplementarias.
- Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla, por los tamices correspondientes a la granulometría aceptada, así como la franja de tolerancia dentro de la cual es válida la fórmula propuesta.
- Las dosificaciones de material cementante, agregados grueso y fino, adiciones suplementarias, aditivos y eventualmente adiciones complementarias, se deben hacer en peso por volumen unitario de concreto (usualmente un metro cúbico de concreto, o fracción de este). La cantidad de agua y aditivos líquidos se puede dar por peso o por volumen. Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación de la bachada por producir debe corresponder a un número entero de bolsas (aproximado al entero superior).
- El módulo de finura del agregado fino.
- El contenido de aire (si se ha especificado).
- La resistencia a compresión de la mezcla a veintiocho días (28 d) de curado, y las edades adicionales que se especifiquen en el concreto a usar, la cual se mide según la norma INV E-410/NTC 673.
- La consistencia del concreto debe estar dentro de los límites indicados en los documentos del proyecto para cada tipo de concreto. Si la consistencia se mide según el ensayo de asentamiento, se debe utilizar la norma de ensayo INV E-404/NTC 396 (aplicable para mezclas entre los trece y los doscientos treinta milímetros (13 mm – 230 mm) de asentamiento). Si la consistencia se mide según el ensayo de flujo libre, se debe utilizar la NTC 5222 (aplicable para mezclas de más de doscientos treinta milímetros (230 mm)). Se pueden utilizar medios electrónicos para medir la consistencia del concreto desde que previamente se realicen correlaciones con los ensayos de las normas INV E-404/

NTC 396 o NTC 5222, la que sea aplicable, y con aprobación del interventor. Para la aprobación de cualquier medio electrónico, el interventor puede solicitar los datos experimentales que dan sustento a las correlaciones, sin perjuicio de los datos que sean presentados por parte del fabricante del equipo.
- Cumplimiento de la ACI 308, Guía para el curado del concreto.

El constructor debe determinar la consistencia de cada concreto teniendo en cuenta las condiciones específicas del proyecto (sistema de colocación, condiciones ambientales, tipo de estructura, materiales componentes, entre otras) y este debe ser aprobado por el interventor.

La fórmula de trabajo se debe reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo o clase del material cementante.
- El tipo, absorción y tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).
- La gradación del agregado combinado en una magnitud tal, que ella se salga de la tolerancia fijada.
- La naturaleza y la proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra del concreto.
- La procedencia del agua.
- Las tolerancias granulométricas indicadas en la Tabla 630 — 18.

En caso de variar cualquier otro parámetro, el interventor puede exigir la modificación de la fórmula de trabajo para que esta se ajuste a la variación de los parámetros realizada.

El constructor debe considerar que el concreto sea dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a la compresión promedio suficientemente superior a la especificada en los documentos del proyecto, según el tipo de concreto, de manera que se minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor especificado. La dosificación también debe estar en función de los requisitos mínimos de durabilidad. Se deben cumplir los lineamientos de dosificación del concreto de la NSR. Con este fin, el constructor debe tener en cuenta que, la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la resistencia especificada de diseño, depende de la desviación estándar de la resistencia durante la etapa de producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares.

Para casos en que los valores se encuentren por debajo de la especificación, se debe cumplir lo especificado en la NSR: «El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactorio si cumple con los dos siguientes requisitos:

a. Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a *f'c*.
b. Ningún resultado del ensayo de resistencia es menor que *f´c* por más de 3,5 MPa cuando *f'c* es 35 MPa o menor; o por más de 0,10 * *f'c* cuando *f'c* es mayor a 35 MPa».

Al efectuar las mezclas de prueba en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deben ser elaboradas y curadas de acuerdo con la norma INV E-402/NTC 1377 y ensayadas según la norma de ensayo INV E-410/ NTC 673. Se deben elaborar curvas que muestren la variación de la resistencia a la

compresión a veintiocho días (28 d) (o a la edad definida para el tipo de concreto) en función de la relación a/mc y del contenido de material cementante. Estas curvas se deben basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5) puntos, que representen mezclas de prueba que den lugar a resistencias a la compresión por encima y por debajo de la requerida. Cada punto debe representar el promedio de, por lo menos, dos (2) cilindros estandarizados de ciento cincuenta milímetros (150 mm) de diámetro por trescientos milímetros (300 mm) de altura o tres (3) cilindros estandarizados de cien milímetros (100 mm) de diámetro por doscientos milímetros (200 mm) de altura, ensayados a veintiocho días (28 d) (o a la edad definida para el tipo de concreto).

Los valores de la relación a/mc máxima y el contenido mínimo de material cementante admisibles por resistencia para el concreto a emplear en la estructura, son los que permiten obtener una resistencia promedio por encima de la resistencia de diseño del elemento y cumplir los requisitos de durabilidad y clase de concreto.

En todos los casos, la relación a/mc y el contenido de material cementante deben cumplir los valores máximo y mínimo, respectivamente, permitidos por las consideraciones de durabilidad y clase de concreto correspondientes a los definidos en los documentos del proyecto.

La aprobación que dé el interventor al diseño de la mezcla no implica necesariamente la aceptación posterior de las obras de concreto que se construyan con base en dicho diseño, ni exime al constructor de su responsabilidad de cumplir todos los requisitos de los documentos del proyecto. La aceptación de las obras para fines de pago depende de su correcta ejecución, el cumplimiento de los requisitos de durabilidad y clase de concreto, y de la obtención de la resistencia a la compresión mínima especificada para el respectivo tipo de concreto, resistencia que debe ser comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

No se permite ningún cambio al diseño de la mezcla, sin aprobación del interventor.

El diseño debe llevar una copia de todos los resultados de ensayo, incluyendo las fechas de las pruebas, una lista completa de los materiales, indicando tipo, fuente y características especificadas, tipo y resultados de las pruebas físicas y químicas sobre agregados, material cementante, adiciones, agua y aditivos. También, debe incluir el módulo de finura de la arena y el contenido de aire en la mezcla. La producción industrial de la mezcla no puede comenzar hasta que el interventor apruebe el informe de diseño por escrito.

Los laboratorios en donde se realicen los ensayos necesarios para el desarrollo de la fórmula de trabajo de la mezcla deben ser empresas legalmente constituidas que cuenten con experiencia y/o trayectoria en ejecución de pruebas y ensayos de control de calidad de materiales, que puedan demostrar apropiadamente la competencia de su personal de laboratorio y cuyos informes de resultados informados contengan la aprobación y la autorización para su emisión, mediante la firma del responsable técnico facultado para ello. El laboratorio debe contar con todo el equipamiento principal y auxiliar necesario para el correcto desempeño de sus actividades y asegurar que estos cuenten con

la exactitud y la precisión adecuadas para lograr resultados válidos. El laboratorio debe contar con un programa de calibración de sus equipos y se debe asegurar de que los resultados de la medición sean trazables al SI mediante alguna de las siguientes alternativas:

- La calibración de los equipos proporcionados por un laboratorio de metrología acreditado por ONAC.
- La comparación directa o indirecta a patrones nacionales o internacionales que cuenten con unidades del SI.
- Los valores certificados de materiales de referencia (MRC) proporcionados por productores competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI.

El constructor es el responsable de garantizar que todos los ensayos necesarios se realicen. Los informes deben ser entregados rutinariamente al interventor, el profesional a cargo del diseño, a los proveedores de material y a la autoridad competente que verifique el cumplimiento de la calidad o que tome acciones correctivas.

630.4.3 Almacenamiento de materiales

Los agregados, el material cementante, las adiciones suplementarias, los aditivos y las adiciones complementarias se deben almacenar, de tal forma que se prevenga su deterioro o contaminación. Cualquier material que se haya deteriorado o contaminado no se debe usar para la elaboración del concreto. Para prevenir esta situación, los materiales se deben almacenar de acuerdo con las siguientes indicaciones.

630.4.3.1 Almacenamiento de los agregados pétreos

Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado, hasta su introducción en las tolvas de agregados. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin peligro de segregación, atendiendo las precauciones que se detallan a continuación:

- El agregado grueso no debe permanecer almacenado durante un tiempo prolongado porque los finos de este tienden a asentarse y acumularse. Sin embargo, cuando el almacenamiento sea necesario, el método de almacenamiento utilizado debe minimizar la segregación, rotura de agregados, excesiva variación en la granulometría y contaminación.
- Las existencias se deben acumular en capas horizontales o de pendiente suave, garantizando la homogenización del material en acopio.
- Se deben disponer sistemas de drenaje apropiados. Para tal efecto, los patios de almacenamiento deben estar en pendiente, de tal manera que se garantice la captación, conducción y evacuación del agua, con el objeto de que los agregados finos y gruesos mantengan una humedad homogénea.
- Los camiones, cargadores u otros equipos no deben ser operados sobre los acopios porque, además de fracturar el agregado, lo contaminan.
- Se debe proteger el agregado seco y fino ante la posibilidad de ser separado por el viento, mediante el uso de lonas o rompevientos.

- Se debe prevenir la contaminación cruzada entre los diferentes tamaños de agregado mediante muros o amplios espacios entre acopios.
- El almacenamiento de los agregados se puede realizar sobre patios pavimentados construidos para este fin. Sin embargo, si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos.
- En lo posible, los acopios deben ser cubiertos. En caso, de no contar con cubiertas, se deben implementar todos los procedimientos y los controles que garanticen el producto.
- Cuando se detecten anomalías en el suministro de los agregados, ellos se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptación. Esta misma medida se debe aplicar cuando se autorice el cambio de procedencia de un agregado. No se deben emplear métodos de transporte, desde los acopios hasta las tolvas de la central, que pudieran causar segregación, degradación o mezcla de fracciones de distintos tamaños.
- El sistema de abastecimiento de agregados se debe programar de manera tal que la cantidad de agregado sea suficiente para cumplir la programación prevista en el proyecto.

Para todo lo anterior, se sugiere consultar el documento ACI 304R, Guía para medir, mezclar, transportar y colocar concreto; que contiene las prácticas recomendables de almacenamiento y manejo de agregados.

630.4.3.2 Almacenamiento del material cementante y adiciones suplementarias

El material cementante en sacos se debe almacenar en sitios secos y aislados del suelo (sobre estibas) y de muros, en acopios de no más de siete metros (7 m) de altura.

Si el material cementante se suministra a granel, se debe almacenar en sitios aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento debe ser la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento y adición suplementaria que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos, o tres (3) meses en silos, debe ser evaluado y avalado por el interventor, para verificar si aún es susceptible de utilización.

630.4.3.3 Almacenamiento de aditivos y adiciones complementarias

Los aditivos y las adiciones complementarias se deben proteger convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los productos que vengan en sacos se deben almacenar bajo cubierta y conservando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del material cementante y las adiciones suplementarias. Los aditivos y las adiciones complementarias suministrados en forma líquida se deben almacenar en recipientes estancos. Para todo caso, los proveedores de los productos deben suministrar dentro de la ficha técnica o por separado, en documento escrito, las recomendaciones para el almacenamiento de los productos, de tal manera que no se afecte su calidad. Se deben seguir todas las disposiciones y recomendaciones consignadas en la ficha técnica del producto suministrada por el fabricante.

630.4.4 Preparación de la zona de los trabajos

La excavación necesaria para las cimentaciones de las estructuras de concreto y su

preparación para la cimentación, incluyendo su limpieza y apuntalamiento, cuando sea necesario, se debe efectuar conforme se estipula en el artículo 600, Excavaciones varias. Cualquier deterioro ocurrido después de terminada la excavación, debe ser subsanado por el constructor, sin costo adicional para INVÍAS, utilizando procedimientos aprobados por el interventor.

630.4.5 Instalación de la formaleta y obra falsa

Todas las formaletas para confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece, deben ser diseñadas por el constructor y aprobadas por el interventor, de tal manera que permitan la colocación y la consolidación adecuadas de la mezcla en su posición final y su fácil inspección. Así mismo, deben ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero de la mezcla.

La aprobación del diseño de las formaletas por parte del interventor no exime al constructor de su responsabilidad respecto de la seguridad, la calidad del trabajo y el cumplimiento de todas las especificaciones.

Las formaletas se deben ensamblar firmemente y deben tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin deformaciones y manteniendo las tolerancias propias de la norma vigente (por ejemplo: reglamento NSR vigente, código de puentes u otros).

Antes de iniciar la colocación del concreto se deben limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie interna se debe cubrir con productos antiadherentes, que no manchen la superficie del concreto, que impida la absorción de humedad por parte del encofrado y no sea absorbido por el concreto. La colocación del desmoldante en el encofrado se debe realizar siguiendo las indicaciones del proveedor que deben ser suministradas en un documento escrito. Se debe aplicar el desmoldante antes de colocar el acero y no se debe permitir que este entre en contacto con el acero.

Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaletas y que queden embebidas en el concreto, deben ser pernos de acero provistos de rosca, tuercas y acoples adecuados, que permitan retirar los extremos exteriores, sin producir daños en las superficies del concreto. Todos los huecos resultantes del retiro de las abrazaderas se deben llenar con un mortero de consistencia seca.

No se puede colocar concreto dentro de las formaletas si estas no han sido inspeccionadas y aprobadas por el interventor. No se debe mover la cimbra o hacer alguna modificación cuando el concreto haya alcanzado su fraguado inicial.

Las formaletas se pueden remover parcial o totalmente, tan pronto como la mezcla haya adquirido la resistencia suficiente, comprobada mediante ensayos, para sostener su propio peso y el peso de cualquier otra carga.

De acuerdo con los lineamientos del diseñador establecidos en los documentos del proyecto, el constructor debe presentar al interventor un procedimiento apropiado para el retiro de la obra falsa, de manera tal, que la estructura vaya tomando las cargas en la secuencia indicada por el diseñador de la estructura.

Toda obra falsa o cimbra para la construcción de puentes u obras similares debe ser diseñada por el constructor, quien debe someter el diseño a consideración del interventor. Para la aprobación de la obra falsa o cimbra se deben entregar al interventor las memorias de cálculo y los planos de taller debidamente avalados por el profesional facultado para el diseño de estos elementos. En el diseño se deben tener en cuenta las cargas muertas y vivas a las que puede estar sometida la obra falsa durante y después de la colocación del concreto. Las eventuales deflexiones de la obra falsa, debido a las cargas, se deben compensar mediante contraflechas, de tal forma que la estructura terminada se ajuste a los niveles indicados en los documentos del proyecto.

En la construcción de cimbras para arcos, se deben proveer los medios adecuados que permitan un descenso gradual de los centros hasta obtener el autosoporte del arco.

630.4.6 Elaboración de la mezcla

Cuando la mezcla se produce en una planta central, sobre camiones mezcladores o por una combinación de estos procedimientos, el trabajo se debe efectuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la NTC 3318 (ASTM C94).

630.4.6.1 Mezclado manual para concretos no estructurales

La mezcla manual solo se puede efectuar, previa aprobación del interventor, para estructuras pequeñas no estructurales que requieran concreto de resistencia a la compresión no superior a catorce megapascales (14 MPa) a los veintiocho días (28 d), o en casos de emergencia que requieran un reducido volumen de concreto. En tal caso se debe colocar un veinte por ciento (20 %) adicional de cemento, en peso, sobre el requerido según el diseño de la mezcla.

El mezclado manual se debe hacer en bachadas no mayores de cero coma veinticinco metros cúbicos (0,25 m^3), sobre una superficie lisa e impermeable.

Las cargas mezcladas a mano no se pueden emplear para concreto colocado debajo del agua, ni concreto estructural.

630.4.6.2 Reablandamiento del concreto

Solo se permite la adición de agua a la mezcla en estado plástico, en el sitio de obra, hasta recuperar la consistencia de diseño de la mezcla, siempre y cuando se realice antes de que se haya presentado el tiempo de fraguado inicial del concreto y que no se exceda por ningún motivo la relación a/mc de diseño, determinada previamente, verificada por medio de mezclas de prueba y aprobada por el interventor.

En caso de adicionar agua en el sitio de obra, se debe demostrar y registrar de forma documental que la relación a/mc no excede el valor de diseño y que este procedimiento se realizó antes de que se haya presentado el tiempo de fraguado inicial del concreto. Todo lo anterior también debe ser corroborado por el interventor.

También se permite la adición de aditivos súper reductores, los cuales deben ser contemplados desde el diseño inicial.

630.4.7 Descarga, transporte y entrega de la mezcla

El concreto, al ser descargado de mezcladoras estacionarias, debe tener la consistencia,

la trabajabilidad y la uniformidad requeridas para la obra.

Cuando se empleen camiones mezcladores o agitadores, la descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y la colocación del concreto deben ser completados en un tiempo máximo de uno coma cinco horas (1,5 h), desde el momento en que el material cementante se añade a los agregados, salvo que el interventor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte y que así esté definido desde el diseño de la mezcla.

El concreto descargado de camiones mezcladores o de camiones agitadores debe ser entregado con la consistencia, la trabajabilidad y la uniformidad requeridas para la obra. La velocidad de descarga del concreto premezclado debe ser controlada por la velocidad de rotación del tambor, en la dirección de la descarga, con la canaleta o compuerta de descarga completamente abierta. Si es necesario agregar agua adicional a la mezcla para alcanzar o mantener el asentamiento especificado, sin exceder la relación a/mc requerida, se debe mezclar nuevamente el contenido del tambor, por un mínimo de veinte (20) revoluciones a la velocidad de mezclado, antes de proceder a la descarga del concreto. En caso de adicionar agua en el sitio de la obra, se debe cumplir con los requisitos del numeral 630.4.6.2.

El concreto puede ser transportado en camiones tipo volqueta u otro equipo provisto de agitadores, si los documentos del proyecto lo admiten o el interventor aprueba por escrito esta posibilidad. En tal caso, los recipientes deben ser metálicos, lisos en su interior, con las esquinas redondeadas, equipados con compuertas para controlar la descarga y provistos de cobertores adecuados para proteger el concreto contra la intemperie. El concreto transportado en estos equipos debe ser mezclado previamente y entregado con la consistencia y la uniformidad requeridas en la NTC 3318 (ASTM C94). La descarga en el punto de entrega debe ser completada en cuarenta y cinco minutos (45 min) desde que el cemento sea puesto en contacto con los agregados, lapso que el interventor puede variar según las condiciones climáticas del lugar o el uso de aditivos.

A su entrega en la obra, el interventor debe rechazar todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado o no tenga el asentamiento dentro de los límites especificados.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el interventor, debe ser retirado de la obra y reemplazado por el constructor, a su costa, por un concreto satisfactorio.

630.4.8 Colocación del concreto

630.4.8.1 Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos cuarenta y ocho horas (48 h) antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el constructor debe notificar por escrito al interventor al respecto, para que este verifique y apruebe los sitios de colocación.

La colocación no puede comenzar, mientras el interventor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y

la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto. Dichas superficies deben estar completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método puede no ser el adecuado.

Se debe eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se coloque la mezcla y controlar que, durante la colocación de esta y el fraguado, no se mezcle agua que pueda lavar o dañar el concreto fresco.

Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deben ser humedecidas completamente, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el interventor.

630.4.8.2 Requisitos generales

La colocación del concreto se debe efectuar en presencia del interventor, salvo en determinados sitios específicos aprobados previamente por este.

El concreto no se puede colocar cuando esté lloviendo, a no ser que el constructor suministre cubiertas que, a criterio y aprobación del interventor, sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

Todo el concreto debe ser vaciado en horas de luz solar y su colocación en cualquier parte de la obra no se debe iniciar si no es posible completarla en dichas condiciones, a menos que se disponga de un adecuado sistema de iluminación, aprobado por el interventor.

El concreto no se debe exponer a la acción del agua antes del fraguado final, excepto lo que se dispone en el numeral 630.4.8.5 para el concreto depositado bajo agua. El concreto se debe colocar en un ambiente seco y, durante su colocación o después de ella, no ser expuesto a la acción de aguas o suelos que contengan soluciones alcalinas, hasta pasado un periodo por lo menos de tres días (3 d), o de agua salada hasta los siete días (7 d). Durante este lapso, el concreto se debe proteger bombeando el agua perjudicial fuera de las formaletas y ataguías.

En todos los casos, el concreto se debe depositar lo más cerca posible de su posición final y no se debe hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deben permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando con las formaletas o el refuerzo. No se permite la caída libre del concreto desde alturas superiores a un metro (1,0 m), a menos que se compruebe que a una mayor altura el concreto no presente segregación y cambios en la mezcla que conlleven a reducciones del desempeño, la resistencia y la durabilidad, y debe ser aprobado por el interventor.

Al verter el concreto se debe remover enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura.

En todos los casos que sea difícil colocar el concreto junto a las formaletas, debido a las obstrucciones producidas por el acero de refuerzo o por cualquier otra condición, se debe procurar el contacto apropiado entre el concreto y las caras interiores de

las formaletas, vibrando estas últimas por medio de golpes en sus superficies exteriores con mazos de caucho o madera o por medio de vibradores de formaleta.

Cuando se vayan a usar equipos inclinados (canoas, canaletas), estos deben tener una longitud máxima de siete metros (7 m), manteniendo un flujo continuo, a una velocidad uniforme del concreto, con pendientes según el asentamiento del concreto (norma de ensayo INV E-404), no sobrepasando los valores de la Tabla 630 — 15.

Tabla 630 — 15. Pendientes máximas de equipos según el asentamiento del concreto

Asentamiento del concreto (mm)	Pendiente (V:H)
10 — 80	1:2
80 — 120	1:3

No se permite la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permite la colocación de la mezcla fresca sobre concreto, total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas, según se describe en el numeral 630.4.15.

El constructor debe tener la precaución de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto, por lo menos durante las primeras veinticuatro horas (24 h) luego de colocado el concreto.

A menos que los documentos del proyecto indiquen algo contrario por el tipo de obra, el concreto se debe colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de treinta centímetros (0,3 m).

Las descargas deben suceder una tras otra, y cada una de ellas se debe colocar y compactar antes de que la precedente haya alcanzado el fraguado inicial, para que no quede una separación entre las mismas. La superficie superior de cada capa de concreto se debe dejar algo áspera para lograr una liga eficiente con la capa subsiguiente. Cada capa superior debe ser compactada de forma que se evite la formación de una junta de construcción entre ella y la capa inferior.

Las capas que se completen en un día (1 d) de trabajo o que hayan sido colocadas poco antes de interrumpir temporalmente las operaciones, se deben limpiar de cualquier material objetable tan pronto como las superficies sean lo suficientemente firmes para retener su forma. En ningún caso se debe suspender o interrumpir temporalmente el trabajo dentro de los cuarenta y cinco centímetros (45 cm) debajo de la parte superior de cualquier superficie, a menos que los detalles de la obra tengan en cuenta un coronamiento de menos de dicho espesor, en cuyo caso, la junta de construcción se puede hacer en la parte inferior de dicho coronamiento.

El método y la manera de colocar el concreto se deben regular de forma que todas las juntas de construcción se coloquen en las zonas de bajo esfuerzo cortante y, en lo posible, en sitios que no sean visibles.

630.4.8.3 Colocación por bombeo

La colocación del concreto por bombeo puede ser permitida dependiendo de la adaptabilidad del método que se va a usar en la obra. El equipo se debe disponer de manera que las vibraciones derivadas de su operación no deterioren el concreto recién colocado.

Al emplear bombeo mecánico, la operación de la bomba debe ser tal que se produzca una corriente continua del concreto, sin bolsas de aire. Cuando se terminen las operaciones de bombeo, en caso de que se vaya a usar el concreto que quede en las tuberías, este se debe expeler de tal manera que no se contamine o se produzcan segregaciones.

Al emplear bombeo neumático, el equipo de bombeo se debe colocar lo más cerca posible del depósito de concreto. Las líneas de descarga deben ser horizontales o inclinadas hacia arriba respecto de la máquina de bombeo.

Cuando se utilice equipo de bombeo, siempre se debe disponer de los medios alternativos para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo debe continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

Los equipos de bombeo se deben limpiar cuidadosamente después de cada periodo de operación.

630.4.8.4 Colocación del agregado ciclópeo

La colocación del agregado ciclópeo se debe ajustar al siguiente procedimiento:

La roca, limpia y húmeda, se debe colocar cuidadosamente a mano, sin dejarla caer por gravedad en la mezcla de concreto simple, para no causar daño a las formaletas, a las alcantarillas, en el caso de cabezales, o al concreto adyacente parcialmente fraguado.

En estructuras cuyo espesor sea inferior a ochenta centímetros (80 cm), la distancia libre entre rocas o entre una roca y la superficie de la estructura, no debe ser inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumenta a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se puede usar agregado ciclópeo en los últimos cincuenta centímetros (50 cm) debajo del asiento de la superestructura o placa.

Si se interrumpe la fundición, al dejar una junta de construcción se deben dejar rocas sobresaliendo no menos de diez centímetros (10 cm) para formar una llave. Antes de continuar el vaciado del concreto, se debe limpiar la superficie donde se va a colocar el concreto fresco y humedecer la misma con agua limpia.

El concreto ciclópeo no se debe usar en estructuras cuya altura sea menor de sesenta centímetros (60 cm) y/o en las que el espesor sea inferior a treinta centímetros (30 cm).

La proporción máxima del agregado ciclópeo debe ser el cuarenta por ciento (40 %) del volumen total de concreto.

630.4.8.5 Colocación del concreto bajo agua

La construcción de estructuras de concreto bajo agua contempla diferentes técnicas,

entre las cuales está el tipo tremie o descargas directas, para ello la mezcla debe ser de alta cohesión (antideslave). En otros casos, se debe estudiar la posibilidad de remover el agua mientras se hace el vaciado del concreto.

En cada caso, se debe revisar el diseño de la mezcla para ajustarla a las condiciones de colocación y debe ser aprobado por el interventor. Se debe verificar la efectividad de la mezcla de concreto antideslave, mediante la realización de una mezcla de prueba y sometiéndola a procedimientos o ensayos de laboratorio, aprobados por el interventor, que demuestren que el producto cumple su propósito.

Cuando haya colocación de concreto bajo agua, este se debe ubicar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, mediante un sistema de colocación que permita depositarla en una operación continua.

No se debe colocar concreto dentro de corrientes de agua, y las formaletas diseñadas para retenerlo deben ser impermeables. El concreto se debe colocar de tal manera que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

630.4.8.6 Temperatura del concreto

En condiciones normales de exposición y en concretos convencionales, la temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, debe estar entre diez y treinta y cinco grados Celsius (10 °C – 35 °C). Cuando existan otras condiciones particulares específicas, ya sean del material, del ambiente o ambas, se deben realizar análisis pertinentes para determinar la temperatura máxima apropiada antes de la colocación, o el tratamiento más adecuado para reducir la temperatura del concreto.

Cuando se pronostique una temperatura ambiente inferior a cuatro grados Celsius (4 °C) durante el vaciado o en las veinticuatro horas (24 h) siguientes, la temperatura del concreto no puede ser inferior a trece grados Celsius (13 °C) cuando se emplee en secciones de menos de treinta centímetros (30 cm) en cualquiera de sus dimensiones, ni inferior a diez grados Celsius (10 °C) para otras secciones.

Durante la colocación, la temperatura no debe exceder de treinta y cinco grados Celsius (35 °C), para que no se produzcan pérdidas en el asentamiento, fraguado falso o juntas frías. Cuando la temperatura de las formaletas metálicas o de las armaduras exceda de cincuenta grados Celsius (50 °C) se deben enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

En caso de lluvia, se permite la colocación del concreto siempre y cuanto se implementen las acciones necesarias para garantizar la calidad del material y de la estructura.

630.4.9 Recubrimiento

Los recubrimientos del refuerzo en general deben cumplir lo establecido en el diseño de la estructura en los documentos del proyecto, pero en ningún caso estar por debajo de los mínimos establecidos en la NSR (requisitos de recubrimiento del refuerzo convencional y de tendones de preesfuerzo no adheridos).

La tolerancia del recubrimiento debe estar, de igual manera, de acuerdo con la NSR.

630.4.10 Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje o alivio se deben construir de la manera y en los lugares señalados en los documentos del proyecto. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deben colocar más abajo que las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto.

Los moldes para practicar agujeros a través del concreto pueden ser de tubería metálica, plástica o de concreto, cajas de metal o de madera. Si se usan moldes de madera, estos deben ser removidos después de colocado el concreto.

630.4.11 Vibración

El concreto colocado se debe consolidar mediante vibración interna, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se debe operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla.

Para lograr la compactación de cada capa antes de que se deposite la siguiente sin demorar la descarga, se debe usar un número suficiente de vibradores, con el fin de consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince minutos (15 min) siguientes a su colocación dentro de las formaletas. Para evitar demoras en el caso de averías, se debe disponer de un (1) vibrador auxiliar en el sitio de la obra para fundiciones individuales hasta de cincuenta metros cúbicos (50 m^3), y dos (2) vibradores auxiliares para fundiciones de mayor volumen.

Las vibraciones se deben aplicar en el punto de descarga y donde haya concreto depositado poco antes.

Los vibradores no deben ser empujados rápidamente, sino que se permite que ellos mismos se abran camino dentro de la masa de concreto y se retiren lentamente para evitar la formación de cavidades.

La vibración debe ser tal, que el concreto fluya alrededor del refuerzo y otros elementos que deban quedar embebidos en este y llegue hasta las esquinas de las formaletas.

La vibración no debe ser aplicada sobre el refuerzo, ni forzarse a secciones o capas de concreto que hayan endurecido a tal grado que el concreto no pueda volverse plástico por su revibración.

No se debe colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no se debe usar para transportar mezcla dentro de las formaletas, ni aplicar directamente a estas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada.

Con el fin de obtener un concreto debidamente compactado, carente de cavidades, hormigueros y similares, la vibración mecánica

debe ser completada con la compactación manual que sea necesaria a lo largo de las superficies de las formaletas, y en las esquinas y puntos donde sea difícil obtener una vibración adecuada.

Las dimensiones de las agujas de los vibradores de inmersión y, en general, los tiempos de vibrado deben ser cuidadosamente controlados, de manera que se obtengan las densidades máximas sin sobrevibrar.

En el evento de que se utilicen mezclas autocompactantes, se debe estudiar la conveniencia de usar vibradores o no.

630.4.12 Protección y curado

Las medidas de protección y curado del concreto se deben implementar en todo momento, antes, durante y después de la colocación, con el fin de garantizar el desarrollo de las propiedades del concreto y de la estructura en general.

Los sistemas de protección y curado se deben utilizar, de acuerdo con las características del concreto, las condiciones ambientales en el sitio de la construcción (humedad relativa, temperatura ambiente, velocidad del viento, entre otras) y las características de la estructura. En todo caso se debe seguir lo establecido en el documento ACI 308R, Guía para el curado del concreto. El constructor debe realizar las pruebas necesarias para determinar el método más eficaz y eficiente de curado, el cual debe ser aprobado por el interventor.

En casos especiales, en los documentos del proyecto, el diseñador de la estructura debe establecer los tipos, los métodos, los procedimientos y los tiempos de protección y curado del concreto, específicos para el proyecto.

Se deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger el concreto fresco contra las altas temperaturas y los vientos, que puedan causar un secado prematuro y la formación de agrietamientos superficiales. De ser necesario, se deben colocar cortinas protectoras contra el viento, hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para recibir el tratamiento de curado.

Durante el curado del concreto, este no debe estar expuesto a cargas e impactos no previstos por el diseñador.

También, se pueden usar selladores o sellantes regidos por la norma ASTM C1315, que al entrar en contacto con el concreto forman una película que endurece y sella, y poseen propiedades especiales como resistencia a los álcalis, resistencia a los ácidos, cualidades adhesivas y resistencia a la degradación por la luz ultravioleta. Estos compuestos ayudan al curado, protegen la estructura de daños causados por la penetración de líquidos perjudiciales para el concreto, brindan mayor durabilidad y minimizan la generación de polvo, algunos mejoran la apariencia del concreto.

630.4.13 Requisito en concretos masivos

Se debe realizar un plan de control de temperatura para la colocación y el curado del concreto masivo, con el fin de tomar todas las medidas pertinentes para no comprometer la resistencia y la durabilidad del concreto. El plan de control debe contener:

- Materiales y dosificación de la mezcla de concreto.
- Elevación de la temperatura ya sea calculada o medida.
- Temperatura máxima del concreto en el momento de su colocación y detalle de las medidas y equipos usados para garantizar que esta no se exceda.
- Descripción de las medidas y los equipos por usar para garantizar que no se exceda la diferencia de temperatura máxima.
- Descripción de los equipos y la metodología para el monitoreo de la temperatura del concreto y el diferencial de temperatura a lo largo del tiempo.
- Ubicación de los sensores de temperatura. La ubicación de estos sensores debe ser determinada por el diseñador en los documentos del proyecto, y como mínimo deben estar ubicados en los puntos en donde se presente la mayor y la menor temperatura.
- Medidas para el manejo y la reducción de la temperatura y del diferencial de la misma.
- Descripción de los procedimientos de curado.
- Descripción de la metodología para retirar la formaleta evitando altos diferenciales de temperatura.

Durante el proceso de fraguado y curado, la temperatura máxima del concreto no debe exceder los setenta grados Celsius (70 °C), y la diferencia de esta entre el centro y la superficie del concreto no debe exceder los diecinueve grados Celsius (19 °C). Cuando se proyecten estructuras con la presencia de concretos masivos, el diseñador estructural puede establecer, en los documentos del proyecto, los requisitos de temperatura máxima para la verificación del interventor. El constructor debe establecer todas las estrategias necesarias para no sobrepasar dichos valores, y se debe hacer seguimiento a las temperaturas durante los primeros días de construcción.

Se puede usar cemento con bajo o moderado calor de hidratación, o un material cementante con contenido de ceniza volante o escoria clase F. No se deben usar aditivos acelerantes. Durante el mezclado, la colocación y el curado de un elemento con concreto masivo, se debe seguir el plan de control de temperatura aprobado por el interventor.

Se recomienda seguir la ACI 207.1R, Guía para el concreto masivo.

630.4.14 Remoción de las formaletas y de la obra falsa

El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y la localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto.

El constructor debe cumplir lo establecido por el diseñador estructural en los documentos del proyecto en cuanto a las resistencias mínimas a las cuales se puedan remover las formaletas.

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de formaletas y demás soportes, se puede efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deben ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

La remoción de formaletas y soportes se debe hacer cuidadosamente y en forma tal, que permita al concreto tomar gradual y uniformemente los esfuerzos debidos a su peso propio.

De acuerdo con los lineamientos del diseñador consignados en los documentos del proyecto, el constructor debe presentar al interventor un procedimiento apropiado para el retiro de la obra falsa, de manera tal, que la estructura vaya tomando las cargas en la secuencia indicada por el diseñador de la estructura.

630.4.15 Juntas

Se deben construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los documentos del proyecto. El constructor no puede introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en dichos documentos, sin la aprobación del interventor. La resistencia y la durabilidad de la estructura no se debe ver afectada por las juntas.

En superficies expuestas, las juntas deben ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario. En general, se debe dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deben utilizar para las mismas los rellenos, los sellos o los retenedores indicados en los documentos del proyecto.

630.4.16 Acabado

Todas las superficies de concreto deben recibir un acabado inmediatamente después del retiro de las formaletas. El tipo de acabado depende de lo establecido por el diseñador, en los documentos del proyecto, para cada estructura en particular.

Independiente del tipo de acabado establecido por el diseñador en los documentos del proyecto, se deben mantener los recubrimientos mínimos establecidos en el diseño.

630.4.16.1 Acabado convencional

Es el procedimiento usado para la mayoría de las estructuras. Inmediatamente después de remover las formaletas, todas las rebabas y salientes irregulares de la superficie del concreto se deben cincelar a ras de la superficie.

No se permite que sobresalgan elementos de refuerzo estructural como varillas, alambres o elementos no estructurales. En caso de que sobresalgan de la superficie se deben realizar procedimientos de intervención y acabado, aprobados por el interventor.

Cualquier irregularidad de la superficie, como cavidades pequeñas, grandes, profundas u hormigueros, debe ser corregida por el constructor, a su costa, mediante procedimientos adecuados para cada situación, previamente aprobados por el interventor.

Las zonas con hormigueros excesivos pueden ser causa de rechazo de la estructura, en cuyo caso, el constructor debe demoler y reconstruir, a su costa, la parte afectada.

Todas las juntas de construcción y de dilatación en la obra terminada, se deben dejar cuidadosamente trabajadas y sin restos de mortero y concreto. El relleno de las juntas

debe quedar con los bordes limpios en toda su longitud.

630.4.16.2 Acabado de pisos de puentes

Si el piso va a ser cubierto con una capa asfáltica, basta con asegurar que la superficie de concreto sea correctamente nivelada, para que presente las pendientes transversales indicadas en los documentos del proyecto.

Si el piso del puente se va a usar como capa de rodadura, debe ser sometido a las operaciones de acabado descritas en el artículo 500, para los pavimentos de concreto hidráulico.

630.4.16.3 Acabado de losas de pisos

Si los documentos del proyecto no establecen otra cosa diferente, su acabado debe ser como el descrito en el artículo 500, para los pavimentos de concreto hidráulico, exceptuando el macrotexturizado.

630.4.16.4 Acabado de andenes de concreto

El acabado superficial de los andenes debe ser el establecido en los documentos del proyecto, evitando superficies resbaladizas.

El diseño debe incluir la modulación y ejecución de las juntas, en cuyo caso se deben seguir los mismos procedimientos establecidos en el artículo 500.

630.4.17 Limpieza final

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el constructor debe retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el interventor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable. Cumpliendo todos los requisitos de manejo de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) establecidos en la legislación colombiana.

630.4.18 Afectaciones por sismo

En la eventualidad de que se produzca un sismo durante el proceso de curado, el constructor debe tener especial cuidado en efectuar una revisión detallada del concreto colocado y de la estructura, luego de su ocurrencia, informando al interventor sobre cualquier daño motivado por el fenómeno. Sin perjuicio de ello, si así lo estima el interventor, se deben realizar los ensayos que considere convenientes para verificar la calidad del concreto, pudiendo ordenar el retiro de este si, a su criterio, los ensayos realizados revelaren alteraciones al concreto colocado.

630.4.19 Conservación

El concreto hidráulico debe ser mantenido en perfectas condiciones por el constructor, cumpliendo los requisitos mínimos establecidos en el presente artículo, hasta el recibo definitivo de los trabajos, sin que ello implique costo adicional alguno para INVÍAS.

Todo concreto defectuoso o deteriorado que no cumpla las características establecidas en los documentos del proyecto, debe ser intervenido por el constructor para llevarlo a las condiciones de diseño, sin costo adicional

para INVÍAS. En todo caso, los procedimientos deben ser aprobados por el interventor, cualquiera sea el tipo de intervención. Se deben dejar registrados, en los documentos del proyecto, las reparaciones realizadas y el método de reparación.

630.4.20 Manejo ambiental

En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores de ejecución de obras de concreto estructural se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las normas y disposiciones vigentes sobre la conservación del ambiente y los recursos naturales.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por tanto, no deben ser objeto de reconocimiento directo en el contrato.

Se debe asegurar que la adquisición de los recursos y el manejo de los residuos cumplan los requisitos legales ambientales vigentes. Se deben realizar todos los estudios, los tramites, los procedimientos y las actividades en obra necesarios para cumplir con las normas ambientales. Se debe entregar al interventor la documentación de la gestión ambiental.

630.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales por parte del constructor, con la supervisión y la aprobación del interventor:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de construcción.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado previamente, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, el transporte, la colocación, la consolidación, la ejecución de juntas, el acabado y el curado de las mezclas.
- Comprobar, mediante ensayos por parte del constructor, que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y en la mezcla de concreto, durante el periodo de ejecución de las obras.
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad y ambiente.
- Tomar, de manera cotidiana, muestras de la mezcla elaborada para determinar su resistencia, de acuerdo con el plan de calidad, previamente aprobado por el interventor, y la NSR.
- Realizar medidas para determinar las dimensiones de la estructura y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de obra satisfactoriamente ejecutados.

Los laboratorios en donde se realicen los ensayos necesarios para el control de la calidad de los materiales del concreto y el control de la calidad del concreto deben ser empresas legalmente constituidas que cuenten con experiencia y/o trayectoria en ejecución de pruebas y ensayos de control de calidad de materiales, que puedan demostrar apropiadamente la competencia de su personal

de laboratorio y cuyos informes de resultados informados contengan la aprobación y la autorización para su emisión, mediante la firma del responsable técnico facultado para ello. El laboratorio debe contar con todo el equipamiento principal y auxiliar necesario para el correcto desempeño de sus actividades y asegurar que estos cuenten con la exactitud y la precisión adecuadas para lograr resultados válidos. El laboratorio debe contar con un programa de calibración de sus equipos y se debe asegurar de que los resultados de la medición sean trazables al SI, mediante alguna de las siguientes alternativas:

- La calibración de los equipos proporcionados por un laboratorio de metrología acreditado por ONAC.
- La comparación directa o indirecta a patrones nacionales o internacionales que cuenten con unidades del SI.
- Los valores certificados de materiales de referencia (MRC) proporcionados por productores competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI.

El constructor es el responsable de garantizar que todos los ensayos necesarios se realicen. Los informes de ensayos deben ser entregados rutinariamente al interventor, al profesional a cargo del diseño, a los proveedores de material y a la autoridad competente que verifique el cumplimiento de la calidad o que tome acciones correctivas.

630.5.1 Control de materiales

Para cada uno de los materiales se deben realizar los ensayos y procedimientos definidos en el plan de calidad. Si estos no son satisfactorios, se debe rechazar el material y el concreto que se haya elaborado con este.

Además, cada vez que lo considere necesario, el interventor debe efectuar u ordenar la ejecución de los ensayos de control que permitan verificar la calidad del material.

Se debe tener un registro de todos los ensayos y procedimientos de calidad, los cuales deben ser presentados al interventor.

630.5.1.1 Calidad del cemento hidráulico

Para todo cemento que llegue a la central de fabricación, sea esta de propiedad del constructor o de un proveedor, se deben realizar los ensayos de las normas mencionadas en el artículo 501 y con la frecuencia especificada en el mismo. Los resultados de los ensayos deben ser remitidos para su aprobación por parte del interventor.

630.5.1.2 Calidad de las adiciones suplementarias

El constructor debe verificar, mediante ensayos, las características de las adiciones suplementarias definidas en el plan de calidad o las especificadas en los documentos del proyecto. Para cada adición se deben verificar los requisitos de las normas definidas en el numeral 630.2.1.2 con la siguiente frecuencia:

- Una (1) vez por cada mes de ejecución de las obras y como mínimo tres (3) veces a intervalos convenientemente espaciados si la obra dura menos de tres (3) meses.
- Cada vez que se modifique el material suministrado.
- Cada vez que el interventor lo solicite.

630.5.1.3 Calidad del agua

Se deben ejecutar los ensayos relacionados en la Tabla 630 — 5 y la Tabla 630 — 6. El agua usada en la mezcla y el curado debe cumplir los límites establecidos en estas, y solo se acepta si se cumplen dichos límites.

630.5.1.4 Calidad de los agregados

De cada fuente de agregados por utilizar en la producción de concreto y para cualquier volumen previsto, se deben tomar cuatro (4) muestras y se deben ejecutar los ensayos que permitan verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en los numerales 630.2.1.3.1 y 630.2.1.3.2.

Para el caso de los agregados ciclópeos, de igual forma se deben realizar y documentar los ensayos para la verificación del cumplimiento de los requisitos mencionados en este artículo.

Los resultados de todas estas pruebas deben satisfacer las exigencias de los numerales anteriormente citados. Los agregados que no las cumplan no pueden ser utilizados en la elaboración de la mezcla de concreto, a no ser que se realicen pruebas o ensayos adicionales que demuestren que, la mezcla de concreto cumple las características establecidas para cada proyecto y sean aprobadas por el interventor.

En el caso de uso de agregados reactivos, se deben evaluar procedimientos o diseños de mezcla que permitan mitigar esa condición, previa aprobación del interventor. El proceso de evaluación de la reactividad y el diseño del plan de mitigación se debe realizar conforme a los requisitos de este artículo, en el numeral 630.2.6.1.

Durante la etapa de producción, el interventor debe examinar los acopios y ordenar el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos vegetales, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. También, debe ordenar acopiar por separado aquellos que presenten alguna anomalía de aspecto (tal como distinta coloración), segregación, partículas alargadas o aplanadas y debe vigilar la disposición de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores.

Además, sea que el constructor elabore la mezcla o tenga un proveedor que se la suministre, se debe verificar la calidad de los agregados, mediante la realización de los ensayos que se relacionan en la Tabla 630 — 16, con la frecuencia indicada en ella.

La curva granulométrica de cada ensayo individual, se debe ajustar a la franja de tolerancia construida a partir de la granulometría de diseño de la mezcla (fórmula de trabajo), con los límites fijados en la Tabla 630 — 18.

En caso de que los valores obtenidos excedan la franja de tolerancia definida para la fórmula de trabajo, pero no se salgan de las franjas normativas, el proveedor o el constructor deben preparar en laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa, la cual se debe someter a todas las pruebas de valoración descritas en el presente artículo. En caso de que no cumpla todos los requisitos, el constructor debe demoler, a sus expensas, los elementos cuestionados y los debe reponer, sin costo alguno para INVÍAS.

Tabla 630— 16. Ensayos de verificación sobre los agregados para concreto estructural

Característica	Norma de ensayo	Frecuencia (Nota 1)
Composición (F)		
Granulometría	INV E-213	1 por jornada
Módulo de finura	INV E-213	1 por jornada
Dureza, agregado grueso (O)		
Desgaste en la máquina de Los Ángeles	INV E-218	1 por mes
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos (Nota 2)	INV E-220	1 por mes
Reactividad de los agregados	Ver numeral 630.2.6.1.3	Tabla 630 — 17
Limpieza (F)		
Terrones de arcilla y partículas deleznables	INV E-211	1 por semana
Partículas livianas	INV E-221	1 al inicio del proyecto, 1 cada cambio de fuente y 1 cada 2,5 meses
Material que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200)	INV E-214	1 por semana
Geometría de las partículas (F)		
Índice de alargamiento	INV E-230	1 por semana
Índice de aplanamiento	INV E-230	1 por semana

Nota 1: se entiende como jornada, un día (1 d) de producción de agregados.

Nota 2: el ensayo se puede realizar con sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Tabla 630 — 17. Ensayo para determinar la reactividad de los agregados (RAA)

Casos	Frecuencia mínima
Al inicio de todos los proyectos.	Se debe tomar una (1) lectura inicial del agregado de la fuente a usar
En todos los proyectos cuando se presente un cambio de fuente de agregado o de material cementante.	Se debe tomar una (1) lectura cada vez que se presente este caso
En todos los proyectos, excepto cuando se presente riesgo de RAA clase SC4.	Se debe tomar una (1) lectura cada 6 meses
En proyectos con riesgo de RAA clase SC4.	Se debe tomar una (1) lectura cada 3 meses

Cada vez que se realicen los ensayos para la evaluación de la reactividad del agregado, a partir de los resultados, se debe establecer la mitigación de acuerdo con lo indicado en el numeral 630.2.6.1.

El interventor puede modificar la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 630 — 16, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.

Tabla 630 — 18. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula de trabajo

	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)							
Tolerancia	≥ 9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150	0,075
	≥ 3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 30	Nro. 50	Nro. 100	Nro. 200
	Puntos de porcentaje (%) sobre la masa seca de los agregados							
	± 4		± 3					± 1

630.5.1.5 Calidad del acero

El constructor debe presentar certificaciones periódicas originales de los fabricantes o de los proveedores del acero empleado en pasadores, barras de amarre y refuerzos requeridos para la construcción del pavimento, donde se demuestre que este satisface a cabalidad las exigencias del presente artículo. Ninguna certificación puede tener una antigüedad superior a treinta días (30 d).

Así mismo, cada vez que lo considere conveniente, el interventor debe ordenar o efectuar las pruebas necesarias para verificar que la calidad del acero empleado cumple las exigencias de este artículo, y lo establecido en el artículo 640.

630.5.1.6 Calidad de los aditivos, adiciones complementarias y productos químicos de curado

El constructor debe presentar certificaciones periódicas de los fabricantes o de los proveedores de estos productos, que brinden garantía en cuanto a la calidad y a la conveniencia de su utilización, para la revisión y la eventual aprobación de uso por parte del interventor.

630.5.2 Control del concreto

630.5.2.1 Control de requisitos de durabilidad

En el caso de que el proyecto tenga una especificación por desempeño, cuando sea aplicable, se deben controlar las características de durabilidad especificadas para el concreto en el numeral 630.2.6.1, siguiendo las normas de ensayo aplicables. Se debe definir el lote como una jornada de trabajo.

Tabla 630 — 19. Control de requisitos de durabilidad por método de desempeño verificado

Requisitos de durabilidad	Frecuencia
Penetración del ion cloruro del concreto	un (1) control al inicio del proyecto y un (1) control máximo cada 30 lotes
Permeabilidad al agua del concreto	un (1) control al inicio del proyecto y un (1) control máximo cada 30 lotes
Contracción	un (1) control al inicio del proyecto y un (1) control máximo cada 30 lotes
Resistencia a sulfatos	Solo en la validación de la mezcla de prueba

Para el caso de los proyectos que tengan una especificación por el método prescriptivo, se deben cumplir los requisitos límite de los tipos de exposición en el que se haya clasificado la estructura, los requisitos presentados en el numeral 630.2.6.1. De igual forma, se deben cumplir los requisitos por clase de concreto y resistencia presentados en los numerales 630.2.6.2 y 630.2.6.3. Entre estos requisitos está la relación a/mc, la resistencia (*f'c*), el contenido de aire, el material cementante y el contenido máximo de ion cloruro soluble en agua en el concreto. Todos estos parámetros se deben establecer durante la validación de la mezcla de prueba, deben ser aprobados por el interventor y se deben mantener durante todo el proyecto. En caso de requerir un cambio de estos parámetros, se debe realizar nuevamente una mezcla de prueba con todos los ensayos pertinentes, verificar que se cumplan los requisitos de durabilidad, resistencia y clase de concreto, y debe ser aprobada nuevamente por el interventor. Todo este control debe quedar documentado.

Se deben reportar los valores obtenidos. En cada característica, el concreto colocado debe cumplir los rangos máximos o mínimos que le son aplicables. Las estructuras en concreto, que no cumplan una o varias características de durabilidad especificadas, deben ser demolidas y sus escombros transportados a los sitios aprobados para su recepción, todo a expensas del constructor, quien además debe reemplazar estas estructuras con otras que cumplan todas las exigencias de la especificación, sin que ello implique costo alguno para INVÍAS.

630.5.2.2 Control de los requisitos por clase de concreto

Cuando aplique se deben cumplir los requisitos límite por clase de concreto, requisitos presentados en el numeral 630.2.6.2. Todos estos parámetros se deben establecer durante la validación de la mezcla de prueba, deben ser aprobados por el interventor y se deben mantener durante todo el proyecto. En caso de requerir un cambio de estos parámetros se debe realizar nuevamente una mezcla de prueba con todos los ensayos pertinentes, verificar que se cumplan los requisitos de durabilidad, resistencia y clase de concreto, y debe ser aprobada nuevamente por el interventor. Todo este control debe quedar documentado.

630.5.2.3 Dosificación

La mezcla se debe efectuar en las proporciones establecidas en la fórmula de trabajo; se admiten las variaciones establecidas en la NTC 3318 (ASTM C94).

La tolerancia del agua de mezclado se debe medir con la tolerancia especificada, corregida según la condición de humedad de los agregados y la cantidad de aditivo líquido, si se usa.

Para las mezclas dosificadas por fuera de estos límites, el constructor las debe tratar como producto no conforme para llevarlas a las características requeridas y, en caso de no cumplir, deben ser rechazadas por el interventor.

630.5.2.4 Consistencia

Se debe controlar la consistencia de cada carga entregada, para lo cual se debe tomar una muestra representativa de ella que se debe someter al ensayo de asentamiento (según la norma INV E-404/NTC 396) o flujo libre (según la NTC 5222), cuyo resultado debe estar dentro de los límites indicados en los documentos del proyecto para cada tipo de concreto, según lo mencionado en el numeral 630.4.2. Por ningún motivo se permite la adición de agua al concreto elaborado para incrementar su asentamiento o flujo, según el tipo de mezcla. La tolerancia del asentamiento debe estar en conformidad con el ACI 117, Especificación para la tolerancia de estructuras de concreto y materiales.

630.5.2.5 Contenido de aire

Si en el diseño de la mezcla se ha especificado un contenido de aire, se debe controlar en cada uno de los tres (3) primeros camiones que lleguen a la obra en la jornada de trabajo y en los tres (3) primeros después de cada interrupción, programada o no, durante el curso de dicha jornada, según la norma de ensayo INV E-406 (NTC 1032), la cual describe el método a presión. También, se permite medir el contenido de aire siguiendo la norma de ensayo ASTM C173. Los resultados deben corresponder al valor establecido al definir la fórmula de trabajo. Si el resultado de la muestra de algún camión está por fuera de los límites de tolerancia, se debe tomar una segunda muestra del mismo camión y se repite el ensayo. Si este último se encuentra dentro de los límites de tolerancia especificada se debe aceptar el viaje. En caso contrario, se debe rechazar. Si se rechaza el concreto de los tres (3) camiones consecutivos por este motivo, se debe suspender la producción de la mezcla y la construcción, hasta que se detecten y corrijan las causas de la anomalía.

630.5.2.6 Peso unitario y densidad del concreto

Se debe controlar el peso unitario del concreto en estado fresco siguiendo la norma de ensayo INV E-405 (NTC 1926).

A los testigos extraídos se les debe determinar su densidad, según la norma de ensayo ASTM C642 (NTC 5653).

En principio, los resultados deben ser reportados, pero no se deben emplear como criterio para aceptación o rechazo de la estructura construida, salvo que los documentos del proyecto o una especificación particular así lo indiquen y establezcan un criterio para su calificación. Sin embargo, si la densidad promedio

de los núcleos de un lote es menor de noventa y siete por ciento (97 %), o algún núcleo presenta densidad menor de noventa y seis por ciento (96 %), con respecto a la densidad del concreto elaborado al definir la fórmula de trabajo, es indispensable que el constructor mejore el vibrado del concreto, de manera que los requisitos establecidos anteriormente se logren en las posteriores verificaciones.

En cualquier caso, la presencia de hormigueros en los núcleos hace obligatoria la demolición del elemento de concreto estructural afectado y su reconstrucción con elementos que cumplan todos los requisitos de esta especificación.

630.5.2.7 Temperatura del concreto en estado fresco

Se debe controlar la temperatura del concreto en estado fresco, de manera que se cumpla la NTC 3357 (ASTM C1064). Si la temperatura del concreto, medida en la entrega de este, no cumple los requisitos del numeral 630.4.8.6 o el plan de control de temperatura para el caso de concretos masivos, se debe realizar inmediatamente una medición adicional sobre una nueva muestra del mismo despacho. Si no se cumplen los requisitos de temperatura, el concreto no se puede usar en obra.

630.5.2.8 Módulo elástico del concreto

La determinación del módulo de elasticidad del concreto se debe realizar cuando, en los documentos del proyecto, se requiera la determinación del módulo de elasticidad o por solicitud del interventor. Sobre los núcleos cilíndricos extraídos de la estructura de concreto se debe determinar el módulo de elasticidad, mediante el procedimiento descrito en la norma de ensayo INV E-424 (NTC 4025).

El valor promedio de cada lote debe ser reportado y se debe emplear, si corresponde, en la revisión de los diseños estructurales de los documentos del proyecto.

630.5.2.9 Resistencia

Las muestras de concreto para fines de determinar la resistencia especificada deben ser tomadas, elaboradas, curadas y ensayadas bajo las normas INV E-420/NTC 550 e INV E-410/NTC 673.

Las muestras para los ensayos de resistencia de cada tipo de concreto colocado en obra, se deben tomar por lo menos una (1) vez al día, o cada cuarenta metros cúbicos (40 m^3) de concreto, o cada doscientos metros cuadrados (200 m^2) de superficies de losas y muros.

La resistencia del concreto debe ser evaluada, con fines de aceptación o rechazo, de acuerdo con el procedimiento y los parámetros establecidos en la NSR.

Si en algún momento no se cumplen las exigencias establecidas en la NSR, se deben tomar las acciones contempladas en este documento, en la sección «Investigación de los resultados de ensayo con baja resistencia».

Se deben tomar tres (3) núcleos por cada valor no conforme. Los núcleos deben ser extraídos, deben ser colocados en recipientes o bolsas herméticas de tal forma que la humedad se preserve, deben ser transportados al

laboratorio y se deben ensayar de acuerdo con la norma INV E-418/NTC 3658.

Se considera aceptable la resistencia del concreto de la zona representada por los núcleos, si el promedio de la resistencia a la compresión de los tres (3) núcleos, corregida por la esbeltez, es al menos igual al ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia especificada (*f'c*) en los documentos del proyecto, siempre que ningún núcleo tenga menos del setenta y cinco por ciento (75 %) de dicha resistencia. Cuando los núcleos den valores erráticos, se debe permitir extraer núcleos adicionales de la misma zona.

Si los criterios de aceptación anteriores no se cumplen, el constructor puede solicitar que, a sus expensas, se hagan pruebas de carga en la parte dudosa de la estructura conforme lo especificado en la NSR. Si estas pruebas dan un resultado satisfactorio, se acepta el concreto en discusión. En caso contrario, el constructor debe adoptar las medidas correctivas que solicite el interventor, las cuales pueden incluir la demolición parcial o total de la estructura, si fuere necesario, y su posterior reconstrucción, a costa del constructor, sin costo alguno para INVÍAS.

Siempre que se produzcan rechazos, se debe reiniciar el promedio de las medias móviles (*fm*) para las evaluaciones subsiguientes.

630.5.2.10 Curado

Toda fundida de concreto que no sea correctamente curada, puede ser rechazada por el interventor. Si se trata de una superficie de contacto con fundidas subsecuentes de concreto, deficientemente curada, el interventor puede exigir la remoción de una capa hasta de cinco centímetros (5 cm) de espesor, por cuenta del constructor, y su consecuente reposición con una mezcla satisfactoria, correctamente curada.

Los especímenes curados en las mismas condiciones de la obra, deben dar como mínimo el ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia de los especímenes curados en agua para control de calidad. El cumplimiento de este requisito es garantía de que se está realizando un curado efectivo en obra.

Solo para efectos de aceptación y rechazo de la estructura construida se debe medir la resistencia del concreto, tanto en especímenes de control de calidad de obra como en especímenes de control del desarrollo de resistencia del concreto ya instalado, mediante la disposición de cilindros de control de la calidad al pie del elemento y/o extracción y ensayo de núcleos (norma INV E-418/NTC 3658). Lo anterior para determinar la efectividad de las labores de compactación y curado, si existe alguna incertidumbre con la estructura o con la resistencia en probetas. Únicamente, se debe permitir el uso de ensayos no destructivos, donde se obtuvieron resultados de ensayos con baja resistencia y es necesario realizar una investigación. Los casos en los que se deben realizar estos ensayos son los siguientes:

- Inadecuados procesos de compactación (ACI 309R, Guía para la consolidación del concreto).
- Inadecuados procesos de cuidado y control de muestras (ACI 308R, Guía para curado del concreto; INV E-420/NTC 550).
- Cuando el curado en la estructura genere reducciones en la resistencia mayores de

un quince por ciento (15 %) respecto a los obtenidos bajo la condición estándar.

Los ensayos no destructivos que se permiten son los contenidos en el ACI 228.2R, Reporte de métodos de ensayo no destructivos para la evaluación del concreto en estructuras. Estos ensayos se pueden usar, si se realiza una calibración del método con el concreto de obra, empleando un número suficiente de muestras, y con la aprobación del interventor. Estos ensayos son válidos principalmente para hacer comparaciones del concreto en la misma estructura, mas no para evaluar la resistencia.

630.5.3 Calidad del producto terminado

Todo concreto donde los materiales, las mezclas y el producto terminado excedan las tolerancias de esta especificación, debe ser corregido por el constructor, quien debe asumir los costos adicionales, de acuerdo con las indicaciones del interventor y la aprobación de este. Dicha corrección puede contemplar, inclusive, la demolición parcial o total de la estructura.

630.5.3.1 Desviaciones máximas admisibles en las dimensiones laterales

- Vigas pretensadas y postensadas: de menos cero coma cinco centímetros a más uno coma un centímetro (- 0,5 cm a + 1,1 cm).
- Vigas, columnas, placas, pilas, muros y estructuras similares de concreto reforzado: de menos un centímetro a más dos centímetros (- 1,0 cm a + 2,0 cm).
- Muros, estribos y cimientos: de menos dos centímetros a más cinco centímetros (- 2,0 cm a + 5,0 cm).

630.5.3.2 Desplazamiento

El desplazamiento de las obras, con respecto a la localización indicada en los documentos del proyecto, no puede ser mayor que la desviación máxima positiva (+) indicada para las desviaciones en el numeral 630.5.3.1.

630.5.3.3 Otras tolerancias

- Espesores de placas: de menos un centímetro a más dos centímetros (- 1,0 cm a + 2,0 cm).
- Cotas superiores de placas y andenes: de menos un centímetro a más un centímetro (- 1,0 cm a + 1,0 cm).
- Recubrimiento del refuerzo: más o menos diez por ciento (± 10 %).
- Espaciamiento entre varillas: de menos dos centímetros a más dos centímetros (- 2,0 cm a + 2,0 cm).

Se deben cumplir los requisitos de la ACI 117, Especificación para la tolerancia de estructuras de concreto y materiales; para las especificaciones de tolerancia que no se presentan en este documento.

630.5.3.4 Regularidad de la superficie

La superficie no puede presentar irregularidades que superen los límites que se indican a continuación, al colocar sobre esta una regla de tres metros (3 m).

- Placas y andenes: cero coma cuatro centímetros (0,4 cm).
- Otras superficies de concreto simple o reforzado: un centímetro (1,0 cm).
- Muros de concreto ciclópeo: dos centímetros (2,0 cm).

630.5.4 Defectos a edades tempranas

Si se presentan fisuras a una edad temprana, se deben revisar detalladamente las mezclas utilizadas, los asentamientos medidos, el manejo de las películas o el procedimiento de protección y curado, las condiciones ambientales y el concreto y, en general, todos los elementos que puedan haber incidido en la ocurrencia del fenómeno.

Se deben tomar medidas de corrección y reparación, de acuerdo con el origen de estos defectos, las cuales deben ser asumidas por el constructor y aprobadas por el interventor.

En todos los casos, el constructor debe presentar, previamente, un documento con las acciones correctivas propuestas, incluyendo materiales, dimensiones y procedimientos que pretende utilizar para la reparación.

630.6 Medida

La unidad de medida del concreto estructural debe ser el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1), de mezcla de concreto realmente suministrada, colocada y consolidada en obra, debidamente acabada y curada; aprobada por el interventor.

El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma de ensayo INV E-823.

El volumen se debe determinar multiplicando la longitud horizontal, medida a lo largo de la estructura, por el ancho y el espesor especificados en los documentos del proyecto. No se debe medir, para los fines de pago, ninguna obra ejecutada por fuera de las dimensiones o líneas establecidas en los documentos del proyecto.

De los volúmenes calculados se deben deducir los correspondientes a las tuberías de drenaje y elementos de acero, excepto los ocupados por el acero de refuerzo y de preesfuerzo.

630.7 Forma de pago

El pago se debe hacer al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con esta especificación y aprobada por el interventor.

El precio unitario debe cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación y alquiler de las fuentes de las cuales se extraen los agregados pétreos, así como el descapote y la preparación de las zonas por explotar y la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar sus características hidrológicas superficiales al terminar la explotación.

Debe cubrir, también, todos los costos de construcción o mejoramiento de las vías de acceso a las fuentes, y los de la explotación de ellas; la selección, la trituración y el eventual lavado y la clasificación de los materiales pétreos; el suministro, el almacenamiento, los desperdicios, los cargues, los transportes, los descargues y las mezclas de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, incluyendo los aditivos, adiciones suplementarias y complementarias.

El precio unitario debe incluir, también, los costos por concepto de patentes utilizadas

por el constructor; el suministro, la instalación y la operación de los equipos; la preparación de la superficie de las excavaciones si no está contemplada en el artículo 600; el suministro de materiales y accesorios para las formaletas y la obra falsa y su construcción y remoción; el diseño y la elaboración de las mezclas de concreto, su cargue, su transporte al sitio de la obra, la colocación y el vibrado; el suministro y la aplicación del producto para el curado del concreto terminado, la ejecución de juntas y de agujeros para drenaje, el acabado, la limpieza final de la zona de las obras y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

También, debe incluir el costo de la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de los trabajos, y los costos de administración e imprevistos y la utilidad del constructor.

Las obras de concreto que estén cubiertas por otro ítem de pago, tampoco se consideran incluidas en el presente artículo.

El acero de refuerzo se debe medir y pagar de acuerdo con el artículo 640 y el de preesfuerzo de acuerdo con el artículo 641.

630.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
630.1	Tipo de concreto	Metro cúbico (m^3)

Nota: se debe elaborar un ítem de pago para cada tipo de concreto que tenga el proyecto. Cada tipo de concreto se debe describir completamente, de acuerdo con las indicaciones del numeral 630.2.6.

630.9 Glosario

Las siguientes definiciones son aplicables a esta especificación:

630.9.1 Material cementante

Un material cementante es aquel que tiene las propiedades de adhesión y cohesión necesarias para unir agregados y conformar una masa sólida de resistencia y durabilidad adecuada. Los principales cementantes son los cementos hidráulicos, algunas escorias y ciertos materiales con propiedades puzolánicas. De acuerdo con el nivel de cementación y los requisitos específicos de las aplicaciones, estos cementantes se pueden utilizar en forma individual o combinados entre sí.

630.9.2 Adiciones suplementarias

Son materiales inorgánicos de origen natural o artificial que tienen propiedades puzolánicas, hidráulicas o ambas, y que al ser incorporadas en las mezclas cementicias (lechadas, morteros o concretos) o directamente adicionadas durante la fabricación del cemento, permiten alcanzar mejoras tecnológicas de desempeño, ya sea en su estado fresco, durante su fraguado y/o en su estado endurecido (propiedades resistentes y durables).

Algunos ejemplos son las cenizas volantes (clases C y F según la NTC 3493/ASTM C618), el humo de sílice, las puzolanas naturales o calcinadas, las escorias de alto horno (granulada y molida), el metacaolín (arcilla calcinada), entre otros.

De acuerdo con la disponibilidad de materiales, las propiedades finales deseadas y las

capacidades tecnológicas, se puede utilizar más de un tipo de adición suplementaria, en forma combinada con los demás materiales. Los cementos o mezclas «ternarias» son aquellas que contienen dos adiciones suplementarias diferentes en su composición, además del Clinker, yeso y aditivos de proceso (si se usan).

Dependiendo de la naturaleza de la adición, estas pueden no solo contribuir con las propiedades de ganancia de resistencia del cemento, sino también con otras propiedades de las mezclas.

Tabla 630 — 20. Naturaleza de las adiciones suplementarias

Material	Naturaleza cementante o tipo de reacción
Puzolana natural (clase N) (Nota 1)	Puzolánica con cemento Portland
Ceniza volante silícea (clase F) (Nota 1)	Puzolánica con cemento Portland
Ceniza volante de alta cal (clase C) (Nota 1)	Puzolánica con cemento Portland, pero también ligeramente hidráulica
Escoria de alto horno granulada y molida	Potencialmente Hidráulica
Humo de sílice (Nota 2)	Puzolánico con cemento Portland
Relleno calcáreo	Llenante con acción hidráulica ligera con cemento Portland
Metacaolín (arcilla calcinada)	Puzolánica con cemento Portland

Nota 1: clasificación de acuerdo con la NTC 3493 (ASTM C618).

Nota 2. debe cumplir lo establecido en la norma técnica ASTM C1240.

630.9.3 Adiciones complementarias

Son materiales que se incorporan a las mezclas de concreto para mejorar o modificar otras prestaciones del concreto diferentes a las características cementantes o de actividad hidráulica que sí ofrecen las adiciones suplementarias.

Las adiciones complementarias pueden ser fibras, pigmentos, llenantes, polímeros, entre otros.

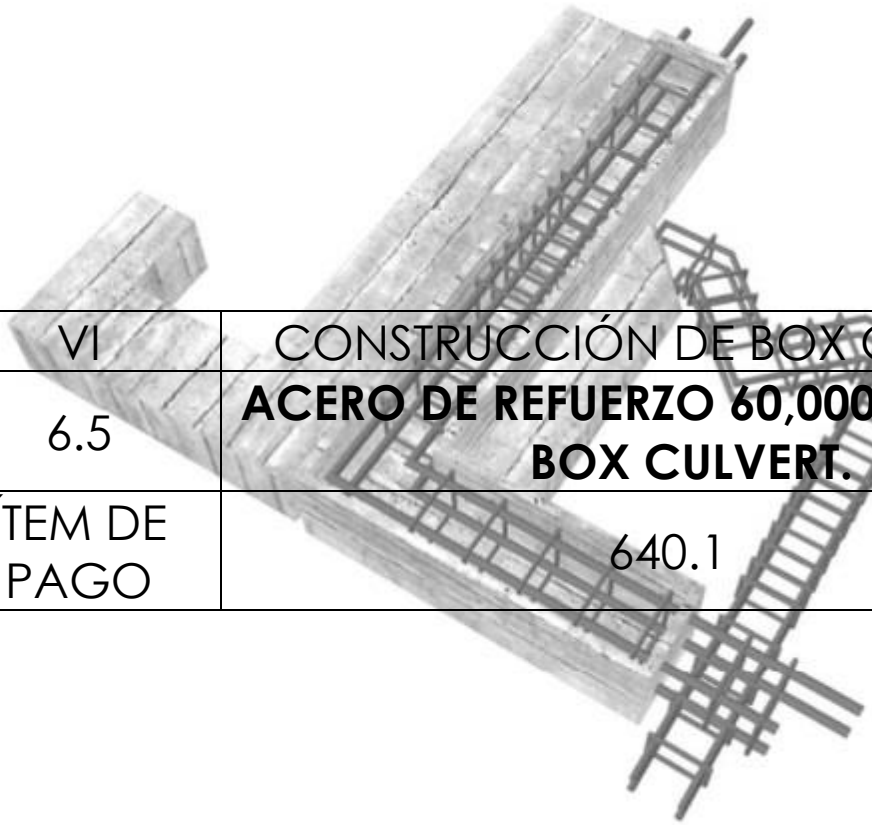
- Las fibras para el concreto consisten en elementos de corta longitud y pequeña sección que son incorporadas a su masa, con el objetivo de mejorar algunas de sus prestaciones, tanto en estado fresco como una vez endurecido. Estas fibras generalmente son de acero, polímeros, vidrio (protegida al álcali), o su combinación, disponibles en una amplia variedad de formas, tamaños y espesores.
- La utilización de fibras contribuye a modificar el comportamiento del concreto, ya sea, para disminuir la fisuración, modificar la resistencia, conceder ductilidad, aumentar la durabilidad, o las que sean aplicables según el diseño. Es conveniente que se determine la dosificación y el tipo de fibras por utilizar, dependiendo de las normas

que las estipulan, para que de este modo se logre proporcionar la funcionalidad del material en los diferentes espacios y a su vez se garantice un adecuado desempeño de la estructura.

- Los pigmentos son partículas de polvo más fino que el cemento, químicamente inertes y que resisten la alcalinidad del cemento, modificando el color del concreto y que pueden ser naturales o sintéticos. El color depende de la pureza del pigmento, del porcentaje de la sustancia colorante, de su finura y su granulometría. Se recomienda no pasar del diez por ciento (10 %) de pigmentos en la mezcla, para no tener exceso de partículas finas.
- Los llenantes son materiales inertes químicamente conocidos como «rellenos» que fomentan la densificación de la pasta de cemento o pueden tener un efecto físico contribuyendo a la dispersión de los granos de cemento, a la vez que actúan como centros de nucleación, facilitando mejores condiciones para la hidratación y el desarrollo de resistencia a edad temprana.

630.9.4 Norma Sismo Resistente (NSR)

Se refiere al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, encargado de regular las condiciones con las que deben contar las construcciones, con el fin de que la respuesta estructural a un sismo sea favorable.



VI	CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT
6.5	**ACERO DE REFUERZO 60,000 PSI PARA BOX CULVERT.**
ÍTEM DE PAGO	640.1

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Acero de refuerzo

Artículo 640 – 22

640.1 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero en estructuras de concreto, en concordancia con los documentos del proyecto y esta especificación.

640.2 Materiales

640.2.1 Barras de refuerzo

Deben cumplir las que sean pertinentes de las siguientes normas, según se establezca en los documentos del proyecto: NTC 161, ASTM A615 (Grado 420), NTC 2289 (ASTM A706), NTC 4013 (ASTM A767), ASTM A996, ASTM A955, ASTM A1035 y ASTM A184.

Las barras de refuerzo galvanizadas deben cumplir con la NTC 4013 (ASTM A767); las barras con recubrimiento epóxico con el numeral 9.2.2. de la norma AASHTO LRFD Bridge Construction Specifications y con la NTC 4004 (ASTM A775) o la norma ASTM A934; las barras que se vayan a galvanizar deben cumplir con la NTC 2289 (ASTM A706).

En caso de usar barras de acero reciclado, proveniente de rieles o ejes, este debe ser tipo R, acorde con la norma ASTM A996 (Grado 420).

Las barras de acero inoxidable deben ser corrugadas y cumplir con la norma ASTM A955.

El acero utilizado en el refuerzo para concreto compuesto por fibras dispersas de acero, debe ser corrugado y cumplir con la NTC 5214 (ASTM A820). Las fibras de acero, a su vez, deben tener una relación longitud-diámetro no menor a cincuenta (50) y no mayor a cien (100).

El refuerzo liso solo se debe permitir como refuerzo de espirales no preesforzado, siempre y cuando así esté contemplado en los documentos del proyecto. Este refuerzo solo se debe permitir en los casos admitidos por el ACI 318, Requisitos de reglamento para concreto estructural.

640.2.2 Mallas electrosoldadas

Los alambres para mallas y las mallas en sí, deben cumplir con las normas NTC 5806 (ASTM A1064) y ASTM A1022.

Las mallas con recubrimiento epóxico, con la norma ASTM A884.

Las mallas galvanizadas deben cumplir con la norma ASTM A1060.

En mallas de alambre liso, las intersecciones soldadas no deben estar espaciadas a más de trescientos milímetros (300 mm), ni a más de cuatrocientos milímetros (400 mm) en mallas de alambre corrugado, excepto cuando las mallas se utilizan como estribos.

Se debe permitir el uso de alambre corrugado de los tamaños MD25 a MD200.

Se puede sustituir el refuerzo de alambre soldado con barras de refuerzo en los siguientes casos: recubrimiento de taludes y zanjas revestidas, muros de contención, barreras de hormigón, aceras, bordillos y cunetas en estructuras, adiciones estéticas no estructurales, muros de cabecera de alcantarillas, muros de extremo y muros de alas o aletas, concreto lanzado, sobrecapas de cubiertas. Si el refuerzo de alambre soldado no proporciona el área de acero requerida, se puede completar con barras de refuerzo

640.2.3 Masas teóricas de las barras de refuerzo

Para efectos de la comprobación de la designación y del pago de las barras, se deben considerar las masas unitarias que se indican en las Tablas 640 – 1 y 640 – 2.

Tabla 640 – 1. Masa de las barras por unidad de longitud (diámetros basados en octavos de pulgada)

Barra	Diámetro nominal		Masa (kg/m)
	(mm)	(pulgadas)	
Nro. 2	6,4	1/4	0,250
Nro. 3	9,5	3/8	0,560
Nro. 4	12,7	1/2	0,994
Nro. 5	15,9	5/8	1,552
Nro. 6	19,1	3/4	2,235
Nro. 7	22,2	7/8	3,042
Nro. 8	25,4	1	3,973
Nro. 9	28,7	1 1/8	5,060
Nro. 10	32,3	1 1/4	6,404
Nro. 11	35,8	1 3/8	7,907
Nro. 14	43,0	1 3/4	11,380
Nro. 18	57,3	2 1/4	20,240

Tabla 640 – 2. Masa de las barras por unidad de longitud (Diámetros basados en milímetros)

Barra	Diámetro nominal	Masa (kg/m)
	(mm)	
6M	6,0	0,22
8M	8,0	0,39
10M	10,0	0,62
12M	12,0	0,89
16M	16,0	1,58
18M	18,0	2,00
20M	20,0	2,47
22M	22,0	2,98
25M	25,0	3,85
32M	32,0	6,31
45M	45,0	12,48
55M	55,0	18,64

Los números de designación son iguales al número de octavos de pulgada del diámetro nominal de referencia. La letra M indica que son diámetros nominales en milímetros (mm).

640.3 Equipo

Se requiere de equipo adecuado para el corte y el doblado de las barras de refuerzo.

Si se autoriza el empleo de soldadura, el constructor debe disponer del equipo apropiado para dicha labor y de personal capacitado para la misma, el cual debe contar con el respectivo certificado de calificación de soldador vigente y válido para el tipo de procedimiento que debe efectuar en concordancia con la AWS. Se debe requerir, además, la certificación del fabricante del acero que indique que el producto es apto para ser soldado.

Se deben requerir, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

640.4 Ejecución de los trabajos

Se deben tener en cuenta las exigencias del ACI 318 y de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes, en sus versiones vigentes, en todos los aspectos que resulten aplicables.

640.4.1 Planos y despiece

Antes de cortar el material según las formas indicadas en los documentos del proyecto, el constructor debe verificar además de las dimensiones y longitudes de los elementos en obra, las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los documentos del proyecto no los muestran, las listas y los diagramas deben ser preparados por el constructor para someterlos a la aprobación del interventor, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el constructor debe contemplar el costo de la elaboración de las listas y los diagramas mencionados, dentro de los precios de su oferta.

Si el constructor desea replantear una junta de construcción en cualquier parte de una estructura para la cual el interventor le haya suministrado planos de refuerzo y listas de despiece, y dicho replanteo es aprobado por el interventor, el constructor debe revisar, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), los planos y las listas de despiece que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas para aprobación del interventor, al menos treinta días (30 d) antes de la fecha prevista para el corte y el doblamiento del refuerzo para dicha parte de la obra. Si, por cualquier razón, el constructor no cumple con este replanteo, la junta y el refuerzo correspondientes deben ser dejados sin modificación alguna, según se muestre en los documentos del proyecto.

640.4.2 Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, debe estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote o colada correspondiente.

El acero debe almacenarse en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y debe ser protegido contra daños

mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie, manteniéndolo en un ambiente seco, ventilado y fuera de ambientes corrosivos.

640.4.3 Doblamiento

Las barras de refuerzo deben doblarse en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el interventor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, no deben ser menores que los indicados en la Tabla 640 – 3.

El diámetro mínimo de doblamiento para estribos no debe ser menor que los indicados en la Tabla 640 – 4.

El doblamiento de las barras se debe realizar en frío y a una velocidad moderada y debe evitarse el doblado a temperaturas inferiores a cinco grados Celsius (5 °C).

Barras o mallas galvanizadas deben repararse en sus extremos acorde con la NTC 6092 (ASTM A780), cuando sean cortadas o cuando su recubrimiento de galvanización sea removido o dañado. No se deben admitir barras con más del dos por ciento (2 %) de área superficial dañada.

640.4.4 Colocación y amarre

Todo acero de refuerzo al ser colocado en la obra y antes de la fundición del concreto, debe estar libre de polvo, escamas de óxido, rebabas, pintura, aceite, grasa o cualquier otro tipo de suciedad que pueda afectar la adherencia del acero en el concreto. Todo mortero seco debe ser quitado del acero.

Las barras se deben colocar con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los documentos del proyecto, y se deben asegurar firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la

Tabla 640 – 3. Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas a tracción

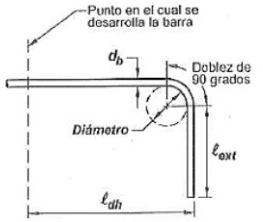
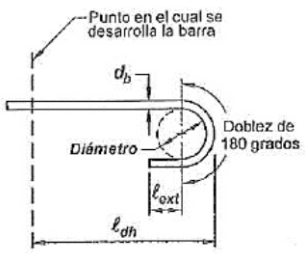
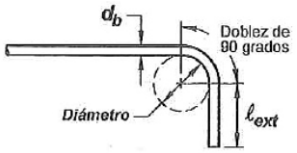
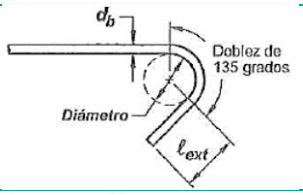
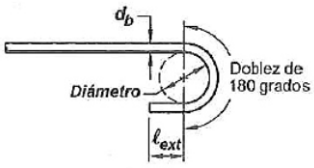
Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado (mm)	Extensión recta [1], ℓ_{ext} (mm)	Tipo de gancho estándar
Gancho de noventa grados (90°)	Nro. 10 a nro. 25	6_{db}	12_{db}	
	Nro. 29 a nro. 36	8_{db}		
	Nro. 43 y nro. 57	10_{db}		
Gancho de ciento ochenta grados (180°)	Nro. 10 a nro. 25	6_{db}	Mayor de 4_{db} y 65 mm	
	Nro. 29 a nro. 36	8_{db}		
	Nro. 43 y nro. 57	10_{db}		

Tabla 640 – 4. Diámetro mínimo interior de doblado y geometría del gancho estándar para estribos y estribos cerrados de confinamiento

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado (mm)	Extensión recta [1], ℓ_{ext} (mm)	Tipo de gancho estándar
Gancho de noventa grados (90°)	Nro. 10 a nro. 16	4_{db}	Mayor de 6_{db} y 75 mm	
	Nro. 19 a nro. 25	6_{db}	12_{db}	
Gancho de ciento treinta y cinco grados (135°)	Nro. 10 a nro. 16	4_{db}	Mayor de 6_{db} y 75 mm	
	Nro. 19 a nro. 25	6_{db}		
Gancho de ciento ochenta grados (180°)	Nro. 10 a nro. 16	4_{db}	Mayor de 4_{db} y 65 mm	
	Nro. 19 a nro. 25	6_{db}		

colocación y el fraguado del concreto. Las tolerancias en la posición de todo tipo de refuerzo deben cumplir con las especificaciones establecidas en ACI 117, Especificación para la tolerancia de estructuras de concreto y materiales. La posición del refuerzo dentro de las formaletas debe ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado por el interventor. Los bloques deben ser de mortero de cemento prefabricado o de concreto, de calidad, forma y dimensiones aprobadas, con una resistencia igual a la especificada para el elemento de concreto. Las silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deben ser galvanizadas. No se debe permitir el uso de guijarros, fragmentos de piedra o de ladrillo, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras deben amarrarse con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de trescientos milí-metros (300 mm), para lo cual se deben amarrar alternadamente. El alambre usado para el amarre debe ser del tipo negro calibre número dieciocho (nro. 18). No se debe admitir la soldadura en las intersecciones de las barras de refuerzo.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para ser usados en superficies planas, la malla debe ser enderezada en láminas planas, antes de su ubicación.

Cuando se coloquen dos (2) o más filas de barras, las barras de las filas superiores deben colocarse directamente encima de las de la fila inferior y la separación libre entre filas no debe ser menor de veinticinco milímetros (25 mm).

ESPECIFICACIONES INVÍAS 2022

La distancia libre mínima entre barras paralelas de una capa, debe ser la mayor entre veinticinco milímetros (25 mm), o el diámetro de la barra mayor, o uno coma treinta y tres (1,33) veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Estos requisitos se deben cumplir, también, en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras.

Además, se deben cumplir con los recubrimientos mínimos especificados en el ACI 318 y de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes, cumpliendo con las tolerancias máximas exigidas en ACI 117 o del ACI 318.

El interventor debe revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el constructor inicie la colocación del concreto.

640.4.5 Traslapos y uniones

Los traslapos de las barras de refuerzo deben cumplir los requisitos establecidos en el ACI 318 y en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes y se deben efectuar en los sitios mostrados en los documentos del proyecto o donde lo indique el interventor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El constructor puede introducir traslapos y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los documentos del proyecto , siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el diseñador estructural y el interventor, que los traslapos y uniones en barras adyacentes queden alternados según su exigencia, y que el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido totalmente por el constructor.

En los traslapos, las barras deben quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de manera que mantengan la alineación y su espaciamiento dentro de las distancias libres mínimas especificadas en relación con las demás varillas y las superficies del concreto.

El constructor puede reemplazar las uniones traslapadas por uniones soldadas empleando soldadura que cumpla las normas de la American Welding Society (AWS) D1.4. En tal caso, los soldadores deben estar certificados y calificados para el tipo de unión especificada, los procedimientos deben precalificarse por el interventor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deben ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté contemplado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, debe correr por cuenta del constructor.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deben traslapar suficientemente entre sí, para mantener una resistencia uniforme y deben asegurarse en los extremos y bordes. El traslapo de mallas debe ser mínimo uno coma tres (1,3) la longitud de desarrollo requerida y debe cumplir con ACI 318.

640.4.6 Cuantías del refuerzo

Se deben cumplir en toda sección de un elemento estructural, las disposiciones de

cuantías máximas y mínimas establecidas en el ACI 318 y en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes.

640.4.7 Sustituciones

La sustitución de cuantías de refuerzo solo se puede efectuar con autorización del diseñador estructural. En tal caso, el acero sustituido debe tener un área y perímetro equivalentes o mayores que el área y perímetro de diseño, sin exceder los límites establecidos en el numeral 640.4.6.

640.4.8 Manejo ambiental

En adición a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de acero estructural, se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, así como en las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y protección de la comunidad.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación, deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben incluirse en los costos del proyecto, por tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

640.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

640.5.1 Controles

El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo, son de obligatorio cumplimiento tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo de construcción.
- Constatar el cumplimiento de las disposiciones existentes en el artículo 102, Aspectos generales de seguridad y salud.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación; para tal efecto, se deben realizar los ensayos especificados en ACI 318 y la Norma Colombiana de Diseño de Puentes y constatar que se cumpla con los ensayos especificados en 640.5.2.1
- Verificar que el corte, doblado, colocación y cuantía del refuerzo se efectúen de acuerdo con los documentos del proyecto, con esta especificación y con sus instrucciones.
- Comprobar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los documentos del proyecto, se cuente con el aval del diseñador estructural responsable.
- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

640.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

640.5.2.1 Calidad del acero

Las barras y mallas de refuerzo deben ser ensayadas en fábrica y sus resultados deben

satisfacer los requerimientos de las normas correspondientes NTC, ASTM o AASHTO relacionadas en el numeral 640.2.

El constructor debe suministrar al interventor una certificación de los resultados de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante para el lote correspondiente en cada envío de refuerzo a la obra. En caso de que el constructor no cumpla con este requisito, el interventor puede ordenar, a expensas de aquel, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización, acorde con los volúmenes y frecuencias establecidas en el ACI 318 y en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes.

Deben tomarse muestras de los aceros de refuerzo utilizados en la obra, de todos los diámetros de barra utilizados, por lo menos una vez por cada doscientas toneladas (200 t) de acero de refuerzo utilizado, cuando se trate de aceros de fabricación nacional, y cada cien toneladas (100 t) de acero de refuerzo empleado, cuando se trate de aceros importados, para ser ensayados a tensión. Los ensayos se deben realizar de acuerdo con lo especificado en la NTC 3353 (ASTM A370), NTC, ASTM o AASHTO referenciadas en 640.2, correspondiente a cada tipo de acero.

Cuando se autorice el empleo de soldadura para las uniones, su calidad y la del trabajo ejecutado, se deben verificar de acuerdo con lo indicado en el numeral 640.4.5.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, deben ser rechazadas.

640.5.2.2 Calidad del producto terminado

La tolerancia en la colocación del acero de refuerzo debe cumplir las máximas permitidas por el ACI 117.

Se deben aceptar las siguientes tolerancias en la colocación del acero de refuerzo:

640.5.2.2.1 Desviación en el espesor de recubrimiento

- Con recubrimiento menor o igual a setenta y cinco milímetros (≤ 75 mm): cinco milímetros (5 mm).
- Con recubrimiento superior a setenta y cinco milímetros (> 75 mm): diez milímetros (10 mm).

640.5.2.2.2 Desviación en los espaciamientos prescritos

Se debe cumplir lo indicado en el numeral 640.4.4.

640.5.2.2.3 Área

No se debe permitir la colocación de acero con áreas y perímetros inferiores a los de diseño.

Todo defecto de calidad o de instalación que exceda las tolerancias de esta especificación, debe ser corregido por el constructor, sin costo alguno para INVÍAS, de acuerdo con procedimientos aceptados por el interventor.

640.6 Medida

La unidad de medida debe ser el kilogramo (kg), aproximado al entero, de acero de refuerzo para estructuras de concreto realmente

suministrado y colocado en obra y debidamente aceptado por el interventor. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida no debe incluir el peso de soportes, separadores, silletas de alambre o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio; ni los empalmes adicionales a los indicados en los documentos del proyecto, que hayan sido autorizados por el interventor, para conveniencia del constructor.

Tampoco se debe medir el acero específicamente estipulado, para pago en otras unidades de obra del contrato.

Si se sustituyen barras a solicitud del constructor y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se debe medir la cantidad adicional.

La medida para barras se debe basar en la masa computada para los tamaños y longitudes de barras utilizadas, usando las masas unitarias indicadas en las Tablas 640 – 1 y 640 – 2.

La medida para malla de alambre debe ser el producto del área en metros cuadrados de malla efectivamente incorporada y aceptada en la obra por su masa real en kilogramos por metro cuadrado (kg/m^2), aproximado al kilogramo entero. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se deben medir cantidades en exceso de las indicadas en los documentos del proyecto o las ordenadas por el interventor.

640.7 Forma de pago

El pago se debe realizar al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada, de acuerdo con esta especificación y aceptada por el interventor.

El precio unitario debe cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por la mano de obra, materiales, patentes, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los documentos del proyecto, con esta especificación y lo aprobado por el interventor.

El precio unitario debe incluir también, todos los costos por concepto de elaboración de listas de despiece y diagramas de doblado cuando ellos no hayan sido suministrados, por el suministro e instalación de abrazaderas, separadores, silletas de alambre o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el refuerzo en su sitio, así como los de la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecu-ción de los trabajos y todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario debe incluir también, la administración e imprevistos y la utilidad del constructor.

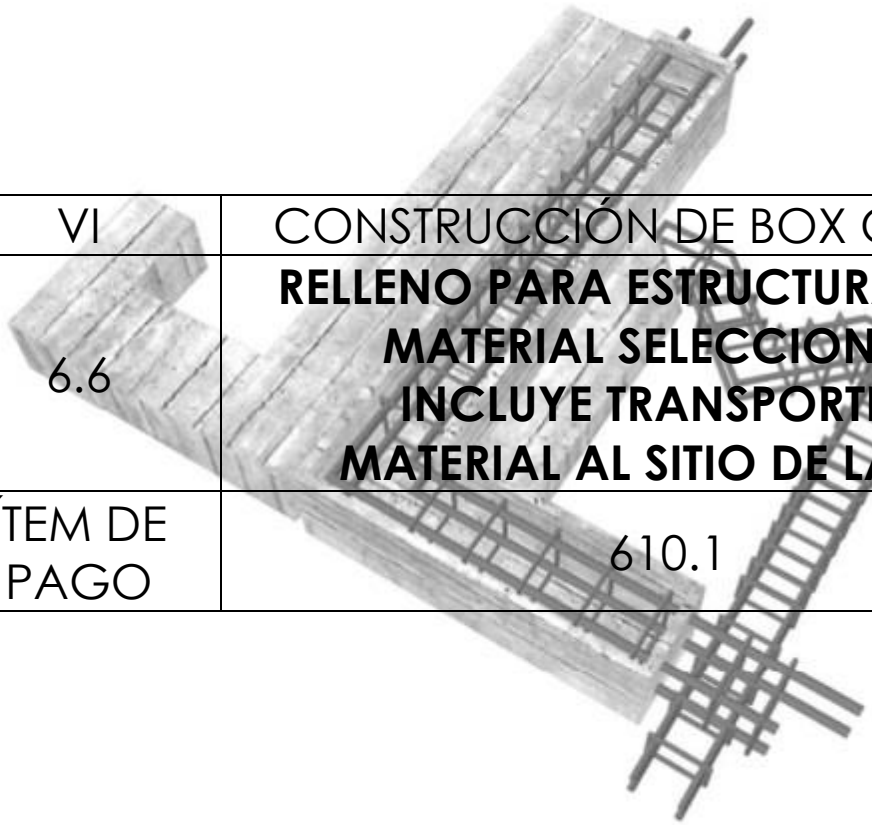
No debe haber lugar a pago separado por el acero de refuerzo para concreto colocado con el propósito de reemplazar estructuras de concreto que se deterioren o queden defectuosas o en el concreto que el constructor

haya utilizado para su conveniencia con o sin autorización del interventor. Tampoco se debe pagar por separado el acero cuyo pago se haya estipulado en otras unidades de obra del contrato, ni por los trabajos de soldadura que se autoricen para uniones soldadas en reemplazo de uniones traslapadas.

640.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
640.1	Acero de refuerzo fy = ____ MPa	Kilogramo (kg)
640.2	Malla de refuerzo fy = ____ MPa	Kilogramo (kg)

Nota: se debe elaborar un ítem de pago para resistencia de acero que se especifique en el proyecto.



VI	CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT
6.6	**RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL SELECCIONADO. INCLUYE TRANSPORTE DEL MATERIAL AL SITIO DE LA OBRA**
ÍTEM DE PAGO	610.1

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Rellenos para estructuras

Artículo 610 – 22

610.1 Descripción

Este trabajo consiste en la colocación en capas, humedecimiento o secamiento, conformación y compactación de los materiales adecuados provenientes de la misma excavación, de los cortes, o de otras fuentes, para rellenos a lo largo de estructuras de concreto y alcantarillas, previa la ejecución de las obras de drenaje y subdrenaje contempladas en el proyecto o autorizadas por el interventor.

Incluye, además, la construcción de elementos filtrantes por detrás de los estribos, muros de contención y obras de arte, en los sitios y con las dimensiones señalados en los documentos del proyecto, en aquellos casos en los cuales dichas operaciones no formen parte de otra actividad de las presentes especificaciones o de una especificación particular.

610.2 Materiales

Los materiales que se empleen en la construcción de rellenos para estructuras deben provenir de las excavaciones del proyecto, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deben estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales; no deben tener características expansivas ni colapsables. Su empleo debe ser autorizado por el interventor.

Los documentos del proyecto deben indicar los tipos de material por utilizar en las diferentes partes de los rellenos para estructuras. En los siguientes numerales se presentan las características de los materiales típicos que se deben usar en estos rellenos; los diferentes artículos, así como las especificaciones particulares, pueden establecer requisitos adicionales o diferentes a los aquí mencionados para cada uno de los tipos de material de relleno.

610.2.1 Suelos

Deben cumplir con lo establecido en el numeral 220.2.2.1 del artículo 220, Terraplenes, con las precisiones establecidas en la Nota de la Tabla 610 – 1. Igualmente, la muestra que se tome para la prueba de índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en el numeral 610.5.2.2.1 y con la humedad correspondiente a esa densidad en el lado seco de la curva de compactación.

610.2.2 Recebo

El material de recebo debe cumplir los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 1; además, ajustarse a alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 2.

Tabla 610 – 1. Requisitos para material de recebo

Característica	Norma de ensayo	Requisito	
		Recebo tipo 1	Recebo tipo 2
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones (%)	INV E-218	50	65
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	INV E-125	45	45
Índice de plasticidad, máximo (%)	INV E-125 e INV E-126	10	12
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	INV E-121 / UNE 103204	1,0	1,0
Expansión en prueba CBR, máximo (%) (Nota)	INV E-148	2,0	2,0
Resistencia del material (F)			
CBR de laboratorio, mínimo (%) (Nota)	INV E-148	10	10
Expansión en prueba CBR, máximo (%) (Nota)	INV E-148	2,0	2,0

Nota: los valores de CBR y expansión indicados en estos requisitos están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 610.5.2.2.1); el CBR y la expansión se deben medir sobre muestras sometidas previamente a cuatro días (4 d) de inmersión.

Tabla 610 – 2. Franjas granulométricas para material de recebo

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S *Standard*)				
	75	38	25,0	4,75	0,075
	3 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	Nro. 4	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)				
RE-75	100	-	70 – 100	30 – 75	5 – 30
RE-38	-	100	70 – 100	30 – 75	5 – 30
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	7 %			6 %	3 %

610.2.3 Materiales granulares tipo SBG o BG

Estos materiales granulares se denominan tipo SBG, por su similitud con el material de subbase granular para tránsito NT1 (artículo 320) y tipo BG, por su similitud con el material de base granular para tránsito NT1 (artículo 330). Deben cumplir los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 3; igualmente,

deben satisfacer alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 4.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que sea producido por el constructor debe dar lugar a una curva que cumpla con las siguientes condiciones:

- Para el caso de materiales cuyo porcentaje que pasa a través del tamiz de 0,075 mm

Tabla 610 – 3. Requisitos para materiales granulares tipo SBG o BG

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito	
		Tipo SBG	Tipo BG
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones	E-218	50	40
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18	 12 18
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	E-125	25	25
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	6	3
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25	30
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	2	2
Geometría de las Partículas (F)			
Índices de alargamiento y aplanamiento, máximo (%)	E-230	-	35
Caras fracturadas (una cara), mínimo (%)	E-227	-	50

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 4. Franjas granulométricas para materiales granulares tipo SBG o BG

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)									
	50,0	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,425	0,075
	2 Pulgadas	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	¾ Pulgada	½ Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)									
SGB-50	100	70 – 95	60 – 90	-	45 – 75	40 – 70	25 – 55	15 – 40	6 – 25	2 – 15
SGB-38	-	100	75 – 95	-	55 – 85	45 – 75	30 – 60	20 – 45	8 – 30	2 – 15
SGB-20	-	-	-	100	60 – 87	50 – 80	35 – 65	24 – 49	8 – 30	2 – 15
BG-38	-	100	70 – 100	-	60 – 90	45 – 75	30 – 60	20 – 45	10 – 30	5 – 15
BG-25	-	-	100	-	70 – 100	50 – 80	35 – 65	20 – 45	10 – 30	5 – 15
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	0 %	7 %					6 %			3 %

(nro. 200) en masa sea menor de doce por ciento (12 %), se deben utilizar materiales clasificados según la norma INV E-181 como "bien gradados" (Tablas 181 – 3 y 181 – 4).

- En cualquier caso, que la curva resultante sea sensiblemente paralela a los límites de la franja, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior de un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el constructor debe proponer al interventor una "Fórmula de Trabajo" la cual se debe ajustar durante la construcción del relleno, con las tolerancias que se indican en la Tabla 610 – 4, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 0,425 mm (nro. 40) no debe exceder de dos tercios (2/3) y el tamaño máximo nominal no debe exceder de un tercio (1/3) del espesor de la capa compactada.

Tabla 610 – 5. Requisitos de los agregados para material granular filtrante

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones (%)	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	No plástico
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	No plástico
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	25
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	2

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 6. Franjas granulométricas para material granular filtrante

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)											
	150	100	75	50	25,0	12,5	9,5	4,75	2,00	0,600	0,150	0,075
	6 Pulgadas	4 Pulgadas	3 Pulgadas	2 Pulgadas	1 Pulgada	1/2 Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 30	Nro. 100	Nro. 200
	Pasa tamiz (%)											
MF-150	100	90 – 100	80 – 100	70 – 95	60 – 80	40 – 70	-	10 – 20	0	-	-	-
MF-75	-	-	100	-	91 – 97	-	79 – 90	66 – 80	-	0 – 40	0 – 8	0 – 2
MF-50				100	70 – 90	55 – 80	-	35 – 65	25 – 50	15 – 30	0 – 3	0 – 2

610.2.4 Material granular filtrante

El material granular filtrante debe satisfacer los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 5; así mismo, debe cumplir con alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 6.

610.2.5 Gravilla

La gravilla de rellenos para estructuras debe satisfacer los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 – 7; además, debe cumplir con la granulometría que se indica en la Tabla 610 – 8.

610.2.6 Arena

La arena de rellenos para estructuras debe satisfacer los requisitos de calidad y gradación que se especifican en la Tabla 610 – 9 y la Tabla 610 – 10, respectivamente.

610.3 Equipo

Previo a la ejecución de actividades, el constructor debe presentar al interventor las especificaciones de los equipos, así como la cantidad destinada de estos para las diferentes etapas del proceso constructivo del relleno, las cuales son evaluadas y juzgadas como apropiadas si se considera que pueden

Tabla 610 – 7. Requisitos para gravilla de rellenos para estructuras

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Dureza (O)		
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - Quinientas (500) revoluciones (%)	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 12 18
Limpieza (F)		
Contenido de terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	0,25
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	1,0
Geometría de las partículas (F)		
Índice de alargamiento, máximo (%)	E-230	25
Índice de aplanamiento, máximo (%)	E-230	25

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 8. Franja granulométrica para gravilla de rellenos para estructuras

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S*Standard*)						
	37,5	25,0	19,0	12,5	9,5	4,75	2,00
	1 ½ Pulgadas	1 Pulgada	¾ Pulgada	½ Pulgada	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 10
	Pasa tamiz (%)						
Única	100	70 – 100	54 – 100	20 – 80	0 – 60	0 – 25	0

Tabla 610 – 9. Requisitos para arena de rellenos para estructuras

Característica	Norma de ensayo INV	Requisito
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) (Nota) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 10 15
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	-
Índice de plasticidad (%)	E-126	No plástico
Equivalente de arena, mínimo (%)	E-133	60
Valor de azul de metileno, máximo (%)	E-235	5
Terrones de arcilla y partículas deleznables, máximo (%)	E-211	1
Partículas livianas, máximo (%)	E-221	0,5
Material que pasa el tamiz de 0,075 mm (nro. 200), máximo (%)	E-214	5
Contenido de materia orgánica (F)		
Color más oscuro permisible	E-212	Igual a muestra patrón

Nota: se puede validar el requisito de durabilidad, empleando cualquiera de los dos (2) sulfatos indicados.

Tabla 610 – 10. Granulometría para arena de rellenos para estructuras

Tipo de gradación	Tamiz (mm / U.S. *Standard*)						
	9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150
	3/8 Pulgada	Nro. 4	Nro. 8	Nro. 16	Nro. 30	Nro. 50	Nro. 100
	Porcentaje de que pasa (%)						
Única	100	95 – 100	80 – 100	50 – 85	25 – 60	10 – 30	2 – 5

garantizar el cumplimiento de los parámetros necesarios para el recibo de la actividad (numeral 610.5.2), dentro de los plazos establecidos en el cronograma de obra aprobado.

610.4 Ejecución de los trabajos

610.4.1 Generalidades

El constructor debe notificar al interventor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que este realice los trabajos topográficos necesarios y verifique la calidad del suelo de cimentación, las características de los materiales por emplear y los lugares donde ellos son colocados, sin que ello exima, de manera alguna, la responsabilidad que tiene el constructor para garantizar la calidad de los trabajos.

Por ello, antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocan los rellenos, deben contar con la aprobación del interventor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, solamente se debe permitir su colocación a partir del momento en que se demuestre, mediante ensayo de resistencia a la compresión descrito en la norma INV E-410, que el concreto ha alcanzado al menos el ochenta y cinco por ciento (85

%) de la resistencia de diseño. En cualquier caso, el concreto debe lograr el cien por ciento (100 %) de la resistencia a la compresión simple, a la edad de diseño, según los documentos del proyecto, medida según lo establece la misma norma citada.

Los rellenos estructurales para alcantarillas pueden ser iniciados una vez que, desde el momento de la preparación del mortero de la junta, haya transcurrido un periodo no menor al tiempo de fraguado final Vicat del cemento, según procedimiento establecido en la NTC 118 (ASTM C191), incrementado en veinticuatro horas (24 h).

Si en los documentos del proyecto se establece el requisito de resistencia para el mortero de la junta, se puede iniciar el relleno estructural una vez se alcance, al menos, el ochenta y cinco por ciento (85 %) de la resistencia especificada, determinada a partir de los procedimientos descritos en la NTC 220 (ASTM C109).

Siempre que se vaya a asentar o apoyar el relleno sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficiales o subterráneas, previamente y solo si existe autorización de la autoridad ambiental competente, se deben desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno, labores que se efectúan de acuerdo con los artículos 600, Excavaciones varias y 673, Subdrenes con geotextil y material granular, respectivamente.

Todo relleno colocado antes de que lo autorice el interventor debe ser retirado por el constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS).

610.4.2 Preparación de la superficie base de los rellenos

El terreno base del relleno debe estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y debe ser preparado de acuerdo con lo señalado en el numeral 220.4.2 del artículo 220.

610.4.3 Extensión y compactación del material

Los materiales de relleno se deben extender en capas preferiblemente horizontales y de espesor uniforme, las cuales deben ser lo suficientemente delgadas para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido, verificado en la totalidad del espesor de cada capa.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas solamente se aplican una vez se haya obtenido un espesor de un metro (1 m) de material relativamente seco.

Los rellenos alrededor de pilas y alcantarillas se deben depositar simultáneamente a ambos lados de la estructura y aproximadamente a la misma elevación. Los rellenos al respaldo de estribos, muros y otras estructuras, se deben realizar de manera que no se pongan en peligro la integridad y la estabilidad de dichas obras, empleando procedimientos propuestos por el constructor y aprobados por el interventor.

Cuando no se contemple la colocación de material filtrante al respaldo de la estructura, se debe colocar grava o roca triturada en las

cercanías de los orificios de drenaje, para evitar presiones excesivas y segregación del material de relleno.

Durante la ejecución de los trabajos, la superficie de las diferentes capas debe contar con una pendiente que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se debe proceder a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se debe determinar en la obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, el constructor debe tomar las medidas adecuadas, pudiendo proceder a la desecación por aireación o a la adición y mezcla de materiales secos u otras sustancias apropiadas, aceptadas por el interventor.

Obtenida la humedad apropiada, determinada mediante cualquiera de los procedimientos establecidos en las Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras de INVÍAS, se debe proceder a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autoriza el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se debe continuar hasta lograr los niveles de densidad a que se hace mención en el numeral 610.5.2.2.1.

La construcción de los rellenos debe hacerse con el cuidado necesario para evitar presiones y daños a las estructuras contra las cuales se colocan.

610.4.4 Capas filtrantes

Cuando se contemple la colocación de capas filtrantes detrás de estribos, muros y obras de arte, ellas se deben disponer y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de que estos no se contaminen entre sí.

610.4.5 Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa debe estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias, sin peligro de erosión.

610.4.6 Limitaciones en la ejecución

No se debe permitir adelantar los trabajos objeto del presente artículo, cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a dos grados Celsius (2 °C) o haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos de construcción se deben realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el interventor puede autorizar el trabajo en horas de oscuridad, siempre y cuando el constructor garantice el suministro y la operación de un equipo de iluminación artificial que sea aprobado por este. Si el constructor no ofrece esta garantía, no se le debe permitir el trabajo nocturno y debe poner a disposición de la obra

el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

610.4.7 Manejo ambiental

Adicional a los aspectos generales indicados en el artículo 106, Aspectos ambientales, todas las labores requeridas para la construcción de rellenos para estructuras se deben realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios y evaluaciones ambientales del proyecto, así como en las normas y disposiciones vigentes sobre conservación del ambiente, los recursos naturales y protección de la comunidad.

Todas las actividades que se ejecuten en cumplimiento a esta especificación, deben acatar lo establecido en las normas y disposiciones ambientales. De esta manera, dichas actividades deben estar incluidas en los costos del proyecto, por lo tanto, no son objeto de reconocimiento directo en el contrato.

610.5 Condiciones para el recibo de los trabajos

610.5.1 Controles

El plan de calidad y el plan de inspección, medición y ensayo son de obligatorio cumplimiento, tal como se encuentra expresado en el numeral 103.2 del artículo 103, Responsabilidades especiales del constructor.

Durante la ejecución de los trabajos, se deben adelantar los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado y el funcionamiento del equipo de construcción.
- Verificar el cumplimiento de las disposiciones existentes en el artículo 102, Aspectos generales de seguridad y salud.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Confirmar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Corroborar que los materiales cumplan los requisitos de calidad mencionados en el numeral 610.2.
- Verificar el alineamiento, el perfil y las secciones de las áreas en las que se construyan los rellenos.
- Determinar la densidad de cada capa compactada. Este control se realiza en todo el espesor de cada capa realmente construida, de acuerdo con el proceso constructivo aprobado.
- Controlar que la ejecución del relleno contra cualquier parte de una estructura de concreto, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada según lo establecido en el numeral 610.4.1.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de relleno y material filtrante colocados conforme con la presente especificación.

610.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

610.5.2.1 Calidad de los materiales

De cada procedencia de los materiales empleados para la construcción de rellenos y para cualquier volumen previsto, se deben

tomar como mínimo dos (2) muestras y, de cada fracción de ellas, se deben determinar los parámetros indicados en el numeral 610.2 y sus respectivos sub-numerales 610.2.1, 610.2.2, 610.2.3, 610.2.4, 610.2.5 y 610.2.6, según el tipo de material de relleno. La totalidad de los resultados debe satisfacer las exigencias indicadas en ellos. El incumplimiento de una o varias de las exigencias planteadas en los sub-numerales anteriores conlleva al rechazo de los materiales deficientes.

Durante la etapa de producción, el interventor debe examinar las descargas de los materiales, ordenando el retiro de aquellos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Teniendo en cuenta que los volúmenes de rellenos para estructuras suelen ser inferiores a los requeridos para terraplenes, es el interventor quien establece la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas de calidad, basado en los criterios definidos por cada norma específica relacionada con la definición del tamaño de un lote o la frecuencia de realización de ensayos.

610.5.2.2 Calidad del producto terminado

Los taludes terminados no deben exhibir irregularidades a la vista.

La cota de cualquier punto de la subrasante, en rellenos para estructuras, no debe variar más de treinta milímetros (30 mm) de la proyectada, medida verticalmente hacia abajo y, en ningún caso, la cota de subrasante puede superar la cota del proyecto.

En las obras concluidas, no se debe admitir ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En adición a lo anterior, se deben adelantar las siguientes comprobaciones:

610.5.2.2.1 Compactación

Para efectos de la verificación de la compactación de cada una de las capas de relleno para estructuras en suelo, recebo y materiales granulares tipo SBG o BG, se calcula el grado de compactación individual GCi para cada sitio de ensayo de densidad en el terreno, de acuerdo con lo indicado en el numeral 220.5.2.2.2 del artículo 220, fórmulas [220.1] o [220.2] según aplique.

Para suelos que clasifican como A-1, A-2-4 o A-3, recebos y suelos granulares tipo SBG o BG, el valor del peso unitario seco máximo se obtiene según la norma de ensayo INV E-142 y la capa de relleno se acepta si el grado de compactación individual GCi, calculado para todos los ensayos de densidad en el terreno efectuados en la capa, cumple el siguiente criterio:

$$GCi \geq 90{,}0\ \% \quad \textbf{[610.1]}$$

Para suelos que no clasifican como A-1, A-2-4 o A-3, el valor del peso unitario seco máximo se obtiene según la norma de ensayo INV E-141 y la capa de relleno se acepta si el grado de compactación individual GCi, calculado para todos los ensayos de densidad en el terreno efectuados en la capa, cumple el siguiente criterio:

$$GCi \geq 95{,}0\ \% \quad \textbf{[610.2]}$$

El número de pruebas por ejecutar en cada capa para realizar el control, debe ser definido por el interventor, pero nunca podrán ser inferiores a las exigidas por las normas de ensayo respectivas.

Las capas de relleno que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deben ser escarificadas, homogenizadas, llevadas a la humedad adecuada y compactadas nuevamente, hasta obtener el valor de la densidad seca especificada.

La compactación de las capas de material filtrante, gravilla y arena, se considera satisfactoria cuando no haya evidencia visible de consolidación adicional al paso del equipo de compactación aprobado por el interventor.

610.5.2.2.2 Protección de la superficie del relleno

Al respecto, se aplica el mismo criterio indicado en el numeral 220.5.2.2.4 del artículo 220, en relación con la protección de la corona de terraplenes.

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas deben ser corregidas por el constructor, sin costo adicional para INVÍAS, hasta conseguir la aprobación por parte del interventor.

610.6 Medida

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos debe ser el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima (0,1), de material compactado, aceptado por el interventor, en su posición final. El resultado de la medida se debe reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Los volúmenes deben ser determinados con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos de relleno. Dichas áreas están limitadas por las líneas de pago teóricas mostradas en los documentos del proyecto o autorizadas por el interventor. En los casos en que el volumen a compactar corresponda a una figura geométrica regular, se puede realizar su medición mediante fórmulas geométricas, siempre y cuando esto no conlleve a medir volúmenes por fuera de las líneas del proyecto.

No hay medida ni pago para los rellenos por fuera de las líneas o hilos del proyecto, efectuados por el constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.

Tampoco se deben medir los rellenos que haga el constructor en sus caminos de construcción y obras auxiliares que no formen parte del proyecto.

610.7 Forma de pago

El trabajo de rellenos para estructuras se debe pagar al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con los documentos del proyecto, la presente especificación y según lo que sea aprobado por el interventor.

El precio unitario debe cubrir todos los costos por concepto de construcción o adecuación de las vías de acceso a las fuentes de materiales, la extracción, preparación y suministro de los materiales, así como su cargue, transportes, descargue, almacenamiento, colocación, humedecimiento o secamiento, compactación

y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los rellenos para estructuras de acuerdo con los documentos del proyecto, esta especificación y la aprobación del interventor.

No se debe pagar el suministro de materiales de relleno para estructuras que hayan sido obtenidos de las excavaciones de la explanación, canales y préstamos, ni de las excavaciones varias del contrato, según los artículos 210, Excavación de la explanación, canales y préstamos, y 600 de estas especificaciones.

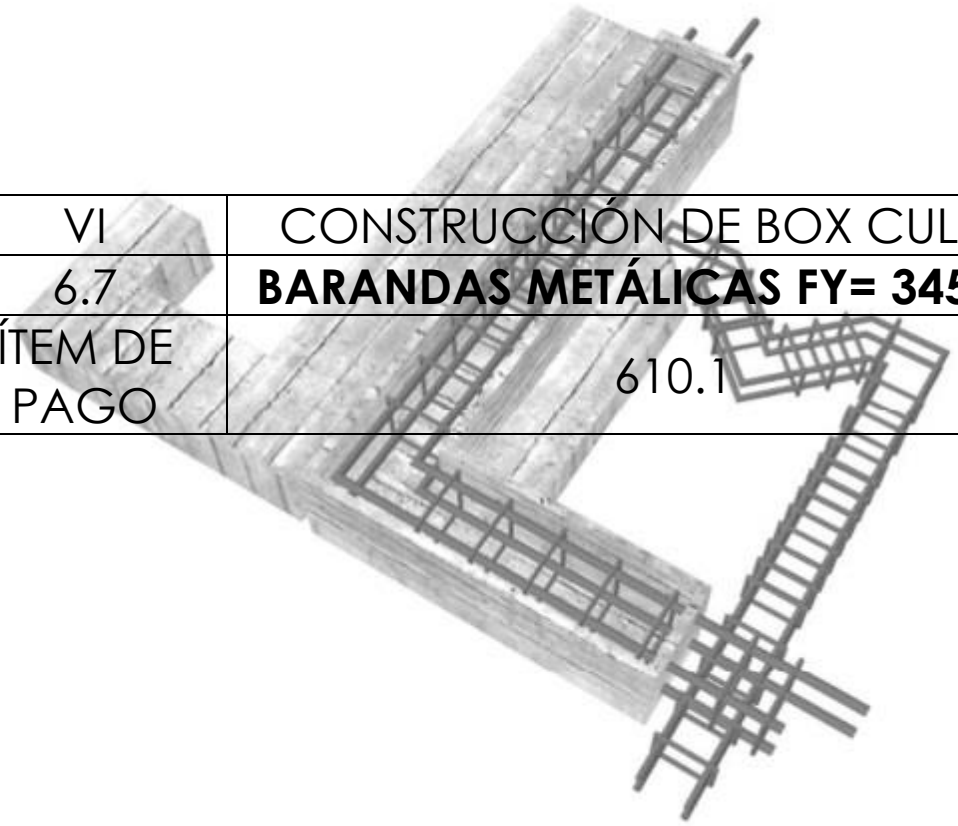
El precio unitario debe cubrir, además, los costos de adecuación de las fuentes de materiales al término de los trabajos para recuperar sus características hidrológicas superficiales, así como los de señalización preventiva de la vía y ordenamiento del tránsito automotor durante el período de ejecución de los trabajos.

El precio unitario debe cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del constructor.

Por su parte, los costos por concepto de preparación de las superficies sobre las cuales se construyen los rellenos y capas filtrantes se deben reconocer de acuerdo con el artículo 220 o el artículo 600, el que resulte aplicable según las características de la obra que se construye. Si ninguno de estos artículos forma parte del contrato, los costos de la preparación de la superficie existente deben quedar incluidos dentro del precio unitario de los rellenos objeto del presente artículo.

610.8 Ítem de pago

Ítem	Descripción	Unidad
610.1	Rellenos para estructuras con suelo	Metro cúbico (m^3)
610.2	Rellenos para estructuras con recebo	Metro cúbico (m^3)
610.3	Rellenos para estructuras con material granular tipo SBG-50	Metro cúbico (m^3)
610.4	Rellenos para estructuras con material granular tipo SBG-38	Metro cúbico (m^3)
610.5	Rellenos para estructuras con material granular tipo SBG-20	Metro cúbico (m^3)
610.6	Rellenos para estructuras con material granular tipo BG-38	Metro cúbico (m^3)
610.7	Rellenos para estructuras con material granular tipo BG-25	Metro cúbico (m^3)
610.8	Rellenos con material filtrante	Metro cúbico (m^3)
610.9	Relleno con gravilla	Metro cúbico (m^3)
610.10	Relleno con arena	Metro cúbico (m^3)



VI	CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT
6.7	**BARANDAS METÁLICAS FY= 345 MPA**
ÍTEM DE PAGO	610.1

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT

ITEM No. 6.7	Barandas metálicas fy= 345 Mpa

1. UNIDAD DE MEDIDA: M

2. DESCRIPCION

Fabricación e instalación de baranda metálica para puente, altura según plano de detalle y de acuerdo con la localización y especificaciones contenidas dentro de los Planos Arquitectónicos y de Detalle.

3. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Consultar Planos Arquitectónicos y verificar localización.
- Consultar norma NSR 10.
- Acordar las medidas finales en obra ó tomarlas en sitio antes de ejecución
- Anclar a placa de concreto
- Tratar todos los elementos con anticorrosivo.
- Verificar niveles, plomos y acabados para aceptación.
- Proteger hasta entregar obra.



4. MATERIALES

- Barandas Metálicas según planos.

5. EQUIPO

- HERRAMIENTA MENOR (10% MO)

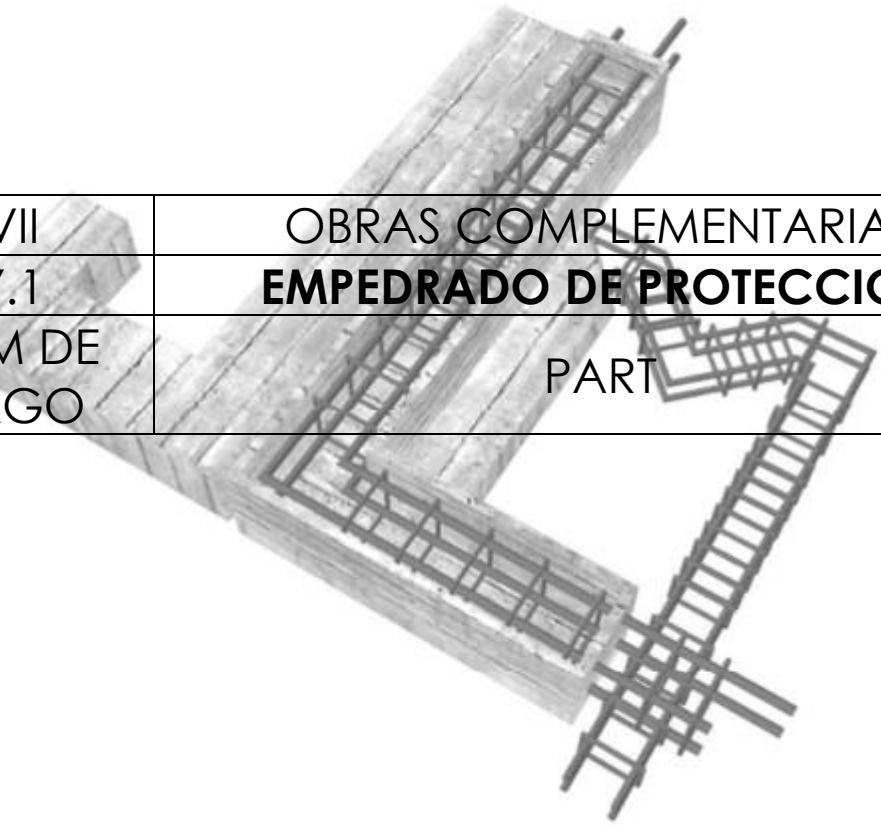
6. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metro (m) de baranda metálica debidamente ejecutadas de acuerdo con los planos de detalle y aceptados por la Residencia de interventoría, La medida será el resultado de cálculos realizados sobre los Planos.

7. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

JLM
JORGE LOPEZ MORENO



VII	OBRAS COMPLEMENTARIAS
7.1	**EMPEDRADO DE PROTECCION**
ÍTEM DE PAGO	PART

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

OBRAS COMPLEMENTARIAS

I. ITEM No 7.3	**EMPEDRADO DE PROTECCION**
3. UNIDAD DE MEDIDA	M3

4. DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación de una mezcla de concreto hidráulico en las zonas de protección, este debe tener sobre tamaño de agregado grueso, como capa lateral de las obras de artes, sin refuerzo; la ejecución; el acabado; el curado y las demás actividades necesarias para la correcta construcción de las obras de arte de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto o ajustados por el Interventor

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

El concreto estará constituido por una mezcla de cemento Portland, agua, agregados fino, grueso, y sobre tamaño de agregado grueso, los materiales cumplirán las especificaciones que se detallan más adelante.

El diseño de las mezclas de concreto se basará en la relación agua-cemento necesaria para obtener una mezcla plástica y manejable según las condiciones específicas de colocación de tal manera que se logre un concreto de durabilidad, impermeabilidad y resistencia que esté de acuerdo con los requisitos que se exigen para las diversas estructuras, según los planos y especificaciones.

6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION

Poseer el control de calidad estricto del concreto.

El manejo de los agregados deberá garantizar que no se produzcan segregaciones o contaminaciones con materiales ajenos al concreto y/o sustancias perjudiciales

7. ENSAYOS A REALIZAR No aplica

8. MATERIALES

Agregado pétreo para concreto hidráulico
Agua
Arena lavada
Cemento gris
Piedra para concreto ciclópeo
Desperdicio (2%)

9. EQUIPO

Mezcladora de Concreto
Vibrador de Concreto
Herramientas Menores

10. DESPERDICIOS	**11. MANO DE OBRA**
Incluidos ☒ Si ☐ No	Incluida ☒ Si ☐ No

12. REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES No aplica

13. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

se medirá y se pagará metro cubico (m3) el ítem de Empedrado de Proteccion de acuerdo a las especificaciones y aceptados por la Interventoría.

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución ó a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

SOPORTE TÉCNICO 09

METODOLOGÍA Y PROCESO CONSTRUCTIVO

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

PROCESO CONSTRUCTIVO



MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.

LOS CORDOBAS – CORDOBA

SEP DE 2026

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

TABLA DE CONTENIDOS

1. ANTECEDENTES 3
2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 4
3. ALCANCE DEL PROYECTO Y METAS FISICAS 5
4. PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO 5
5. PERSONAL DE OBRA Y FRENTES DE TRABAJO CONTEMPLADOS 5
5.1. DIRECTOR DEL PROYECTO 6
5.2. INGENIERO AMBIENTAL 6
5.3. ASESOR CONTABLE 6
5.4. ASESOR LEGAL 6
5.5. INGENIERO CIVIL 6
5.6. TOPÓGRAFO 6
5.7. CADENERO 6
5.8. CELADOR 7
6. FRENTES DE TRABAJO 7
7. PLANES DE CONTINGENCIA PARA CIERRES DE VÍA 7
8. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES 8
9. ACTIVIDADES PARALELAS 14
9.1. PLAN GENERAL DE MANEJO DE TRANSITO 14
9.2. IMPLEMENTACIÓN DE GESTION DE OBRA 14
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 15

Ilustración 1 - Localización General 4

Tabla 1 - Localización Especifica 4
Tabla 2 - Longitud de la Vía 5
Tabla 3 - Programación de Obra 5

1. ANTECEDENTES

El conjunto de fases, sucesivas o traslapadas en el tiempo, necesarias para materializar un proyecto de infraestructura, en este caso un mejoramiento de la red vial del Barrio Villa Cata con construcción de pavimento rígido, obras de arte para el manejo de agua y la instalación de sistemas de iluminación solar.

A continuación, se diagrama el proceso constructivo básico, el cual, en todo caso, deberá cumplir con las Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del INVIAS, donde se estipulan los requisitos de calidad, establece estándares y recibo para los trabajos de ejecución habitual en este tipo de proyectos.

Las especificaciones técnicas de construcción son complementadas con los modelos de diseño, sus análisis de precios unitarios y el presupuesto. En todos los casos los Análisis de precios Unitarios (APU) y el presupuesto deben incluir los rendimientos de las actividades, cubrir los costos de materiales y sus desperdicios comunes, aditivos y los controles de calidad propios para cumplimiento de requisitos (ensayos y topografía), mano de obra, prestaciones sociales, herramientas, maquinaria o equipos, transportes de materiales, aceros de amarre y soporte y todos los demás gastos inherentes al cumplimiento del contrato, incluso los gastos de administración imprevistos, y utilidades del constructor.

De igual forma, desde la orden de iniciación y entrega de la zona de las obras al constructor y hasta la entrega definitiva de las obras a la entidad territorial, el constructor está en la obligación de señalizar las áreas correspondientes a lo contratado como prevención de riesgos a los usuarios y personal que trabajará en la obra, de acuerdo con las especificaciones vigentes sobre la materia.

El constructor deberá mantener en los sitios de las obras los equipos adecuados a las características y magnitud de las mismas y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones, programas de trabajo y dentro de los plazos previstos. El constructor deberá mantener los equipos de construcción en óptimas condiciones, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños en los mismos. La mala calidad de los equipos o los daños que ellos puedan sufrir, no será causal que exima al constructor del cumplimiento de sus obligaciones.

La entidad contratante se debe reservar el derecho de exigir el reemplazo o reparación, por cuenta del constructor, de aquellos equipos que a su juicio sean inadecuados o ineficientes o que por sus características no se ajusten a los requerimientos de seguridad o sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato. Los equipos deberán tener los dispositivos de señalización necesarios para prevenir accidentes de trabajo.

Así mismo, el contratista debe demostrar que la obra que ejecuta cumple con todos los requisitos de calidad que se especifican y por ello debe realizar todas las mediciones y ensayos que así lo comprueben.

2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



Ilustración 1 - Localización General

#	UBICACIÓN	INICIO	FIN	LOGUITUD	ANCHO	OBSERVACIONES	INICIO		FINAL	
							LATITUD	LONGUITUD	LATITUD	LONGUITUD
1	CALLEJON 1	K0+000.00	K0+059.07	59.07 m	1.50 m	Pavimento de 1.5m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891625°	-76.354171°	8.891433°	-76.354552°
2	CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+096.04	96.04 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891388°	-76.354113°	8.891530°	-76.354972°
3	CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+278.85	278.85 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891151°	-76.354065°	8.891785°	-76.356495°
4	CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+118.81	118.81 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891036°	-76.354037°	8.891186°	-76.355073°
6	CALLEJON 3	K0+000.00	K0+126.91	126.91 m	2.00 m	Pavimento de 2.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891162°	-76.355521°	8.891496°	-76.356692°
7	CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+316.50	316.50 m	5.00 m	Pavimento de 5.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.890617°	-76.353960°	8.891405°	-76.356752°
8	CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+096.34	96.34 m	5.00 m	Pavimento de 5.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.890425°	-76.353956°	8.890643°	-76.354795°
9	CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	K0+000.00	K0+036.70	36.70 m	5.00 m	Pavimento de 5.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.890791°	-76.355287°	8.890892°	-76.355637°
10	CALLEJON 4	K0+000.00	K0+053.03	53.03 m	1.50 m	Pavimento de 1.5m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891070°	-76.356362°	8.891178°	-76.356757°
11	CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	K0+000.00	K0+021.85	21.85 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891418°	-76.354475°	8.891188°	-76.354525°
12	CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	K0+000.00	K0+176.58	176.58 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891627°	-76.355362°	8.890210°	-76.355931°
13	CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	K0+000.00	K0+195.65	195.65 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891116°	-76.355807°	8.891118°	-76.356949°
14	CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	K0+000.00	K0+146.72	146.72 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891734°	-76.355698°	8.890632°	-76.356393°
15	CALLEJON 5	K0+000.00	K0+040.20	40.20 m	1.50 m	Pavimento de 1.5m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891359°	-76.356641°	8.891036°	-76.356856°
17	B1					box culvert de 1.0x1.0x11m	8.891622°	-76.355364°		
18	B2					box culvert de 1.0x1.0x11m	8.891724°	-76.355699°		
19	DESCUENTO INTERSECEPCIONES			-21.00 m	4.00 m	Descuento Intersecepciones entre vias del proyecto				
TOTAL DE VIA A MEJORAR				1,742.26 m						

Tabla 1 - Localización Especifica

El Municipio de Los córdobas está ubicado en las coordenadas 8°53'43"N 76°21'17"O, más específicamente en la parte noroeste del departamento de Córdoba, situado a 57 km de la capital (Montería) es uno de los 30 municipios que conforman el departamento de Córdoba, localizado en la zona costanera; cuenta con una extensión territorial de 430 km2.

3. ALCANCE DEL PROYECTO Y METAS FISICAS

La alternativa seleccionada consiste en la construcción de 1.7 km de pavimento rígido, bordillos y andenes en concreto, box culvert de 1x1x11, obras de protección, en las vías del barrio Villa Cata.

Las vía a pavimentar es:

	REFERENCIA	LONGITUD
1	RED VIAL BARRIO VILLA CATA	1,742.26
	TOTAL EN MTS	**1,742.26**
	TOTAL EN KM	**1.74**

Tabla 2 - Longitud de la Vía

4. PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO

PROGRAMACION ETAPA DE CONSTRUCCION 15 MESES																
ITEM	DESCRIPCIÓN	MES-1	MES-2	MES-3	MES-4	MES-5	MES-6	MES-7	MES-8	MES-9	MES-10	MES-11	MES-12	MES-13	MES-14	MES-15
1	PRELIMINARES															
1.1	Desmonte y limpieza en zona no boscosa															
1.2	Demolición de estructuras															
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS															
2.1	Excavaciones varias en material común en seco, Incluye transporte															
2.2	Excavaciones varias sin clasificar, Incluye transporte															
2.3	Rellenos con material filtrante (Piedra Rajon)															
2.4	Afirmado															
2.5	Subbase granular															
3	PAVIMENTO EN CONCRETO RÍGIDO															
3.1	Pavimento de concreto hidráulico Mr-40 kg/cm2															
3.2	Acero de refuerzo 60.000 psi															
4	CONSTRUCCIÓN DE BORDILLOS Y ANDENES															
4.1	Bordillo de piezas prefabricadas de concreto de 15x45 cm															
4.2	Anden en concreto e:10cm, incluye acero															
5	SEÑALES DE TRANSITO															
5.1	Señales verticales de transito															
5.2	Señales horizontales de transito (Demarcacion Vial)															
6	CONSTRUCCIÓN DE BOX CULVERT															
6.1	Excavación a mano de material humedo Incluye transporte.															
6.2	Rellenos con material filtrante (Piedra Rajon)															
6.3	Solado en concreto de 2000 psi															
6.4	Concreto reforzado de 4.000 PSI para box culvert															
6.5	Acero de Refuerzo 60,000 psi para box culvert.															
6.6	Relleno para estructuras con material seleccionado. incluye transporte del material al sitio de la obra															
7	OBRAS COMPLEMENTARIAS															
7.1	Empedrado de Proteccion															
IMPLEMENTACIÓN DE GESTION DE OBRA																
PLAN DE MANEJO DE TRANSITO - PMT																
INTERVENTORIA																

Tabla 3 - Programación de Obra

5. PERSONAL DE OBRA Y FRENTES DE TRABAJO CONTEMPLADOS

Dentro del proyecto se contempla el siguiente personal profesional que se encargara del seguimiento de las actividades del proyecto y del cumplimiento de los aspectos técnicos planteados para el desarrollo de la obra:

5.1. DIRECTOR DEL PROYECTO

Dedicación del 25% en el que se distribuirá equitativamente a lo largo del tiempo que dure el proyecto, realizando visitas periódicas a la obra y participación de los comités de obra, se encargará de administrar la obra del contratista, tomar las decisiones técnicas de gran impacto dentro del proyecto.

5.2. INGENIERO AMBIENTAL

Dedicación del 25% en el que se distribuirá equitativamente a lo largo del tiempo que dure el proyecto o cuando el director de obra requiera su presencia, sus funciones van enfocadas en garantizar que se cumplan las normativas y prácticas ambientales, minimizando el impacto negativo en el entorno.

5.3. ASESOR CONTABLE

Dedicación del 25% en el que se distribuirá equitativamente a lo largo del tiempo que dure el proyecto, sus funciones están enfocadas en la Gestión de Facturación, Cumplimiento Normativo y Fiscal, Gestión de Riesgos Financieros y Pagos.

5.4. ASESOR LEGAL

Dedicación del 25% en el que se distribuirá equitativamente a lo largo del tiempo que dure el proyecto o cuando el director de obra requiera su presencia, La labor del abogado abarca diversos aspectos legales y contractuales como lo son Revisión y Elaboración de Contratos, Gestión de Permisos, Resolución de Disputas y todo lo inherente al llevar a feliz término el contrato.

5.5. INGENIERO CIVIL

Dedicación del 100%, se encargará de dirigir por parte del Contratista, la ejecución, conforme a los planos y especificaciones técnicas establecidas en el proyecto. Velar por el mejor aprovechamiento de los equipos, herramientas, recursos humanos adecuados y necesarios dentro de la obra.

5.6. TOPÓGRAFO

Dedicación del 45%, El topógrafo desempeña un papel crucial en la fase inicial del proyecto y durante su desarrollo, proporcionando información detallada sobre el terreno, como los son el levantamiento inicial, control de excavaciones, nivelación de capas y todo el control de calidad de la obra.

5.7. CADENERO

Dedicación del 45%, el cadenero trabaja en estrecha colaboración con el topógrafo para el manejo de los equipos y a su vez para marcar y establecer la

geometría y elevaciones exactas según el diseño, colocando estacas para la guía de los niéveles para las maquinas.

5.8. CELADOR

Dedicación del 30%, el celador desempeña el papel de monitorear constantemente el área para detectar cualquier actividad sospechosa o peligrosa en la hora de la noche, adicional debe informar de cualquier incidente o irregularidad al supervisor o encargado de la obra.

6. FRENTES DE TRABAJO

Se contemplan **DOS** frentes de trabajo simultáneos compuesto cada uno por 9 trabajadores. De esta manera un frente trabajará en la conformación de las capas de la estructura del pavimento y el otro seguirá con la construcción las obras de arte mas las obras complementarias y eléctricas

7. PLANES DE CONTINGENCIA PARA CIERRES DE VÍA

Para la realización de las actividades ya que SI existen vías alternas para todas las vía del proyecto, que ayuden agilizar la circulación vehicular, se establece un horario de trabajo en estas vías de 9am a 11:30 am y de 2:30 pm a 5:00 pm, ya que de esta manera no se interfiere con la circulación de la comunidad en horas picos.

La divulgación se debe realizar antes de las obras, durante las obras y durante el período de ambientación de las mismas y puede realizarse a través de: Vallas informativas, pasa vías en tela, avisos por medio del presidente de junta de la vereda y volantes de información de la obra al inicio y finalización de la misma.

8. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Los aspectos técnicos que se describen a continuación son en base a las especificaciones técnicas de **INVIAS,** a los manuales de diseños basados en el **MANUAL DE DISEÑO DE PAVIMENTOS DE CONCRETO PARA VÍAS CON BAJOS, MEDIOS Y ALTOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO,** al presupuesto del proyecto que arrojan las siguientes actividades:

DESMONTE Y LIMPIEZA EN ZONA NO BOSCOSA

Comprende la remoción de vegetación lateral de la vía usando el equipo adecuado, para eliminar la vegetación no boscosa. Esto incluye arbustos, matorrales y hierbas, adicional arrancar las raíces y tocones para evitar que la vegetación vuelva a crecer rápidamente, en algunos casos, la vegetación removida puede ser triturada y reutilizada como material orgánico.

DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS

Comprende la demolición de las obras de arte existentes que se encuentran en mal estado y las lozas de concreto o asfalto que ya no cumplieron su vida útil, para dicha demolición utilizaran equipos tales como maquinaria pesada, como excavadoras con martillo hidráulico, cortadoras de concreto y sierras de disco para cortar refuerzos de acero y secciones de la estructura.

EXCAVACIONES VARIAS EN MATERIAL COMÚN EN SECO, INCLUYE TRANSPORTE.

Comprende el retiro de toda la capa de material granular, así como escombros, residuos, mezcla, este procedimiento debe hacerse de manera mecánica ya que el espacio y la cantidad son suficientes, se debe tener en cuenta que de la zona a intervenir es demarcada en la localización del proyecto que se va a construir. Incluye el corte, carga y retiro de sobrantes hasta las cotas de diseño de la capa que se va a usar como subrasante, se deberá seguir de guía los planos **PP-0X, SEC-0X, y** la cartera de corte y relleno pertenecientes a los diseños geométrico y estudio topográfico del proyecto.

EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR, INCLUYE TRANSPORTE

Comprende la excavación en la capa de relleno de manera manual en espacios reducidos que requieren mucha precisión, Para este proyecto se requiere adelantar excavaciones manuales para la reparación de fallos que se pueden encontrar en la vía después de realizar las excavaciones , Si existe la necesidad de retirar material existente por su deterioro o pérdida de funcionalidad, se requerirá incluir la cuantificación de lo retirado y, por ende, del material a usar como reemplazo, se deberá seguir de guía los planos pertenecientes a los diseños geométrico y estudio topográfico del proyecto.

RELLENOS CON MATERIAL FILTRANTE (PIEDRA RAJÓN)

Es necesario verificar la calidad de los materiales que van a servir como fundación de las obras a proyectar. Específicamente se debe determinar el CBR y el módulo de reacción del material o capa que va a funcionar como subrasante para usar como determinación de la calidad de la misma.
Para subrasante con CBR menores que 2, siempre y cuando el diseñador lo considere conveniente, se requieren tratamientos especiales como la sustitución de los materiales inadecuados (remoción parcial o total del material inaceptable) o la modificación de sus características con base en mejoramientos mecánicos que doten a la subrasante de mejores características mecánicas. (Artículo INV-230-13).

La capa que vaya a ser considerada como subrasante deberá ser objeto de una conformación previa para uniformizar la superficie que recibirá la capa de relleno granular. Esta conformación se logra con un procedimiento de escarificado, extensión, conformación y compactación simple. En caso de encontrar espacios de pérdida de espesor, se podrá utilizar material de la misma conformación o si no se cuenta con él se podrá utilizar un relleno de características similares para obtener el faltante.

AFIRMADO

Es necesario verificar la calidad de los materiales que van a servir como fundación de las obras a proyectar. Específicamente se debe determinar el CBR y el módulo de reacción del material o capa que va a funcionar como subrasante para usar como determinación de la calidad de la misma.
Para subrasante con CBR menores que 2, siempre y cuando el diseñador lo considere conveniente, se requieren tratamientos especiales como la sustitución de los materiales inadecuados (remoción parcial o total del material inaceptable) o la modificación de sus características con base en mejoramientos mecánicos que doten a la subrasante de mejores características mecánicas. (Artículo INV-230-13).

La capa que vaya a ser considerada como subrasante deberá ser objeto de una conformación previa para uniformizar la superficie que recibirá la capa de relleno granular. Esta conformación se logra con un procedimiento de escarificado, extensión, conformación y compactación simple. En caso de encontrar espacios de pérdida de espesor, se podrá utilizar material de la misma conformación o si no se cuenta con él se podrá utilizar un relleno de características similares para obtener el faltante.

SUBBASE GRANULAR

Se refiere a la selección, transporte, disposición, conformación y compactación mecánica, de los Materiales establecidos en el diseño como subbase granular para la realización del relleno, de acuerdo a los planos de topografía y al diseño del pavimento.

Los agregados para la construcción del relleno deberán satisfacer los requisitos de calidad indicadas para bases granulares en las normas del Instituto Nacional de Vías mediante sus especificaciones técnicas establecidas en el Artículo INV 330-13. El material de relleno no se descargará hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a apoyar tenga las cotas indicadas en los planos. La extensión, mezcla y conformación del material y se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material.

Una vez que el material tenga la humedad apropiada y esté conformado debidamente, se compactará con el equipo aprobado hasta lograr la densidad especificada. Aquellas zonas que, por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO MR-40 KG/CM2

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico como estructura de un pavimento; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto. Una vez nivelada, compactada y curada la base granular se procede a ubicar las formaletas en tramos de varias placas en forma lineal nivelándolas con la estación topográfica, luego se instalan las parrillas con las dovelas de transferencia de carga en las juntas transversales, posteriormente se procede a mezclar concreto según diseño de mezcla, se humedece la base para evitar pérdida de humedad de la mezcla y se deposita la mezcla de concreto(teniendo en cuenta el diseño de mezcla), distribuyéndolo en toda el área de cada placa uniformemente, se inyecta el vibrador neumático y se pasa la regla vibratoria para liberar las burbujas de aire y dar nivelación inicial a mezcla con las formaletas, luego se alisa la superficie del concreto con la llana metálica.

Posteriormente, se procede a realizar el micro-texturizado con el cepillo cuando se pierda el brillo de las placas lo que indica el punto de dureza ideal para el cepillado, y se aplica el antisol para el curado de las placas, luego se deben cortar las placas en las juntas transversales a 1/3 del espesor de la placa seis u ocho horas después de fundida cada placa. Se procede a tomar muestras de concreto con vigas para el control de calidad del mismo y luego se deben quitar las formaletas 12 horas después, y aplicar el sello de juntas y dar en servicio a los 28 días del

curado. El concreto hidráulico que se utilice para el pavimento rígido deberá cumplir con lo establecido en el artículo 500, "Pavimento de Concreto Hidráulico", de las Especificaciones del INVIAS, particularmente en lo que se refiere a cemento, agua, agregado fino, agregado grueso, reactividad, aditivos y acero.

ACERO DE REFUERZO DE 60.000 PSI

Los trabajos cubiertos por este capítulo consisten en el corte, doblaje, figuración e instalación de varillas de acero para el refuerzo de estructuras y demás obras que requieran de estos elementos como elementos de soporte y amarre, de conformidad con los diseños y detalles. Los requisitos de estas especificaciones deben corresponder con lo especificado en el artículo INVIAS 640. Las varillas de acero para refuerzo suministradas deberán ser nuevas, de calidad certificada, sin defectos, dobladuras o curvas.

Las placas de concreto hidráulico tendrán un refuerzo dispuesto en parilla a la mitad de la altura de cada placa, diámetro No.4 con separación entre sí cada 0,20 m. En el sentido longitudinal, se deberá conservar un recubrimiento de 0,05 m mientras que para el sentido transversal y longitudinal.

ADECUACIÓN DE MANHOLES EN CONCRETO DE 3000 PSI

El proceso inicia con el replanteo topográfico de cotas y la demolición controlada del pavimento perimetral, retirando el marco y la tapa deteriorados. Luego, se realiza la excavación manual externa y una limpieza profunda del pozo, Posteriormente, se instala el acero de refuerzo y se montan las formaletas cilíndricas bien apuntaladas, procediendo de inmediato al vaciado continuo del concreto de 3,000 PSI, el cual se vibra mecánicamente para evitar vacíos y garantizar su homogeneidad. Si el diseño lo requiere, se perfilan las cañuelas internas para optimizar el flujo hidráulico de la red de alcantarillado. Tras 24 horas, se retiran los moldes y se inicia un curado húmedo estricto por siete días para prevenir fisuras, complementado con un pañete impermeabilizante interior. Finalmente, se fijan los pasos de acceso, se nivela el brocal para asentar el marco y la tapa definitiva a ras de la vía, concluyendo con el relleno compactado del perímetro y la limpieza total del área.

BORDILLO EN CONCRETO DE 3000 PSI DE 15X15 CM FUNDIDO IN SITU, INCLUYE ACERO

inicia con la limpieza de la superficie de la losa existente, eliminando polvo, grasas o partes sueltas, seguido del replanteo topográfico para marcar la alineación exacta. Posteriormente, se realiza el texturizado o abujardado de la base de concreto y se perfora la losa para sembrar los conectores de acero (anclajes o dovelas) mediante resina epóxica estructural, amarrando a estos el acero de refuerzo longitudinal y transversal del bordillo. Luego se instalan y alinean las formaletas, aplicando desmoldante y sellando la base para evitar la pérdida de lechada. Acto seguido, se realiza el vaciado continuo del concreto de 3,000 PSI, vibrándolo con cuidado para no mover la armadura y realizando el acabado superficial con llana y herramientas de fileteo para redondear las aristas visibles.

Finalmente, se ejecutan las juntas de dilatación haciéndolas coincidir estrictamente con las juntas existentes de la losa de pavimento, se retiran las formaletas a las 24 horas y se aplica un curado húmedo continuo durante un mínimo de 7 días.

ANDEN EN CONCRETO E=10CM INCLUYE ACERO

En esta actividad se deberá descapotar y excavar el terreno considerando las dimensiones en planta, y la profundidad de la excavación, de acuerdo con la estructura seleccionada según el tipo de suelo de la subrasante. Posteriormente, compactará el fondo de la excavación, y procederá a llenar con el material granular correspondiente, hasta la altura especificada, extendiendo y compactando en capas no mayores de 15 cm. Posterior se deberá replantear anden, armar formaletas, colocar acero de refuerzo, vaciar concreto verificando el espesor, realizar la vibración del concreto, posterior el curado del concreto y por último desencofrar anden.

SEÑALES VERTICALES DE TRANSITO

Esta actividad consiste en el suministro e instalación de señales verticales grupo I localizados según el proyecto, esta actividad iniciará una vez terminada las demás actividades contempladas en el presupuesto, la señal se debe instalar a una altura mínima de siembra será de 2.5 m, el suministro de la señal incluye todo lo necesario para su perfecta instalación y puesta en funcionamiento.

SEÑALES HORIZONTALES DE TRANSITO (DEMARCACION VIAL)

La señalización horizontal, conforme al Manual de Señalización Vial vigente, se ejecuta sobre superficies en óptimas condiciones estructurales y de limpieza, garantizando adherencia, retroreflectividad y resistencia al deslizamiento. El proceso inicia con la verificación de textura, pendiente transversal y humedad, seguido por la aplicación de materiales certificados bajo las normas NTC 1360, 4744 y 4745, como pintura en frío, plásticos en frío, termoplásticos y dispositivos elevados. Las demarcaciones se diseñan según velocidad de operación, categoría de vía y volumen vehicular, cumpliendo dimensiones y luminancia con $Rc \geq 1.7$. El espesor varía según tipo de material: pintura (300 µm húmeda), termoplástico (1.5–3.0 mm). El trazado se efectúa con equipos automáticos o semiautomáticos calibrados, utilizando plantillas, con alineación, espaciado y simbología según planos aprobados.

EXCAVACIONES A MANO DE MATERIAL HUMEDO, INCLUYE TRANSPORTE

Comprende el retiro de todo material húmedo, este procedimiento debe hacerse de manera manual ya que son pocas cantidades y en espacios reducidos que requieren mucha precisión, Para este proyecto se requiere adelantar excavaciones manuales.

SOLADO EN CONCRETO DE 2000 PSI

colocación de concreto de limpieza que se aplica al fondo de las excavaciones con el fin de proteger el piso de cimentación y el refuerzo de cualquier tipo de contaminación o alteración de las condiciones naturales del terreno.

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

CONCRETO REFORZADO DE 4.000 PSI PARA BOX CULVERT

Se debe verificar que el solado de limpieza se haya ejecutado de acuerdo a las especificaciones y diseños, después verificar dimensiones y localización de la estructura según los diseños. Se debe realizar el replanteo del box sobre el concreto de limpieza, se figura, armar y colocar el refuerzo de acuerdo a las recomendaciones y especificaciones del diseño estructural.

En el refuerzo se deberán verificar diámetros, longitudes de traslapo y recubrimientos, Se chequeará colocación y plomos de las respectivas formaletas si es necesario, se transportará, y se vaciará el concreto progresivamente por medios manuales o mecánicos sin que éste produzca segregación, se realizará el vibrado del concreto por medios mecánicos o manuales, se retira la formaleta y se realiza el proceso de curado del concreto.

ACERO DE REFUERZO DE 60.000 PSI PARA BOXCULVERT

Los trabajos cubiertos por este capítulo consisten en el corte, doblaje, figuración e instalación de varillas de acero para el refuerzo de estructuras y demás obras que requieran de estos elementos como elementos de soporte y amarre, de conformidad con los diseños y detalles. Los requisitos de estas especificaciones deben corresponder con lo especificado en el artículo INVIAS 640. Las varillas de acero para refuerzo suministradas deberán ser nuevas, de calidad certificada, sin defectos, dobladuras o curvas.

Las placas de concreto hidráulico tendrán un refuerzo dispuesto en parilla a la mitad de la altura de cada placa, diámetro No.3 con separación entre sí cada 0,20 m. En el sentido longitudinal, se deberá conservar un recubrimiento de 0,05 m mientras que para el sentido transversal se deberá considerar que las barras penetren 0,10 m en las placas de concreto ciclópeo, con el fin de que el acero quede embebido en dicha placa.

RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL SELECCIONADO, INCLUYE EL TRANSPORTE DEL MATERIAL AL SITIO DE LA OBRA

Suministro, colocación y compactación de material de subbase granular aprobado sobre una superficie debidamente preparada, de acuerdo con los alineamientos del estudio de suelos y dimensiones que se indiquen en los planos generales del proyecto.

BARANDAS METÁLICAS FY= 345 MPA

Esta actividad consiste en la fabricación e instalación de barandas metálicas sencillas de tres líneas con acero de alta resistencia Fy = 345 MPa en box culvert. El proceso comienza midiendo y marcando sobre el concreto los puntos exactos de fijación. En taller, se cortan los tubos de acero estructural, se sueldan las tres líneas horizontales a los soportes verticales y se les aplica una capa completa de pintura anticorrosiva. Mientras tanto en la obra, se realizan las perforaciones en el concreto y se introducen pernos de fijación utilizando pegante epóxico de alta resistencia. Para finalizar, se ensamblan los módulos de la baranda alineándolos perfectamente, se aprietan con firmeza todas las tuercas a las platinas base y se

da un retoque final de pintura en las uniones para garantizar una alta protección frente a la intemperie y una óptima rigidez.

EMPEDRADO DE PROTECCIÓN

Esta actividad consiste en la instalación de concreto de 2000 psi con piedra rajón para la protección lateral de las obras de arte tipo box, para correcta construcción de debe retirar cualquier escombro, vegetación y material suelto del área alrededor del box culvert donde se aplicará el empedrado, seguido se nivela y compactar el terreno, colocar una capa de material granular de aproximadamente 10cm y compactarla adecuadamente, se colocara la mezcla de concreto y piedra rajón en el espesor requerido.



9. ACTIVIDADES PARALELAS

Paralelamente a las actividades de obrase ejecutarán actividades como el Plan de Manejo de Tráfico (PMT) y el implementación de gestión de obra (PGIO), de los cuales se hará una breve descripción a continuación:

9.1. PLAN GENERAL DE MANEJO DE TRANSITO

Esta actividad se realizará durante los 3 meses de ejecución física del proyecto. Se instalarán las vallas y señales de acuerdo al plano del PMT.
Se contempla el uso de paleteros, ya que los tramo se intervendrán de 150m en 150m es que visualmente es largo y no permite una circulación respetando el paso.

9.2. IMPLEMENTACIÓN DE GESTION DE OBRA

Se realizará durante los 15 meses de ejecución física del proyecto y contempla un profesional especialista en el área ambiental con una dedicación del 25% que apoyará con el asesoramiento para la ejecución de actividades como: Información a la comunidad, divulgación, atención y participación ciudadana, almacenamiento y manejo de materiales de construcción, manejo de campamentos e instalaciones temporales.

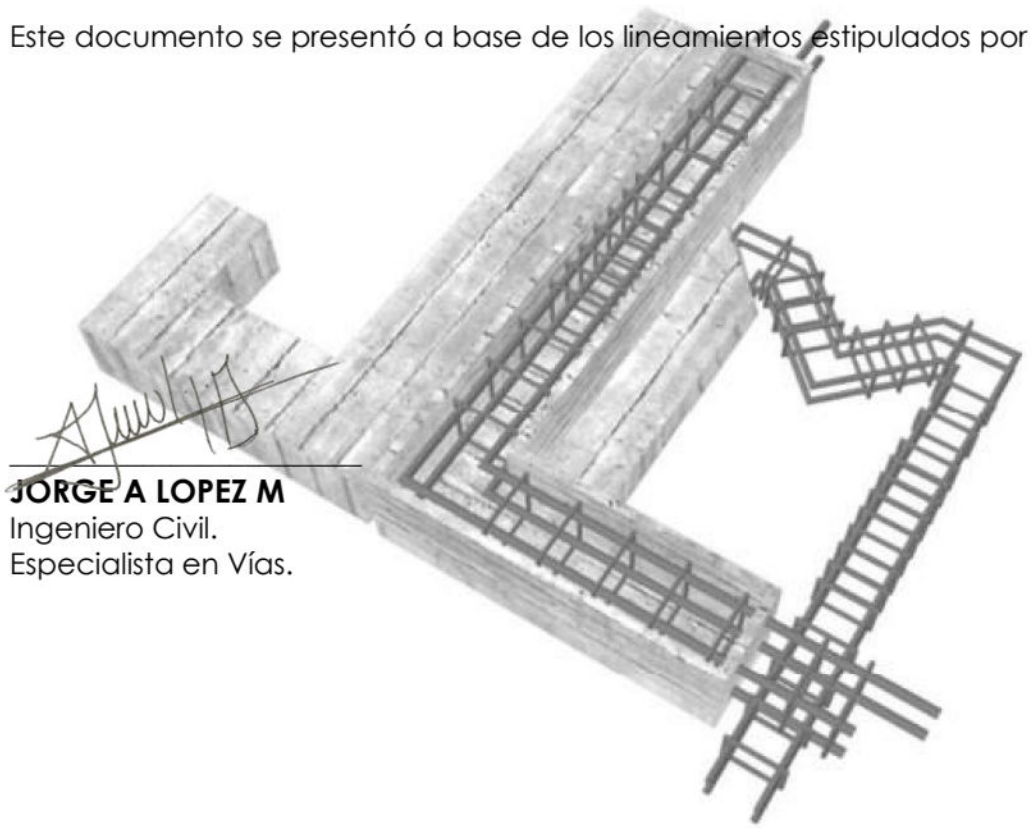
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

se recomienda adoptar procesos constructivos adecuados que garanticen el funcionamiento y la calidad de las obras.

Se recomienda un control de calidad en la etapa constructiva, de forma tal que se garantice que los materiales cumplan con las normativas y especificaciones técnicas tenidas en cuenta en el diseño.

Se deberá cumplir a cabalidad las actividades en el orden en que se plantean, para no causar atrasos o errores en la ejecución de las actividades posteriores.

Este documento se presentó a base de los lineamientos estipulados por el INVIAS.



JORGE A LOPEZ M
Ingeniero Civil.
Especialista en Vías.

LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

SOPORTE TÉCNICO 10

PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO - PMT

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

PLAN DE MANEJO DE TRÁNSITO Y SEÑALIZACION DURANTE LA CONSTRUCCIÓN [PMT]



MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.

LOS CORDOBAS – CORDOBA
SEP DE 2026.

JLM
JORGE LOPEZ MORENO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 3
2. OBJETIVO GENERAL 4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4
3. METODOLOGÍA 4
4. LOCALIZACIÓN GENERAL 5
VIA ALTERNA 5
5. INFORMACIÓN QUE SERÁ ENTREGADA AL CONSTRUCTOR 6
ANTECEDENTES 6
OBLIGACIONES DEL CONSTRUCTOR CON RESPECTO AL PMT 6
6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA 6
7. PLAN DE MANEJO DEL TRÁNSITO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCION 7
8. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN 7
9. SEÑALIZACIÓN GENERAL 8
SEÑALES PREVENTIVAS 8
SPO-01. TRABAJOS EN LA VÍA 8
SPO-02. MAQUINARIA EN LA VÍA 9
SPO-03. AUXILIAR DE TRANSITO 9
SEÑALES INFORMATIVAS. 9
SIO-07. DESVÍO 10
SIO-03. FIN DE OBRA 10
SIO-09 y 11. FIN CARRIL (DERECHO-IZQUIERDO) 10
DISPOSITIVOS PARA LA CANALIZACIÓN DEL TRÁNSITO 10
CONOS Y DELINEADOR. 11
BARRICADAS Y FAROS 11
DELINEADORES COMPUESTOS 11
BARRERAS PLÁSTICAS FLEXIBLES (MALETINES) 12
DISPOSITIVOS MANUALES 12
10. ESQUEMA DEL CIERRE DE UNA VÍA CON CARRIELES MIXTOS SEGÚN MANUAL DE INVIAS 17

INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

11. ESQUEMA DEL CIERRE DE UNA VÍA CON CARRIELES MIXTOS ALTERNATIVO... 18
ADECUACIONES TEMPORALES Y SEÑALIZACIÓN 18
SEÑALIZACIÓN DE PRIMER NIVEL 18
SEÑALIZACIÓN DE SEGUNDO NIVEL 18
12. ACCIONES DE CONTINGENCIA 19
13. INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PLAN 19
INFORMACIÓN DURANTE EL PERÍODO DE AMBIENTACIÓN 20
INFORMACIÓN ANTES DE LAS OBRAS 20
INFORMACIÓN DURANTE LAS OBRAS 20
MEDIOS DE DIFUSIÓN A UTILIZAR 21
14. PUESTA EN MARCHA DEL PLAN DE MANEJO DEL TRÁNSITO 21
15. SUPERVISIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL TRÁNSITO 21
16. PRESUPUESTO DEL PMT 22



1. INTRODUCCIÓN

El Municipio de **LOS CORDOBAS** tiene a su cargo el mejoramiento y el mantenimiento de sus vías, para que el sistema vial pueda operar satisfactoriamente en su Municipio.

El presente Plan de Manejo de Tránsito hace referencia a las acciones que se deben tomar para el **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.**

Las vías tienen **CARRILES MIXTOS**, en mal estado en deteriorado por años de usos sin el adecuado mantenimiento, limitando el flujo vehicular a un solo carril frecuentemente.

Es importante destacar que, en un Plan de Manejo de Tránsito, es tan importante su correcta elaboración como su aplicación. Por lo tanto, el éxito del presente PMT, depende de que sea acatado de manera rigurosa por el contratista y los demás actores del proyecto.

El presente documento contiene las exigencias para la correcta implementación del PMT requerido para el **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.**

Es importante destacar que el éxito del Plan de manejo de tránsito para **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS**, depende de que sea acatado de manera rigurosa por el contratista.

El constructor deberá cumplir con cada uno de los lineamientos y componentes del Plan de Manejo de Tráfico durante el desarrollo de la obra, ya que están basados en el MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL DE COLOMBIA DISPOSITIVOS UNIFORMES EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA LA REGULACIÓN DEL TRANSITO Y LA SEGURIDAD VIAL 2024 APROBADO CON LA RESOLUCIÓN 45005 DE 2024.

2. OBJETIVO GENERAL

Mitigar el impacto generado por las obras que se desarrollarán en el **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS,** sobre el flujo vehicular, tránsito peatonal, pasajeros, personal de la obra, comerciantes y residentes del sector. Lo anterior, bajo el cumplimiento de las normas establecidas por el MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL DE COLOMBIA DISPOSITIVOS UNIFORMES EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA LA REGULACIÓN DEL TRANSITO Y LA SEGURIDAD VIAL 2024 APROBADO CON LA RESOLUCIÓN 45005 DE 2024.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evitar en lo posible la restricción u obstrucción de los flujos vehicular y peatonal. Ofrecer a los usuarios una señalización clara y de fácil interpretación, que les facilite la toma de decisiones en forma oportuna, ágil y segura.

Permitirle al transporte público, particular, pesado y peatones la optimización de velocidades, distancias y tiempos de recorrido, de acuerdo con los cierres parciales o totales requeridos para la ejecución de las obras.

Garantizar seguridad de los usuarios en el **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.** Brindar seguridad al peatón mediante la conformación de señalización para peatonales.

3. METODOLOGÍA

La metodología empleada para la elaboración del Plan de Manejo de Tránsito del proyecto **MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL, DISPOSITIVOS UNIFORMES PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN CALLES, CARRETERAS Y CICLORRUTAS DE COLOMBIA** es el MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL DE COLOMBIA DISPOSITIVOS UNIFORMES EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA LA REGULACIÓN DEL TRANSITO Y LA SEGURIDAD VIAL 2024 APROBADO CON LA RESOLUCIÓN 45005 DE 2024.

4. LOCALIZACIÓN GENERAL



Localización del proyecto
Fuente: google maps

VIA ALTERNA

- Considerando que **SI** existen vías alternas para todas las vía del proyecto, que ayuden agilizar la circulación vehicular, se establece un horario de trabajo en estas vías de 9am a 11:30 am y de 2:30 pm a 5:00 pm, ya que de esta manera no se interfiere con la circulación de la comunidad en horas picos.

- En las vías a intervenir está **PERMITIDO** el cierre total permanente y en zonas críticas de la movilidad estará habilitado un carril de la vía para todo tipo de vehículos.

El proyecto **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS,** está clasificado como una obra de gran impacto sobre el municipio y por ende sobre el área de influencia cercana del proyecto.

Las actividades a desarrollar en el **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS,** son:

- Excavaciones de todo tipo.

- Trasporte de materiales.
- Demolición de estructuras.
- Nivelación y conformación de sub-rasantes y subbases, incluyendo rellenos en material seleccionado.
- Colocación del material seleccionado para su-base compactado al 95% del Proctor modificado.
- Construcción de estructura de pavimento hidráulico.
- Construcción de Bordillos y Andenes.
- Construcción de box culvert.
- Empedrado de protección.

5. INFORMACIÓN QUE SERÁ ENTREGADA AL CONSTRUCTOR

ANTECEDENTES

El constructor o contratista se le entregara toda la información necesaria para la ejecución de los trabajos conjunto con la interventoría del Contrato, de tal forma que inicie sus labores con anticipación al inicio de la obra, desarrollando en este primer periodo programación necesaria para la construcción de la obra en mención.

OBLIGACIONES DEL CONSTRUCTOR CON RESPECTO AL PMT

El constructor deberá cumplir con cada uno de los lineamientos y componentes del Plan de Manejo de Tráfico durante el desarrollo de la obra.

El Plan de Manejo de Tránsito para el mejoramiento de la vía se elaborará bajo la premisa de no realizar cierres totales sobre las vías, salvo situaciones especiales que no podrán exceder los 20 min

Adicionalmente, el Constructor debe garantizar la adecuada movilidad en las vías tanto de pasajeros como de peatones, el acceso peatonal y la movilidad de los buses del sistema de transporte intermunicipal.

6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Los documentos de referencia que el Constructor deberá tener en cuenta son los siguientes:

Señalización horizontal y vertical: **MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL DE COLOMBIA DISPOSITIVOS UNIFORMES EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA LA REGULACIÓN DEL TRANSITO Y LA SEGURIDAD VIAL 2024 APROBADO CON LA RESOLUCIÓN 45005 DE 2024**.

7. PLAN DE MANEJO DEL TRÁNSITO EN LA ETAPA DE CONSTRUCCION

En la elaboración del plan de manejo del tránsito general para la etapa de construcción se tuvieron en consideración las siguientes actividades:

Se le solicito a la alcaldía del Municipio que defina el área de influencia del proyecto y las condiciones especiales que deberá tener en cuenta, e información sobre el sentido de circulación de las vías que podrían servir para desviar el tránsito.

Se estudiaron las vías aledañas a la zona del proyecto, los usos del suelo y los posibles impactos que se podrían presentar por la desviación del tráfico por estas vías.

Se consideraron las condiciones actuales del tránsito en las vías afectadas por el proyecto, de acuerdo con el área de influencia, para lo cual se tuvieron encanta los volúmenes vehiculares aforados.

Se contemplo un esquema de desvíos considerando el manejo del tránsito, el transporte público, particular, pesado y peatones.

Se estableció un esquema de señalización durante la etapa de construcción que incluya pasacalles, señales para obra, elementos de protección y adecuaciones temporales, todo esto en base al MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL DE COLOMBIA DISPOSITIVOS UNIFORMES EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA LA REGULACIÓN DEL TRANSITO Y LA SEGURIDAD VIAL 2024 APROBADO CON LA RESOLUCIÓN 45005 DE 2024.

Se valido, mediante visitas de campo, la factibilidad del esquema de desvíos diseñado ya que en la zona no existen muchas vías alternas.

Se ajusto el esquema de desvíos de acuerdo con las observaciones de campo y las recomendaciones de la Secretaría planeación del Municipio.

8. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

El Plan de Manejo de Transito aprobado para este proyecto, se le realizará la entrega al constructor de tal forma que este cumpla con los lineamientos del Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte y que deben cumplir con la premisa inicial de este Plan, es decir la de no cerrar las vías en ningún momento, salvo ocasiones especiales que no deberán superar los 20 minutos.

El Plan de Manejo de Tránsito desarrollado para la adecuación de las vías, deberá cumplir las mismas premisas exigidas al constructor y cumplir los siguientes cinco (5) principios fundamentales, a saber:

La seguridad de los usuarios en áreas de control temporal del tránsito como un elemento integral y de alta prioridad de todo proyecto.

La circulación vial deberá ser restringida u obstruida lo menos posible.

Los conductores y los peatones deben ser guiados de manera clara mediante dispositivos en la aproximación y atravesamiento de zona de obras.

Aseguramiento de niveles de operación aceptables, realizando inspecciones rutinarias de los elementos de regulación del tránsito.
Difusión y divulgación de los trabajos temporales por desarrollar, con el propósito de que se tenga un buen conocimiento de ellos por parte de los usuarios de las vías y los habitantes de la zona.

9. SEÑALIZACIÓN GENERAL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS, se debe programar de tal forma que el impacto generado sea el mínimo, para lo cual se utilizarán los siguientes elementos:

SEÑALES PREVENTIVAS

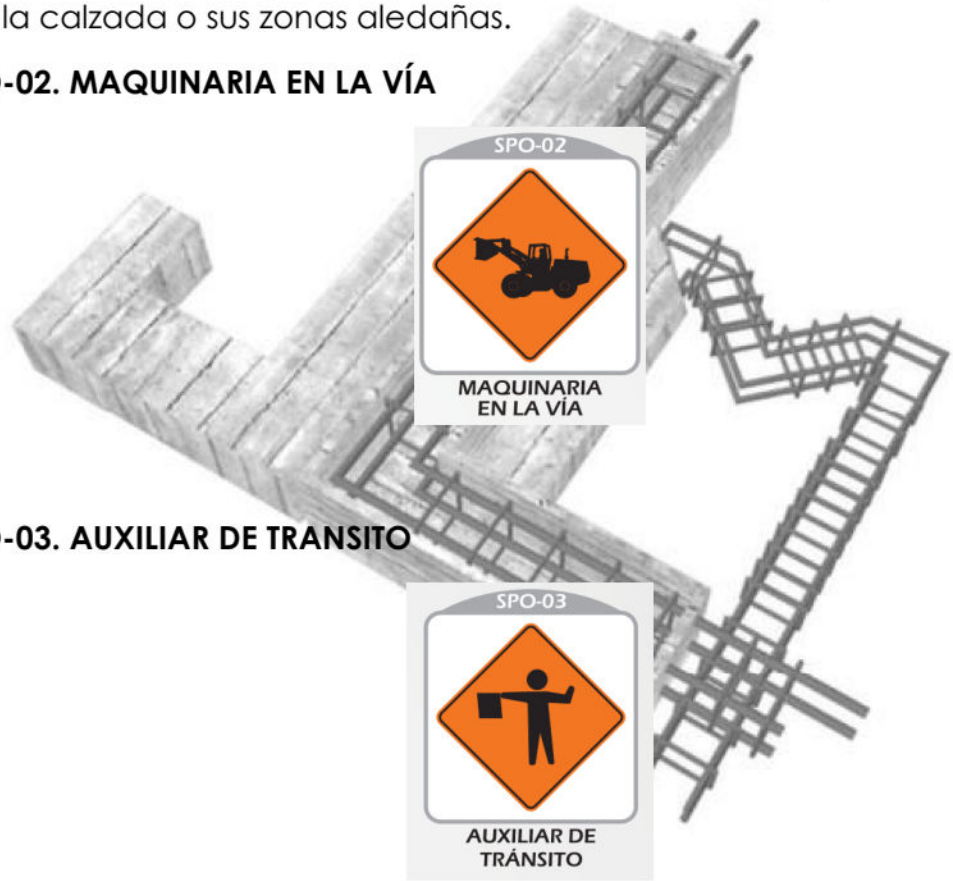
Tienen por objeto advertir a los usuarios de la vía sobre los peligros potenciales existentes en la zona, cuando existe una obra que afecta el tránsito y puede presentarse un cierre parcial de la vía. Las señales preventivas deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra. Las señales preventivas tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla. Se colocarán a el (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra.

SPO-01. TRABAJOS EN LA VÍA



Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un tramo de la vía que se ve afectado por la ejecución de una obra que perturba el tránsito por la calzada o sus zonas aledañas.

SPO-02. MAQUINARIA EN LA VÍA



SPO-03. AUXILIAR DE TRANSITO

SEÑALES INFORMATIVAS.

SIO-07. DESVÍO



Se usará esta señal para reglamentar el paso alternado de los vehículos, cuando en una calzada de dos carriles se cierra uno de ellos.

SIO-03. FIN DE OBRA



Esta señal indicará el fin de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, con el mensaje "FIN DE OBRA".

SIO-09 y 11. FIN CARRIL (DERECHO-IZQUIERDO)



Esta señal se empleará para prevenir a los conductores sobre la proximidad a un tramo de vía en el cual se ha cerrado uno o varios carriles de circulación.

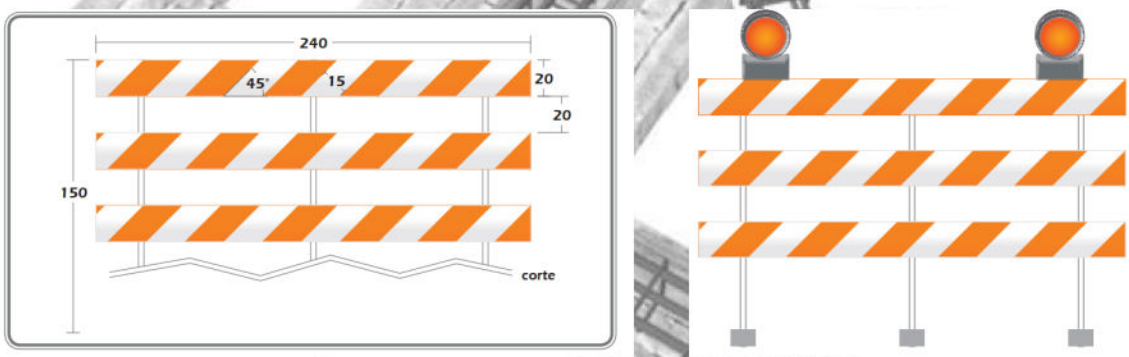
DISPOSITIVOS PARA LA CANALIZACIÓN DEL TRÁNSITO

La función de estos elementos es encauzar el tránsito a través de la zona de trabajos y marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberá poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

CONOS Y DELINEADOR.

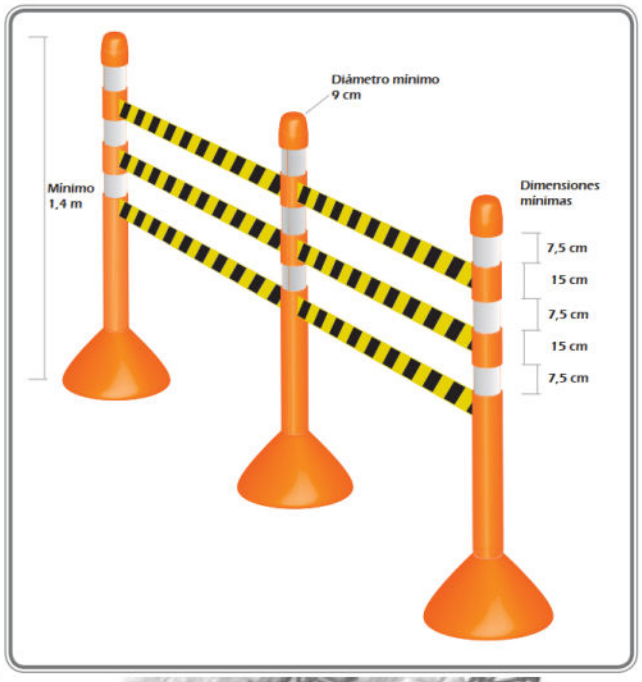


BARRICADAS Y FAROS



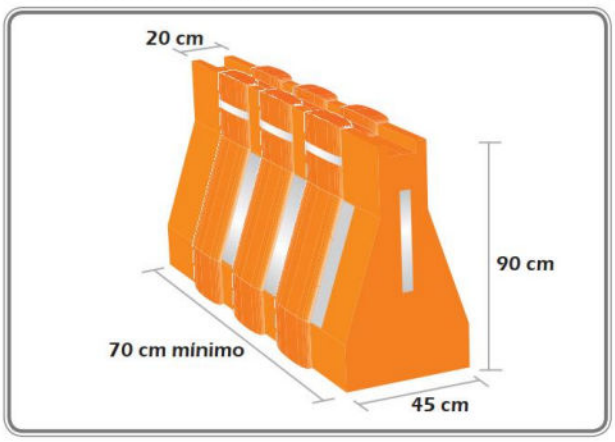
Las barricadas estarán formadas por bandas o listones horizontales, con una longitud entre 2,0 m y 2,4 m y una altura de 0,20 m, separados por espacios iguales a sus alturas. Las bandas serán fijadas a postes firmemente hincados cuando sean fijadas para obras de larga duración y sobre caballetes cuando sean portátiles para obras de corta duración.

DELINEADORES COMPUESTOS



Estos dispositivos de canalización vehicular y peatonal serán fabricados en material plástico anaranjado y unido por cinta de señalización (CINTA PELIGRO).

BARRERAS PLÁSTICAS FLEXIBLES (MALETINES)



Son dispositivos, en material plástico, utilizados para restringir y canalizar el tránsito vehicular, cuando se genera un cierre total o parcial de la vía. Generalmente como dispositivos de canalización, se colocan en serie a una distancia máxima de separación de 3 m; su color deberá ser naranja.

DISPOSITIVOS MANUALES

En este proyecto por sus características puntuales, la regulación del tránsito alternado se realizará mediante bandereo en cada en cada extremo de la obra, con radios que permitan la comunicación entre ellos.

Con el fin de que el bandereo conozca cuando permitir el tránsito por el acceso que controla, empleara algunos de los siguientes sistemas:

Identificar por medio de la placa de la matrícula o describir el último vehículo, al bandereo del otro extremo.

Entregar al conductor del último vehículo que entra al tramo una bandera roja u otro dispositivo, con la instrucción de hacer entrega al bandereo ubicado en el otro extremo.

8.6.1 Banderas y paletas

Los bandereros emplean banderas o paletas. Las banderas son franjas de tela de color rojo, de 60 por 60 cm, sujetas a una hasta de 100 cm de longitud.

Son dispositivos que se usan comúnmente en las horas del día para efectos de regulación del tránsito en vías afectadas por la ejecución de obras.

Las paletas son elementos fabricados en madera, plástico u otros materiales semirrígidos livianos, que tienen la misma forma y características de la señal SR-01 Pare y que contiene los mensajes de "PARE" por una cara y de "SIGA" o "LENTO" en la otra cara. El tamaño mínimo de la paleta corresponded a la inscripción de un octágono dentro de un círculo mínimo de 45 cm de diámetro.

El fondo de la cara de "PARE", será de color rojo con letras y bordes blanco y el fondo de la cara "SIGA", será de color verde con letras y bordes blancos, todos ellos fabricados en lamina defectiva Tipo I. El soporte de la paleta tendrá como mínimo 1,20 m de longitud y será de color blanco.

La indumentaria del bandereo constara de:

Un casco de color naranja con franjas horizontales de 10 cm de largo por 5 cm de ancho, fabricadas en lamina reflectiva Tipo III, de color blanco en el frente y rojo en la parte posterior.

Chaleco color naranja con un mínimo de dos franjas (horizontales, verticales u oblicuas), de 5 cm cada una, en cinta reflectiva que cumpla con los coeficientes de retrorrefleccion especificados en la norma técnica

colombiana NTC - 4739, para la lámina reflectiva Tipo I. Las franjas serán en color blanco, rojo o amarillo.

Cuando las condiciones climáticas lo requieran, el bandereo usara un impermeable de color amarillo, con una franja blanca en cinta reflectiva de 15 cm de ancho, colocada horizontalmente en el tercio superior, a la altura del tórax.

El bandereo deberá estar visible para los conductores que se acercan, desde una distancia suficiente que permita una respuesta oportuna en el cumplimiento de las instrucciones que se impartan. Esta distancia está relacionada con las velocidades de aproximación.

Cuando se utilicen banderas se seguirán las siguientes instrucciones para dar las señales a los conductores:

Detención del tránsito: El bandereo estará de frente al tránsito y extenderá la bandera horizontalmente a través del canal de tránsito en una posición estacionaria, de tal forma que toda la bandera sea visible. Para dar un énfasis mayor la mano libre se puede levantar con la palma de frente al tránsito que se aproxima.

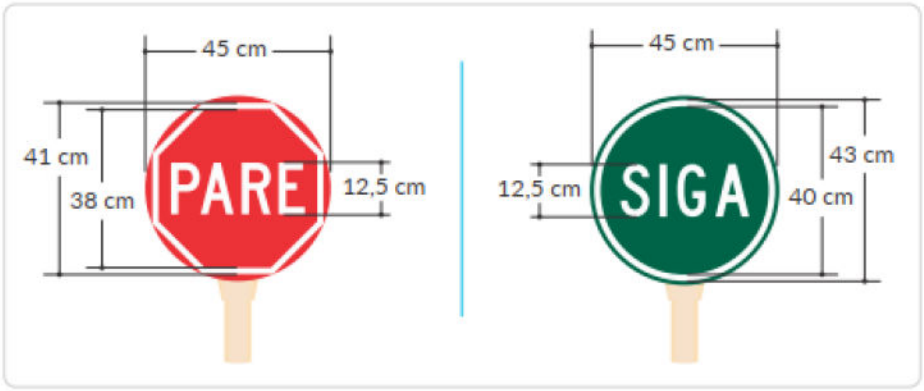
Circulación del tránsito: El bandereo estará parado en dirección paralela al movimiento de tránsito, y con la bandera y el brazo debajo de la llena visual del conductor, indicará a los conductores que prosigan, moviendo su mano libre. No se usarán las banderas para indicar al tránsito que prosiga.

c) Aproximación lenta: El bandereo estará parado de frente al tránsito y moverá la bandera despacio, en un movimiento hacia arriba y hacia abajo sin levantar el brazo sobre la posición horizontal.

Siempre que sea posible, el bandereo les indicara a los conductores la razón de la demora y el periodo aproximado de tiempo de detención del tránsito. Es necesario hacer entender a los bandereros y operadores de equipo que debe concederse el derecho de paso al público y evitar demoras excesivas.



a. Señal SRO-04 *PARE/SIGA*



INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

Para detener el tránsito



Para que el tránsito prosiga

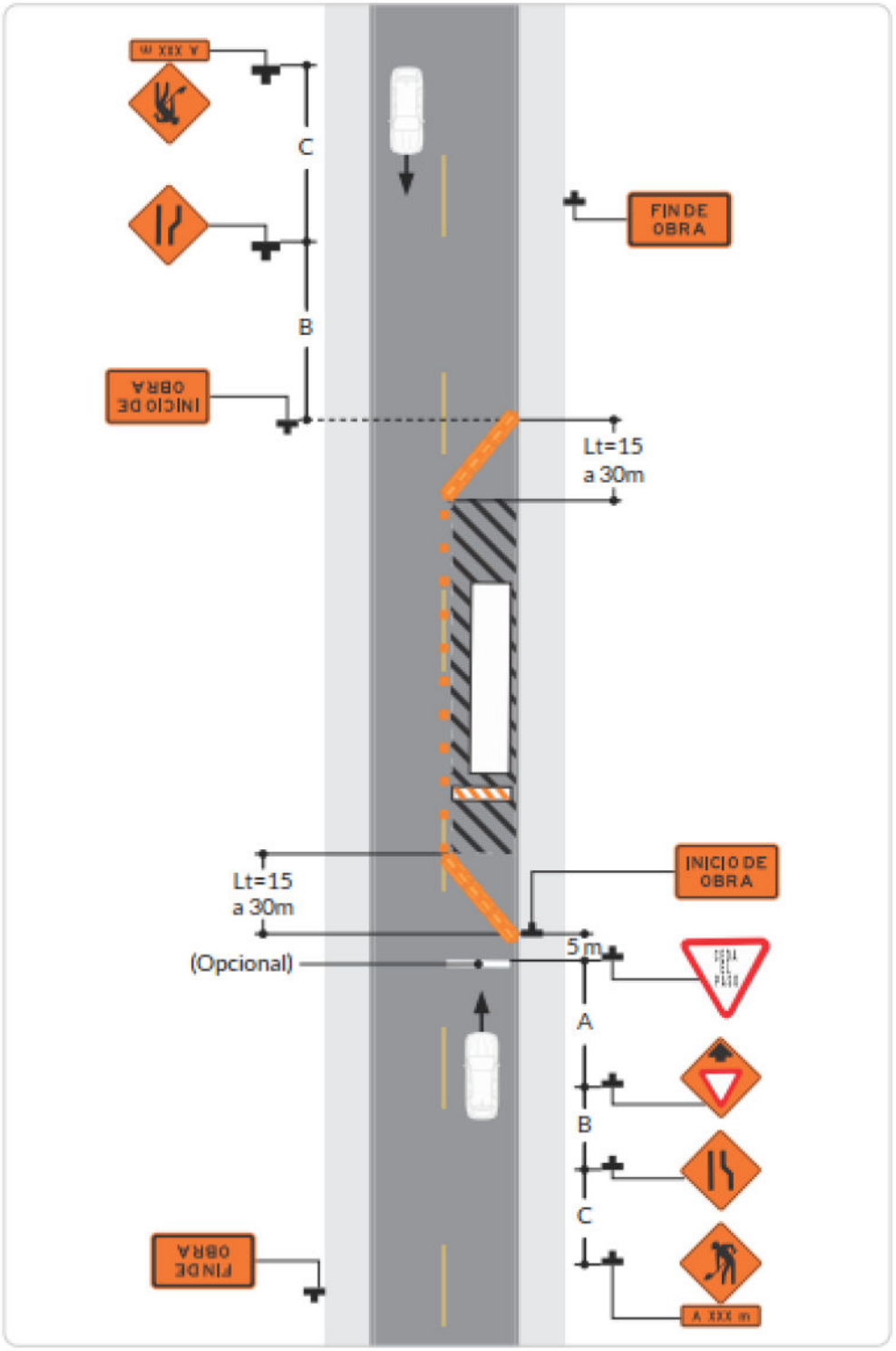


Para alertar y reducir la velocidad del tránsito



INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

10. ESQUEMA DEL CIERRE DE UNA VÍA CON CARRIELES MIXTOS SEGÚN MANUAL DE INVIAS



INGENIERO CIVIL ESP EN VIAS Y TRANSPORTE
jalmproyectos@gmail.com
Montería - Córdoba

11. ESQUEMA DEL CIERRE DE UNA VÍA CON CARRIELES MIXTOS ALTERNATIVO



Esta alternativa será la implementada en el proyecto.

ADECUACIONES TEMPORALES Y SEÑALIZACIÓN

Ya que la vía actualmente se encuentra en terreno natural y sin ningún tipo de diseño geométrico, **NO** cuenta con ningún tipo de señalización.

SEÑALIZACIÓN DE PRIMER NIVEL

Por ser esta una obra de gran impacto, será necesaria la instalación de pasacalle de tela informando a la ciudadanía al menos 5 días antes del comienzo de las obras, la fecha en que se comenzarán y deberán permanecer estos pasacalles otros 30 días después de iniciadas las actividades.

SEÑALIZACIÓN DE SEGUNDO NIVEL

En la segunda etapa de señalización se instalarán señales Reglamentarias, Preventivas, Informativas y de Obra que indiquen las nuevas condiciones de Tránsito a los vehículos que transitan por el área de influencia de la obra y a los peatones.

Señales Reglamentarias tales como Velocidad Máxima que se verá afectada por las condiciones de obra.
Señales de obra y preventivas e informativas deberán ser implementadas indicando el inicio y el final de obra.

En sitios preestablecidos se dejarán puertas en el cerramiento que permitan la entrada y salida de volquetas para el cargue de escombros y el acopio de materiales.

En todo el corredor de la obra se deberán instalar señales indicando al tráfico vehicular que se debe transitar con precaución.

Si es necesario para algunas maniobras o ejecuciones de obra temporales reducir un carril en las calzadas, se señalizará informando la reducción del carril.

Se deberá informar a lo largo de toda la vía en ejecución de la obra la presencia de maquinaria, trabajadores y bandereros en donde se requiera colaborar con el traslado o salida de maquinaria.

Dispositivos Varios: Son todos aquellos implementos utilizados para la protección de los ciudadanos tales como Barricadas; Estarán formadas por bandas o listones horizontales.
En la parte superior de la barricada se deberá colocar la señal SRO-01.
Soportes: Se utilizan para sostener la Cinta de demarcación, su separación será máximo cada 4 metros.

En lo que respecta a la entrada y salida de materiales, equipos y salida de escombros y demás para cada frente en ejecución se contará con personas que den las indicaciones necesarias y oportunas para el manejo del tráfico de equipos y materiales de construcción en las intersecciones.

Se debe separar el flujo peatonal de los trabajos propios de la obra y del flujo vehicular.

12. ACCIONES DE CONTINGENCIA

Se debe detectar oportunamente la formación de congestión informando inmediatamente al personal de la obra que tiene a su cargo la seguridad y el control del tránsito, para tomar medidas que solucionen los inconvenientes.

13. INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PLAN

La información y divulgación del Plan de Manejo del Tránsito es muy importante, ya que permite que los usuarios tomen las precauciones respectivas al darse el apoyo esperado. Esta deberá referirse a las condiciones del tránsito, a la obra y a la necesidad de apoyo y colaboración de la población. MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL DE COLOMBIA DISPOSITIVOS UNIFORMES EN LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARA LA REGULACIÓN DEL TRANSITO Y LA SEGURIDAD VIAL 2024 APROBADO CON LA RESOLUCIÓN 45005 DE 2024, clasifica la información en tres etapas importantes: período de ambientación de obras, antes de las obras y

durante las obras, los cuales deben ser ejecutados en el tiempo a lo largo de la construcción.

- Durante el período de ambientación de las obras:
Se refiere a mensajes informativos y de sensibilización hacia la obra y colaboración de la ciudadanía.
- Antes de las obras: Se informa sobre la duración y tipo de obra, desvíos y precauciones a tomar.
- Durante las obras: Se indica de manera clara los desvíos y precauciones a tomar.



INFORMACIÓN DURANTE EL PERÍODO DE AMBIENTACIÓN

Se realiza a través de acciones de prevención y mitigación por la construcción de las obras, ambientando a la población acerca de los beneficios que conlleva la construcción de la obra.

INFORMACIÓN ANTES DE LAS OBRAS

Durante un tiempo prudencial antes de acometer las obras, se le debe informar a la comunidad sobre el proyecto, su proceso, la duración de la construcción y sus implicaciones, molestias que generará la obra y los beneficios que se obtendrán con la construcción del proyecto.

INFORMACIÓN DURANTE LAS OBRAS

El Plan de Divulgación en esta etapa, debe informar con la suficiente antelación aspectos como:

- Avance de las obras, y cambios que las mismas obras generan en la dinámica comunitaria, comercial e institucional.

- Sitios y forma de atención de quejas y reclamos de comunidades, comerciantes e instituciones, a causa de las obras.

- Nuevas acciones de prevención, mitigación o corrección de efectos, sobre las vías alternas, no previstos para la ejecución de las obras.

MEDIOS DE DIFUSIÓN A UTILIZAR

Para el tramo a intervenir, la divulgación del plan de desvíos y apoyo necesario a la población se realizará mediante:

Redes sociales: de la administración municipal y volantes en la zona de influencia del proyecto.

Cuña radial: 30 seg en 5 emisoras comerciales, durante siete días (1 semana) 4 veces al día. (Incluye producción).

Pasacalles en lona e impresión digital (Incluye instalación y desinstalación). Todas las piezas de comunicación deberán cumplir con el Manual de Imagen y ser revisadas y aprobadas por el área de comunicaciones del Municipio.

14. PUESTA EN MARCHA DEL PLAN DE MANEJO DEL TRÁNSITO

El Plan de Manejo del Tránsito necesita la definición de una estrategia para su puesta en marcha. Esta estrategia está compuesta por varios aspectos que se deberán considerar para poner en funcionamiento el Plan de Manejo de Tránsito en obras, destacándose los siguientes:

a) Disponibilidad e instalación de los elementos para el Plan: Se convierte en una actividad fundamental para evitar improvisaciones en campo.
b) Coordinación de participantes en el Plan: En cada uno de los numerales que conforman el Plan de Manejo de Tránsito

c) El Plan de Manejo de Tránsito debe implementarse con anticipación al inicio de las obras, éste debe ser flexible y su evolución deberá estar prevista, a través de los distintos estados progresivos de la obra, especialmente, cuando este proyecto por su magnitud ha sido programado para realizarse por zonas.

15. SUPERVISIÓN DEL PLAN DE MANEJO DEL TRÁNSITO

Es de vital importancia realizar un seguimiento al Plan de Manejo del Tránsito durante las diferentes etapas de avance de la ejecución de la obra, con el fin de monitorear el tránsito vehicular y peatonal, y de acuerdo con ello tomar las medidas correctivas que fuesen necesarias

para garantizar un eficaz funcionamiento de éste, lo cual se hará en los diferentes comités de tránsito o en los comités socio ambientales semanales.

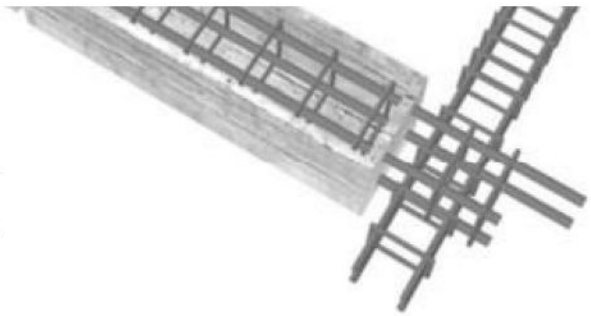
La interventoría notificará al contratista cualquier violación de los requisitos de este apéndice y del Plan de Manejo de Trafico aprobado, cuando observe en cualquier anomalía durante la ejecución del contrato y, si lo considera del caso, indicará las acciones que deben tomarse.

16. PRESUPUESTO DEL PMT

En base a la alternativa seleccionada y al proceso constructivo que menciona que se usaran 2 frentes de trabajo se propone el siguiente presupuesto de implementación:



RECURSOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE TRAFICO					
ITEM	ELEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	Vr/UNITARIO	Vr/TOTAL
1	Señales	Unidad	28	$ 437,000.00	$ 12,236,000.00
2	maletín preventivo	Unidad	8	$ 483,000.00	$ 3,864,000.00
3	Radio teléfonos	Unidad	4	$ 983,495.00	$ 3,933,980.00
4	señal pare y siga	Unidad	4	$ 51,872.50	$ 207,490.00
5	Delineador tubular	Unidad	49	$ 253,000.00	$ 12,397,000.00
COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANEJO DE TRAFICO					$ 32,638,470.00



JORGE A LOPEZ M
Ingeniero Civil.
Especialista en Vías.
TP: 22202-344254 COR

LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

SOPORTE TÉCNICO 11

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL - PMA

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.

LOS CÓRDOBAS – CORDOBA

SEP DE 2026

1. LOCALIZACIÓN DONDE SE DESARROLLARÁ EL PROYECTO



El Municipio de Los córdobas está ubicado en las coordenadas 8°53′43″N 76°21′17″O, más específicamente en la parte noroeste del departamento de Córdoba, situado a 57 km de la capital (Montería) es uno de los 30 municipios que conforman el departamento de Córdoba, localizado en la zona costanera; cuenta con una extensión territorial de 430 km2.

LÍMITES DEL MUNICIPIO

Norte:	Municipio de Puerto Escondido	Departamento de Córdoba
Sur:	Municipio de Canalete	Departamento de Córdoba
Oriente:	Municipio de Montería	Departamento de Córdoba
Occidente:	Mar Caribe	Departamento de Córdoba

INTRODUCCIÓN

Los impactos más adversos generados en este tipo de proyectos se presentan durante las etapas previas a la construcción de la superficie de rodamiento de la carretera, en las cuales se abre y limpia el trazo correspondiente al derecho de vía y se construye el cuerpo de la carretera, por tanto, cuando se realiza el estudio ambiental de una vía ya existente, las etapas de construcción y conservación de la superficie de rodamiento son consideradas de bajo impacto.

OBJETIVOS.

Objetivo general.

Determinar el impacto ambiental generado por las diferentes actividades de obra civil requeridas en el proyecto de construcción de las vías proyectadas.

Objetivos específicos.

- Diagnosticar las condiciones ambientales actuales del área de influencia del proyecto.
- Determinar el grado de afectación de los recursos naturales del área de influencia del proyecto.
- Determinar las actividades de obra civil a ejecutarse en la construcción del proyecto que puedan producir efectos adversos al estado actual del medio ambiente, considerando los factores físicos, bióticos, socio-económicos y culturales.
- Elaborar programas de adaptación de la guía ambiental de acuerdo a la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura del subsector vial.

NORMATIVIDAD.

El desarrollo del Plan de Manejo Ambiental (PMA) para la ejecución de las obras descritas en este informe, se fundamenta en el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente en Colombia para este tipo de proyectos, las cuales se enumeran a continuación:

Decreto 1541 de 1978
Por el cual se define la reglamentación de las aguas, ocupación de los cauces y la declaración de reservas y agotamiento, en orden a asegurar su preservación cuantitativa para garantizar la disponibilidad permanente del recurso, las condiciones para la construcción de obras hidráulicas que garanticen la correcta y eficiente utilización del recurso, así como la protección de los demás recursos relacionados con el agua.
La intervención de cauces o depósitos de agua, puede ser de tipo temporal o definitivo.

Temporal: Cuando se requiera adelantar obras o actividades no permanentes, necesarias para la ejecución de las definitivas, por ejemplo, vadeos que permitan la ejecución de las obras.
Definitivo: Para la construcción de puentes o viaductos con pilas o estribos dentro del cauce, alcantarillas o desvíos de corrientes superficiales.
Estas intervenciones requieren de permiso previo de la Autoridad Ambiental y para su trámite, al contratista le corresponde presentar los estudios de régimen hidráulico de la corriente, dinámica fluvial de la misma en el sector donde se pretende ubicar la estructura y su área de influencia, así como descripción y análisis geológico del sitio de ubicación de la estructura, según términos de referencia emitidos previa solicitud.

Decreto Ley 2811 de 1974 o Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente
Mediante el cual regula integralmente la gestión ambiental y el manejo de los recursos naturales renovables (aguas, bosques, suelos, fauna, etc.).

Ley 99 del 22 de 1993.
Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.

Ley 134 de 1994.
Mediante la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana, crea las veedurías ciudadanas o juntas de vigilancia en el ámbito nacional, con el fin de vigilar y controlar la gestión pública y los recursos públicos.

Resolución 541 de 1994.
Expedida por el MAVDT sobre Manejo de Escombros. Deben cumplirse las disposiciones allí establecidas para el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros. Se podrá disponer escombros para rellenos de obras o nivelaciones topográficas siempre y cuando así lo permitan las disposiciones regionales y locales.

Decreto 948 de 1995.
Permiso para Emisiones Atmosféricas incluido Ruido Para la instalación de plantas de trituración de materiales u otra fuente productora de emisiones atmosféricas, el contratista deberá tramitar y obtener a su costa, previo a la iniciación de la operación de la planta o maquinaria, ante la Autoridad Ambiental con jurisdicción en la zona del proyecto, el correspondiente permiso de emisiones atmosféricas.

Ley 373 de 1997.
Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua, busca preservar la oferta hídrica a partir de la formulación de proyectos y acciones que deben adoptar los usuarios.
Se prohíbe a los contratistas utilizar agua autorizada para uso doméstico para actividades industriales, puesto que además de darle un destino diferente, se puede incumplir con el programa de uso eficiente según el plan y a su vez alterar la prioridad entre el uso para consumo humano, y otros consumos prioritarios.

Ley 472 de 1998.
Consagra la reglamentación de las acciones populares como los medios procesales para la protección de los derechos e intereses colectivos, entre los cuales está la defensa al goce de un ambiente sano.

Ley 1333 de 2009.
Régimen Sancionatorio Ambiental incluye como novedad la presunción de culpa o el dolor del infractor, es decir el investigado asume la carga de la prueba para desvirtuar que él es el infractor, en el Artículo 57 creó el Registro Único de Infractores Ambientales - RUIA, el cual, deberá contener el registro de la información relacionada con las sanciones impuestas como consecuencia de la comisión de infracciones de carácter ambiental a las personas naturales o jurídicas públicas o privadas por las autoridades ambientales competentes.

Ley 685 de 2001 Código de Minas.
Licencia Minera y Ambiental para la Explotación de Materiales Pétreos en Cantera y/o Material de Arrastre de Río.

Decreto 1713 de 2002.
Modificado por el Decreto 838 de 2005 – Sobre recolección doméstica de residuos. De ser posible la disposición de residuos ordinarios a través de la

empresa de recolección los mismos deben identificarse correctamente y entregarse acorde con sus horarios de recolección y cancelarse la tarifa que se haya establecido para el efecto.

Decreto 4741 de 2005.
Sobre el Manejo de Residuos Peligrosos. Se debe realizar la correlación e identificación de los residuos que se generen en una obra civil frente a los elementos y características de los anexos I, II y III del Decreto, para establecer o no su peligrosidad de acuerdo al mismo y en caso positivo proceder acorde con el mismo.
Materiales de construcción que necesiten exclusivamente para dicha obra, con base en la constancia que expida la entidad para la cual se realice la obra y que especifique las características de la obra, la duración de los trabajos y la cantidad máxima que deberá utilizarse.

Ley 1333 de 2009
Régimen Sancionatorio Ambiental incluye como novedad la presunción de culpa o el dolor del infractor, es decir el investigado asume la carga de la prueba para desvirtuar que él es el infractor, en el artículo 57 creó el Registro Único de Infractores Ambientales - RUIA, el cual, deberá contener el registro de la información relacionada con las sanciones impuestas como consecuencia de la comisión de infracciones de carácter ambiental a las personas naturales o jurídicas públicas o privadas por las autoridades ambientales competentes.

Ley 1382 de 2010.
Por la cual se fomenta la explotación técnica de los recursos mineros, de manera que su aprovechamiento se realice en forma armónica con los principios de explotación racional de los recursos naturales.

Resolución 1280 de 2010.
Por la cual se establece la escala tarifaria para el cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de las licencias ambientales, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de manejo y control ambiental para proyectos cuyo valor sea inferior a 2115 SMMV y se adopta la tabla única para la aplicación de los criterios definidos en el sistema y método definido en el artículo 96 de la Ley 633 para la liquidación de la tarifa.

Decreto 3930 del 25 de octubre de 2010
Establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el ordenamiento del recurso hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados. Aplica a las autoridades ambientales, a los generadores de vertimientos y a los prestadores del servicio público domiciliario de alcantarillado.

Decreto 4728 de 23 de 2010.
Permiso para Vertimientos al Recurso Hídrico, al Suelo y a los Alcantarillados.

Decreto 2820 de 2010
Por el cual se reglamentan parcialmente los Títulos VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales. Este Decreto reglamentario de la Ley 99 de 1993 regula de forma más explícita la naturaleza, características y modalidades de las licencias ambientales, así como el procedimiento y términos para su expedición. De la Presidencia de la República.

Decreto 3930 del 25 de 2010.
Establece las disposiciones relacionadas con los usos del recurso hídrico, el ordenamiento del recurso hídrico y los vertimientos al recurso hídrico, al suelo y a los alcantarillados. Aplica a las autoridades ambientales, a los generadores de vertimientos y a los prestadores del servicio público domiciliario de alcantarillado.

Decreto 4728 de 2010
Por la cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.

Resolución 1890 de 2011
Por la cual se enuncian alternativas para la disposición final de los residuos sólidos en los municipios y distritos que dieron aplicación a lo dispuesto en las Resoluciones 1390 de 2005, 1684 de 2008, 1822 de 2009 y 1529 de 2010.

Decreto 3573 de 2011
Por la cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA y se dictan otras disposiciones.

Decreto 1076 de 2015.
Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Resolución 1068 de 2015
Por medio de la cual se reglamenta el registro nacional de maquinaria agrícola industrial y de construcción autopropulsada y se dictan otras disposiciones.

ALCANCE DEL PROYECTO.

El presente estudio define los lineamientos de manejo ambiental para el **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS**. Teniendo en cuenta las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto, no se requiere licencia ambiental. Se tendrá en cuenta la normatividad ambiental vigente, las políticas del Instituto Nacional de Vías – INVIAS y los lineamientos descritos en el Plan de Ordenamiento Territorial.
El propósito fundamental del siguiente estudio es el de realizar el adecuado manejo ambiental del proyecto durante sus diferentes etapas.

El proyecto consiste en la construcción de pavimento rígido en **16** tramos, que suman de 1.8 km, un ancho variable de 5 mts, 4 mts, 2 mts y 1.5 mts todo los tramos cuentan con bordillos 15cm x 15cm y los tramos de 5 y 4 con anden de 60cm.

Área de influencia indirecta (AII).

El área de influencia indirecta corresponde al conjunto de áreas que serán afectadas por impactos indirectos resultado del proyecto, así como del desarrollo inducido por el mejoramiento del espacio público en el municipio.
surgir a partir de este. Considerando una franja de 100 m alrededor del área de Influencia directa.

LOCALIZACIÓN DE SITIOS PARA ACOPIO Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES.

Se localizará un acopio temporal de materiales de acuerdo al plan de ejecución de obras. Esto con el propósito de minimizar el impacto por la ocupación del terreno disponible, la limitación de la movilidad de la maquinaria y el equipo, así como para evitar erosión de material por eventos como la lluvia y el viento. Si adicionalmente se hace necesaria la disposición de áreas para el almacenamiento temporal de materiales de construcción, se tendrán en cuenta las medidas de manejo necesarias para evitar que estos sitios llegaren a obstruir el drenaje de las vías. Así mismo se realizará la respectiva legalización de estos sitios ante el propietario del predio utilizado y la administración municipal para la ocupación del mismo.

Escombros del proyecto.

En caso de generarse material sobrante en el proyecto, se acordará con la oficina de planeación municipal un lugar adecuado para tal fin. Es responsabilidad de los productores de escombros su recolección, transporte y disposición en los sitios autorizados para tal fin, actividad coordinada por el municipio y la Comunidad. Los escombros producidos en obra serán materia de aprovechamiento recuperación y reutilización para otros usos por el municipio debidamente seleccionados y separados de aquellos no reutilizables y almacenados para ser transportados. Los escombros que no sean objeto de un programa de recuperación y aprovechamiento deberán ser dispuestos adecuadamente en lugares cuya ubicación haya sido definida por el municipio. El material sobrante de las actividades de corte será dispuesto en sitios autorizados que cuenten con la capacidad suficiente para su almacenamiento, en caso de ser necesario se contará con varios sitios que garanticen la disposición adecuada del volumen generado.

En todo caso los escombros de ir cubiertos durante el transporte o estando en obra con tela verde u otro elemento que impida la libre dispersión de las partículas, este cubrimiento debe hacerse en promedio 6 veces al mes.

Alternativas de fuentes de materiales.

En cuanto a la utilización de materiales de construcción, se identificarán los proveedores cercanos al proyecto que cuenten con la legalidad ambiental y minera establecida en la legislación ambiental vigente.

Alternativas de sitios de captación de agua.

El suministro del agua requerida para las actividades del proyecto, no se realizará mediante la captación de fuentes superficiales o subterráneas. El volumen de

agua requerido para las actividades de mezcla, compactación y humectación de materiales, será adquirido de la empresa de servicios públicos del municipio.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Análisis por actividades más impactantes
En la etapa previa a las actividades constructivas del proyecto, las actividades que más generarán impactos son la colocación de estructuras de pavimento y bordillos y la demolición de estructuras existentes sobre el componente suelo por la generación de residuos sólidos.

Análisis por componente Afectado
De acuerdo a las matrices realizadas de identificación y valoración de impactos ambientales, los componentes sobre los cuales se desarrollan los impactos identificados, corresponden a:

-Abiótico o Físico (Suelo)
-Socioeconómico y Cultural

Impactos sobre el componente suelo
Desde el inicio del proyecto hasta el final de la obra el componente suelo se ve afectado por la generación de residuos sólidos y escombros de las diferentes actividades y por el vertimiento de residuos de aceites y grasas de la maquinaria utilizada.

Impactos sobre el medio socioeconómico
La comunidad se verá afectada con la restricción de pasos vehiculares y peatonales, acceso a viviendas, así como la disminución de las actividades relacionadas con el comercio en algunas áreas. Sin embargo, es de esperar que con el proyecto se generará durante un tiempo significativo, empleo que orientado hacia la población del AID y AII y es una posibilidad par cualificación laboral y o de mejoramiento de las condiciones de vida para los habitantes del municipio.

Impactos actuales sobre el Paisaje
Las actividades propias de la obra generan un impacto considerable sobre el paisaje relacionadas con la disposición de residuos sólidos y acopio de materiales durante la ejecución de la obra.

PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL.

Metodología.

Para el desarrollo de las estrategias propuestas dentro del presente Plan de Manejo Ambiental para el **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.**", se tomaron como base los resultados obtenidos dentro de la identificación y valoración de aspectos e impactos ambientales, la zonificación y los objetivos trazados para el mismo plan, así como los lineamientos establecidos en los términos de referencia para este tipo de proyectos de construcción, estableciendo las principales líneas de acción por actividad y componente del medio.

Como resultado de estas revisiones, se tomaron las tres grandes áreas de acción, las cuales conforman los principales programas del plan de manejo, tales como el Plan de Manejo del Componente Abiótico; Plan de Manejo del Componente Biótico y Plan de Manejo del Medio Socioeconómico.

Luego de definidos los planes se establecen programas por componente, dentro de los cuales a manera de fichas se definen los diferentes aspectos a tratar, estructurando de esta manera una herramienta que permita al momento de adelantar las actividades, potencializar los beneficios y controlar los impactos definidos en la evaluación ambiental. Los aspectos incluidos en las fichas de manejo ambiental se presentan en la tabla a continuación.

-Objetivo.
-Meta.
-Etapa.
-Impactos a controlar.
-Tipo de Medida.
-Acciones a Desarrollar y Tecnologías Utilizadas.
-Población Beneficiada.
-Mecanismos y estrategias participativas.
-Personal Requerido.
-Indicadores de Seguimiento y Monitoreo.
-Responsable de la Ejecución.

Luego de identificados y valorados los impactos asociados a la construcción del proyecto, se establecen las medidas que permitan prevenir, mitigar, corregir y/o compensar, los aspectos identificados en la evaluación de impactos. El presente documento suministra las estrategias, programas y proyectos complementarios necesarios para manejar la incidencia de las actividades del proyecto sobre el medio, y describe los procesos que permitan resaltar y conseguir un mayor aprovechamiento del beneficio adicional que de la obra misma se deriva. La estructuración de las siguientes medidas de manejo ambiental, se adelanta

teniendo en cuenta lo establecido por la normatividad ambiental vigente, ISO 14001 y las políticas del Instituto Nacional de Vías – INVIAS.

Los programas aquí propuestos establecen bases y lineamientos de las actividades y acciones a ejecutar para el cumplimiento de las exigencias ambientales dentro del proyecto del **MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.**

PROGRAMA 1. DESARROLLO Y APLICACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL

<table>
<tr><td colspan="3">PROYECTO 1: Gestión Socio-Ambiental</td><td>FICHA: DAGA-1.1-01</td></tr>
<tr><td colspan="4">OBJETIVO</td></tr>
<tr><td colspan="4">Garantizar la ejecución de los programas de manejo ambiental mediante la conformación de un grupo interdisciplinario de seguimiento.</td></tr>
<tr><td colspan="2">METAS</td><td colspan="2">INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Ejecutar el 100% de los programas, proyectos o actividades ambientales que apliquen durante el periodo de evaluación.
• Cumplir con el 100% de las obligaciones previstas para cada profesional y que apliquen en el periodo de evaluación.</td><td colspan="2">• Número de programas ejecutados en el periodo/Número de programas a ejecutar en el periodo.
• Número de obligaciones cumplidas durante el periodo/Número de obligaciones que debe cumplir en el periodo</td></tr>
<tr><td colspan="4">TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR</td></tr>
<tr><td>Control x</td><td>Prevención x</td><td>Mitigación x</td><td>Corrección</td></tr>
<tr><td colspan="4">ACCIONES A EJECUTAR</td></tr>
<tr><td colspan="4">A cargo de un grupo interdisciplinario conformado por el ingeniero civil residente en la obra, un profesional del área ambiental y la interventoría de la obra, estará garantizar el desarrollo de los programas de manejo ambiental mediante la ejecución de actividades como:

• Revisar y proponer los ajustes a los programas de manejo ambiental.
• Representar al contratista de obra ante la comunidad en todo lo relacionado con el área social.
• Coordinar y realizar las reuniones del contratista de obra con la comunidad.
• Presidir las reuniones con los veedores comunitarios.
• Responder a las quejas y reclamos de la comunidad dándoles solución</td></tr>
</table>

pertinente y oportuna.
- Coordinar la elaboración y distribución de piezas de comunicación para diferentes actividades con la comunidad.
- Velar por el cumplimiento de la normatividad en higiene, seguridad industrial y salud ocupacional hacia el interior de la obra.

REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
• Actas y evidencias de asistencias a reuniones con la comunidad

PROYECTO 2: Capacitación en Gestión Socio – Ambiental y seguridad industrial	**FICHA: DAGA-1.2-02**

OBJETIVO
Disminuir los impactos sobre el ambiente y la salud de los trabajadores fortaleciendo los conocimientos de los trabajadores mediante charlas educativas.

METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Desarrollar el 100% de las charlas propuestas para el periodo programado. • Suministrar el 100% de las indicaciones al personal que ingrese al proyecto.	• Número de charlas desarrolladas durante el periodo /Número de charlas por desarrollar durante el periodo. • Número de personas con inducción en el periodo/Número de personas que ingreso en el periodo

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR			
Control x	Prevención x	Mitigación x	Corrección

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR

El Ingeniero civil residente estará a cargo de realizar la inducción a todo el personal que ingrese a la obra, orientando charlas en los siguientes temas:

- Manejo del cubrimiento de los materiales de construcción, que se debe hacer con plástico, esta actividad se debe hacer en promedia 6 veces al mes ya que el plástico de desagarra con facilidad cuando no lo usan bien.
- Manejo integral de residuos líquidos, escombros, residuos aprovechables y desechos.
- Manejo de señalización ambiental interna-externa de la obra, estas señales se deben renovar una vez al mes para que siempre estén legible.
- En el lavado de herramientas 2 veces al mes, en la zona dispuesta para esto.
- En aseo del entorno de la obra, en involucrar a la comunidad para hacer una limpieza una vez al mes, para esta actividad se suministrará un kit de aseo.

<table>
<tr><th colspan="4">REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</th></tr>
<tr><td colspan="4">• Registros fotográficos
• Informes de interventoría.</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Proyecto 3: Cumplimiento De Requerimientos Legales</td><td>FICHA: DAGA-1.3-03</td></tr>
<tr><th colspan="4">OBJETIVO</th></tr>
<tr><td colspan="4">Cumplir con la normatividad ambiental vigente presentando los permisos, autorizaciones y/o concesiones que sean pertinentes.</td></tr>
<tr><th colspan="2">METAS</th><th colspan="2">INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Contar con el 100% de permisos, autorizaciones, licencias y concesiones vigentes de los sitios de abastecimiento de material de construcción.
• Diligenciar ante el TRANSITO MUNICIPAL el permiso para el cierre temporal de vías.
• Diligenciar permiso para ubicación temporal de campamentos.
• Diligenciar el permiso para colocación de vallas y pasacalles.</td><td colspan="2">• Numero de sitios de abastecimiento de materiales/ Número de permisos, licencias, concesiones o autorizaciones conseguidas.
• Numero de requerimientos cumplidos/ Numero de requerimientos exigidos.
• Numero de vías cerradas/Número de permisos presentados para el cierre de vías.
• Numero de vallas y/o pasacalles colocados/ Número de permisos presentados para colocación de vallas y/o pasacalles.</td></tr>
<tr><th colspan="4">TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR</th></tr>
<tr><td>Control x</td><td>Prevención x</td><td>Mitigación</td><td>Corrección</td></tr>
<tr><th colspan="4">DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR</th></tr>
<tr><td colspan="4">• Presentar constancia de los permisos, autorizaciones, licencias y concesiones vigentes de los sitios de abastecimiento de los materiales de construcción.
• Presentar constancia de permisos para la explotación y extracción de fuentes de materiales de construcción.
• Presentar constancia del permiso para la colocación de vallas y/o pasacalles.
• Presentar constancia del permiso para la ubicación de campamentos temporales.
• Presentar constancia del permiso de cierres temporales de vías.</td></tr>
<tr><th colspan="4">REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</th></tr>
</table>

- Copias de los actos administrativos mediante los cuales se otorguen los permisos, licencias y/o concesiones vigentes pertinentes.

PROGRAMA 2: MANEJO INTEGRAL DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Manejo Integral de Materiales de Construcción	**FICHA: MIMC-2.0-04**

OBJETIVO

Manejar adecuadamente los materiales de construcción mediante el establecimiento de pautas en los sitios de obra y de acopio temporal.

METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Cumplir con el 100% de las medidas estipuladas para el manejo de los materiales de construcción.	• Número de medidas implementadas en el periodo /Número de medidas que se debían ejecutar.
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	**IMPACTOS A MANEJAR**
• Trasporte y colocación del material granular, cubierto con plástico. • Colocación de concreto hidráulico. • Transporte de materiales de construcción (cemento, acero) • Fundición de obras concreto clase D	• Contaminación del aire • Perdida del suelo • Contaminación del suelo • Incremento en la demanda de bienes o servicios • Afectación de la movilidad peatonal y vehicular • Afectación salud de los trabajadores • Conflictos comunidades e instituciones • Aumento en decibeles de ruido.

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

Control x	Prevención x	Mitigación x	Corrección

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR

Los materiales de construcción necesarios para la obra serán adquiridos a empresas legalmente constituidas y/o canteras ubicadas en cercanías a la obra, que cuentan con los permisos de explotación correspondiente.

De igual manera, el material explotado y extraído en cualquiera de estas canteras debe cumplir con las características y especificaciones requeridas para el tipo de actividad en el que se han de emplear, según análisis granulométricos, límites de plasticidad realizados a muestras provenientes de las mismas, tal como se señala a continuación:

– Tendrá como suministro las canteras ubicadas en el municipio de montería en el departamento de Córdoba, para material de subbase, los agregados pétreos para la construcción de estructuras en concreto hidráulico se utilizarán las canteras ubicadas.

- Se harán sesiones de riego sobre las áreas desprovistas de acabados para prevenir las emisiones de material particulado a la atmósfera y vegetación.

- Se cubrirán los materiales de construcción a la hora de ser transportados.

- Para la realización de mezclas de concreto hidráulico, se dispondrá de una placa metálica o geotextil para verter sobre ella, de manera que se garantice el aislamiento del suelo con el fin de prevenir su contaminación. A la hora del vaciado del concreto en obra se debe evitar derrames o que choque contra las formaletas o el refuerzo.

El material excedente será donado a la comunidad para obras diversas que esta solicite previamente, con previa autorización de la interventoría**.**

REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
• Registro fotográfico. • Copias de permisos de extracción de material anexo a la ficha DAGA-1.3-03 • Informes de interventoría

PROGRAMA 3: EXPLOTACION DE FUENTES DE MATERIALES

Explotación de Fuentes de Materiales	**FICHA: EFM-3-05**
OBJETIVO	
Minimizar los impactos producidos sobre los sitios de extracción de materiales mediante el establecimiento de medidas de control y prevención**.**	
METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Cero requerimientos por parte de las entidades ambientales e INVIAS • Explotar única y exclusivamente el volumen de material autorizado. • Cumplir con el 100% de las acciones propuestas.	• Número de requerimientos por actividades de explotación / Número de requerimientos presentados. • Número de acciones ejecutadas en el periodo / Número de acciones propuestas para el periodo. • Metros cúbicos explotados en la fuente de materiales /metros cúbicos programados < 95%.

ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	IMPACTOS A MANEJAR
• Funcionamiento de planta de trituración • Colocación de sub base y base para pavimentación de la vía. • Montaje del paso provisional.	• Incremento niveles de ruido • Afectación de la cobertura vegetal. • Contaminación del aire • Alteración de la calidad visual.

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR			
Control x	Prevención x	Mitigación x	Corrección

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR

- Para el desarrollo de las actividades de explotación y extracción de material granular para base, subbase o mezcla de concreto se sugieren las canteras que anteriormente se detallan, las cuales cumplen con propiedades propicias para ser empleados como material de construcción de obras civiles:
- Para material de granular grueso y fino para mezclas de concreto

El diseño hidráulico para el proyecto comprende la construcción de placas, bordillos y andenes en concreto hidráulico, lo cual demande los siguientes recursos.

Con el fin de que estas actividades causen el menor impacto sobre el medio se tomaran las siguientes precauciones:

- Los trabajos de explotación y/o extracción se realizarán en cualquiera de las áreas anteriormente mencionadas, o en otra que satisfaga todas las necesidades mencionadas, dada la posibilidad de encontrar alguna otra fuente de material óptimo para el desarrollo de las obras.

- Los trabajos de explotación y/o extracción comprenden la remoción, retiro, correcta disposición, cargue y descargue, por medios manuales o mecánicos, de los materiales granulares o conglomerados que se requieren para alcanzar los niveles previstos en las especificaciones de campo o planos previstos.

- Para la realización de estas actividades de obra, los trabajadores involucrados en la extracción y explotación dispondrán de protectores auditivos y en general todos los trabajadores de obra contarán y estarán cobijados por seguridad social (EPS, Pensión y Riesgos Laborales).

- La cobertura vegetal descapotada inicialmente, será empleado para recuperar el suelo una vez finalizadas las obras.

• Debido a que hay actividades que se deben realizar simultáneamente para garantizar un óptimo manejo ambiental en la explotación y extracción de los materiales pétreos se han de tener en cuenta las fichas, para las cuales se han dispuesto acciones a ejecutar: - FICHA MIRS-11.1 -15 y MIRS-11.2-16 Manejo Integral de Residuos Sólidos - FICHA DAGA-1.2-02, Capacitación Ambiental - FICHA MIARL-10.2-14, Manejo de aguas residuales domésticas e industriales. - FICHA HSISO-14-24, Higiene, Seguridad y Salud Ocupacional. - FICHA MMEV-12-17, Manejo de maquinaria, equipos y vehículos
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
• Registro fotográfico. • Registro de volúmenes de material explotado. • Cumplimiento Indicadores propuestos en cada una de las Fichas que hacen parte o se interrelacionan con este programa. • Copia de Certificación de afiliación del personal de obra por parte de la correspondiente entidad prestadora del servicio.

PROGRAMA 4: MANEJO DE LA VEGETACION

Proyecto 1: Manejo de la Cobertura Vegetal	**FICHA: MV-5.1-07**
OBJETIVO	
Minimizar los impactos producidos sobre la vegetación mediante el establecimiento de medidas de control y prevención.	
METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Realizar el desmonte y descapote únicamente de las áreas que lo requieran. • Utilizar el 70% de la cobertura vegetal que será removida para elaboración de abono orgánico.	• Área requerida para construcción de infraestructura temporal/área desmontada y/o descapotada. • Volumen de cobertura vegetal removida/volumen de cobertura vegetal empleada.

<table>
<tr><th colspan="2">ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN</th><th colspan="2">IMPACTOS A MANEJAR</th></tr>
<tr><td colspan="2">• Desmonte y descapote
• Instalación de infraestructuras temporales
• Recuperación de áreas temporales-derecho de vía.
• Conformación de la banca.</td><td colspan="2">• Contaminación del agua.
• Alteración uso actual del suelo.
• Afectación de la cobertura vegetal.
• Alteración de la calidad visual.</td></tr>
<tr><th colspan="4">TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR</th></tr>
<tr><td>Control x</td><td>Prevención x</td><td>Mitigación x</td><td>Corrección</td></tr>
<tr><th colspan="4">DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR</th></tr>
<tr><td colspan="4">Las actividades de desmonte y descapote se llevarán a cabo en las áreas de adjuntas al corredor vial, aproximadamente 15 m a cada lado de la vía, contados desde su eje.
También se realizará desmonte y descapote en el área donde se construirá el campamento; esta área es de propiedad privada, cuyo uso actual del suelo es la ganadería, con presencia de pastos bajos. La propiedad que será ocupada con previa autorización del dueño del predio.
Con el fin de que estas actividades causen el menor impacto sobre el medio se tomaran las siguientes precauciones:
• Los trabajos de desmonte y/o descapote se limitarán solo a las áreas anteriormente mencionadas.
• Los trabajos de desmonte y/o descapote se realizarán de forma mecánica y manual.
• La capa vegetal removida será apilada, almacenada de manera tal que no sea contaminada con ningún tipo de sustancia o maltratada al paso de maquinaria, así como también protegida de la lluvia y del sol y utilizada para la elaboración de abono orgánico el cual será empleado para recuperar el suelo una vez finalizadas las obras.
• En caso de ser necesaria la tala de árboles grandes, se deben gestionar los permisos correspondientes ante una autoridad competente, quien direccione y oriente la forma de proceder.
• Previo al inicio de las obras, se debe realizar un inventario forestal de los árboles, arbusto o cualquier tipo de vegetación presente en el área perteneciente al derecho de vía, identificando características físicas como especies, estado del árbol, altura, grosos del tronco, entre otras. Así mismo, de acuerdo con las condiciones fitosanitarias, condiciones físicas como inclinación, daños mecánicos y cualquier otra característica técnica que a criterio del ingeniero forestal que realice el Inventario, pueda generar riesgos de volcamiento sobre los usuarios de la vía. Para realizar la</td></tr>
</table>

descripción de cada uno de los individuos se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Estado Físico: Torcido (TO), Inclinado (I), Ramas Secas (RS), Podas Anteriores Técnicas (PT), Podas Anteriores Antitécnicas (PA), Daños Mecánicos (DM), Rebrotes (RB), Seco (SE), Bifurcado (BI), Multifurcado (MF), Raíz Desnuda (RD), Bueno (BU), Muerto (MT).
- Estado Sanitario: Presencia de Insectos (PI), Pudriciones (PU), Clorosis (CL), Gomosis (GO), Tumores (TU), Chancros (CH), Hongos (HO), Sano (SA).
- Observaciones: Zona de Pendiente (ZP), Cercano a Estructuras (CE), Interferencia con Redes (IR),
- Riesgo de Volcamiento (RV).
- Concepto Técnico: Tala (T), Permanecer (P), Poda de Formación (PF), Poda de Estabilidad (PE).

Esta evaluación justifica las labores a que se verá sometida la vegetación identificada, ya sea tala, bloqueo traslado y podas, cuando se defina la permanencia de un individuo.

REGISTRO DE CUMPLIMIENTO

- Registro fotográfico.
- Copia de autorización del propietario del predio donde se ubica el campamento, en donde avale la utilización del mismo.
- Inventario forestal

Proyecto 2: Recuperación de áreas intervenidas y compensación forestal	**FICHA: MV-5.2-08**

OBJETIVO

Recuperar las áreas intervenidas mediante el restablecimiento de la cobertura vegetal afectada.

METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Recuperar el 100% de las áreas intervenidas por el proyecto	• Áreas (m^2) restauradas/áreas (m^2) intervenidas
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	**IMPACTOS A MANEJAR**
• Desmonte y descapote • Instalación de infraestructuras temporales • Recuperación de áreas temporales-derecho de vía. • Conformación de la banca.	• Contaminación del agua. • Alteración uso actual del suelo. • Afectación de la cobertura vegetal. • Alteración de la calidad visual.

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR			
Control x	Prevención x	Mitigación x	Corrección

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR

Las zonas a recuperar serán con césped el área de ubicación del campamento; inicialmente se realizaran labores para mejorar la capa orgánica del suelo mediante el empleo de abonos orgánicos. Teniendo en cuenta que el área sobre las que se habilito el campamento se aconseja emplear el establecimiento de cespedones los cuales serán obtenidos del mismo potrero, con previa autorización del propietario; el área se dejara protegida con cerramiento para facilitar el desarrollo de la cobertura vegetal e impedir el pisoteo del ganado.

Dada la acidez de los suelos de la zona del proyecto, se recomienda el empleo de braquiaría para la revegetación y empradización de las zonas aledañas al corredor vial. La braquiaría cumple con características de adaptación a suelos de baja fertilidad, tolerante al pisoteo y la sequía. La recuperación de las zonas extracción y explotación de materiales debe iniciarse una vez terminada la explotación, la recuperación de estas áreas intervenidas debe realizarse conforme lo establece el acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental otorgó el permiso.

El recubrimiento vegetal se debe enfocar a imitar la composición vegetal natural que se encuentra en el área de influencia directa de la fuente, aprovechando la capacidad de regeneración natural que tiene el ecosistema intervenido o definiendo las actividades de repoblamiento de coberturas vegetales.

REGISTRO DE CUMPLIMIENTO

- Registro fotográfico.
- Acta de recibo de las áreas recuperadas por parte de la interventoría.

PROGRAMA 5: PROTECCIÓN DE ÁREAS SENSIBLES

Protección de Áreas Sensibles	**FICHA: PAS-6-09**

OBJETIVO

Evitar el deterioro de áreas ambientalmente sensible garantizando la implementación de medidas de prevención.

METAS	INDICADORES DE CUMPLIMIENTO
• Implementar el 100% de las medidas propuestas en esta ficha para evitar la disposición de residuos sólidos y líquidos en la quebrada.	• N° de medidas propuestas/N° de medidas implementadas durante el periodo
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	**IMPACTOS A MANEJAR**

• Funcionamiento de instalación temporal para campamento. • Excavaciones. • Colocación de concreto hidráulico. • Recolección, trasporte y disposición final de material sobrante. • Trasporte y colocación del material seleccionado. • Transporte de materiales de construcción (cemento, acero).	• Contaminación del agua • Contaminación de acuíferos. • Afectación de la cobertura vegetal • Alteración uso actual del suelo. • Contaminación del suelo. • Perdida del suelo. • Alteración de la calidad visual. • Afectación de la geomorfología • Contaminación del aire. • Aumento en decibeles de ruido • Incremento demanda de recursos naturales. • Afectación en la movilidad peatonal y vehicular. • Afectación en la cotidianidad.

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR			
Control x	Prevención x	Mitigación	Corrección

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS.

Se deberán tener en cuenta las siguientes medidas para controlar y prevenir los impactos sobre el ambiente:

- Se empleará un geotextil para la recolección de escombros en la demolición de estructuras.
- Se apilarán los materiales de construcción y el proveniente de las excavaciones a distancias superiores a los 5m de la margen del corredor vial para evitar que se depositen en esta.
- Se desarrollará una charla sobre la disposición adecuada de los residuos de construcción, dirigida al personal que labore en la obra.
- Se habilitará una letrina en el campamento para uso exclusivo que los trabajadores de obra.
- Se prohibirá a los trabajadores extraer especímenes vegetales o animales del ecosistema circundante, lo cual puede incurrir en sanciones equivalentes al despido.

Registro de cumplimiento

- Registros fotográficos.
- Informes de interventoría.
- Actas de asistencia a la charla.

PROGRAMA 6: PROTECCIÓN DE FAUNA

Protección de Fauna	**FICHA: PF-7-10**

OBJETIVO

Promover la protección y la importancia faunística en el entorno de la obra, garantizando la implementación de medidas de prevención.

METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Lograr que la afectación a la fauna sea del 0%.	• Número de reportes de individuos afectados = 0 • Número de individuos rescatados = al número de individuos relocalizados.
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	**IMPACTOS A MANEJAR**
• Contratación de personal. • Recuperación de áreas —derecho de vías. • Desmonte, descapote, podas y talas. • Excavación y demolición. • Rellenos y colocación de material. • Instalación de obras. • Operación de maquinaria y vehículos. • Mantenimiento de obras.	• Afectación de especies endémica y /o en peligro de extinción. • Afectación de áreas sensibles (sitios de alimentación, nidación, reproducción, descanso, refugio o desplazamiento de especies). • Desplazamiento de poblaciones faunísticas • Afectación fauna acuática y terrestre

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

Control x	Prevención x	Mitigación	Corrección

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS. Se deberán tener en cuenta las siguientes medidas para controlar y prevenir los impactos sobre el ambiente:

– Se realizarán charlas educativas con el personal de obra invitando a la protección de especímenes vegetales y/o animales nativos y circundantes, además se instruirá acerca de temas como:

- Normas generales de conducta dentro de la obra.
- Especies de fauna silvestre en la zona del proyecto y su función en el ecosistema.
- Manejo de la fauna silvestre en la zona del proyecto.

- Información general sobre especies en veda, extinción, endémicas, etc. - Leyes normativas sobre protección de fauna y las sanciones existentes para quienes las infrinjan. – Se prohibirá a los trabajadores extraer especímenes vegetales o animales del ecosistema circundante, lo cual puede incurrir en sanciones equivalentes al despido. – Se llevará registro fotográfico y se anexará en el informe mensual ambiental, en donde se presentará el listado de las especies encontradas –nombre científico y vulgar– número de especímenes por especie. En casos en los que se encuentren individuos heridos o sin posibilidades de relocalización, éstos serán entregadas a la autoridad ambiental competente.
Registro de cumplimiento
• Registros fotográficos. • Informes de interventoría. • Actas de asistencia a las charla.

PROGRAMA 7: INSTALACIÓN, FUNCIONAMIENTO Y DESMANTELAMIENTO DE CAMPAMENTOS Y SITIOS DE ACOPIO TEMPORAL

Adecuación y Funcionamiento de Campamentos y Sitios de Acopio Temporal	**FICHA: IFDCAT-8-11**
OBJETIVO	
Disminuir los impactos causados al ambiente por instalación, funcionamiento y desmantelamiento de infraestructuras temporales a través de la implementación de medidas de control, prevención, mitigación y corrección	
METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Ejecución del 100% de las medidas previstas en este programa y que apliquen para el contrato. • Dejar la zona usada para la instalación del campamento temporal igual o mejores condiciones a las encontradas • Disponer de número de unidades sanitarias que fueran necesarias	• Número de actividades ejecutadas / Número de actividades programadas. • m^2 de zonas recuperadas/m^2 de zonas intervenidas • Número de baños presentes en el campamento/ Número de personas presentes

<table>
<tr><td colspan="2">para el personal</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN</td><td colspan="2">IMPACTOS A MANEJAR</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Instalación, funcionamiento y desmantelamiento del campamento y sitio temporal de acopio de materiales y escombros.</td><td colspan="2">• Contaminación del agua
• Contaminación del aire
• Aumento en decibeles de ruido
• Perdida del suelo.
• Contaminación del suelo
• Afectación áreas sensibles ambientales
• Afectación de la cobertura vegetal.
• Afectación de la calidad visual.</td></tr>
<tr><td colspan="4">TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR</td></tr>
<tr><td>Control x</td><td>Prevención x</td><td>Mitigación x</td><td>Corrección x</td></tr>
<tr><td colspan="4">DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR</td></tr>
<tr><td colspan="4">Para la realización del proyecto se deben ubicar los campamentos permanentes y transitorios que consideren necesarios el ejecutor o contratista de las obras. Sin embargo, la ubicación de esta infraestructura se debe realizar en un sector plano del trazado.

Se señalizarán las áreas de que así lo requieran, se destinara un área de primeros auxilios dentro del campamento la cual contara con un botiquín de primeros auxilios, camilla y un extintor;

Finalizada la obra se desmontará el campamento, se revegetalizará la zona descapotada y se reparará el cercado; para constancia el dueño deberá firmar un paz y salvo de recibo a satisfacción del predio, el cual será remitido a la interventoría y al Municipio.</td></tr>
<tr><td colspan="4">REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</td></tr>
<tr><td colspan="4">• Autorización de arrendamiento del predio que servirá de campamento.
• Paz y salvo de recibo a satisfacción por el dueño del predio.
• Registro fotográfico.</td></tr>
</table>

PROGRAMA 8: MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS

<table>
<tr><td colspan="3">PROYECTO 1: Manejo de residuos sólidos diferentes a escombros y lodos</td><td>FICHA: MIRS-11.1-15</td></tr>
<tr><td colspan="4">OBJETIVO</td></tr>
<tr><td colspan="4">Realizar un manejo adecuado de los residuos sólidos en la obra a través de actividades de reducción, aprovechamiento y disposición final adecuada.</td></tr>
<tr><td colspan="2">METAS</td><td colspan="2">INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Separar en la fuente el 100% de los residuos sólidos generados
• Favorecer los habitantes del área de influencia con la donación del 100% de los residuos sólidos aprovechables.</td><td colspan="2">• Volumen de residuos sólidos separados/volumen de residuos sólidos generados.
• Volumen de residuos sólidos donados/volumen de residuos sólidos aprovechables generados.</td></tr>
<tr><td colspan="2">ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN</td><td colspan="2">IMPACTOS A MANEJAR</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Funcionamiento de instalación temporal para campamento Colocación de concreto hidráulico.</td><td colspan="2">• Contaminación del aire.
• Contaminación del agua.
• Contaminación del suelo.
• Perdida del suelo.
• Afectación áreas sensibles ambientales.
• Afectación cobertura vegetal.
• Alteración de calidad visual.
• Afectación salud de trabajadores
• Proliferación de vectores.</td></tr>
<tr><td colspan="4">TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR</td></tr>
<tr><td>Control x</td><td>Prevención x</td><td>Mitigación x</td><td>Corrección x</td></tr>
<tr><td colspan="4">DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR</td></tr>
<tr><td colspan="4">Se contará con señalización a lo largo de la obra, indicando límites de velocidad para tránsito, ingreso y salida de volquetas, marcación de áreas.

Se instalarán canecas o kits para el almacenamiento de desperdicios sólidos, los cuales serán clasificados según el tipo de residuo, esta actividad se realizará 3 veces al mes ya que, por el tipo de obra, está en constante avance.

Para el manejo integral de los residuos sólidos en la obra es indispensable minimizar la producción de residuos lo mayormente posible, clasificar los residuos generados de</td></tr>
</table>

manera adecuada, facilitando su aprovechamiento y por último disponer en un lugar idóneo aquellos residuos que por sus características no son susceptibles de aprovechamiento.

Se prevé que los residuos generados en la obra serán:

Tipo de residuos	Origen	Almacenamiento	Disposición final
Chatarra (Reciclable)	Sobrantes de acero de las nuevas obras.	Se almacenará en el campamento	Los sobrantes de acero de las nuevas obras serán almacenados en el campamento hasta la culminación de las mismas. Esto quedará certificado en el formato de control N°11.1.1-15
Vidrio, cartón, plásticos No contaminados	Empaques y/o envases de productos no contaminados por residuos peligrosos	Se dispondrá de un (1) recipientes en el campamento para depositar aquellos residuos susceptibles de aprovechamiento	De llegar a generarse estos residuos se almacenarán por un espacio no superior a una (1) semana, serán donados a recicladores de la zona. Quedará certificado en el formato de control MIRS-11.1.2-15
Residuos Orgánicos	Provenientes de las actividades de desmonte y descapote.	Estos residuos serán apilados a la intemperie en un lugar sombreado.	Este material orgánico será apilado técnicamente para la producción de abono orgánico, el cual se empleará para recuperar las áreas de las que fue removido.
Residuos especiales o peligrosos	Residuos del botiquín. Guantes, overoles, trapos y otros textiles contaminados con residuos peligrosos. Baterías o pilas.	En el campamento: Se dispondrá de un (1) recipiente el cual estará rotulado residuos peligrosos este deberá permanecer debidamente tapado.	Los residuos que no sean envases o empaques se almacenarán por un tiempo no superior a tres (3) días. Los empaques y envases de productos empleados en las obras constructivas serán almacenados hasta una vez terminada la obra, pues estos, quedarán como constancia del empleo de

	Empaques de productos químicos (Cemento)		los productos para la interventoría. Estos residuos una vez llegue el momento de realizar su disposición final serán llevados en recipientes herméticos al sitio de disposición final de residuos sólidos en el municipio de LOS CÓRDOBAS.
Residuos sólidos no aprovechables	Papeles u otros provenientes de la unidad sanitaria. Otros residuos que no sean reciclables.	En el campamento: se dispondrá un (1) tanque rotulado residuos no aprovechables el cual permanecerá debidamente tapado.	El almacenamiento de este tipo de residuos será por un espacio no superior a tres (3) días, su recolección y disposición final se hará de forma similar a los residuos peligrosos.

A fin de que este programa se pueda desarrollar satisfactoriamente se considera recomendable capacitar al personal que labore en la obra en el manejo integral de los residuos sólidos; realizando actividades de seguimiento y control para verificar que se cumplan las metas establecidas.

REGISTRO DE CUMPLIMIENTO

- Registro fotográfico.
- Formato de control MIRS-11.1.1-15, para el seguimiento de las cantidades de residuos producidos en la obra.
- Formato de control MIRS-11.1.2-15, constancia de los materiales aprovechables donados a personas u organizaciones del área de influencia
- Canecas para el almacenamiento temporal de los residuos sólidos

<table>
<tr><td colspan="2">PROYECTO 2: Manejo y Disposición Final de Escombros</td><td colspan="2">FICHA: MIRS-11.2-16</td></tr>
<tr><td colspan="4">OBJETIVO</td></tr>
<tr><td colspan="4">Cumplir con la normatividad ambiental vigente realizando un adecuado almacenamiento, transporte y disposición final de los escombros generados en la obra.</td></tr>
<tr><td colspan="2">METAS</td><td colspan="2">INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Ejecutar el 100% de las medidas previstas en este programa y que aplican para el proyecto.
• Donar a personas particulares el 100% de los escombros generados.</td><td colspan="2">• Medidas aplicadas en el proyecto/medidas previstas en el proyecto.
• Volumen de escombros generados/volumen de escombros donados</td></tr>
<tr><td colspan="2">ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN</td><td colspan="2">IMPACTOS A MANEJAR</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Funcionamiento de instalación temporal para campamento Excavación.
• Fundición de obras concreto clase D.
• Demolición de estructuras en concreto.</td><td colspan="2">• Contaminación del agua
• Afectación zonas de recarga hídrica
• Contaminación del aire
• Contaminación suelos
• Afectación áreas sensibles ambientalmente
• Afectación cobertura vegetal
• Alteración de calidad visual
• Afectación en la salud de los trabajadores</td></tr>
<tr><td colspan="4">TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR</td></tr>
<tr><td>Control x</td><td>Prevención x</td><td>Mitigación x</td><td>Corrección x</td></tr>
<tr><td colspan="4">DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR:</td></tr>
<tr><td colspan="4">Los escombros serán generados en la obra principalmente en la etapa de demolición de la estructura existente en concreto, lo serán apilados a una distancia prudente a un lado de la vía; al final de cada día se cubrirán con un geotextil y el área será señalizada con cinta que indique precaución/peligro. Finalizadas las demoliciones (sin exceder las 24 horas) se recuperará el espacio utilizado, de acuerdo con su uso y garantizando la eliminación absoluta de los escombros.

La recolección de estos residuos se realizará en un vehículo acorde con las características planteadas en la resolución 541 de 1994 así: el vehículo destinado para tal fin tendrá en su carrocería un platón, en buenas condiciones. La carga quedara contenida en este en su totalidad y se depositara a ras, para evitar el derrame o la pérdida del material durante el transporte. La carga transportada será cubierta con un material resistente (carpa) para evitar dispersión de la misma o emisiones fugitivas.</td></tr>
</table>

Estos serán donados y transportados a predios vecinos para adecuación de caminos u otros fines, previa solicitud del dueño del predio, dejando constancia en el formato de control MIRS -11.2.1-16.
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
• Registro fotográfico. • Formato de control MIRS-11.2.1-16, como constancia de los escombros donados a particulares.

MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS			**Formato de Control: MIRS-11.1.2-15**	
Fecha:		Lugar de entrega:		
Tipo de residuo:	Chatarra	Vidrio cartón plástico	Residuos especiales o peligrosos	Residuos no aprovechables
Peso del residuo				
Observaciones:				
Encargado:				
Supervisado por:				

MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS **Residuos Sólidos Reciclables**			**Formato de Control: MIRS-11.1.1-15**		
Fecha:		Lugar de entrega:			
Tipo de residuo:	Chatarra	Papel	Cartón	Plástico	Vidrio
Peso del residuo: (expresado en gr)					
Observaciones:					
Entregado por:					
Recibido por:					
Comunidad u organización que recibe:					

MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS **Manejo y disposición final de escombros**	**Formato de Control: MIRS-11.2.1-16**
Fecha:	
Lugar de entrega:	Número de viajes:
Propietario del predio:	
Volumen de escombros entregados (m3):	
Observaciones: (características del vehículo transportador):	
Entregado por:	
Recibido por:	

PROGRAMA 9: MANEJO DE MAQUINARIA, EQUIPOS Y VEHÍCULOS

<table>
<tr><td colspan="3">Manejo de maquinaria equipos y vehículos</td><td>FICHA: MMEV-12-17</td></tr>
<tr><td colspan="4">OBJETIVO</td></tr>
<tr><td colspan="4">Garantizar la operación adecuada de la maquinaria en la obra mediante un seguimiento rutinario de inspección acorde con la normatividad ambiental vigente.</td></tr>
<tr><td colspan="2">METAS</td><td colspan="2">INDICADORES DE CUMPLIMIENTO</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Realizar diariamente mantenimiento rutinario preventivo a la maquinaria.
• Tener 0 accidentes por el manejo de la maquinaria y equipos.</td><td colspan="2">• Número de mantenimientos rutinarios preventivos realizados. / Número de días de operación de la maquinaria
• Número de accidentes por causa del manejo de maquinaria, equipos y vehículos/ Número de accidentes sucedidos en el periodo.</td></tr>
<tr><td colspan="2">ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN</td><td colspan="2">IMPACTOS A MANEJAR</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Todas aquellas que implican la operación de maquinaria, equipos y vehículos.</td><td colspan="2">• Contaminación del agua.
• Contaminación del aire.
• Aumento en decibeles de ruido.
• Perdida del suelo.
• Contaminación del suelo.
• Afectación áreas sensibles ambientales.
• Afectación de la cobertura vegetal.
• Afectación salud trabajadores.
• Conflictos con comunidades e instituciones.</td></tr>
<tr><td colspan="4">TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR</td></tr>
<tr><td>Control x</td><td>Prevención x</td><td>Mitigación x</td><td>Corrección x</td></tr>
<tr><td colspan="4">DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR</td></tr>
<tr><td colspan="4">Durante la ejecución de la obra se empleará maquinaria pesada como lo son retroexcavadoras, minicargadores, motoniveladoras, vibrocompactadores y volquetas, entre otras y algunos vehículos, carrotanques, camionetas y vehículos livianos para transporte de materiales, residuos y personal en el área de influencia del proyecto y operación de equipo taladros, motobombas, etc.

Se han establecido centros autorizados para su óptimo mantenimiento.</td></tr>
<tr><td colspan="4">REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</td></tr>
<tr><td colspan="4">• Registro fotográfico.
• Registro de mantenimientos de maquinaria.</td></tr>
</table>

PROGRAMA 10. GESTIÓN SOCIAL

Proyecto 1: Atención e información a la comunidad	**FICHA: GS-13.1-18**

OBJETIVO

Brindar información y respuesta a las solicitudes y quejas de la comunidad a través de la generación de espacios que permitan vislumbrar los beneficios del proyecto.

METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Dar respuesta al 100% de las inquietudes y solicitudes de la comunidad. • Cumplir con el 100% de las actividades de atención y divulgación propuestas durante la obra.	• Número de solicitudes presentadas en el periodo/Número de solicitudes resueltas. • Número de reuniones realizadas/Número de reuniones programadas.
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	**IMPACTOS A MANEJAR**
• Todas las actividades constructivas.	• Alteración en los ingresos de la comunidad. • Alteración de la calidad visual • Afectación en la movilidad peatonal y vehicular. • Conflictos con comunidades e instituciones • Alteración actividades económicas. • Afectación en la cotidianidad.

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

Control x	Prevención x	Mitigación x	Corrección x

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR

El contratista permitirá vislumbrar a la comunidad los beneficios del proyecto a través de la generación de espacios de beneficio y dialogo, dándole lugar a las siguientes acciones:

- Desarrollar una reunión de concertación con los líderes comunitarios y autoridades locales para definir el tipo de paso provisional y su ubicación.

- Divulgar oportunamente sobre los procesos de contratación de mano de obra.

• Desarrollar una reunión con la comunidad y líderes comunitarios antes de dar inicio a las actividades constructivas, para dar a conocer el objeto, alcance y plazo del contrato. Realizar la divulgación del cierre de la vía, a través de cuñas radiales en el municipio de LOS CÓRDOBAS. Pasacalles y volantes informativos en el área de influencia del proyecto.
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
• Registro fotográfico. • Registros de asistencias. • Registro de solicitudes y respuesta a la comunidad. • Constancia de las actividades de divulgación en la emisora. • Copia de los volantes informativos

Proyecto2: Participación institucional y comunitaria	**FICHA: PGS-13.2-19**
OBJETIVO	
Propender la participación institucional y comunitaria a través de la conformación de la veeduría ciudadana.	
METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Lograr que el 70% de las personas que conforman el comité de participación y veedurías ciudadanas se comprometan con el proyecto, asistiendo a las reuniones y cumpliendo con las tareas acordadas. • Lograr la participación del 70% de las entidades presentes en el área de influencia, para el desarrollo de la obra.	• Número de asistentes a las reuniones del comité/ Número de personas que conforman en comité. • Número de instituciones representadas en el comité de participación/ Número de instituciones existentes en el área de influencia de la obra.
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	**IMPACTOS A MANEJAR**

<table>
<tr><td colspan="2">• Todas las actividades constructivas.</td><td colspan="2">• Alteración de las actividades económicas
• Afectación en la movilidad
• Afectación en la cotidianidad
• Afectación en los ingresos de la comunidad
• Conflictos con comunidades e instituciones</td></tr>
<tr><td colspan="4">TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR</td></tr>
<tr><td>Control x</td><td>Prevención x</td><td>Mitigación x</td><td>Corrección x</td></tr>
<tr><td colspan="4">DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR:</td></tr>
<tr><td colspan="4">• Conformación de un comité de veeduría ciudadana, el cual estará conformado por miembros de la comunidad del área de influencia incluyendo sus representantes y representantes de instituciones.

Para la constitución de este comité de veeduría se elaborará un documento o acta de constitución en la cual conste el nombre de los integrantes, documento de identidad, el objeto de la vigilancia, nivel territorial, duración y lugar de residencia.

• La veeduría realizará vigilancia preventiva y servirá de apoyo a la divulgación de la información hacia la comunidad.

• Se realizarán reuniones mensuales en la que se deberá levantar un acta de reunión validada por los asistentes, divulgar los avances de obra, actividades a seguir e inconvenientes presentados.</td></tr>
<tr><td colspan="4">REGISTRO DE CUMPLIMIENTO</td></tr>
<tr><td colspan="4">• Acta de constitución.
• Listado de miembros del comité
• Actas de reunión del comité.
• Registro de asistencia.
• Registros fotográficos</td></tr>
</table>

Proyecto 3: Manejo de predios en el área de influencia directa	**FICHA: PGS-13.3-20**

OBJETIVO

Mantener las buenas relaciones con la comunidad legalizando la ocupación temporal de predios.

METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Identificar el 100% de los predios de propiedad particular, que puedan verse afectadas por el desarrollo de las obras. • Ejecutar el 100% de las obras para recuperar áreas o infraestructura afectada.	• Número de predios identificados/número de predios requeridos. • Número de actividades ejecutadas/número de actividades programadas.
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	**IMPACTOS A MANEJAR**
• Funcionamiento de instalación temporal para campamento. • Montaje del paso provisional.	• Conflictos con la comunidad. • Afectación de la infraestructura existente.

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

Control x	Prevención x	Mitigación x	Corrección

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR:

Para la realización del proyecto se deben ubicar los campamentos permanentes y transitorios que considere necesarios en ejecutor o contratista de las obras.

Una vez terminada la obra se desmontará la infraestructura, se repararán los cercados corridos y se revegetalizará el terreno desmontado y/o descapotado.

REGISTRO DE CUMPLIMIENTO

- Registros fotográficos.
- Permiso de ocupación temporal de predios.

Proyecto 4: Contratación mano de obra	**FICHA: PGS-13.4-21**

OBJETIVO

Beneficiar a las comunidades del área de influencia directa del proyecto mediante la contratación de la mano de obra en la zona.

METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Contratar el 90% de la mano de obra no calificada del área de influencia del proyecto. • Evitar conflictos con las comunidades por la actividad de contratación.	• Número de trabajadores de mano de obra no calificada del área de influencia/ Número de trabajadores de mano de obra no calificada. • Número de quejas recibidas por contratación/ Número de quejas recibidas.
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	**IMPACTOS A MANEJAR**
• Todas las actividades constructivas.	• Conflictos con la comunidad. • Afectación de aéreas sensibles. • Alteración en actividades económicas.

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR

Control x	Prevención x	Mitigación x	Corrección x

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR

- Durante una reunión previo inicio de obras, se informará a la comunidad sobre el número de personas requeridas como mano de obra no calificados, así como también los requisitos mínimos de contratación, de manera que quede clara cuál es la verdadera capacidad de empleo que necesita la obra, para eliminar falsas expectativas sobre oferta de empleo.

- Se garantizará a los trabajadores, la atención médica integral, hospitalaria y demás prestaciones de ley, previo al ingreso a las obras todo el personal sin excepción, debe estar vinculado a la ARL, EPS y fondo de pensiones tal como se establece en el Programa 14: Higiene, seguridad industrial y salud ocupacional.

- Todos los trabajadores recibirán inducción sobre los programas de manejo ambiental, panorama de riesgos, información sobre el proyecto.

REGISTRO DE CUMPLIMIENTO
• Actas de inducción. • Registro de contratación de personal no calificado. • Registro de afiliación a entidades de seguridad social.

PROGRAMA 14: HIGIENE, SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

Higiene, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional	**FICHA: HSISO-14-22**
OBJETIVO	
Promover el bienestar físico, mental y social de los trabajadores garantizándoles ambientes de trabajo seguros.	
METAS	**INDICADORES DE CUMPLIMIENTO**
• Implementar el 100% de las acciones planteadas en la ficha. • Tener 0 Accidentes de Trabajo. • Tener 0 Enfermedades Profesionales. • Tener el 100% del personal empleado en la obra afiliado a ARL, EPS, y Fondo de pensiones.	• Número de registros y acciones implementadas en el mes/ No. de actividades a ejecutar en el mes de acuerdo a la normativa vigente. • Índice de accidentalidad= al No. total de accidentes de trabajo en el mes * K / No. de Horas Hombre Trabajadas. • No. de enfermedades profesionales/No. de trabajadores en el mes • No. de personas afiliadas/No. de personas contratadas
ACTIVIDADES QUE LO PRODUCEN	**IMPACTOS A MANEJAR**
• Las actividades que se desarrollen durante la ejecución del proyecto.	• Afectación en la salud de trabajadores.

TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR			
Control x	Prevención x	Mitigación x	Corrección x

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES A EJECUTAR
POLITICA DE SALUD OCUPACIONAL Promover entre los empleados el bienestar físico, mental y social; proporcionando un ambiente laboral adecuado que evite el desmejoramiento de su salud; lo cual se conseguirá mediante la implementación de un programa de Salud

Ocupacional.

SUBPROGRAMA DE MEDICINA PREVENTIVA Y DEL TRABAJO.

Objetivo: Garantizar la salud de los empleados mediante la realización de actividades de promoción y prevención en salud

Para el desarrollo de este programa se tendrán en cuenta las siguientes actividades:

- Exámenes y Evaluaciones médicas: se realizarán evaluaciones médicas ocupacionales de ingreso y de retiro, teniendo en cuenta el panorama de riesgo del cargo a desempeñar.

- Educación en salud: Se desarrollará un (1) taller educativo sobre la prevención de enfermedades profesionales y la prevención de accidentes de trabajo; además de un (1) curso corto de primeros auxilios como parte de la educación en salud.

- Adecuación de un área para la prestación de primeros auxilios, la cual tendrá una dotación básica:
  - Un botiquín medico completo dotado de: Agua destilada, agua oxigenada, apósitos, gas, tijeras, guantes quirúrgicos, solución de yodo, copitos, vendas elásticas, micro poro, baja lenguas, tijeras, jabón antibacterial, mascara de boca a boca, linterna con pilas (verificar su carga periódicamente).

SUB PROGRAMA DE HIGIENE INDUSTRIAL.

Objetivo: Identificar los riesgos a los que se encuentran expuestos los empleados de la obra mediante la elaboración del panorama de factores riesgos

Panorama de Factores de Riesgo

Metodología Para La Valoración De Los Factores De Riesgo

La valoración subjetiva del grado de peligro es un procedimiento que se aplica a cada factor de riesgo hallado con el fin de obtener un número que permita darle orden de prioridad para su control. Para ello, sirve de ayuda la Tabla de Valoración Subjetiva del Grado de Peligro, la cual se observa a continuación, con su respectiva explicación

TABLA DE VALORACIÓN SUBJETIVA DEL GRADO DE PELIGRO EN SEGURIDAD E HIGIENE OCUPACIONAL

VARIABLES	CONDICIÓN	INDICADOR PARA ACCIDENTALIDAD	INDICADOR PARA ENFERMEDAD	VALORACIÓN
P **PROBABILIDAD DEL SUCESO Accidente o Enfermedad**	• **Máxima** • **Alta** • **Media** • **Baja** • **Mínima**	• Resultado probable máximo • Resultado probable alto • Resultado probable medio • Resultado probable bajo • Resultado probable mínimo		**10** **7** **5** **2** **1**
E **EXPOSICIÓN AL FACTOR DE RIESGO**	• **Continua** • **Frecuente** • **Ocasional** • **Irregular** • **Raramente**	• Muchas veces al días • Una vez por día • Una vez por semana • Una vez al mes • Se sabe que ocurre	• Por más de **8 horas**/diarias • Entre **5 horas** y < 8 **horas/** diarias • Entre **2 horas** y < 5 **horas/** diarias • Entre 1 **horas** y < 2 **horas/** diarias • Por < 1 **hora /** día	**10** **7** **5** **2** **1**
C **CONSECUENCIAS PARA LA SALUD y LA INTEGRIDAD FÍSICA**	• **Fatal** • **Invalidez** • **Incapacidad Parcial** • **Incapacidad Temporal** • **Molestias**	• Desastres Varias muertes Toxicidad categoría I • Grave Traumas o Heridos graves Toxicidad categoría II • Severa Lesiones con pérdida de integridad física Toxicidad categoría III • Importante Lesiones importantes con ausentismo Toxicidad categoría IV • Notable Lesiones que requieren primeros auxilios	• Patología irreversible a largo plazo (Cáncer, esterilidad, intoxicación crónica) • Causa sospechosa de patologías irreversibles • Patología no empeorable con cese de la exposición al riesgo (sordera, dermatosis) • Patologías benignas Ceden con médico • Molestias	**76 - 100** **51 - 75** **26 - 50** **11 - 25** **1 - 10**

Estas valoraciones permiten jerarquizar los riesgos y establecer su Grado de Peligrosidad (GP),indicador de la gravedad ante la exposición a estos, calculado por medio de la siguiente ecuación:

$$(GP)= (C) *(E) *(P)$$

Una vez establecido el grado de peligrosidad, el valor obtenido se ubica dentro de la siguiente escala, obteniéndose la interpretación (alto, medio o bajo):

RANGO	NIVEL
1-300	BAJO
300 - 600	MEDIO
600 -1000	ALTO

Finalmente se establece el Grado de Repercusión (GR) de cada uno de los riesgos identificados, indicador que refleja la incidencia de un riesgo con relación a la población expuesta.

El panorama general de riesgo se identificará en el anexo 3

Elementos de protección personal

Cargo	Elementos de protección personal requeridos
Ingeniero civil	Casco, botas de seguridad
Jefe de personal	Casco, botas de seguridad
Obreros	Casco, botas, guantes

Sub programa de Seguridad Industrial

Objetivo: Controlar las causas de accidentes laborales mediante actividades de identificación, valoración y control

En caso de accidentes de trabajo se procederá así:

- Prestar primeros auxilios al trabajador afectado
- Evaluación de la situación y diligenciamiento del IPAT (formato de reporte adaptado de la ARL correspondiente).para realizar el reporte inicial del accidente de trabajo.
- Trasladar al trabajador a la IPS si lo necesita, con el IPAT diligenciado de ser posible o realizarlo antes de 48 horas
- La empresa notifica a la ARL, mediante la remisión del IPAT.
- Realizar una investigación del accidente de trabajo y emitir un informe el cual contendrá toda la información de la investigación en un breve resumen; y

comunicará los hechos críticos a la gente cuya responsabilidad es actuar para corregirlos.
Este documento se realizará lo más pronto posible así como la redacción del mismo, para evitar que investigadores y testigos olviden fácilmente los detalles.

Se elaborarán y mantendrán estadísticas actualizadas sobre accidentes, enfermedades profesionales, ausentismo, letalidad de ser pertinentes y personal expuesto a los agentes de riesgo de trabajo, conjuntamente con el subprograma de medicina del trabajo estos se presentarán mensualmente. Estos son:

a. Índices y proporciones de accidentalidad
Índice de Frecuencia de Accidentes de Trabajo con Incapacidad
Índice de Severidad de Accidentes de Trabajo
Índice de Lesiones Incapacitantes de Accidentes de Trabajo
b. Proporción de Letalidad de Accidentes de Trabajo
c. Índices de Ausentismo
Índice de Frecuencia de Ausentismo
Índice de Gravedad de Ausentismo
Tasa General de Ausentismo
Horas Hombre Trabajadas

Notificación de riesgos: Todo el personal que ingrese a trabajar, durante la inducción, será notificado de los riesgos a los que se ven expuestos, de acuerdo a las actividades que van a desarrollar.

Se realizarán inspecciones programadas y periódicas, en los sitios de trabajos.

Hojas de seguridad de materiales y productos:
Se contará con un listado actualizado de productos químicos que se pudieran utilizar, se contará con la hoja de seguridad de cada uno de estos y se capacitará al personal que estará en contacto permanente con los productos a manipular.

Registro de cumplimiento

- Registró fotográfico uso de elementos de protección personal, baños etc.
- Formatos diligenciados mensualmente: afiliaciones, entrega de elementos de protección personal, entre otros.
- Estadísticas de accidentalidad, enfermedades profesionales, ausentismo y letalidad de ser pertinentes.

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Programa		Nombre del Proyecto	Actividades	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
N°	Nombre																	
1	Demoliciones y preliminares	Gestión Socio-Ambiental	Conformar un grupo interdisciplinario															
			Identificar líderes locales															
		Capacitación en gestión socio-ambiental y seguridad industrial	Inducción al personal que labora en la obra															
		Cumplimiento de requerimientos legales	Cumplir con los requerimientos legales															
3	Manejo de la vegetación	Manejo de la cobertura vegetal	Aprovechar la cobertura vegetal															
		Recuperación de áreas intervenidas y compensación forestal	Siembra de braquiaría															
4	Protección de áreas sensibles	Protección de áreas sensibles	Charla de disposición adecuada de los residuos de construcción															
			Ejecutar medidas protectoras															
5	Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de sitios de acopio temporal	Adecuación y funcionamiento de campamentos y sitios de acopio temporal	Adecuar y señalizar del campamento															
			Desmantelamiento del campamento															
6	Manejo integral de agua y residuos líquidos	Manejo de Aguas Superficiales	Implementar medidas de protección y aislamiento															
		Manejo de residuos Líquidos Domésticos e Industriales	Construir la unidad sanitaria															
7	Manejo integral de residuos sólidos	Manejo de residuos sólidos diferentes a escombros y lodos	Clasificar los residuos sólidos generados en la obra															
			Entregar el material aprovechable generado en la obra a quien sea pertinente															

			Disponer adecuadamente los residuos sólidos generados en la obra															
			Diligenciar formatos de control de residuos sólidos generados															
		Manejo y Disposición Final de Escombros	Diligenciar formatos de control de entrega de escombros															
8	Manejo de maquinaria, equipos y vehículos	Manejo de maquinaria equipos y vehículos	Verificar condiciones idóneas de funcionamiento de los vehículos															
9	Gestión social	Atención e información a la comunidad	Divulgar procesos de contratación personal no calificado															
			Reuniones informativas y de concertación con la comunidad															
			Recepción las solicitudes, reclamos y sugerencias de la comunidad															
			Divulgar el cierre de vía por diferentes medios															
		Participación institucional y comunitaria	Conformar del comité de veeduría ciudadana															
		Manejo de predios en el área de influencia directa	Legalizar la ocupación de predios															
			Entregar los predios intervenidos															
		Contratación mano de obra	Afiliar a los trabajadores al sistema de seguridad social															
10	Higiene, seguridad industrial y salud ocupacional	Higiene, seguridad industrial y salud ocupacional																

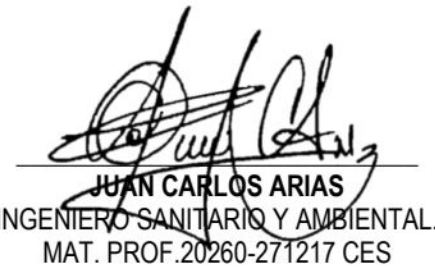
MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los principales impactos ambientales que se producirán durante la etapa de construcción del proyecto, serán generados por la excavación y movimiento de tierra, movilización y uso de maquinarias y equipos. El uso de maquinarias y equipos generarán incremento del nivel de ruido, además durante la excavación es probable que se incrementen las partículas y polvo debido a los movimientos de tierra, por lo que se recomienda el humedecimiento constante.

2. Los componentes ambientales que recibirán los mayores efectos perjudiciales serán: la calidad ambiental del aire y de los niveles de ruido. En menor grado, la compactación de suelos, área verde, cobertura vegetal y cambio de uso. Sin embargo, todos los impactos generados sobre estos componentes del entorno de las obras, se producirán durante la etapa de construcción y tendrán una duración temporal.

3. Se ha elaborado un Plan de Manejo Ambiental, en el cual se plantean las medidas de prevención, mitigación y/o corrección de los impactos ambientales identificados y que deberán ser incluidas en la ejecución de las obras del proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS."** En este Plan, se ha establecido una estrategia de conservación del ambiente, bajo la responsabilidad administrativa del Contratista, durante la etapa de construcción, y de la admiración municipal en la fase operativa y de mantenimiento, cuyos objetivos serán alcanzados mediante la implementación de las diferentes estrategias propuestas.



JUAN CARLOS ARIAS
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL.
MAT. PROF.20260-271217 CES

ANEXOS

Fecha		
DD	MM	AA

FORMATO 1 - FORMULARIO DEL PLAN AMBIENTAL Y SOCIAL EN OBRA PUBLICA (PASAO)

A. DATOS GENERALES

CONTRATO DE OBRA No. _____

OBJETO DEL CONTRATO

(Indique el objeto del contrato de ejecución suscrito)

NOMBRE CONTRATISTA _____ **NIT** _____

(Escriba el nombre o rzañon social del consultor contratado)

DIRECCION _____ **TELEFONO** _____

CONTRATO DE INTERVENTORIA No. _____

NOMBRE DEL CONTRATISTA DE INTERVENTORIA _____

(Escriba el nombre o rzañon social del Interventor)

COSTO DEL CONTRATO _____

COSTO DE LABORES AMBIENTALES Y DE GESTION SOCIAL _____

FECHA INICIO CONTRATO _____ (DD MM AA) **FECHA TERMINACION CONTRATO** _____ (DD MM AA)

FECHA INICIO OBRA _____ (DD MM AA)

No. RESOLUCION LICENCIA _____ **FECHA** _____ (DD MM AA)

No. PERMISO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL _____ **FECHA** _____ (DD MM AA)

FECHA DE APROBACION DE PMT _____ (DD MM AA)

ANEXO No. _____ (Anexar documento y Acta de Aprobación)

FECHA DE APROBACION DEL DISEÑO PAISAJISTICO _____ (DD MM AA)

ANEXO No. _____ (Anexar memoria, Plano y Acta de Aprobación)

FRENTES DE TRABAJO _____

(Escriba los frentes de trabajo ubicados en la obra)

ANEXO No. _____

No. DE OBREROS POR FRENTE DE TRABAJO _____

B. ASPECTOS GENERALES DE LOS REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

I. LISTADO DE OBRAS A EJECUTAR

OBRAS	DESDE	HASTA	CARACTERISTICAS AMBIENTALES	LONG	PENDIENTE	AREA

II. MANEJO DE ESCOMBROS

NOMBRE ESCOMBRERA	LOCALIDAD	DIRECCIÓN	No. DE RESOLUCIÓN AMBIENTAL	RUTAS (No. Y COLOR) ANEXO No.

III. PROVEEDORES DE MATERIALES

TIPO DE MATERIAL	NOMBRE DEL PROVEEDOR	No. de Inscripción en el Directorio	No. DE RESOLUCIÓN AMBIENTAL (DAMA-CAR)	No. TÍTULO MINERO
Asfalto				
Concreto				
Agregados				
Ladrillos				

ANEXO No. _____ **RUTAS DE TRANSPORTE DE PROVEEDORES**

IV. CAMPAMENTOS

FIJO ☐ MÓVIL ☐

DIRECCIÓN _____ TIPO _____

OBTENCIÓN AGUA POTABLE: OBTENCIÓN AGUA POTABLE:

No. DE BAÑOS _____ No. BAÑOS PORTÁTILES _____

PTO VERTIMIENTO AGUAS RESIDUALES: PTO. VERTIMIENTO AGUAS RESIDUALES:

V. DISEÑO PAISAJÍSTICO

SE REQUIERE DISEÑO PAISAJÍSTICO? SI ☐ NO ☐

BREVE DESCRIPCIÓN:

CUMPLE CON LA POLÍTICA METROPOLITANA DE FLORA URBANA? SI ☐ NO ☐
CUMPLE CON LOS CRITERIOS DE DISEÑO? SI ☐ NO ☐
CUMPLE CON EL MANUAL DE SILVICULTURA URBANA PARA MEDELLÍN? SI ☐ NO ☐

Fecha comité aprobación PMT _____

VII. PREDIOS A ADQUIRIR

UBICACIÓN	AREA

VIII. SISTEMA CONSTRUCTIVO A IMPLEMENTAR

IX. ANEXOS

1. Plano en planta de la obra.
2. Plano de localización del proyecto.
3. Permiso de escombrera y proveedores ó en su defecto certificación de inscripción al directorio.
4. Plano del campamento
5. PMT, aprobación del PMT
6. Plan de desvios, rutas y accesos temporales
7. Rutas para transporte de insumos y escombros.
8. Planos de señalización de frentes de trabajo.
9. Diseño paisajístico.
10. Inventario forestal.

NOMBRE DEL RESIDENTE AMBIENTAL _____ **C.C.** _____

NOMBRE DEL RESIDENTE SOCIAL _____ **C.C.** _____

Nota: La información consagrada en este formato es auténtica y se actualizará cada vez que se produzca un cambio en la misma.

(Firma Contratista) (Firma Contratista)
(Nombre) (Nombre)

Director de Obra Director Interventoría

VB RESPONSABLE DE LA ENTIDAD

Formato de evaluación de los impactos, procesos de participación y comunicación con las comunidades influenciadas por la obra

Nombre de la obra o proyecto	Fecha
Firma contratista	Etapa del ciclo del proyecto
Nombre Interventor	

1. Comunidad:

1.1 La obra o proyecto ha sido solicitado por la comunidad? Si ___ No ___

1.2 La comunidad fue informada sobre la obra, sus impactos y medidas de manejo?
Si ___ No ___ Cómo? _____
_____

1.3 La comunidad fue consultada por el contratista de la obra sobre las medidas de manejo propuestas? Si ___ No ____ Cómo? _____
_____

1.4 Ud. Se ha hecho partícipe de la obra o tiene sentido de pertenencia hacia ella?
Si ___ No ___ Porqué? _____
_____

1.5 Cómo ha sido su relación con los trabajadores de la obra? Cordial ___ Indiferente ___

1.6 Tiene quejas con respecto a la obra o sus trabajadores? Si ___No ____
Cuáles: _____

Observaciones: _____
_____
_____
_____
_____
_____

2. Contratista:

2.1 Dentro de su programación ud. planificó la realización de actividades de información a las comunidades influenciadas por la obra? Si___ No___

Cuáles? _____

2.2 Qué impactos a las comunidades se identificaron por la construcción de la obra?

_____

_____

2.3 Dentro de las medidas de manejo planteadas para la obra, cómo se realiza la gestión de impactos (Interrupción de servicios públicos, circulación de vehículos y pasos peatonales, afectación de viviendas) _____

_____

_____

2.4 Ud. como contratista tiene algunos criterios de comunicación establecidos con los trabajadores para el relacionamiento adecuado con las comunidades influenciadas por la obra? Si ___ No ___ Cuales? _____

_____

2.5 Cómo atiende las inquietudes o requerimientos de las comunidades?

_____

Observaciones: _____

_____

3. Trabajadores

3.1 Ud. como trabajador de la obra ha recibido indicaciones por parte del contratista para el manejo adecuado de las relaciones con la población influenciada por la obra?

Si ___ No ___ Cuáles? _____

3.2 Cuáles son los canales establecidos para atender las inquietudes o requerimientos de las comunidades? _____

_____

3.3 Está ud. informado sobre las medidas de manejo para los impactos sociales que genera la obra en la población ubicada en el área de influencia?

Si __ No ___ Cuáles son?_____

Observaciones: _____

_____

4. Comité Ciudadano

4.1 Cómo fue usted convocado a hacer parte del comité Ciudadano?

_____

4.2 Cuál es el plan de acción del Comité Ciudadano? _____

_____

4.3 Conoce ud. el objetivo de la obra en construcción y los impactos que ocasiona a la comunidad? Si __ No ___ Cuáles son?_____

4.4 Cuáles son sus funciones como parte del Comité y como las lleva a cabo?

_____

Observaciones: _____

_____

LISTA DE VERIFICACION PARA LA EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL DURANTE LA FASE DE CONSTRUCCIÓN DE UNA OBRA CIVIL					
Parámetro para evaluar	**N.A. (no aplica)**	**Si aplica** **Porcentaje de cumplimiento**			**Descripción que complementa la respuesta**
		BIEN	REGULAR	MAL	
La gestión ambiental de la obra está a cargo de una persona capacitada para ello a través de su formación profesional o de estudios complementarios.					
PROGRAMA 1. MANEJO DE RESIDUOS Y ESCOMBROS					
Los escombros son retirados del frente de obra y almacenados adecuadamente.					
Hay separación de escombros: cuescos de concreto, cuescos de ladrillo, cuescos de asfalto, tierras, material pétreo, madera.					
Existen registros de entrega del material en escombreras autorizadas.					
Los acopios de escombros se mantienen debidamente acordonados y cubiertos.					
Las zonas verdes y/o andenes se encuentran libres de escombros.					
Las volquetas destinadas al transporte de escombros cumplen con la Resolución 541 de 1994 (Estado del platón, cantidad de material transportado, cubrimiento de la carga, lavado de llantas) – verificar mediante registro documental y observación directa en campo.					

Parámetro para evaluar	N.A. (no aplica)	Si aplica Porcentaje de cumplimiento			Descripción que complementa la respuesta
		BIEN	REGULAR	MAL	
Los residuos ordinarios son entregados a la empresa de servicio publico de aseo.					
Los residuos reciclables son entregados a recuperadores informales o empresas de reciclaje.					
Los residuos peligrosos generados en la obras son almacenados correctamente y entregados a la entidad competente para su disposición. Se reporta su generación y disposición en la página web del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.					
Se realiza una adecuada clasificación, almacenamiento y uso de los materiales que pueden ser reutilizados					
PROGRAMA 2. CONTROL A LA EMISIÓN DE CONTAMINATES ATMOSFÉRICOS					
Las vías alrededor de la obra se observan limpias. Existen registros de actividades de limpieza periódica de dichas vías.					
Se realiza limpieza total de las llantas de las volquetas a la salida de la obra.					
La obra se encuentra debidamente encerrada y el frente de obra, cubierto con malla polisombra.					
Se humedecen zonas sin cobertura, susceptibles de generar emisiones difusas de material particulado.					

Parámetro para evaluar	N.A. (no aplica)	Si aplica Porcentaje de cumplimiento			Descripción que complementa la respuesta
		BIEN	REGULAR	MAL	
Se realizan periódicamente labores de limpieza en los frentes de obra, vías, campamentos, y sitios de acopio. Durante estas labores, se humedecen las superficies, para que no existan emisiones de material particulado.					
Las vías internas se encuentran pavimentadas o cubiertas con triturado, tienen un drenaje adecuado y se humedecen periódicamente para evitar emisiones de material particulado.					
Durante la demolición de edificaciones o estructuras existentes, se usan mallas para evitar la dispersión de material particulado. Se humedecen las superficies que serán demolidas para reducir las emisiones.					
Se usan combustibles limpios para el calentamiento de las mezclas asfálticas. No se realizan quemas dentro de la obra.					
Se emplean plástico o lonas impermeables para aislamiento de materiales almacenados.					
Existen copias de los certificados de revisión tecnicomecánica de todos los vehículos relacionados con la obra.					
Existe registro del mantenimiento de la maquinaria que no requiere tal revisión.					
El tránsito al interior de la obra se realiza a bajas velocidades.					

Parámetro para evaluar	N.A. (no aplica)	Si aplica Porcentaje de cumplimiento			Descripción que complementa la respuesta
		BIEN	REGULAR	MAL	
Existe un programa de uso para la maquinaria que genera altos niveles de ruido, considerando horarios de trabajo, intervalos y avisos previos a la comunidad.					
En caso de generación de altos niveles de presión sonora, se han apropiado medidas de mitigación como control sobre los horarios de trabajo o instalación de barreras.					
Se realiza mantenimiento periódico a la maquinaria utilizada en la obra y existen registros de ello.					
Los vehículos cuentan con revisión del certificado de emisión de gases así como SOAT vigente. Existe un archivo con esta documentación.					
PROGRAMA 3: USO Y ALMACENAMIENTO ADECUADO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN					
Existe un archivo con los respectivos permisos ambientales y mineros de los proveedores de materiales.					
Existen registros de la programación en el uso diario de los materiales de construcción de acuerdo con el cálculo de cantidades de obra.					
Se usan concretos premezclados en lugar de preparar las mezclas en obra.					

Parámetro para evaluar	N.A. (no aplica)	Si aplica Porcentaje de cumplimiento			Descripción que complementa la respuesta
		BIEN	REGULAR	MAL	
En caso de que se preparen las mezcla en obra, existe un adecuado almacenamiento del cemento (en caso de silos verificar funcionamiento de los filtros y protección inferior contra la difusión de material particulado). La mezcla de concreto se hace en plataforma o geotextil.					
Las zonas verdes y/o andenes se encuentran libres de de materiales de construcción o residuos.					
Los materiales almacenados cuentan con la debida protección para evitar la emisión de material particulado.					
Los patios de almacenamiento (materiales reutilizables, agregados pétreos o escombros), poseen canales perimetrales con sus correspondientes estructuras para el control de sedimentos.					
Los materiales como pinturas, grasas y solventes se encuentran marcados y tapados. El lugar donde se almacenan está ventilado y hay un extinguidor adecuado para el control de posibles incendios. Se observan obras para la retención de estos materiales en caso de derrame accidental.					
Las rutas utilizadas para el transporte de materiales al interior de la obra están debidamente trazadas.					

Parámetro para evaluar	N.A. (no aplica)	Si aplica Porcentaje de cumplimiento			Descripción que complementa la respuesta
		BIEN	REGULAR	MAL	
PROGRAMA 4: PROTECCIÓN DEL SUELO – PREVENCIÓN DE PROCESOS EROSIVOS Y CONTROL SOBRE LA ESCORRENTÍA					
Existen obras de protección contra la erosión superficial, como barreras o trinchos, canales para el control de la escorrentía, conformación adecuada de taludes, etc.					
Hay evidencias de procesos de revegetalización en suelos que hayan sido intervenidos.					
Hay medidas para el control de la estabilidad de taludes naturales o creados.					
El suelo orgánico removido se encuentra debidamente almacenado.					
PROGRAMA 5: PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA Y REDES DE SERVICIOS PÚBLICOS					
En caso de ocupación de cauce, existe el permiso respectivo.					
Se respetan los retiros a las corrientes de agua. Hay actividades para la recuperación o conservación de la cobertura vegetal de estas zonas.					
Existe algún tipo de barrera que aísle los canales o corrientes de agua circundantes de los frentes de obra.					
Las aguas residuales domésticas se vierten al alcantarillado o a un pozo séptico en perfecto estado.					

Parámetro para evaluar	N.A. (no aplica)	Si aplica Porcentaje de cumplimiento			Descripción que complementa la respuesta
		BIEN	REGULAR	MAL	
Los sumideros presentes en el frente de obra permanecen limpios, en perfectas condiciones y cuentan con protección para sedimentos de tipo canastilla o geotextil.					
Hay trampas de sedimentos en los canales reciben aguas procedentes de procesos de lavado, cortes en húmedo, recolección de escorrentía.					
Se verifican acciones que eviten los vertimientos de aceites y otras sustancias o residuos a los sumideros y cuerpos de agua.					
Los acopios de materiales se encuentran lo suficientemente alejados de los cuerpos de agua y áreas ambientalmente sensibles de manera que no se altere las condiciones antes de la obra.					
Las aguas residuales de los baños móviles se entregan a una entidad competente que las dispone adecuadamente.					
De requerirse mantenimiento de maquinaria pesada (Engrases y chequeos de niveles de aceites y líquidos), se instala una protección que cubra la totalidad del área donde se realiza ésta actividad, para evitar contaminación del suelo y del agua.					
PROGRAMA 6. MANEJO DE LA VEGETACIÓN					
Existe el permiso de tala, poda o trasplante, expedido por la autoridad competente.					

Parámetro para evaluar	N.A. (no aplica)	Si aplica Porcentaje de cumplimiento			Descripción que complementa la respuesta
		BIEN	REGULAR	MAL	
Las actividades de poda, trasplante o tala de árboles se realiza con criterios técnicos.					
Las zonas verdes y especies vegetales del área de influencia de la obra se encuentran protegidas y en buenas condiciones.					
Los residuos vegetales son entregados a una empresa especializada.					
Se almacenan y protegen los cespedones para su uso posterior.					
Se verifica que el plan de paisajismo y compensación cumpla con la calidad estipulada, la cantidad de plántulas, árboles, arbustos y la frecuencia de los mantenimientos.					
PROGRAMA 7. MANEJO DE TRÁNSITO Y SEÑALIZACIÓN					
En caso de alteración del flujo vehicular, existe un plan de tránsito aprobado y este se cumple a cabalidad.					
Cada frente de intervención, está demarcado con mínimo dos hiladas de cinta plástica reflectiva con de mínimo 12 cm, apoyada sobre señalizadores tubulares de 1,20 m de altura como mínimo.					
Se encuentra la señalización limpia y en buen estado.					
Se tienen habilitados senderos peatonales en todos los frentes de obra, debidamente demarcados y señalizados.					

Parámetro para evaluar	N.A. (no aplica)	Si aplica Porcentaje de cumplimiento			Descripción que complementa la respuesta
		BIEN	REGULAR	MAL	
La obra cuenta con los suficientes avisos preventivos, reglamentario e informativos según el plan de manejo de transito.					
Los materiales ubicados temporalmente en el frente de obra, se encuentran debidamente demarcados o acordonados.					
En caso de intervención sobre el tráfico vehicular, existen bandereros con señales siga – pare para alternar los pasos vehiculares y de transeúntes.					
PROGRAMA 8. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL					
Todo el campamento de la obra se encuentra debidamente demarcado, señalizado, ordenado y aseado.					
El personal que labora en la obra posee todos los elementos de protección personal según el tipo de actividad que realiza.					
El campamento y almacenes se encuentran debidamente dotados de equipos de primeros auxilios y equipos para el control de conflagraciones.					
Hay 1 baño para cada 15 trabajadores (o hay 1 baño cada 150 ml). Cada baño recibe mantenimiento y limpieza periódica.					
El Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial se encuentra publicado en un lugar visible de las instalaciones temporales y puntos de Atención a la Comunidad. Se realizan con frecuencia jornadas de capacitación sobre seguridad y manejo ambiental de la obra.					

Parámetro para evaluar	N.A. (no aplica)	Si aplica Porcentaje de cumplimiento			Descripción que complementa la respuesta
		BIEN	REGULAR	MAL	
Existe un comité de salud ocupacional. En su defecto, la persona encargada de este tema realiza revisión periódica de los empleados y sus actividades.					
El personal se encuentra afiliado a EPS, Pensiones, ARP y otros que cobije la ley.					
Las instalaciones provisionales cuentan con espacios suficientes y adecuados para el manejo de ropas, implementos personales y EPP.					
En trabajos de excavación y altura se toman todas las medidas de seguridad (líneas de vida, escaleras y EPP para trabajadores).					
PROGRAMA 9: PREVENCIÓN Y MANEJO DE CONTINGENCIAS					
El almacén cuenta con la señalización para emergencias, permanece en buenas condiciones de aseo y limpieza, los productos y sustancias están rotulados y almacenados según la normatividad vigente.					
Se cuenta con botiquín en cada frente con la dotación básica requerida para la obra. Además se cuenta en la obra con camilla rígida y extintor multipropósito.					
El material de excavación se encuentra por lo menos a un metro hacia afuera de la excavación.					
Todas las excavaciones se encuentran demarcadas y señalizadas.					
Se cuenta con un plan de contingencia claro para cada tipo de riesgo identificado.					

Parámetro para evaluar	N.A. (no aplica)	Si aplica Porcentaje de cumplimiento			Descripción que complementa la respuesta
		BIEN	REGULAR	MAL	
PROGRAMA 10: GESTION SOCIAL					
Se ha informado a la comunidad vecina sobre el proyecto de construcción.					
Existe una persona idónea a cargo de las relaciones con la comunidad. La obra cuenta con un lugar y un mecanismo de atención a la comunidad.					
Se han levantado la totalidad de las actas de entorno y actas de vecindad de los predios ubicados sobre el corredor de la intervención antes de iniciar las obras.					
Existen vallas con los datos del contratista, interventor y números telefónicos para mayor información.					
Existe un comité de participación ciudadana, está activo y cuenta con actores representativos.					
Se ha desarrollado una estrategia comunicativa adecuada con las intervenciones en el componente arbóreo.					
Se ha informado o se cuenta con un mecanismo de socialización de los cortes de servicios públicos, cierre de vías o riesgos de la obra.					
Hay un registro de las quejas de la comunidad. Se evidencia que han sido debidamente atendidas.					
Calificación general obtenida: obtenga un porcentaje de cumplimiento considerando el número de situaciones enunciadas que efectivamente apliquen al desarrollo de la obra.					

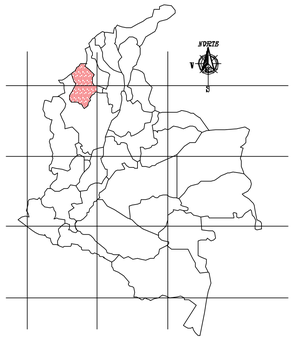
LICITACIÓN PÚBLICA LP-AMSC-003-2026

SOPORTE TÉCNICO 12

PLANO DE LOCALIZACIÓN Y CANTERAS

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA
CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO
EN EL BARRIO VILLA CATA
MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS - CÓRDOBA

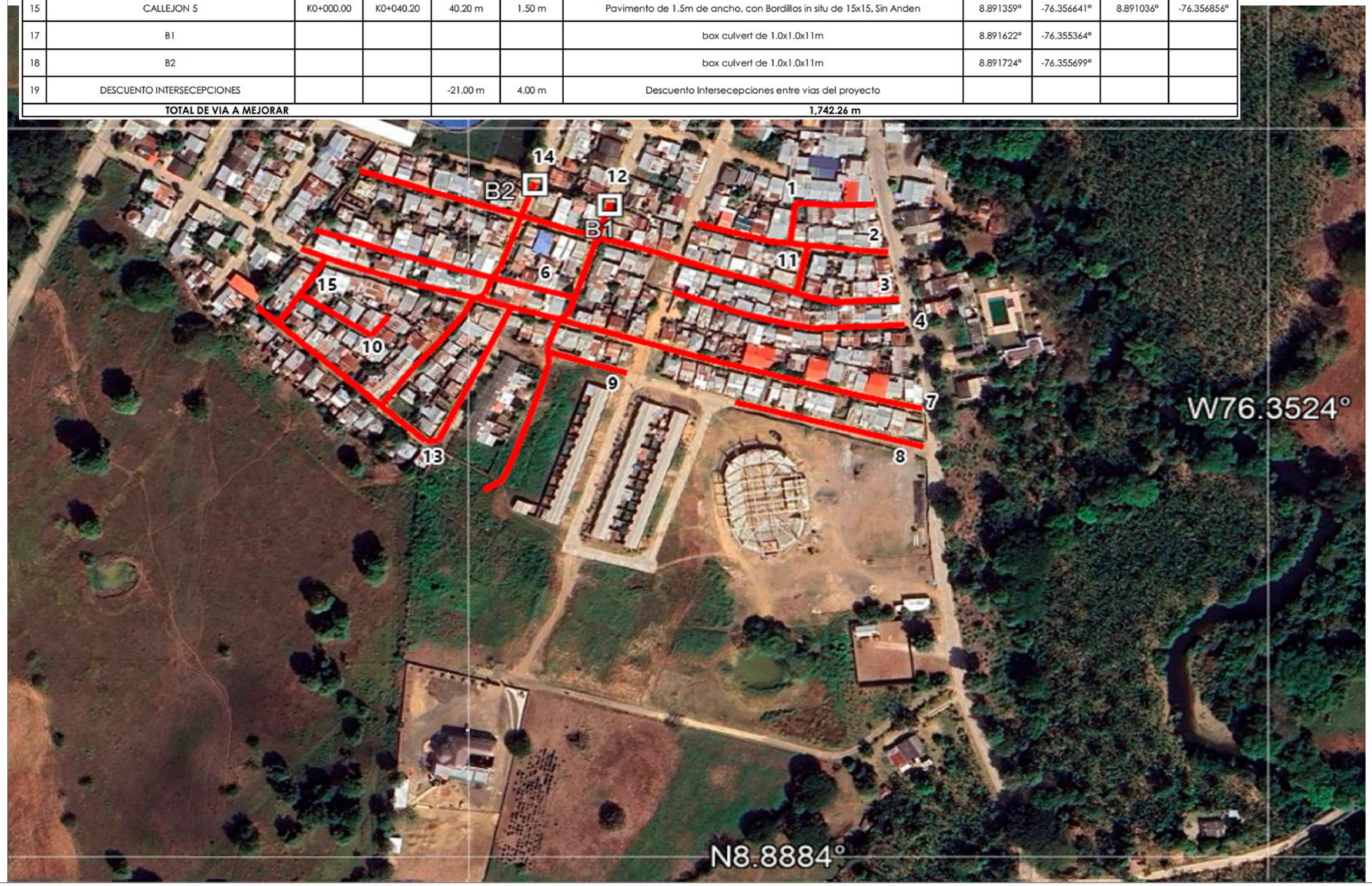
DEPARTAMENTO DE CORDOBA



MUNICIPIO DE LOS CORDOBAS

CASCO URBANO DEL MUNICIPIO

#	UBICACIÓN	INICIO	FIN	LOGUITUD	ANCHO	OBSERVACIONES	INICIO		FINAL	
							LATITUD	LONGUITUD	LATITUD	LONGUITUD
1	CALLEJON 1	K0+000.00	K0+059.07	59.07 m	1.50 m	Pavimento de 1.5m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891625°	-76.354171°	8.891433°	-76.354552°
2	CARRERA 1A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+096.04	96.04 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891388°	-76.354113°	8.891530°	-76.354972°
3	CARRERA 2A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+278.85	278.85 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891151°	-76.354065°	8.891785°	-76.356495°
4	CARRERA 3A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+118.81	118.81 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891036°	-76.354037°	8.891186°	-76.355073°
6	CALLEJON 3	K0+000.00	K0+126.91	126.91 m	2.00 m	Pavimento de 2.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891162°	-76.355521°	8.891496°	-76.356692°
7	CARRERA 11A ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+316.50	316.50 m	5.00 m	Pavimento de 5.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.890617°	-76.353960°	8.891405°	-76.356752°
8	CARRERA 4A ENTRE CALLE 9 Y CARRERA 5	K0+000.00	K0+096.34	96.34 m	5.00 m	Pavimento de 5.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.890425°	-76.353956°	8.890643°	-76.354795°
9	CARRERA 4B ENTRE CALLE 3B Y CALLE 9	K0+000.00	K0+036.70	36.70 m	5.00 m	Pavimento de 5.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.890791°	-76.355287°	8.890892°	-76.355637°
10	CALLEJON 4	K0+000.00	K0+053.03	53.03 m	1.50 m	Pavimento de 1.5m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891070°	-76.356362°	8.891178°	-76.356757°
11	CALLE 1A ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 2A	K0+000.00	K0+021.85	21.85 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891418°	-76.354475°	8.891188°	-76.354525°
12	CALLE 9A ENTRE CARRERA 1A Y GLORIETA	K0+000.00	K0+176.58	176.58 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891627°	-76.355362°	8.890210°	-76.355931°
13	CALLE 5B MAS CARRERA 5B ENTRE CALLEJON 6 Y CARRERA 11B	K0+000.00	K0+195.65	195.65 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891116°	-76.355807°	8.891118°	-76.356949°
14	CALLE 7 ENTRE CARRERA 1A Y CARRERA 5B	K0+000.00	K0+146.72	146.72 m	4.00 m	Pavimento de 4.0m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15 y anden en concreto de 60cm de ancho	8.891734°	-76.355698°	8.890632°	-76.356393°
15	CALLEJON 5	K0+000.00	K0+040.20	40.20 m	1.50 m	Pavimento de 1.5m de ancho, con Bordillos in situ de 15x15, Sin Anden	8.891359°	-76.356641°	8.891036°	-76.356856°
17	B1					box culvert de 1.0x1.0x11m	8.891622°	-76.355364°		
18	B2					box culvert de 1.0x1.0x11m	8.891724°	-76.355699°		
19	DESCUENTO INTERSECEPCIONES			-21.00 m	4.00 m	Descuento Intersecepciones entre vias del proyecto				
TOTAL DE VIA A MEJORAR				**1,742.26 m**						



LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:



LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:



CONTRATANTE:

CONTRATISTA:

DIBUJO:

JORGE LOPEZ MORENO
ING CIVIL
T.P. 22202-344254 COR

REVISÓ:

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

VIA DEL PROYECTO

PROYECTO:

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS C Ó R D O B A S

CONTIENE:

PLANO DE LOCALIZACIÓN

ESCALA:

SIN ESCALA

FECHA:

SEP - 2026

REVISIÓN:

REV No	FECHA	OBSERVACIÓN

CÓDIGO DEL PLANO:

LOCALI-EX

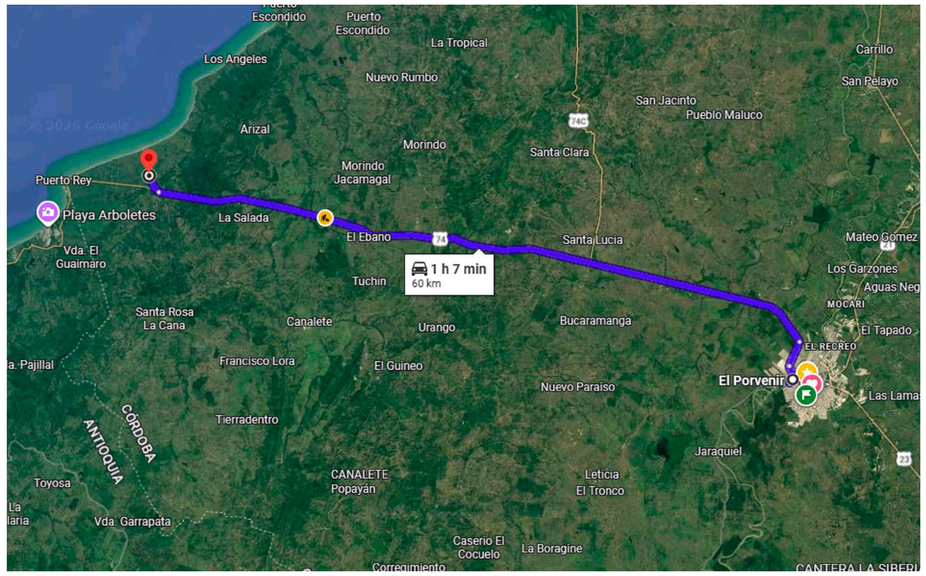
PLANCHA:

1 / 1



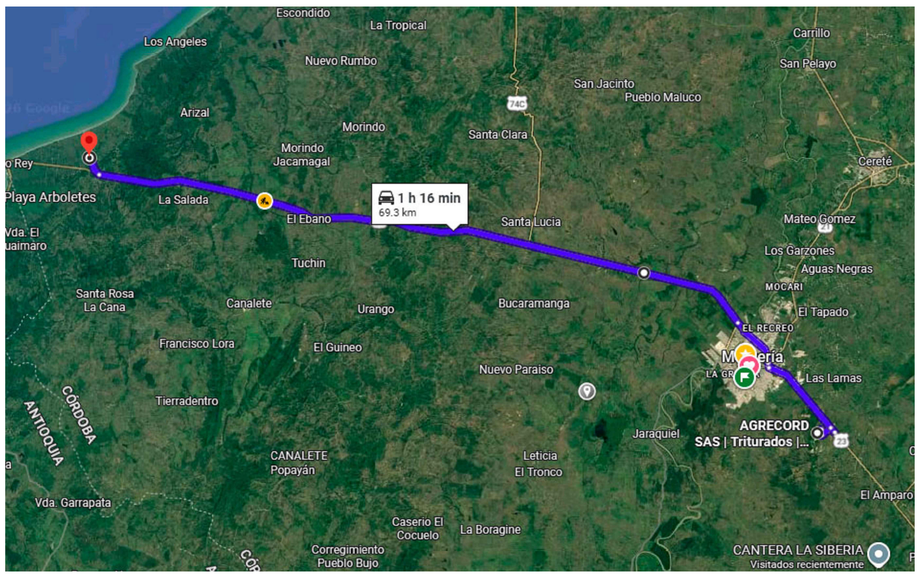


CANTERA LA SIBERA QUEDA A 81.6KM EN PROMEDIO AL LUGAR DEL PROYECTO, ESTA CANTE VENDE EL AGREGADO GRUESO, PIEDRA RAJON Y CUENTA CON LICENCIA AMBIENTAL.





ARENA RIO SINU QUEDA A 60.0KM EN PROMEDIO AL LUGAR DEL PROYECTO, ESTA CANTE VENDE EL AGREGADO FINO Y CUENTA CON LICENCIA AMBIENTAL.





CANTERA LOMA GRANDE QUEDA A 69.3KM EN PROMEDIO AL LUGAR DEL PROYECTO, ESTA CANTE VENDE EL MATERIAL DE AFIRMADO Y EL TIPO SUBASE, CUENTA CON PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

LOCALIZACIÓN DEPARTAMENTAL:



LOCALIZACIÓN MUNICIPAL:



CONTRATANTE:

CONTRATISTA:

DIBUJO:

JORGE LOPEZ MORENO
ING CIVIL
T.P. 22202-344254 COR

REVISÓ:

CONVENCIONES Y ABREVIATURAS:

GUIA HASTA PROYECTO

PROYECTO:

MEJORAMIENTO DE LA RED VIAL MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RIGIDO EN EL BARRIO VILLA CATALINA, MUNICIPIO DE LOS CÓRDOBAS

CONTIENE:

PLANO DE LOCALIZACIÓN CANTERA

ESCALA:

SIN ESCALA

FECHA:

SEP - 2026

REVISIÓN:

REV No	FECHA	OBSERVACIÓN

CÓDIGO DEL PLANO:

LOCALI-CANT

PLANCHA:

1 / 1