EXCAVACIONES VARIAS

ARTÍCULO 600 – 13

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 planos u ordenados por el Interventor. Comprende, además, la construcción de sistemas de apuntalamientos y entibados, encofrados, ataguías y cajones y el sistema de drenaje que fuere necesario para la ejecución de los trabajos de excavación, así como el retiro subsiguiente de encofrados y ataguías. Incluye, también, la remoción, el transporte y la disposición de todo material que se encuentre dentro de los límites de las excavaciones y la limpieza final que sea necesaria para la terminación del trabajo.

No se incluyen en este Artículo las excavaciones contempladas por el Artículo 210, las excavaciones para pilotes pre-excavados, las cuales están comprendidas en el Artículo 621, y cualquier otra excavación considerada en algún otro Artículo de estas especificaciones.

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.

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.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

600.1.2.2.2 Excavaciones varias en roca bajo agua

Comprenden toda excavación cubierta por el numeral anterior, donde la presencia permanente de agua sobre el nivel de la excavación dificulte la ejecución de ésta.

600.1.2.2.3 Excavaciones varias en material común en seco

Comprenden la excavación, en seco, de materiales no cubiertos por el numeral 600.1.2.2.1, "Excavaciones varias en roca en seco".

600.1.2.2.4 Excavaciones varias en material común bajo agua

Comprenden toda excavación de los materiales considerados en el numeral anterior, pero donde la presencia permanente de agua sobre el nivel de la excavación dificulte la ejecución de ésta.

600.2 MATERIALES

Los materiales provenientes de las excavaciones varias que sean adecuados y necesarios para la ejecución de rellenos, deberán ser almacenados por el Constructor para aprovecharlos en la construcción de aquellos, según lo determine el Interventor. Dichos materiales no se podrán 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.

Los materiales de las excavaciones varias que no sean utilizables, deberán ser dispuestos de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor, en zonas de disposición o desecho aprobadas ambientalmente.

600.3 EQUIPO

El Constructor propondrá, para consideración del Interventor, los equipos más apropiados para las operaciones por realizar, de acuerdo con el tipo de material por excavar, los cuales no deberán producir daños innecesarios en vecindades o en la

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

zona de los trabajos; y deberán garantizar el avance físico según el programa de trabajo, permitiendo el correcto desarrollo de las etapas constructivas siguientes.

600.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

600.4.1 Generalidades

El Constructor deberá 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 deberán haber completado los trabajos previos de desmonte y limpieza, de conformidad con lo que resulte aplicable de lo especificado en el Artículo 200 de las presentes especificaciones.

Si dentro de los límites de la excavación se encuentran estructuras, cimientos antiguos u otros obstáculos, éstos deberán ser retirados por el Constructor, quien no tendrá derecho a compensación adicional por las dificultades o contratiempos que ocasione la remoción y/o retiro de tales obstrucciones.

Siempre que los trabajos lo requieran, las excavaciones varias deberán comprender labores previas, tales como el desvío de corrientes de agua o la construcción de cauces provisionales u otras que contemplen los planos del proyecto o indique el Interventor.

Los bordes exteriores de las excavaciones deberán delimitarse perfectamente, mediante estacas, jalones y líneas de demarcación de sus contornos. En las proximidades de toda excavación destinada a fundar estructuras o instalar alcantarillas, se colocará a lo menos una estaca de referencia altimétrica. Será de responsabilidad del Constructor conservar en todo momento la estaca de referencia altimétrica hasta la recepción de los trabajos; el Interventor, podrá ordenar la paralización de las excavaciones que no cuenten con esas referencias.

Las excavaciones se deberán adelantar de acuerdo con los planos de construcción. Las cotas de fundación de zapatas indicadas en ellos se consideran aproximadas y, por lo tanto, el Interventor podrá ordenar que

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

se efectúen todos los cambios que considere necesarios en las dimensiones de la excavación, para obtener una cimentación satisfactoria.

El Constructor deberá tomar todas las precauciones para que la perturbación del suelo contiguo a la excavación sea mínima.

En caso de que al llegar a las cotas de cimentación indicadas en los planos, el material sea inapropiado, el Interventor podrá ordenar una excavación a mayor profundidad a efectos de obtener un material de fundación apropiado o, alternativamente, a excavar a mayor profundidad y rellenar con un material que cumpla requisitos de los denominados adecuados o seleccionados, de acuerdo con el numeral 220.2.1 del Artículo 220, o según lo indiquen los documentos del proyecto.

En el primer caso, se deberá revisar los diseños de la estructura y efectuar las modificaciones que corresponda. En el segundo caso, el material de relleno será tratado conforme lo establece el Artículo 610, "Rellenos para estructuras", de estas especificaciones.

En ambos casos, el Interventor definirá las cotas hasta las cuales se deberá profundizar la excavación.

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos que el Constructor proponga utilizar, deberán contar con la aprobación previa del Interventor, así como la disposición y secuencia de las voladuras, las cuales se deberán proyectar de manera que su efecto sea mínimo por fuera de los taludes proyectados. En la dirección y la ejecución de estos trabajos se deberá emplear personal que tenga amplia experiencia al respecto.

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, deberá entibarse de manera satisfactoria para el Interventor. Los entibados deberán ser retirados antes de rellenar las excavaciones.

Si los sistemas de gravedad no son suficientes para mantener drenadas las excavaciones, se deberán instalar y mantener operando 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. Durante el bombeo, se deberá tener la precaución de no

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

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, será responsabilidad del Constructor quien deberá reponer, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, los daños y perjuicios causados, a plena satisfacción del Interventor.

600.4.2 Excavaciones para cimentaciones de estructuras de concreto

600.4.2.1 Excavación

Los lugares para cimentaciones se deberán excavar conforme las líneas de pago indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor, para permitir la construcción de las mismas a todo su ancho y longitud y 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 deberá tener especial cuidado para no perturbar el fondo de la excavación, tomando 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 en que se esté por colocar el cimiento.

En las excavaciones de las fundaciones de estructuras en cajón y pilas, el Constructor podrá adoptar el sistema constructivo que estime conveniente, siempre y cuando cuente con la aprobación del Interventor. Podrá facilitar el procedimiento constructivo con el empleo de islas, plataformas, sistemas neumáticos, aire comprimido, lanzas de agua, equipos de alto rendimiento de origen minero, y cualquier otro sistema autorizado. El empleo de cualquiera de estos sistemas constructivos derivados de las dificultades de la ejecución de obra, no implicará ningún pago adicional al pactado para el precio unitario establecido en esta especificación.

Cuando se encuentre un fondo rocoso, la excavación se deberá ejecutar de tal forma, que la roca sólida quede

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

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, deberán ser limpiadas y rellenadas con concreto o mortero.

Cuando se usen pilotes para soportar zapatas de estribos o pilas de puentes o viaductos, la excavación de cada fondo se deberá completar antes de iniciar la hinca y ésta deberá finalizar antes de comenzar la fundición de la zapata que se trate. Al terminar la hinca de los pilotes, el Constructor deberá 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 deberán llevar a profundidades y 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 deberán 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.

Las ataguías y encofrados deberán ser construidos en tal forma, que protejan el concreto fresco contra cualquier daño que pudiera ocasionarle una creciente repentina y para prevenir cualquier daño debido a la erosión. En las ataguías y encofrados no se deberán dejar maderos o abrazaderas que puedan penetrar en el concreto del cimiento, salvo que el Interventor lo autorice por escrito.

No se permitirá ningún apuntalamiento de ataguías y encofrados que pueda producir esfuerzo, golpe o vibración en la estructura permanente.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Las ataguías y encofrados inclinados o desplazados lateralmente durante el proceso de hincado, deberán ser enderezados, relocalizados o suplementados 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 deberá 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, a juicio del Interventor, ocurran circunstancias que no permitan fundir el cimiento en seco, podrá exigir la construcción de un sello de concreto de las dimensiones que sean necesarias. El concreto se deberá cumplir con lo especificado en el Artículo 630 y deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 21 MPa a 28 días.

Después de colocado el sello, el agua se extraerá 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, se deberán proveer 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 deberán perforar a la altura de la marea más baja, para controlar y obtener igual presión hidrostática dentro y fuera del elemento, durante la fundida 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 permitirá ninguna excavación por fuera de los cajones, ataguías, encofrados o tablestacados, ni alterar el lecho natural de las corrientes adyacentes a la estructura, sin el consentimiento del Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Si se efectúa cualquier excavación o dragado en el sitio de la estructura antes de colocar los caissons, encofrados, ataguías o tablestacados, el Constructor deberá rellenar la zona excavada o dragada, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, una vez colocada la cimentación, hasta la altura natural del terreno o lecho del río, con material aprobado por el Interventor.

En cursos de agua navegables, el Constructor deberá mantener, en todo momento, la profundidad del agua y los gálibos requeridos para el paso del tránsito lacustre o fluvial. También, deberá mantener 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 en la zona de la corriente de agua, deberán 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 deberán efectuar de conformidad con el alineamiento, dimensiones, pendientes y detalles mostrados en los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

Cuando se vaya a colocar una alcantarilla por debajo de la línea del terreno original, se deberá excavar una zanja a la profundidad requerida, de acuerdo a los Artículos 660, 661, 662 o 663, según corresponda, conformándose el fondo de la misma de manera que asegure un lecho firme en toda la longitud de la alcantarilla. El ancho de dicha zanja deberá ser el mínimo que permita trabajar a ambos lados de la alcantarilla y compactar debidamente el relleno debajo y alrededor de ella. Las paredes de la zanja deberán quedar lo más verticales que sea posible, desde la cimentación hasta, por lo menos, la clave de la alcantarilla.

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 deberá ser removido hasta más abajo de la cota de cimentación y reemplazado por un material de subbase granular compactado, en un espesor mínimo de quince centímetros (15 cm). Esta capa se deberá compactar, como mínimo al

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

noventa y cinco por ciento (95 %) 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 deberán ser removidos en una profundidad igual al ancho de la excavación o la que autorice el Interventor, debiendo ser rellenados posteriormente con un material adecuado, según el numeral 220.2.1 del Artículo 220 o según lo indiquen los documentos del proyecto, el cual se compactará debidamente, para obtener un lecho firme y homogéneo.

600.4.4 Excavaciones para filtros

Las excavaciones para la construcción de filtros se deberán efectuar hasta la profundidad que se requiera y de conformidad con las dimensiones, pendientes y detalles que indiquen los planos del proyecto o determine el Interventor. Las paredes de las excavaciones deberán ser verticales y su fondo deberá 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 deberán realizar de conformidad con las dimensiones y detalles señalados en los planos o determinados por el Interventor.

600.4.6 Bombeo

En cualquier excavación que lo requiera, el bombeo se deberá hacer de manera que excluya la posibilidad de arrastrar cualquier porción de los materiales colocados. No se permitirá bombear agua durante la colocación del concreto o durante las veinticuatro (24) horas siguientes, salvo que el bombeo se pueda efectuar desde un sumidero apropiado, separado de la obra de concreto por un muro impermeable u otros medios efectivos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

No se deberá 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 (7) días o el lapso adicional que autorice el Interventor.

600.4.7 Limpieza final

Al terminar los trabajos de excavación, el Constructor deberá 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 las indicaciones del Interventor.

600.4.8 Limitaciones en la ejecución

Las excavaciones varias sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

Los trabajos de excavaciones se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá 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 resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá 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

Todas las labores de excavaciones varias se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

Los desvíos provisionales de los cursos de agua no podrán dar lugar a modificaciones permanentes en los lechos de quebradas y ríos. Así mismo, se deberá evitar el represamiento y el empozamiento de agua que puedan originar áreas insalubres causantes de la proliferación de mosquitos y otras plagas.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVÍAS

Todos los materiales removidos de las excavaciones y que no tengan uso previsto en la obra deberán ser cuidadosamente recuperados para evitar que puedan ser arrastrados a cursos de agua, y serán transportados y depositados en lugares apropiados, de la manera prevista en los documentos del proyecto u ordenada por el Interventor.

En cuanto a hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico, se seguirá lo dispuesto en el numeral 210.4.6 del Artículo 210.

600.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

600.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Comprobar el estado del equipo de construcción.
- Verificar la eficiencia y la seguridad de los procedimientos de construcción.
- Vigilar el cumplimiento del programa de trabajo.
- Verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Verificar el alineamiento, el perfil y las secciones de las áreas excavadas.
- Comprobar la lisura y la firmeza del fondo de las excavaciones.
- Medir los volúmenes de trabajo realizado en acuerdo a la presente especificación.

El Interventor verificará 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 dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección de la excavación estén de acuerdo con los planos del proyecto y

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

las instrucciones del Interventor y éste considere, además, que la conservación de cauces es satisfactoria.

En ningún punto, la excavación realizada podrá variar con respecto a 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 deberán ser corregidas por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, a plena satisfacción del Interventor.

600.6 MEDIDA

La unidad de medida de las excavaciones varias será el metro cúbico (m^3), aproximado a la décima de metro cúbico, de material excavado en su posición original, determinado dentro y hasta las líneas de pago indicadas en los planos y en esta especificación o autorizadas por el Interventor. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No habrá ninguna medida por los sobreanchos que se requieran para colocar encofrados, ni por el material que se haya excavado antes de que se hayan realizado los levantamientos topográficos mencionados en el numeral 600.4.1.

Todas las excavaciones serán medidas por volumen realizado, verificado antes y después de ser ejecutado el trabajo de excavación. El Constructor deberá permitir que el Interventor realice las mediciones y verificaciones que éste considere pertinentes antes de cerrar la excavación; si el Constructor cierra la excavación antes de que el Interventor realice las mediciones y verificaciones, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente éste determine.

En excavaciones para estructuras, alcantarillas y filtros, toda medida se hará 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 medirán y su corrección correrá por cuenta exclusiva de éste, a plena satisfacción del Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

En caso de que ocurran derrumbes que el Interventor no atribuya a descuido o negligencia del Constructor, ellos se medirán, para efectos de pago, conforme lo establece 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 hará con base en secciones transversales, tomadas antes y después de realizar el trabajo respectivo. No se incluirán en la medida las excavaciones realizadas 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 pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto, la presente especificación y las instrucciones del Interventor, para la respectiva clase de excavación, ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de la excavación, eventual perforación y voladura, 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. También, deberá cubrir los costos de todas las obras provisionales y complementarias, tales como la construcción de accesos, desvíos de corrientes de agua, 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, explosivos, limpieza final de la zona de construcción y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El Constructor deberá 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 deberá cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el Interventor. De los volúmenes de excavación se descontarán, 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.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

En el caso de que los trabajos afecten una vía en la cual exista tránsito automotor, el precio unitario deberá incluir, además, los costos de señalización preventiva de la vía y el control del tránsito durante la ejecución de los trabajos.

El precio unitario deberá 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 medirán y pagarán de acuerdo con el Artículo 200, "Desmonte y limpieza".

El sello de concreto para la protección del fondo de la excavación, cuando se requiera, se medirá y pagará de acuerdo con el Artículo 630, "Concreto estructural".

600.8 ÍTEM DE PAGO

Alternativa I – Excavación sin clasificar

600.1.1	Excavaciones varias sin clasificar	Metro cúbico (m^3)

Alternativa II– Excavación clasificada

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)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

RELLENOS PARA ESTRUCTURAS

ARTÍCULO 610 – 13

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 capas filtrantes por detrás de los estribos, muros de contención y otras obras de arte, en los sitios y con las dimensiones señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor, 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 deberán provenir de las excavaciones del proyecto, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; estarán libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales; no tendrán características expansivas ni colapsables. Su empleo deberá ser autorizado por el Interventor.

Los documentos del proyecto indicarán 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 usan 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

Deberán cumplir los requisitos establecidos en los documentos técnicos del proyecto. Si los documentos del proyecto no establecen estos requisitos, se utilizarán los indicados en la Tabla 610 - 1.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 610 - 1. Requisitos de los suelos para rellenos de estructuras

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUELOS SELECCIONADOS	SUELOS ADECUADOS	SUELOS TOLERABLES
Tamaño máximo, mm	E-123	75	100	150
Porcentaje que pasa el tamiz de 2 mm (No. 10) en masa, máximo	E-123	80	80	-
Porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) en masa, máximo	E-123	25	35	35
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	0	1.0	1.0
Límite líquido, máximo (%)	E-125	30	40	40
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-126	10	15	-
CBR de laboratorio, mínimo (%) *(Nota 1)*	E-148	10	5	3
Expansión en prueba CBR, máximo (%) *(Nota 1)*	E-148	0.0	2.0	2.0
Índice de colapso, máximo (%) *(Nota 2)*	E-157	2.0	2.0	2.0
Contenido de sales Solubles, máximo (%)	E-158	0.2	0.2	-

Nota 1. Los valores de CBR y expansión indicados en la Tabla están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 610.5.2.2.1); el CBR y la expansión se medirán sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.

Nota 2. La muestra para el índice de colapso se debe fabricar con la densidad mínima exigida en el numeral 610.5.2.2.1 y con la humedad correspondiente en el lado seco de la curva de compactación.

610.2.2 Recebo

El material de recebo deberá cumplir los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 - 2; además, se deberá ajustar a alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 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). Deberán cumplir los requisitos de calidad que se indican en

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

la Tabla 610 - 4; además, deberán satisfacer alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610-5.

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá 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 un tamiz adyacente y viceversa.

Dentro de la franja elegida, el Constructor propondrá al Interventor una "Fórmula de Trabajo" a la cual se deberá ajustar durante la construcción del relleno, con las tolerancias que se indican en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**610-5, pero sin permitir que la curva se salga de la franja adoptada.

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 425 µm (No. 40), no deberá exceder de 2/3 y el tamaño máximo nominal no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.

Tabla 610 - 2. Requisitos para material de recebo

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	
Dureza (O)		**Recebo tipo 1**	**Recebo tipo 2**
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	65
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	E-125	45	45
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	10	12
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	1.0	1.0
Expansión en prueba CBR, máximo (%) *Nota 1*	E-148	2.0	2.0
Resistencia del material (F)			
CBR de laboratorio, mínimo (%) *(Nota 1)*	E-148	10	10
Expansión en prueba CBR, máximo (%) *Nota 1*	E-148	2.0	2.0

Nota 1. Los valores de CBR y expansión indicados en la Tabla están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 610.5.2.2.1); el CBR y la expansión se medirán sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 610 – 3. Franjas granulométricas para material de recebo

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)				
	75	38	25.0	4.75	0.075
	3''	1 1/2 ''	1''	No. 4	No. 200
	% PASA				
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 %

Tabla 610 - 4. 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 (%) - 500 revoluciones	E-218	50	40
Durabilidad (O)			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - 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

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

610.2.4 Material granular filtrante

El material granular filtrante deberá satisfacer los requisitos de calidad que se indican en la Tabla 610 - 6; además, deberá cumplir con alguna de las granulometrías que se indican en la Tabla 610 – 7.

Tabla 610-5. Franjas granulométricas para materiales granulares tipo SBG o BG

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)									
	50.0	37.5	25.0	20.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
	2"	1 ½"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
	% PASA									
SBG-50	100	70-95	60-90	-	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBG-38	-	100	75-95	-	55-85	45-75	30-60	20-45	8-30	2-15
SBG-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 %

Tabla 610 - 6. 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 (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - 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

Tabla 610 – 7. 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 "	4"	3"	2 "	1"	1/2 "	3/8 "	No. 4	No. 10	No. 30	No. 100	No. 200
	% PASA											
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

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

610.2.5 Gravilla

La gravilla de rellenos para estructuras deberá satisfacer los requisitos de calidad se indican en la Tabla 610 - 8; además, deberá cumplir con la granulometría que se indica en la Tabla 610-9.

Tabla 610 - 8. 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 (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnésio	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

Tabla 610-9. 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"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10
	% PASA						
UNICA	100	70-100	54-100	20-80	0-60	0-25	0

610.2.6 Arena

La arena de rellenos para estructuras deberá satisfacer los requisitos de calidad y gradación que se especifican en la Tabla 610 – 10 y la Tabla 610 – 11, respectivamente.

610.3 EQUIPO

Los equipos para la extensión, el humedecimiento y la compactación de los rellenos para estructuras, deberán ser los apropiados para garantizar la ejecución de los trabajos de acuerdo con los exigencias del presente Artículo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 610 – 10. Requisitos para arena de rellenos para estructuras

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Durabilidad (O)		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - 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 75 μm (No.200), % máximo	E-214	5
Contenido de materia orgánica (F)		
Color más oscuro permisible	INV E-212	Igual a Muestra patrón

Tabla 610 – 11. Granulometría para arena de rellenos para estructuras

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)						
	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No.50	No.100
	PORCENTAJE QUE PASA (%)						
UNICA	100	95-100	80-100	50-85	25-60	10-30	2-10

610.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

610.4.1 Generalidades

El Constructor deberá notificar al Interventor, con suficiente antelación al comienzo de la ejecución de los rellenos, para que éste 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 serán colocados, sin que ello exima, de alguna manera, la responsabilidad que tiene el Constructor para garantizar la calidad de los trabajos.

Antes de iniciar los trabajos, las obras de concreto o alcantarillas contra las cuales se colocarán los rellenos, deberán contar con la aprobación del Interventor.

Cuando el relleno se vaya a colocar contra una estructura de concreto, sólo se permitirá su colocación después de catorce (14) días de fundido el

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

concreto, o hasta que la resistencia de éste alcance el doble del valor del esfuerzo de trabajo impuesto por la carga diseño.

Los rellenos estructurales para alcantarillas de tubería podrán ser iniciados inmediatamente después de que el mortero de la junta haya endurecido lo suficiente para que no sufra ningún daño a causa de estos trabajos.

Siempre que el relleno se haya de asentar sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subterránea, previamente se deberán desviar las primeras y captar y conducir las últimas fuera del área donde se vaya a construir el relleno, labores que se efectuarán 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, deberá ser retirado por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

610.4.2 Preparación de la superficie base de los rellenos

El terreno base del relleno deberá estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros materiales objetables, y deberá 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 extenderán en capas sensiblemente horizontales y de espesor uniforme, el cual deberá ser lo suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido.

Cuando el relleno se deba depositar sobre agua, las exigencias de compactación para las capas sólo se aplicarán una vez que se haya obtenido un espesor de un metro (1.0 m) de material relativamente seco.

Los rellenos alrededor de pilas y alcantarillas se deberán 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 realizarán de manera que no se pongan en peligro la

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

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 deberá 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 deberá tener la pendiente transversal adecuada, que garantice la evacuación de las aguas superficiales sin peligro de erosión.

Una vez extendida la capa, se procederá a su humedecimiento, si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará 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 deberá 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, se procederá a la compactación mecánica de la capa. En áreas inaccesibles a los equipos mecánicos, se autorizará el empleo de compactadores manuales que permitan obtener los mismos niveles de densidad del resto de la capa. La compactación se deberá 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 se deberá hacer 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 otras obras de arte, ellas se deberán colocar y compactar antes o simultáneamente con los demás materiales de relleno, tomando la precaución de que éstos no contaminen a aquellos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

610.4.5 Acabado

Al concluir cada jornada de trabajo, la superficie de la última capa deberá 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

Los rellenos para estructuras sólo se llevarán a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente, a la sombra, no sea inferior a dos grados Celsius (2° C).

Los trabajos de rellenos para estructuras se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá 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 resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá 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

Todas las labores de rellenos para estructuras se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

610.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

610.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento del equipo de construcción.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Verificar el cumplimiento de las normas ambientales aplicables.
- Comprobar que los materiales cumplan los requisitos de calidad mencionados en el numeral 610.2.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.
- Verificar la densidad de cada capa compactada. Este control se realizará en 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, solamente se comience cuando aquella adquiera la resistencia especificada.
- Medir, para efectos de pago, los volúmenes de relleno y material filtrante colocados en acuerdo a 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 tomarán, como mínimo dos (2) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán 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 deberá satisfacer las exigencias indicadas en ellos, so pena del rechazo de los materiales deficientes.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas 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, queda a juicio del Interventor el establecimiento de la frecuencia de ejecución de las diversas pruebas de calidad.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

610.5.2.2 Calidad del producto terminado

Los taludes terminados no deberán acusar irregularidades a la vista.

La cota de cualquier punto de la subrasante en rellenos para estructuras, no deberá variar más de treinta milímetros (30 mm) de la proyectada, medida verticalmente hacia abajo y, en ningún caso, la cota de subrasante podrá superar la cota del proyecto.

En las obras concluidas no se admitirá ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

En adición a lo anterior, se deberán 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 calculará el grado de compactación individual GC_i 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 obtendrá según la norma de ensayo INV E-142 y la capa de relleno se acepta si el grado de compactación individual GC_i, calculado para todos los ensayos de densidad en el terreno efectuados en la capa, cumple el siguiente criterio:

$$GC_i \geq 90.0\ \% \qquad [610.1]$$

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Para suelos que no clasifican como A-1, A-2-4 o A-3, el valor del peso unitario seco máximo se obtendrá según la norma de ensayo INV E-141 y la capa de relleno se acepta si el grado de compactación individual GC_i, calculado para todos los ensayos de densidad en el terreno efectuados en la capa, cumple el siguiente criterio:

$$GC_i \geq 95.0\ \% \qquad [610.2]$$

El número de pruebas por ejecutar en cada capa para realizar el control, será definido por el Interventor.

Las capas de relleno que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deberán 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 considerará 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, deberán ser corregidas por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

610.6 MEDIDA

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos será el metro cúbico (m^3), aproximado al décimo de metro cúbico, de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

Los volúmenes serán 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 estarán limitadas por las líneas de pago teóricas mostradas en los planos o autorizadas por el Interventor.

No habrá medida ni pago para los rellenos por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, efectuados por el Constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia para la operación de sus equipos.

Tampoco se medirán 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 pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá 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 planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Interventor.

No se pagará 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 y 600 de estas especificaciones.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El precio unitario deberá incluir, 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 deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Los costos por concepto de preparación de las superficies sobre las cuales se construirán los rellenos y capas filtrantes, se reconocerán de acuerdo con el Artículo 220, "Terraplenes" o el Artículo 600, "Excavaciones varias", 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 deberán quedar incluidos dentro del precio unitario de los rellenos objeto del presente Artículo.

610.8 ÍTEM DE PAGO

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	Metro cúbico (m^3)
610.4	Rellenos para estructuras con material granular tipo BG	Metro cúbico (m^3)
610.5	Rellenos con material filtrante	Metro cúbico (m^3)
610.6	Relleno con gravilla	Metro cúbico (m^3)
610.7	Relleno con arena	Metro cúbico (m^3)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

CAPÍTULO 9 – TRANSPORTE

ART. 900 TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE EXCAVACIONES Y DERRUMBES

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

TRANSPORTE DE MATERIALES PROVENIENTES DE EXCAVACIONES Y DERRUMBES

ARTÍCULO 900 – 13

900.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste, única y exclusivamente, en el transporte de los materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos, y el transporte de los materiales provenientes de derrumbes.

Esta especificación no es aplicable al transporte de líquidos, productos manufacturados, elementos industriales, ni al de agregados pétreos, mezclas asfálticas, materiales para la construcción de los pavimentos rígidos, obras de concreto hidráulico y de drenaje.

900.2 MATERIALES

900.2.1 Materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes de las excavaciones requeridas para la explanación, canales y préstamos, para su utilización o desecho, a que hace referencia el Artículo 210 de las presentes especificaciones.

Incluye, también, los materiales provenientes de la remoción de la capa vegetal o descapote y otros materiales blandos, orgánicos y objetables, provenientes de las áreas en donde se vayan a realizar las excavaciones de la explanación, terraplenes y pedraplenes.

900.2.2 Materiales provenientes de derrumbes

Hacen parte de este grupo los materiales provenientes del desplazamiento de taludes o del terreno natural, depositados sobre una vía existente o en construcción, a que hace referencia el Artículo 211, "Remoción de derrumbes", de las presentes especificaciones.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

900.3 EQUIPO

Los vehículos para el transporte de materiales estarán sujetos a la aprobación del Interventor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento de las exigencias de esta especificación y del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales vigentes referentes al control de la contaminación ambiental.

Ningún vehículo de los utilizados por el Constructor para el transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes por las vías de uso público podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas por las disposiciones legales vigentes al respecto.

900.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

900.4.1 Transporte de los materiales

La actividad de la presente especificación implica solamente el transporte de los materiales a los sitios de utilización o desecho, según corresponda, de acuerdo con el proyecto y las indicaciones del Interventor, quien determinará cuál es el recorrido más corto y seguro para efectos de medida del trabajo realizado.

900.4.2 Manejo ambiental

Todas las determinaciones referentes al transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes deberán ser tomadas considerando la protección del medio ambiente y las disposiciones legales vigentes sobre el particular.

En particular, se deberá prestar atención al correcto funcionamiento del equipo de transporte en materia medioambiental y a la correcta utilización de los lugares de vertido de los desperdicios generados por las unidades de obra a las cuales se hace referencia en este Artículo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

900.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

900.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se deberán efectuar los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de los vehículos de transporte;
- Comprobar que las ruedas del equipo de transporte que circule sobre las diferentes capas de pavimento se mantengan limpias. El Interventor exigirá al Constructor la limpieza de la superficie en caso de contaminación atribuible a la circulación de los vehículos empleados para el transporte de los materiales. Si la limpieza no fuere suficiente, el Constructor deberá remover la capa correspondiente y reconstruirla de acuerdo con la respectiva especificación, a sus expensas;
- Verificar el cumplimiento de todas las medidas requeridas sobre seguridad para el transporte de materiales;
- Determinar la ruta para el transporte al sitio de utilización o desecho de los materiales, siguiendo el recorrido más corto y seguro posible;
- Exigir el cumplimiento de las normas ambientales para el transporte de materiales.

900.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

El Interventor sólo medirá el transporte de materiales autorizados de acuerdo con esta especificación, los planos del proyecto y sus instrucciones. Si el Constructor utiliza para el transporte una ruta diferente y más larga que la aprobada por el Interventor, éste solamente computará la distancia más corta que se haya definido previamente.

Para efectuar la medición del transporte de materiales se requerirá, también, que se hayan efectuado las mediciones de densidad seca o peso unitario seco del material en su posición original; así mismo, si el material transportado es utilizado en la construcción, será necesario medir la densidad seca o el peso unitario seco del material compactado en su posición final.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

900.6 MEDIDA

Las unidades de medida para el transporte de materiales provenientes de excavaciones y derrumbes, serán las que se indican a continuación. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

900.6.1 Materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos

Para el transporte de estos materiales a una distancia entre cien metros (100 m) y mil metros (1000 m), la unidad de medida será el metro cúbico-Estación (m^3-E). La medida corresponderá al número de metros cúbicos, aproximado al entero, de material transportado medido en su posición original, multiplicado por la distancia de transporte, en estaciones de cien metros (100 m), con aproximación al décimo de estación.

Cuando los materiales deban ser transportados a una distancia mayor de mil metros (1000 m), la unidad de medida será el metro cúbico-kilómetro (m^3-km). La medida corresponderá al número de metros cúbicos, aproximado al metro cúbico completo, medido en su posición original, y multiplicado por la distancia total de transporte expresada en kilómetros, con aproximación al décimo de kilómetro.

En cualquiera de los dos casos, la distancia de transporte que se computará será la existente entre el centro de gravedad de las excavaciones y el centro de gravedad de los sitios de utilización o disposición, menos los primeros cien metros (100 m), los cuales se establecen como distancia de acarreo libre.

Para los fines de estas especificaciones, se entiende por acarreo libre el que se efectúa desde el sitio de extracción del material hasta una distancia de cien metros (100 m), el cual se considera como parte del concepto correspondiente a la extracción del material transportado, motivo por el cual no es objeto de medida ni de pago por separado.

Para el caso de materiales que se utilicen en la construcción y deban ser compactados, su volumen se calculará a partir del volumen de material colocado y compactado, en su posición final, multiplicado por la relación entre las densidades secas o los pesos unitarios secos del material compactado y del material en su posición original.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Por densidad seca o peso unitario seco en su posición original se entenderá la (el) que presente el material en el banco en el cual es explotado, razón por la cual no se podrá considerar como tal la densidad seca o el peso unitario seco que presente el material en estado suelto sobre el camión o en acopios intermedios.

900.6.2 Materiales provenientes de derrumbes

La unidad de medida para el transporte de materiales provenientes de derrumbes será el metro cúbico-kilómetro (m^3-km).

La medida corresponderá al número de metros cúbicos completos, medidos en estado suelto según se indica en el Artículo 211 de estas especificaciones y multiplicado por la distancia de transporte expresada en kilómetros, con aproximación al décimo de kilómetro.

La distancia de transporte será la existente entre el centro de gravedad del sitio de extracción del derrumbe y el centro de gravedad de los sitios de disposición final, menos cien metros (100 m) de distancia de acarreo libre.

900.7 FORMA DE PAGO

El pago de las cantidades de transporte de materiales determinadas en la forma indicada anteriormente, se hará al precio unitario pactado en el contrato, por unidad de medida, conforme a lo establecido en este Artículo y a las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de mano de obra, equipo, herramientas, acarreo y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos aquí contemplados.

El precio unitario deberá incluir los costos de administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

El precio unitario no incluirá los costos por concepto de los diferentes cargues, descargues y disposición del material, los cuales se encuentran incluidos en los precios unitarios de los ítems correspondientes.

Cualquier otro transporte no contemplado en este Artículo deberá ser incluido en el precio unitario del ítem respectivo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

900.8 ÍTEM DE PAGO

900.1 Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos, entre cien metros (100 m) y mil metros (1000 m) de distancia	Metro cúbico-Estación (m^3-E)
900.2 Transporte de materiales provenientes de la excavación de la explanación, canales y préstamos para distancias mayores de mil metros (1000 m), medido a partir de cien metros (100 m)	Metro cúbico-kilómetro (m^3-km)
900.3 Transporte de materiales provenientes de derrumbes, medido a partir de cien metros (100m)	Metro cúbico-kilómetro (m^3-km)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

CONCRETO ESTRUCTURAL

ARTÍCULO 630 – 13

630.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro de materiales, fabricación, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado de los concretos de cemento hidráulico, utilizados para la construcción de puentes, estructuras de drenaje, muros de contención y estructuras en general, de acuerdo con los planos y demás documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

No se consideran los pavimentos de concreto hidráulico, las bases de concreto hidráulico y los adoquines de concreto, los cuales se encuentran contemplados en los Artículo 500, 505 y 510, respectivamente.

630.2 MATERIALES

630.2.1 Cemento

El cemento utilizado será hidráulico, de marca aprobada oficialmente, el cual deberá cumplir lo indicado en el Artículo 501. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se empleará cemento hidráulico de uso general: Portland tipo I (norma ASTM C-150); tipo IS o IP (norma ASTM C595); o tipo GU (norma ASTM C1157).

El Constructor deberá presentar los resultados de todos los ensayos físicos y químicos relacionados con el cemento, como parte del diseño de la mezcla.

Si por alguna razón el cemento ha fraguado parcialmente o contiene terrones del producto endurecido, no podrá ser utilizado. Tampoco se permitirá el empleo de cemento extraído de bolsas usadas en jornadas anteriores.

630.2.2 Agregados

630.2.2.1 Agregado fino

Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Provendrá de arenas naturales o de la trituración

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que resulte adecuado, a juicio del Interventor. El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30 %) del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 630 - 1 y su gradación se deberá ajustar a la indicada en la Tabla 630 - 2.

En ningún caso, el agregado fino podrá tener más de cuarenta y cinco por ciento (45 %) de material retenido entre dos tamices consecutivos de los mostrados en la Tabla 630-2. Además, el módulo de finura deberá estar entre 2.3 y 3.1.

Durante el período de construcción no se permitirán 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.

Los porcentajes mínimos de material que pasan los tamices de 0.3 mm (No. 50) y de 0.15 mm (No. 100) indicados en la Tabla 630 – 2 pueden reducirse a 5 y 0 respectivamente en los siguientes casos:

– El agregado fino va a ser usado en un concreto con aire incluido que tenga más de 237 kilogramos de cemento por metro cúbico; se considera que un concreto con aire incluido es aquel se elabora con un cemento con inclusor de aire o que tiene un aditivo inclusor de aire, y que el contenido de aire incluido es 3.5 % como mínimo.

– El agregado fino va a ser usado en un concreto sin aire incluido que tenga más de 297 kilogramos de cemento por metro cúbico.

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 juicio del Interventor que hay una evidencia adecuada de comportamiento satisfactorio de concretos del mismo tipo y para el mismo uso, construidos con ese agregado.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 630 – 1.Requisitos del agregado fino para concreto estructural

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO
Durabilidad (O)		
Pérdidas en el ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - Sulfato de sodio - Sulfato de magnesio	E-220	 10 15
Limpieza (F)		
Límite líquido, máximo (%)	E-125	-
Índice de plasticidad (%)	E-125 y 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 75 μm (No. 200), máximo (%)	E-214	5
Contenido de materia orgánica (F)		
Color más oscuro permisible	INV E-212	Igual a Muestra patrón
Características químicas (O)		
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^=$, máximo (%)	INV E-233	1.2
Absorción (O)		
Absorción de agua, máximo (%)	E-222	4

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	0.6	0.3	0.15
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100
	PORCENTAJE QUE PASA (%)						
UNICA	100	95-100	80-100	50-85	25-60	10-30	2-10

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

630.2.2.2 Agregado grueso

Para el objeto del presente Artículo, se denominará agregado grueso la porción del agregado retenida en el tamiz 4.75 mm (No. 4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de

roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla. No se permitirá la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

El agregado grueso deberá cumplir los requisitos que se indican en la Tabla 630 - 3 y su gradación se deberá ajustar a alguna de las indicadas en la Tabla 630 - 4. La gradación por utilizar será la especificada en los documentos del proyecto para cada clase de concreto, cuyo tamaño máximo dependerá de la estructura de que se trate, la separación del refuerzo y la clase de concreto especificado.

La curva granulométrica obtenida al mezclar los agregados grueso y fino en el diseño y construcción del concreto, deberá ser continua y asemejarse a las teóricas obtenidas al aplicar las fórmulas de Fuller o Bolomey.

Tabla 630 – 3. Requisitos del agregado grueso para concreto estructural

REQUISITO	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
Limpieza (F)		
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
Características químicas (O)		
Contenido de sulfatos, expresado como $SO_4^=$, máximo (%)	E-233	1.0

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 630-4. Franjas granulométricas de agregado grueso para concreto estructural

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	63	50	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36
	2,5 ''	2”	1 1/2 ''	1 ''	3/4 ''	1/2 ''	3/8 ''	No. 4	No. 8
	PORCENTAJE QUE PASA (%)								
AG-19	-	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5
AG-25	-	-	-	100	95-100	-	20-55	0-10	0-5
AG-38	-	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
AG-50-1	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-
AG-63-1	100	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-
AG-50-2	-	100	90-100	20-55	0-15	-	0-5	-	-
AG-63-2	100	95-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-

630.2.2.3 Reactividad

Para evaluar el potencial de que se presenten expansiones perjudiciales en el concreto debido a la reactividad de los agregados con los álcalis del cemento (reactividad álcali-sílice o álcali-carbonatos), se deberán seguir los lineamientos de las normas ASTM C33 y NTC 174.

630.2.2.3.1 Evaluación de estructuras en servicio comparables

Como criterio para calificar la reactividad potencial, deberá prevalecer, de preferencia, la evaluación de estructuras en servicio que sean comparables; las estructuras deben haber sido construidas empleando los mismos agregados y el mismo cemento y deben tener, en general, al menos 10 años de servicio bajo condiciones de exposición suficientemente similares a las de la nueva estructura que se va a construir.

Para estructuras que estén diseñadas para períodos de diseño especialmente largos, o si los resultados de ensayos de laboratorio muestran que los agregados pueden ser perjudicialmente reactivos,

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

las estructuras en servicio que sean comparables deberán tener más de 20 años.

630.2.2.3.2 Inspección petrográfica

La inspección petrográfica para determinar si los agregados contienen sustancias que potencialmente pueden ser perjudicialmente reactivas y en qué cantidades están presentes, se deberá realizar siguiendo las normas ASTM C195 y NTC 3773.

630.2.2.3.3 Reactividad álcali-sílice

Los agregados fino y grueso no deberán presentar reactividad potencial del sílice presente en ellos con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO_2 y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma INV E-234, se obtienen los siguientes resultados:

$$SiO_2 > R \quad \text{cuando} \quad R \geq 70 \qquad [630.1]$$

$$SiO_2 > 35 + 0.5\,R \quad \text{cuando} \quad R < 70 \qquad [630.2]$$

Si en la mezcla se emplean arenas provenientes de escorias siderúrgicas, se comprobará que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Si el agregado califica como potencialmente reactivo con base en los criterios anteriores, no debe ser utilizado en la producción de concretos, a no ser que se demuestre que no es nocivo para el concreto con base en evaluaciones complementarias, como las indicadas en el apéndice de la especificación

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

ASTM C33, en especial las que hacen referencia a las normas ASTM C 227 y C 1260.

630.2.2.3.4 Reactividad álcali-carbonatos

Los carbonatos presentes en los agregados fino y grueso no deberán presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Aunque los agregados que pueden desarrollar potenciales reacciones perjudiciales álcali-carbonatos son poco frecuentes y rara vez hacen parte de los agregados con los cuales se elabora el concreto, si hay sospecha de su existencia se recurrirá a las normas de ensayo ASTM C 586 o ASTM C 1105 para calificar su potencial reactivo.

630.2.2.4 Agregado ciclópeo

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y del volumen de la estructura de la cual formará parte. En cabezales, aletas y obras similares con espesor no mayor de ochenta centímetros (80 cm), se admitirán agregados ciclópeos con dimensión máxima de treinta centímetros (30 cm). En estructuras de mayor espesor se podrán emplear agregados de mayor tamaño, previa autorización del Interventor y con las limitaciones establecidas en el numeral 630.4.8.3.

El material constitutivo del agregado ciclópeo no podrá presentar un desgaste mayor de cincuenta por ciento (50 %), al ser sometido a la prueba de Los Ángeles, gradación E, según la norma de ensayo INV E-219.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

630.2.3 Agua

El agua que se emplee para las mezclas de concreto hidráulico deberá ser limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial al concreto terminado. En general, se considera adecuada el agua potable y ella se podrá emplear sin necesidad de realizar ensayos de calificación.

Cuando se empleen otras fuentes o cuando se mezcle agua de dos o más procedencias, el agua deberá ser calificada mediante ensayos. Los requisitos primarios para esta calificación serán los incluidos en la Tabla 630 - 5.

Tabla 630 -5.Requisitos para el agua de mezcla

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	LÍMITES
pH	ASTM D 1293	5.5 – 8.5
Resistencia a compresión, % mínimo en control a 7 días	INV E-410	90
Tiempo de fraguado, desviación respecto del tiempo de control (horas:minutos)	ASTM C 403	de 1:00 inicial a 1:30 final

El requisito de resistencia a compresión se refiere al porcentaje mínimo de resistencia a compresión a veintiocho (28) días de una mezcla de concreto con el agua que se desea emplear, respecto de otra elaborada con los mismos agregados y cemento, en las mismas proporciones, pero empleando un agua calificada, pudiéndose emplear agua destilada para este fin.

En relación con el requisito sobre tiempo de fraguado, las medidas se realizarán mediante la resistencia a penetración de morteros extraídos de muestras de concreto, elaboradas como se describió en el párrafo anterior.

Los requisitos que se muestran en la Tabla 630 - 6 se consideran opcionales y sirven solamente para que el productor de la mezcla mantenga documentada la química y el contenido del agua de mezclado, salvo que los documentos del proyecto o una especificación particular invoquen el cumplimiento de uno o más de ellos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 630 – 6.Límites químicos opcionales para el agua de mezclado

CONTAMINANTE	NORMA DE ENSAYO	LÍMITE MÁXIMO (ppm) *(Nota 2)*
Ión Cloro (Cl^-)	ASTM C 114	1000
Sulfatos ($SO_4^=$)	ASTM C 114	3000
Álcalis como ($Na_2O + 0.658\ K_2O$)	ASTM C 114 *(Nota 1)*	600
Sólidos totales por masa	ASTM C 1603	5000

Nota 1: Se pueden emplear también las normas ASTM D 4191 y ASTM D 4192
Nota 2: ppm corresponde a partes por millón

630.2.4 Aditivos

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares de la estructura por construir. Su empleo se deberá 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 adiciones deberán 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.

Especialmente, se deberá evitar el uso de aditivos que, por su alto contenido de cloruros, pudieran acelerar la corrosión del acero de alta resistencia para el concreto pre-tensado o post-tensado.

Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado deberán cumplir los requisitos de la norma ASTM C-494; los inclusores de aire cumplirán las exigencias de la norma ASTM C-260 y los puzolánicos habrán de satisfacer las exigencias de la norma ASTM C-618.

El uso del aditivo será responsabilidad directa del Constructor, así haya sido aprobado por el Interventor.

630.2.5 Productos para el curado del concreto

El curado del concreto se podrá llevar a cabo por medio de:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Humedad.
- Cubrimiento con películas líquidas.
- Cubrimiento con membranas.

630.2.5.1 Curado por humedad

Si el curado se realiza mediante humedad, el agua utilizada deberá cumplir los requisitos establecidos en el numeral 630.2.3. El material de cobertura podrá ser tela de fique o algodón, arena u otro producto de alta retención de humedad.

630.2.5.2 Cubrimiento con películas líquidas

Para el recubrimiento con películas líquidas, se empleará un producto de reconocida calidad que, aplicado mediante aspersión sobre la superficie de la estructura, genere una película que garantice el correcto curado de ésta. Deberá ser de un color claro para reflejar la luz y deberá permitir la verificación de la homogeneidad del vaciado de la mezcla.

La efectividad de los productos de curado se debe demostrar mediante experiencias previas exitosas o ensayos al inicio de la colocación del concreto. Deberán cumplir con la especificación ASTM C 309, tipo 2 clase B, o clase A sólo si la base es de parafina.

630.2.5.3 Cubrimiento con membranas.

Las láminas de curado pueden ser de polietileno blanco o de papel de curado, que cumplan con la especificación ASTM C 171.

630.2.6 Clases de concreto

Los documentos del proyecto definirán las diferentes clases del concreto. Cada clase de concreto deberá estar caracterizada, como mínimo, con los siguientes parámetros:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Tipo de uso: concreto pretensado, postensado, reforzado, simple o ciclópeo.

- Tipo de colocación especial, si aplica. Por ejemplo: para instalar con bomba, para instalar bajo agua (tremie).

- Categoría y clase de exposición: se deberá definir de acuerdo con la norma NSR-10, título A, capítulo C.4, "Requisitos de durabilidad", o la norma que la actualice o sustituya.

- Requisitos asociados a la clase de exposición, según la misma norma: relación agua/material cementante, resistencia mínima a la compresión, contenido de aire y tipo de material cementante, entre otros.

- Tipo de cemento hidráulico, 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, si se requieren.

- Tamaño máximo y tipo de gradación del agregado grueso.

- Relación agua/cemento, valor máximo.

- Resistencia a la compresión inconfinada (norma de ensayo INV E-410) para una edad específica, valor mínimo definido en el diseño, el cual deberá corresponder a la clase de exposición, pero no podrá ser inferior al indicado en la Tabla 630 – 7 para cada tipo de uso.

- Asentamiento (norma de ensayo INV E-404), intervalo de valores.

- Contenido de aire (norma de ensayo INV E-406), intervalo de valores.

Tabla 630 – 7. Valores mínimos de resistencia del concreto estructural

TIPO DE USO	RESISTENCIA MÍNIMA A LA COMPRESIÓN, A 28 DÍAS (MPa)
Concreto pretensado y postensado	32
Concreto reforzado	21
Concreto simple (sin refuerzo)	14
Concreto ciclópeo: se compone de concreto simple y agregado ciclópeo en una proporción de 40 %, como máximo, del volumen total.	14

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

630.3 EQUIPO

Los principales equipos y herramientas requeridos para la elaboración de concretos y la construcción de estructuras con este material, son los siguientes:

630.3.1 Equipo para la elaboración de agregados

Para la elaboración de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, cargue, transporte y proceso. La unidad de proceso consistirá en una unidad clasificadora y una planta de trituración provista de trituradoras primaria, secundaria y terciaria siempre que esta última se requiera, así como un equipo de lavado. La planta deberá estar provista de los filtros y demás accesorios necesarios para controlar la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

630.3.2 Central de fabricación de la mezcla

El concreto se fabricará en centrales de mezcla discontinua, capaces de manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Las tolvas para agregados deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y estarán provistas de dispositivos para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de agregado pétreo que exija la fórmula de trabajo adoptada.

Para el cemento a granel se utilizará una báscula independiente de la utilizada para los agregados. El mecanismo de carga deberá estar protegido contra un eventual cierre antes de que la tolva de pesada estuviera adecuadamente cargada. El de descarga, contra una eventual apertura antes que la carga del cemento en la tolva de pesada hubiera finalizado, y que la masa del cemento en ella difiera en menos del uno por ciento (± 1 %) de la especificada; además, el mecanismo estará diseñado de forma que permita la regulación de la salida del cemento sobre los agregados.

La dosificación de los agregados se podrá efectuar por pesadas acumuladas en una (1) sola tolva o individualmente con una (1) tolva de pesada independiente para cada fracción. En el primer caso, las descargas de las tolvas de alimentación y la descarga de la tolva de pesada estarán protegidas de forma que:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

– No podrá descargar más de una (1) tolva al mismo tiempo.

– El orden de descarga no podrá ser distinto al previsto.

La tolva de pesada no se podrá descargar hasta que haya sido depositada en ella la cantidad requerida de cada uno de los agregados y estén cerradas todas las descargas de las otras tolvas.

Si se emplea una sola tolva para la dosificación de los agregados, la masa acumulada que se mida en la tolva cada vez que se incorpora una fracción del agregado no podrá diferir en más de uno por ciento (± 1 %) de la correspondiente a la dosificación teórica.

Si se emplean tolvas de pesada independientes para cada fracción, todas ellas deberán poder ser descargadas simultáneamente. La masa de agregado en cada tolva no podrá diferir en más de dos por ciento (± 2 %) de la correspondiente a la dosificación teórica.

No se permitirá que se descargue parte alguna de la dosificación, hasta que todas las tolvas de los agregados y la del cemento estén correctamente cargadas, dentro de los límites especificados. Una vez comenzada la descarga, no se podrá comenzar una nueva dosificación hasta que las tolvas de pesada estén vacías, sus compuertas de descarga cerradas y los indicadores de masa de las balanzas en cero (0), con una tolerancia del tres por mil (± 0.3 %) de su capacidad total.

Los dosificadores ponderales deberán estar aislados de vibraciones y de movimientos de otros equipos de la central, de forma que, cuando éstos funcionen, sus lecturas, después de paradas las agujas, no difieran de la masa designada en más del uno por ciento (± 1 %) para el cemento, uno y medio por ciento (± 1.5 %) para cada fracción del agregado o uno por ciento (± 1 %) para el total de las fracciones, si la masa de éstas se determina conjuntamente. Su precisión no deberá ser inferior al cinco por mil (± 0.5 %) para los agregados, ni al tres por mil (± 0.3 %) para el cemento. El agua añadida se medirá en masa o volumen, con una precisión no inferior al uno por ciento (± 1 %) de la cantidad total requerida.

Una vez fijadas las proporciones de los componentes, la única operación manual que se podrá efectuar para dosificar los agregados y el cemento de una amasada, será la de accionamiento de interruptores o conmutadores. Los mandos del dosificador deberán estar en un

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

compartimento fácilmente accesible, que pueda ser cerrado con llave cuando así se requiera.

Si se prevé la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlos con precisión suficiente. Los aditivos en polvo se dosificarán 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 deberán 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.

630.3.3 Mezcla en el sitio

Se permite el empleo de mezcladoras estacionarias en el lugar de la obra, previa autorización del Interventor, cuya capacidad no deberá exceder de tres metros cúbicos (3 m^3).

630.3.4 Elementos de transporte

La utilización de cualquier sistema de transporte o de conducción del concreto deberá contar con la aprobación del Interventor. Dicha aprobación no deberá ser considerada como definitiva por el Constructor y se da bajo la condición de que el uso del sistema de conducción o transporte se suspenda inmediatamente, si el asentamiento o la segregación de la mezcla exceden los límites especificados.

Cuando la distancia de transporte sea mayor de trescientos metros (300 m), no se podrán emplear sistemas de bombeo, sin la aprobación del Interventor. Cuando el concreto se vaya a transportar en vehículos a distancias superiores a seiscientos metros (600 m), el transporte se deberá efectuar en camiones mezcladores.

630.3.5 Formaleta y obra falsa

El Constructor deberá suministrar e instalar todas las formaletas necesarias para confinar y dar forma al concreto, de acuerdo con las líneas mostradas en los planos u ordenadas por el Interventor. Las formaletas podrán ser de madera o metálicas y se deberán poder ensamblar firmemente y tener la resistencia suficiente para contener la

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

mezcla de concreto, sin que se formen combas entre los soportes u otras desviaciones de las líneas y contornos que muestran los planos, ni se pueda escapar el mortero.

Las formaletas de madera podrán ser de tabla cepillada o de triplex, y deberán tener un espesor uniforme.

La obra falsa o armazones provisionales deberán ser construidos sobre cimientos suficientemente resistentes para soportar las cargas sin asentamientos perjudiciales. Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida con la solidez necesaria que le permita soportar, sin sufrir deformación apreciable, las cargas a que estará sometida, las cuales deberán incluir, además del peso de la superestructura, las correspondientes a las formaletas, arriostramientos, pistas de tráfico y demás cargas que le puedan ser impuestas durante la construcción. La obra falsa deberá ser convenientemente apuntalada y amarrada para prevenir distorsiones y movimientos que puedan producir vibraciones y deformaciones en la formaleta de la superestructura.

630.3.6 Elementos para la colocación del concreto

El Constructor deberá 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.

630.3.7 Vibradores

Los vibradores para compactación del concreto deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menor de seis mil (6,000) ciclos por minuto y ser de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y 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 podrán emplear vibradores externos de formaleta.

630.3.8 Equipos varios

El Constructor deberá disponer de elementos para usos varios, entre ellos los necesarios para la ejecución de juntas, la corrección superficial del

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

concreto terminado, la aplicación de productos de curado, equipos para limpieza, etc.

630.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

630.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Rige lo establecido en el Artículo 105, "Desarrollo y control de los trabajos", numeral 105.13.3.

630.4.2 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

La dosificación del concreto determinará las proporciones en que deben combinarse los diferentes materiales componentes como son: agregados, cemento, agua y eventualmente, aditivos, de modo de obtener un concreto que cumpla con la resistencia, manejabilidad, durabilidad y demás exigencias requeridas por las especificaciones particulares del proyecto, las presentes especificaciones y las dadas por el Interventor.

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Constructor deberá suministrar al Interventor, para su verificación, muestras representativas de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos 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 diseñará la mezcla y definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a consideración del Interventor. Dicha fórmula señalará:

- El tipo y la marca de cemento.
- 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 cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cúbico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen. Cuando se

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas.

– La resistencia a compresión de la mezcla a siete (7) y veintiocho (28) días de curado, o las edades que se fijen para cada clase de concreto, la cual se medirá según la norma INV E-410.

– La consistencia del concreto, cuyo asentamiento se deberá encontrar dentro de los límites indicados en los documentos del proyecto para cada clase de concreto, el cual se medirá según norma de ensayo INV E-404. Si los documentos del proyecto no indican los límites para el asentamiento del concreto, regirán los indicados en la Tabla 630 – 8.

Tabla 630 – 8. Límites para el asentamiento del concreto

TIPO DE ELEMENTO	ASENTAMIENTO NOMINAL (mm)	ASENTAMIENTO MÁXIMO (mm)
Elementos construidos con formaleta, secciones de más de 30 cm de espesor	10-30	50
Elementos construidos con formaleta, secciones de 30 cm de espesor o menos	10-40	50
Pilas vaciadas in-situ	50-80	90
Concreto colocado bajo agua	50-80	90

La fórmula de trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

– El tipo, la clase o la categoría del cemento o su marca.

– 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.

El Constructor deberá considerar que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a la compresión promedio suficientemente superior a la especificada en los planos del proyecto,

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

según la clase de concreto, de manera que se minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de especificado. Con este fin, el Constructor deberá tener en cuenta que la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la resistencia especificada de diseño dependerá 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 cochadas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma INV E-402 y ensayadas según la norma de ensayo INV E-410. Se deberán elaborar curvas que muestren la variación de la resistencia a compresión a veintiocho (28) días (o a la edad definida para la clase de concreto) en función de la relación agua/cemento y del contenido de cemento. Estas curvas se deberán basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen cochadas que den lugar a resistencias a compresión por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de, por lo menos, tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (28) días (o a la edad definida para la clase de concreto).

Los valores de relación agua/cemento máxima y contenido mínimo de cemento admisibles por resistencia para el concreto a ser empleado en la estructura, serán los que permitan obtener una resistencia promedio por encima la resistencia de diseño del elemento, según lo indica la Tabla 630 - 9.

En todos los casos, la relación agua/cemento y el contenido de cemento deben cumplir con los valores máximo y mínimo, respectivamente, permitidos por las consideraciones de durabilidad correspondientes a la clase de concreto definida en los documentos del proyecto, de acuerdo con el numeral 630.2.6.

Tabla 630 – 9. Resistencia promedio requerida a la compresión

RESISTENCIA DE DISEÑO A LA COMPRESIÓN (f'c)		RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA A LA COMPRESIÓN	
MPa	kg/cm²	MPa	kg/cm²
< 21	< 210	f´c + 7	f´c +70
21 – 35	210 - 350	f´c + 8.5	f´c + 85
> 35	> 350	f´c + 10	f´c + 100

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Cuando se especifique concreto con inclusor de aire, éste deberá cumplir con los requisitos indicados en el numeral 630.2.4; la cantidad de aditivo utilizado deberá producir el contenido de aire incluido que indique en los documentos del proyecto. La cantidad de aire incluido se determinará según la norma de ensayo INV E-406.

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 con todos los requisitos de las especificaciones y los planos. La aceptación de las obras para fines de pago dependerá de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia a compresión mínima especificada para la respectiva clase de concreto, resistencia que será comprobada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras.

No se permitirá ningún cambio al diseño de la mezcla, sin autorización del Interventor.

630.4.3 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 deberá efectuar conforme se estipula en el Artículo 600. Cualquier deterioro ocurrido después de terminada la excavación, deberá ser subsanado por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, empleando procedimientos aceptables para el Interventor.

630.4.4 Instalación de la formaleta y obra falsa

Todas las formaletas para confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece deberán ser diseñadas por el Constructor y aprobadas por Interventor. Las formaletas deberán ser diseñadas de tal manera, que permitan la colocación y la consolidación adecuada de la mezcla en su posición final y su fácil inspección; así mismo, deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero de la mezcla.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

La aprobación del diseño de las formaletas por parte del Interventor, no exime al Constructor de su responsabilidad respecto de la seguridad, calidad del trabajo y cumplimiento de todas las especificaciones.

Las formaletas, tanto de madera como metálicas, se ensamblarán firmemente y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin distorsiones. Antes de iniciar la colocación del concreto, se deberán limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie interna se deberá cubrir con aceite u otro producto que evite la adherencia, que no manche la superficie del concreto y no sea absorbido por éste.

Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaletas y que queden embebidas en el concreto, deberán 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 deberán llenar con un mortero de consistencia seca.

No se podrá colocar concreto dentro de las formaletas si éstas no han sido inspeccionadas y aprobadas por el Interventor.

Las formaletas se podrán 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.

Toda obra falsa o cimbra para la construcción de puentes u obras similares, deberá ser diseñada por el Constructor, quien someterá el diseño a consideración del Interventor. En el diseño se deberán tener en cuenta las cargas muertas y vivas a las que estará sometida la obra falsa durante y después de la colocación del concreto. Las eventuales deflexiones de la obra falsa, debido a las cargas, se deberán compensar mediante contraflechas, de tal forma que la estructura terminada se ajuste a los niveles indicados en los planos.

En la construcción de cimbras para arcos, se deberán proveer los medios adecuados que permitan un descenso gradual de los centros hasta obtener el autosoporte del arco. Las cimbras se colocarán sobre gatos aprobados para levantar y corregir cualquier asentamiento leve que pueda ocurrir una vez iniciada la colocación del concreto.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

630.4.5 Fabricación de la mezcla

630.4.5.1 Almacenamiento de los agregados

Cada tipo de agregado se acopiará por pilas separadas, las cuales se deberán mantener libres de tierra o de elementos extraños y dispuestas de tal forma que se evite al máximo la segregación de los agregados.

El almacenamiento de los agregados se podrá realizar sobre patios pavimentados construidos para este fin. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. En todos los casos, los acopios deberán ser cubiertos.

Los acopios se construirán por capas de espesor no mayor a metro y medio (1.50 m) y no por montones cónicos.

630.4.5.2 Suministro y almacenamiento del cemento

El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en acopios de no más de siete metros (7 m) de altura.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en sitios aislados de la humedad. La capacidad mínima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos o tres (3) en silos, deberá ser examinado por el Interventor, para verificar si aún es susceptible de utilización.

630.4.5.3 Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

630.4.5.4 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 deberá efectuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la especificación ASTM C-94.

630.4.5.4.1 Mezclado en plantas estacionarias en el lugar de la obra

Salvo indicación en contrario del Interventor, la mezcladora se cargará primero con una parte no superior a la mitad (1/2) del agua requerida para la cochada; a continuación, se añadirán simultáneamente el agregado fino y el cemento y, posteriormente, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua durante un lapso que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 s), ni superior a la tercera parte (1/3) del tiempo total de mezclado, contado a partir del instante de introducir el cemento y los agregados.

La mezcla se hará a la velocidad recomendada por el fabricante de la máquina y el tiempo de mezclado deberá ser superior a uno y medio minutos (1.5 min), contados a partir del momento en que todos los materiales están dentro del tambor mezclador y hasta el instante en que se inicie la descarga. Se podrá reducir este tiempo, solamente si se demuestra que la mezcla es satisfactoria. En todo caso, el tiempo de mezclado no deberá exceder de 5 minutos.

Como norma general, los aditivos se añadirán a la mezcla disueltos en una parte del agua de mezclado.

Antes de cargar nuevamente la mezcladora, se vaciará totalmente su contenido. En ningún caso, se permitirá el remezclado de concretos que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, agregados y agua.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Cuando la mezcladora haya estado detenida por más de treinta (30) minutos, deberá ser limpiada perfectamente antes de verter materiales en ella. Así mismo, se requiere su limpieza total, antes de comenzar la fabricación de concreto con otro tipo de cemento.

Cuando la mezcla se elabore en mezcladoras al pie de la obra, el Constructor, con la supervisión del Interventor, transformará las cantidades correspondientes a la fórmula de trabajo en unidades volumétricas. El Interventor verificará que existen los elementos de dosificación precisos para obtener una mezcla de la calidad deseada.

630.4.5.4.2 Mezclado en planta central

Se deberá ajustar, en todo lo pertinente, a lo indicado en el numeral anterior para la mezcla en mezcladoras estacionarias.

630.4.5.4.3 Mezclado en camiones mezcladores (mixer)

Cuando se emplee un camión mezclador para mezclado completo, en tránsito o al llegar a la obra, cada bachada deberá ser mezclada por no menos de setenta (70) ni más de cien (100) revoluciones de tambor o paletas a la velocidad de rotación fijada por el fabricante del equipo. El tiempo adicional de mezcla, cuando sea requerido, se debe completar a la velocidad de agitación especificada por el fabricante.

Todos los materiales incluyendo el agua, deben estar dentro del tambor mezclador antes de iniciar el mezclado propiamente dicho y accionar el contador de revoluciones. El mezclado debe iniciar dentro de los treinta (30) minutos siguientes al instante en que el cemento es puesto en contacto con los agregados dentro del tambor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Cuando los agregados estén húmedos, haya agua dentro del tambor, la temperatura ambiente exceda de treinta grados Celsius (30 °C), se use un cemento de alta resistencia o se empleen aditivos aceleradores de fraguado, el tiempo citado en el párrafo anterior se deberá reducir a quince (15) minutos.

Cuando se trate de mezclado parcial en planta central, el tiempo de mezcla en la mezcladora estacionaria de la planta central se podrá reducir a treinta (30) segundos, completando el mezclado en el camión mezclador en tránsito, en la forma indicada en este numeral.

Los camiones mezcladores no se deberán cargar a más del 63 % del volumen del tambor para mezclado completo en tránsito o al llegar a la obra, ni a más del 70 % del volumen del tambor, cuando haya mezclado parcial en la planta central.

630.4.5.4.4 Mezclado manual

La mezcla manual sólo se podrá efectuar, previa autorización del Interventor, para estructuras pequeñas que requieran concreto de resistencia a la compresión no superior a 14 MPa a los 28 días, o en casos de emergencia que requieran un reducido volumen de concreto. En tal caso, se deberá colocar un 20 % adicional de cemento, en peso, sobre el requerido según el diseño de la mezcla.

El mezclado manual se deberá hacer en bachadas no mayores de un cuarto de metro cúbico (0.25 m^3), sobre una superficie lisa e impermeable.

Las cantidades de agregados se deberán medir en cajones de tamaños apropiados. El agregado fino y el cemento se deben mezclar cuidadosamente por medio de palas mientras estén secos, hasta que la mezcla tenga un color uniforme, después de lo cual se forma un cráter en el cual se incorpora el agua en

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

la cantidad necesaria para obtener un mortero de consistencia adecuada. El material de la parte exterior del anillo del cráter se palea entonces hacia el centro y se da vueltas a toda la masa cortándola en secciones, hasta que se logre una consistencia uniforme.

Se humedece completamente el agregado grueso y se añade al mortero dando vueltas y revolviendo toda la masa cuando menos seis (6) veces, hasta que todas las partículas de este agregado queden perfectamente cubiertas por el mortero y la mezcla tenga color y apariencia uniformes.

Las cargas mezcladas a mano no se podrán emplear para concreto colocado debajo del agua.

630.4.5.4.5 Reablandamiento del concreto

No se deberá hacer ningún reablandamiento del concreto, agregándole agua o por otros medios, excepto que con la autorización escrita del Interventor se podrá añadir agua adicional de mezcla al concreto transportado en camiones mezcladores o agitadores, siempre que no se exceda la relación agua/cemento especificada para la mezcla, que dicho concreto, a su descarga, cumpla todos los requisitos exigidos y que no se excedan los tiempos de mezcla y transporte especificados en este Artículo.

630.4.6 Descarga, transporte y entrega de la mezcla

El concreto, al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, 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 deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 1/2) horas, desde el momento en que el cemento 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.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El concreto descargado de camiones mezcladores o de camiones agitadores, debe ser entregado con la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridos 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 agua/cemento 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.

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 deberán 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 debe ser entregado con la consistencia y la uniformidad requeridas. 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 podrá variar según las condiciones climáticas del lugar o el uso de aditivos.

A su entrega en la obra, el Interventor rechazará 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, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Constructor, a su costa, por un concreto satisfactorio.

630.4.7 Preparación para la colocación del concreto

Por lo menos cuarenta y ocho (48) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, el Constructor notificará por escrito al Interventor al respecto, para que éste verifique y apruebe los sitios de colocación.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

La colocación no podrá 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 se deberán encontrar 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 deberá eliminar toda agua estancada o libre de las superficies sobre las cuales se va a colocar la mezcla y controlar que, durante la colocación de la mezcla 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, deberán ser humedecidas completamente, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el Interventor.

630.4.8 Colocación del concreto

630.4.8.1 Requisitos generales

Esta operación se deberá efectuar en presencia del Interventor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por éste.

El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Constructor suministre cubiertas que, a juicio 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 630.4.9 para el concreto depositado bajo agua. El concreto se deberá colocar en seco y durante su colocación o después de ella no deberá ser expuesto a la acción de aguas o suelos que

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

contengan soluciones alcalinas, hasta pasado un periodo por lo menos de tres (3) días, o de agua salada hasta los siete (7) días. Durante este lapso, el concreto se deberá proteger bombeando el agua perjudicial fuera de las formaletas y ataguías.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra las formaletas o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

Al verter el concreto, se removerá 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 deberá 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.

En caso de usar equipos inclinados (canoas, canaletas) deben tener una longitud máxima de 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 - 10.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 630 – 10. Pendientes máximas de equipos según el asentamiento de concreto

ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (mm)	PENDIENTE (V:H)
10 a 80	1:2
80 a 120	1:3

No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá 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 630.4.11.

El Constructor deberá tener la precaución de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto, por lo menos durante las primeras veinticuatro (24) horas luego de colocado el concreto.

A menos que los documentos del proyecto o el Interventor indiquen algo en contrario por el tipo de obra, el concreto se deberá colocar en capas continuas horizontales cuyo espesor no exceda de treinta centímetros (0.3 m).

Las descargas deberán sucederse una tras otra, debiendo cada una de ellas colocarse y compactarse 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 deberá 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 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 suspenderá o interrumpirá temporalmente el trabajo dentro de los cuarenta y cinco centímetros (45 cm) abajo de

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

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 deberán 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.

630.4.8.2 Colocación por bombeo

La colocación del concreto por bombeo puede ser permitida dependiendo de la adaptabilidad del método a usar en la obra. El equipo se deberá 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 deberá 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, éste 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 la más cerca posible del depósito de concreto. Las líneas de descarga deberán ser horizontales o inclinadas hacia arriba respecto de la máquina de bombeo.

Cuando se utilice equipo de bombeo, siempre se deberá disponer de los medios alternativos para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada.

Los equipos de bombeo deberán ser limpiados cuidadosamente después de cada periodo de operación.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

630.4.8.3 Colocación del agregado ciclópeo

La colocación del agregado ciclópeo, se deberá ajustar al siguiente procedimiento:

La piedra, limpia y húmeda, se deberá 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 piedras o entre una piedra y la superficie de la estructura, no será inferior a diez centímetros (10 cm). En estructuras de mayor espesor, la distancia mínima se aumentará a quince centímetros (15 cm). En estribos y pilas no se podrá 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 piedras sobresaliendo no menos de diez centímetros (10 cm) para formar una llave. Antes de continuar el vaciado del concreto se deberá limpiar la superficie donde se colocará el concreto fresco y humedecerse la misma con agua limpia.

El concreto ciclópeo no se deberá 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 será el cuarenta por ciento (40 %) del volumen total de concreto.

630.4.9 Colocación del concreto bajo agua

El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o lo autorice el Interventor, quien efectuará una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto tendrá un diez por ciento (10 %) de exceso de cemento, en peso, respecto del obtenido en el diseño de la mezcla.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un tremie u otro método aprobado por el Interventor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua.

No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y las formaletas diseñadas para retenerlo bajo el agua deberán ser impermeables. El concreto se deberá 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.

630.4.10 Vibración

El concreto colocado se deberá 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 deberá 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 para consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince (15) minutos 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 deberán ser empujados rápidamente, sino que se permitirá que ellos mismos se abran camino dentro de la masa de concreto y se retirarán lentamente para evitar la formación de cavidades.

La vibración deberá ser tal, que el concreto fluya alrededor del refuerzo y otros elementos que deban quedar embebidos en el concreto y llegue hasta las esquinas de las formaletas.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

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 deberá colocar una nueva capa de concreto, si la precedente no está debidamente consolidada.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de las formaletas, ni se deberá aplicar directamente a éstas 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 deberá 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 deberán ser cuidadosamente controlados, de manera de obtener las densidades máximas sin sobre-vibrar.

630.4.11 Juntas

Se deberán construir juntas de construcción, contracción y dilatación, con las características y en los sitios indicados en los planos de la obra o donde lo indique el Interventor. El Constructor no podrá introducir juntas adicionales o modificar el diseño de localización de las indicadas en los planos o aprobadas por el Interventor, sin la autorización de éste. En superficies expuestas, las juntas deberán ser horizontales o verticales, rectas y continuas, a menos que se indique lo contrario.

En general, se deberá dar un acabado pulido a las superficies de concreto en las juntas y se deberán utilizar para las mismas los rellenos, sellos o retenedores indicados en los planos.

630.4.12 Agujeros para drenaje

Los agujeros para drenaje o alivio se deberán construir de la manera y en los lugares señalados en los planos. Los dispositivos de salida, bocas o respiraderos para igualar la presión hidrostática se deberán colocar más

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

abajo que las aguas mínimas y también de acuerdo con lo indicado en los planos.

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, ellos deberán ser removidos después de colocado el concreto.

630.4.13 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.

Si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio, los valores de la Tabla 630 - 11 pueden ser empleados como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de formaletas y soportes.

Tabla 630 – 11. Tiempo mínimo para remoción de formaletas y soportes

TIPO DE OBRA	TIEMPO MÍNIMO PARA REMOCIÓN DE FORMALETAS Y SOPORTES
Estructuras para arcos	14 días
Estructuras bajo vigas	14 días
Soportes bajo losas planas	14 días
Losas de piso	14 días
Placa superior en alcantarillas de cajón	14 días
Superficies de muros verticales	48 horas
Columnas	48 horas
Lados y vigas y todas las demás partes	24 horas

Si las operaciones de campo son controladas por ensayos de resistencia de cilindros de concreto, la remoción de formaletas y demás soportes se podrá efectuar al lograrse las resistencias fijadas en el diseño. Los cilindros de ensayo deberán ser curados bajo condiciones iguales a las más desfavorables de la estructura que representan.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

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.

630.4.14 Acabado

Todas las superficies de concreto deberán recibir un acabado inmediatamente después del retiro de las formaletas. El tipo de acabado dependerá de las características de la obra construida.

630.4.14.1 Acabado ordinario

Es el procedimiento usado para la mayoría de las estructuras. Inmediatamente después de remover las formaletas, toda la rebaba y salientes irregulares de la superficie del concreto se deberán cincelar a ras de la superficie. Todos los alambres y varillas que sobresalgan se deberán cortar, cuando menos, cinco milímetros (5 mm) bajo la superficie. Todas las cavidades pequeñas se deberán limpiar cuidadosamente, saturarse con agua y rellenarse con un mortero compuesto por una (1) parte de cemento hidráulico y dos (2) de arena, el cual deberá ser completamente apisonado en su lugar. En caso de cavidades mayores, se aplicará una capa delgada de pasta de cemento puro antes de colocar el mortero de relleno. Todos los remiendos deberán mantenerse húmedos por un período no menor de cinco (5) días.

Para el relleno de cavidades grandes o profundas se deberá incluir agregado grueso en el mortero de relleno.

Las zonas con hormigueros excesivos pueden ser causa de rechazo de la estructura, en cuyo caso el Constructor deberá demoler y reconstruir, a su costa, la parte afectada.

Todas las juntas de construcción y de dilatación en la obra terminada deben dejarse cuidadosamente trabajadas y quedar sin restos de mortero y concreto. El relleno de las juntas deberá quedar con los bordes limpios en toda su longitud.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

630.4.14.2 Acabado por frotado de superficie

Tan pronto como se hayan removido las formaletas y lo permita la condición del concreto, se iniciará el frotado, empapando las superficies con agua, y frotándolas luego con una piedra de carborundo de mediana aspereza, esmerilando la superficie hasta formar una pasta.

La operación de frotado se debe continuar hasta que todas las señales dejadas por las formaletas y demás salientes e irregularidades hayan sido removidas y la superficie presente una textura lisa y un color uniforme.

En este proceso no se deberá emplear ninguna lechada de cemento ni enlucido de mortero.

La pasta producida por el frotamiento debe ser cepillada cuidadosamente o ser extendida uniformemente en una capa delgada sobre la superficie, dejándose que vuelva a fraguar. El acabado final se obtiene mediante un segundo frotado con una piedra de carborundo más fina.

Este sistema de acabado es prescriptivo para las barandas de concreto a las cuales hace referencia el Artículo 632, así como en las demás superficies en los cuales se requiera de manera explícita en los documentos del proyecto.

630.4.14.3 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 planos del proyecto.

Si el piso del puente se va a usar como capa de rodadura, deberá ser sometido a las operaciones de acabado descritas en el Artículo 500, para los pavimentos de concreto hidráulico.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

630.4.14.4 Acabado de losas de pisos

Si los documentos del proyecto no establecen otra cosa diferente, su acabado será como el descrito en el Artículo 500 para los pavimentos de concreto hidráulico, exceptuando el texturizado transversal final.

630.4.14.5 Acabado de andenes de concreto

El concreto colocado y compactado deberá ser alisado con equipo similar al empleado en los pavimentos de concreto hidráulico. Los bordes y las juntas de dilatación se deberán acabar con una herramienta apropiada para ello.

Se deberá garantizar que la textura no sea resbaladiza cuando la superficie esté mojada.

630.4.15 Curado

Inmediatamente después del retiro de las formaletas y del acabado de las superficies, el concreto se someterá a un proceso de curado que se prolongará a lo largo del plazo prefijado por el Interventor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un período no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este período podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días.

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 colocarán cortinas protectoras contra el viento hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para recibir el tratamiento de curado.

El curado, mediante alguno de los sistemas mencionados en el numeral 630.2.5, se realizará de conformidad con todo lo que resulte pertinente del Artículo 500, relativo al curado de los pavimentos de concreto hidráulico.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

En la eventualidad de que se produzca un sismo durante el proceso de curado, el Constructor deberá tener especial cuidado en efectuar una revisión detallada del concreto colocado y de la estructura luego del sismo, informando al Interventor sobre cualquier daño motivado por el fenómeno. Sin perjuicio de ello, si así lo estimase el Interventor, se realizarán los ensayos que considere convenientes para verificar la calidad del concreto, pudiendo ordenar el retiro de éste si, a su juicio, los ensayos realizados revelaren alteraciones al concreto colocado.

630.4.16 Deterioros

Todo concreto defectuoso o deteriorado deberá ser reparado o removido y reemplazado por el Constructor, según lo requiera el Interventor. Toda mano de obra, equipo y materiales requeridos para la remoción, reparación, reemplazo, acabado y curado del concreto defectuoso, serán suministrados por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

630.4.17 Limpieza final

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, el Constructor deberá 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.

630.4.18 Limitaciones en la ejecución

La temperatura de la mezcla de concreto, inmediatamente antes de su colocación, deberá estar entre diez y treinta y dos grados Celsius (10° C – 32° C).

Cuando se pronostique una temperatura inferior a cuatro grados Celsius (4° C) durante el vaciado o en las veinticuatro (24) horas siguientes, la temperatura del concreto no podrá ser inferior a trece grados Celsius (13° C) cuando se vaya a emplear 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.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

La temperatura durante la colocación no deberá exceder de treinta y dos grados Celsius (32° 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 deberán enfriar mediante rociadura de agua, inmediatamente antes de la colocación del concreto.

La colocación del concreto en horas de la noche o en instantes de lluvia solo se permitirá si se cumplen las condiciones indicadas en el numeral 630.4.8.1.

630.4.19 Manejo ambiental

Todas las labores de ejecución de obras de concreto estructural se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.

630.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

630.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- 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 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 período de ejecución de las obras.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

ACERO DE REFUERZO

ARTÍCULO 640 – 13

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 planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones y recomendaciones dadas por el Interventor.

640.2 MATERIALES

640.2.1 Barras de refuerzo

Deberán cumplir las que sean pertinentes de las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: NTC 161, NTC 248 y NTC 2289; AASHTO M-31 y ASTM A-706.

El refuerzo liso solo se permite en estribos, refuerzo de retracción y temperatura o refuerzo en espiral, siempre y cuando así esté contemplado en los planos del proyecto; no se puede utilizar como refuerzo longitudinal a flexión. No se permite acero liso en refuerzo longitudinal ni transversal de elementos que sean parte del sistema de resistencia sísmica, excepto en las espirales, si así lo indican los planos del proyecto.

640.2.2 Mallas electrosoldadas

Los alambres para mallas y las mallas en sí deberán cumplir con las siguientes normas, según se establezca en los planos del proyecto: NTC 1925 y NTC 2310; ASTM A-185 y ASTM A-497; AASHTO M- 32, AASHTO M-55, AASHTO M-221 y AASHTO M-225.

En mallas de alambre liso, las intersecciones soldadas no deben estar espaciadas a más de 300 mm, ni a más de 400 mm en mallas de alambre corrugado, excepto cuando las mallas se utilizan como estribos.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

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 considerarán las masas unitarias que se indican en las Tablas 640 - 1 y 640 - 2

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).

Tabla 640 – 1. Masa de las barras por unidad de longitud
(Diámetros basados en octavos de pulgada)

BARRA	DIÁMETRO NOMINAL		MASA
	(mm)	(pulgadas)	(kg/m)
No. 2	6.4	¼	0.25
No. 3	9.5	⅜	0.56
No. 4	12.7	½	1.00
No. 5	15.7	⅝	1.55
No. 6	19.1	¾	2.24
No. 7	22.2	⅞	3.04
No. 8	25.4	1	3.97
No. 9	28.7	1 ⅛	5.06
No. 10	32.3	1 ¼	6.41
No. 11	35.8	1 ⅜	7.91
No. 14	43.0	1 ¾	11.38
No. 18	57.3	2 ¼	20.24

Tabla 640 – 2. Masa de las barras por unidad de longitud (Diámetros basados en milímetros)

BARRA	DIÁMETRO NOMINAL (mm)	MASA (kg)
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

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

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 deberá disponer del equipo apropiado para dicha labor y de personal capacitado para la misma. Se requiere, además, la certificación del fabricante del acero que indique que el producto es apto para ser soldado y que dé las recomendaciones para esta labor.

Se requieren, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

640.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Se deberán tener en cuenta las exigencias del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y del Código Colombiano de Diseño Sísmico 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 planos, el Constructor deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los planos no los muestran, las listas y los diagramas deberán 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 deberá 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 deberá revisar, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, 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 (30) días 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 correspondiente deberán ser

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

dejados sin modificación alguna, según se muestre en los planos suministrados por el Interventor.

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, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote o colada correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y de ambientes corrosivos.

640.4.3 Doblamiento

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas 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 de barras No. 5 y 16M o menores no debe ser menos de cuatro (4) veces el diámetro. Para barras mayores a la No. 5 y 16M se doblarán con los diámetros mínimos establecidos en la Tabla 640 - 3.

El doblamiento de las barras se realizará en frío y a una velocidad moderada. Deberá evitarse el doblado de barras a temperaturas inferiores a cinco grados centígrados (5° C).

640.4.4 Colocación y amarre

Todo acero de refuerzo al ser colocado en la obra y antes de la fundición del concreto, deberá 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 deberá ser quitado del acero.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 640 - 3
Diámetro mínimo de doblamiento

NÚMERO DE BARRA	DIÁMETRO MÍNIMO
2 a 8 6M a 25M	6 diámetros de la barra
9 a 11 32M	8 diámetros de la barra
14 y 18 45M y 55M	10 diámetros de la barra

Las barras deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y el fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de las formaletas deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Las silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deberán ser galvanizadas. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o de ladrillo, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 300 mm, para lo cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá ser del tipo negro calibre número dieciocho (No. 18). No se permitirá 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 deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

Cuando se coloquen dos o más filas de barras, las de las filas superiores deberán colocarse directamente encima de las de la fila inferior y la separación libre entre filas no deberá ser menor de veinticinco milímetros (25 mm).

Cuando se coloquen dos o más filas (o capas) de barras, las barras superiores deberán colocarse directamente encima de las inferiores y la

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

separación libre entre filas no deberá ser menor de treinta y cinco milímetros (35 mm), no menor que el diámetro de la barra, ni menor de uno con treinta y tres (1.33) veces el tamaño del agregado grueso.

Estos requisitos se deberán cumplir, también, en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

El Interventor deberá 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 deberán cumplir los requisitos establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes; los traslapos se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Interventor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Constructor podrá introducir traslapos y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Interventor, que los traslapos y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y que el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido totalmente por el Constructor.

En los traslapos, las barras deberán 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 a las demás varillas y a las superficies del concreto.

El Constructor podrá 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 y los procedimientos deberán ser precalificados por el Interventor de acuerdo con los requisitos de la AWS y las juntas soldadas deberán ser revisadas radiográficamente o por otro método no destructivo que esté

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

contemplado por la práctica. El costo de este reemplazo y el de las pruebas de revisión del trabajo así ejecutado, correrán por cuenta del Constructor.

Las láminas de malla o parrillas de varillas se deberán traslapar suficientemente entre sí, para mantener una resistencia uniforme y se deberán asegurar en los extremos y bordes. El traslapo de borde deberá ser, como mínimo, igual a un (1) espaciamiento en ancho.

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 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente y en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

640.4.7 Sustituciones

La sustitución de cuantías de refuerzo sólo se podrá efectuar con autorización del Interventor. En tal caso, el acero sustituido deberá 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

El suministro, almacenamiento, transporte e instalación del acero de refuerzo efectivamente colocado en la estructura, así como el manejo de los desperdicios ocasionados, deberá realizarse en un todo de acuerdo con la normatividad ambiental vigente.

640.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

640.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento del equipo de construcción.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan con los requisitos de calidad exigidos por la presente especificación.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- Verificar que el corte, doblado, colocación y cuantía del refuerzo se efectúen de acuerdo con los planos, con esta especificación y con sus instrucciones.

- Vigilar la regularidad del suministro del acero durante el periodo de ejecución de los trabajos.

- Verificar que cuando se sustituya el refuerzo indicado en los planos, se utilice acero de área y perímetro iguales o superiores a los de diseño.

- Efectuar las medidas correspondientes para el pago del acero de refuerzo correctamente suministrado y colocado.

El Interventor solicitará al Constructor copia certificada de los análisis químicos y pruebas físicas realizadas por el fabricante a muestras representativas de cada suministro de barras de acero

640.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

640.5.2.1 Calidad del acero

Las barras y mallas de refuerzo deberán ser ensayadas en fábrica y sus resultados deberán satisfacer los requerimientos de las normas correspondientes NTC, AASHTO o ASTM relacionadas en el numeral 640.2.

El Constructor deberá 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 ordenará, a expensas de aquel, la ejecución de todos los ensayos que considere necesarios sobre el refuerzo, antes de aceptar su utilización.

Cuando se autorice el empleo de soldadura para las uniones, su calidad y la del trabajo ejecutado se verificarán de acuerdo con lo indicado en el numeral 640.4.5.

Las varillas que tengan fisuras o hendiduras en los puntos de flexión, serán rechazadas.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

640.5.2.2 Calidad del producto terminado

Se aceptarán 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 cincuenta milímetros (≤ 50 mm): cinco milímetros (5 mm).
- Con recubrimiento superior a cincuenta milímetros (> 50 mm): diez milímetros (10 mm).

640.5.2.2.2 Desviación en los espaciamientos prescritos:

Se deberá cumplir lo indicado en el numeral 640.4.4.

640.5.2.2.3 Área

No se permitirá 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, deberá ser corregido por el Constructor, sin costo alguno para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con procedimientos aceptados por el Interventor y a plena satisfacción de éste.

640.6 MEDIDA

La unidad de medida será el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, 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 deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida no incluye 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 planos, que hayan sido autorizados por el Interventor, para conveniencia del Constructor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tampoco se medirá 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 medirá la cantidad adicional.

La medida para barras se basará 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 será 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 completo. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

No se medirán cantidades en exceso de las indicadas en los planos del proyecto o las ordenadas por el Interventor.

640.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por toda mano de obra, materiales, patentes, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, con esta especificación y con las instrucciones del Interventor.

El precio unitario deberá 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 ejecución de los trabajos y todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

El precio unitario deberá incluir, también, la administración e imprevistos y la utilidad del Constructor.

No habrá 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 pagará 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

640.1	Acero de refuerzo fy = ____ MPa	Kilogramo (kg)
640.2	Malla de refuerzo f y = ____ MPa	Kilogramo (kg)

Nota: se deberá elaborar un ítem de pago para resistencia de acero que se especifique en el proyecto

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

SUB-BASE GRANULAR

ARTÍCULO 320 – 13

320.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado de material de sub-base granular aprobado sobre una superficie preparada, en una o varias capas, de conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicados en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por el Interventor.

Para los efectos de estas especificaciones, se denomina sub-base granular a la capa o capas granulares localizadas entre la subrasante y la base granular o 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 sub-base granular

Se definen tres clases de sub-base granular en función de la calidad de los agregados (clases A, B y C), como se indica en el numeral 320.2.2. Los documentos del proyecto definirán la clase de sub-base granular por utilizar en el proyecto; así mismo, definirán el tipo de granulometría por emplear.

Si los documentos del proyecto no indican otra cosa, las clases de sub-base granular se usarán como se indica en la Tabla 320 - 1, en función del nivel de tránsito del proyecto.

Tabla 320 - 1. Uso típico de las diferentes clases de sub-base granular

CLASE DE SUB-BASE GRANULAR	NIVEL DE TRÁNSITO
Clase C	NT1
Clase B	NT2
Clase A	NT3

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

320.2.2 Requisitos de calidad para los agregados

Los agregados para la construcción de la sub-base granular deberán satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 320 - 2. Además, se deberán ajustar a alguna de las franjas granulométricas que se muestran en la Tabla 320 - 3.

Tabla 320 - 2. Requisitos de los agregados para sub-bases granulares

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	SUB-BASE GRANULAR		
		CLASE C	CLASE B	CLASE A
Dureza (O)				
Desgaste en la máquina de los Ángeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	50	50
Degradación por abrasión en el equipo Micro-Deval, máximo (%)	E-238	-	35	30
Durabilidad (O)				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, máximo (%) - 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 de inmersión, mínimo.	E-148	30	30	40

Tabla 320 - 3. Franjas granulométricas del material de sub-base granular

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
	50.0 2"	37.5 1 ½"	25.0 1"	12.5 1/2"	9.5 3/8"	4.75 No. 4	2.00 No. 10	0.425 No. 40	0.075 No. 200
	% PASA								
SBG-50	100	70-95	60-90	45-75	40-70	25-55	15-40	6-25	2-15
SBG-38	-	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 %

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente especificación, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

uniforme y 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 propondrá al Interventor una "Fórmula de Trabajo" a la cual se deberá 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.

Además, la relación entre el porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No. 200) y el porcentaje que pasa el tamiz de 425 µm (No. 40), no deberá exceder de 2/3 y el tamaño máximo nominal no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.

320.3 EQUIPO

Al respecto, rigen las condiciones generales que se indican en el numeral 300.3 del Artículo 300, "Disposiciones generales para la ejecución de afirmados, sub-bases y bases granulares y estabilizadas". Para la construcción de la sub-base 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.

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 sólo autorizará la colocación de material de sub-base granular cuando la superficie sobre la cual se debe asentar tenga la compactación apropiada y las cotas y secciones indicadas en los planos o definidas por él, con las tolerancias establecidas. Además, deberá estar concluida la construcción de las cunetas, desagües y 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

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

parte, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Constructor hará las correcciones necesarias, a satisfacción del 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 deberán cumplir lo establecido en los numerales 300.4.5 y 300.4.3 de Artículo 300.

320.4.5 Extensión y conformación del material

El material se deberá disponer en un cordón de sección uniforme donde el Interventor verificará su homogeneidad. Si la capa de sub-base granular se va a construir mediante la combinación de dos (2) o más materiales, éstos se deberán mezclar en un patio fuera de la vía, por cuanto su mezcla dentro del área del proyecto no está permitida. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad óptima de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique la capa subyacente y deje el material con una humedad uniforme. Éste, después de humedecido o aireado, se extenderá en todo el ancho previsto en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y el grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación.

En todo caso, la cantidad de material extendido deberá 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 sub-base compactada por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se deberá 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 deberá mostrar una distribución granulométrica uniforme, sin segregaciones evidentes. El Interventor no permitirá la colocación de la capa siguiente, antes de verificar y aprobar la compactación de la precedente.

En operaciones de bacheo o en aplicaciones en áreas reducidas, el Constructor propondrá al Interventor los métodos de extensión que garanticen la uniformidad y la calidad de la capa.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

320.4.6 Compactación

Una vez que el material extendido de la sub-base granular tenga la humedad apropiada, se conformará ajustándose razonablemente a los alineamientos y secciones típicas del proyecto y se compactará 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 la utilización del equipo que normalmente se utiliza, se compactarán por los medios adecuados para el caso, en tal forma que la densidad seca que se alcance no sea inferior a la obtenida en el resto de la capa.

La compactación se efectuará longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores y avanzando hacia el centro, traslapando en cada recorrido un ancho no menor de la mitad del ancho del rodillo compactador. En las zonas peraltadas, la compactación se hará del borde inferior al superior.

320.4.7 Construcción de la sub-base granular sobre un afirmado existente

Si el proyecto contempla que el afirmado existente forme parte de la capa de sub-base granular, aquel se deberá escarificar en una profundidad de cien milímetros (100 mm) o la que especifiquen los documentos del proyecto o indique el Interventor, y se conformará y compactará de manera de obtener el mismo nivel de compactación exigido a la sub-base granular, en un espesor de ciento cincuenta milímetros (150 mm).

Si el espesor del afirmado es menor de cien milímetros (100 mm), el Interventor podrá autorizar que el material de sub-base granular se mezcle con el del afirmado, previa la escarificación de éste. En todo caso, se deberán respetar los espesores de capa mencionados en el numeral 320.4.5.

320.4.8 Apertura al tránsito

Sobre las capas en ejecución se prohibirá 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 distribuirá de forma que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Constructor deberá responder por los daños producidos por

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos con arreglo a las indicaciones del Interventor.

320.4.9 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la extensión de ninguna capa de material de sub-base granular mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se podrá ejecutar la sub-base 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 sub-base granular se deberán realizar en condiciones de luz solar. Sin embargo, cuando se requiera terminar el proyecto en un tiempo especificado por el INVÍAS o se deban evitar horas pico de tránsito público, el Interventor podrá 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 resulte satisfactorio para aquel. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno y deberá 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 sub-base granular), cuya profundidad sea superior a trescientos milímetros (300 mm) se deberán rellenar con material de sub-base granular desde el fondo de la excavación hasta una profundidad de doscientos cincuenta milímetros (250 mm) por debajo de la rasante existente, material que deberá 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 sub-base granular en las operaciones de bacheo en ellos se deberá definir en los documentos del respectivo proyecto, o, en su defecto, será establecido por el Interventor.

320.4.11 Conservación

El Constructor deberá conservar la capa de sub-base granular en las condiciones en las cuales le fue aceptada por el Interventor hasta el

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

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 deberá reparar, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, todos los daños que se produzcan en la sub-base 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

320.5.2.1 Calidad de los agregados

320.5.2.1.1 Control de procedencia

De cada fuente de agregados pétreos y para cualquier volumen previsto se tomarán cuatro (4) muestras representativas para realizar los ensayos especificados en la Tabla 320 - 2. Los resultados de ellos deberán satisfacer las exigencias indicadas en dicha tabla, so pena del rechazo de los materiales deficientes.

Durante esta etapa, el Interventor deberá comprobar, además, que el material del 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 examinarán las descargas a los acopios y se ordenará el retiro de los agregados que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado. Así mismo, se

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

ordenará que se acopien por aparte aquellos que presenten una anomalía evidente de aspecto, como distinta coloración, plasticidad o segregación.

Al material ya colocado en la vía se le realizarán controles con la frecuencia que se indica en la Tabla 320 - 4.

Tabla 320 - 4. Verificaciones periódicas de la calidad del material de sub-base granular

ENSAYO	NORMA DE ENSAYO INV	FRECUENCIA
Granulometría	E-123	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
Equivalente de arena	E-133	Una(1) vez por semana
Ensayo modificado de compactación	E-142	Una(1) vez por semana

El Interventor podrá 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 realizarán 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 deberán repetir todos los ensayos especificados en la Tabla 320 - 2 y adoptar los correctivos que sean necesarios.

No se permitirá el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos de calidad indicados en el numeral 320.2.2.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

En la eventualidad de que el resultado de alguna prueba sea insatisfactorio, se tomarán dos (2) muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor no autorizará la utilización del material al cual representen dichos ensayos.

320.5.2.1.3 Conservación de las propiedades de los agregados

Los agregados no deberán sufrir una degradación excesiva con motivo de su manejo y compactación en obra. Para verificarlo, cada semana se tomarán muestras representativas del material colocado y compactado durante la semana previa, las cuales se someterán a los ensayos que se indican en la Tabla 320 - 5. Los resultados de estos ensayos deberán satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 320.2.2. Si no las cumplen, se suspenderá inmediatamente el empleo del material y se delimitará el área donde se haya utilizado, la cual deberá ser demolida y reconstruida por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, empleando un material de sub-base 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-123
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 sub-base granular terminada deberá presentar una superficie uniforme, sin agrietamientos, baches, laminaciones ni segregaciones. Si el Interventor considera que es

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

necesario realizar correcciones por este concepto, delimitará el área afectada y el Constructor deberá escarificarla en un espesor de cien milímetros (100 mm) y, después de efectuar las correcciones necesarias, mezclará y compactará de nuevo hasta que tanto el área delimitada como las adyacentes cumplan todos los requisitos exigidos en el presente Artículo.

La capa de sub-base granular terminada se deberá ajustar a las rasantes y a las pendientes establecidas en los documentos del proyecto, sin que existan zonas donde se retenga el agua superficial. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la berma no será inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor. Las variaciones de las cotas, respecto de las establecidas en el proyecto, no podrán exceder de + 0.0 mm y - 20.0 mm.

Si se detectan zonas con un nivel inferior a la tolerancia indicada, ellas se deberán escarificar en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), para enseguida agregar material de sub-base, humedecer, mezclar, recompactar y terminar la superficie hasta lograr la densidad seca y las cotas exigidas por la presente especificación. Alternativamente, el Interventor las podrá aceptar, siempre que el Constructor se comprometa, por escrito, a compensar la merma con el espesor adicional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los costos para el Instituto Nacional de Vías.

Las áreas que presenten un nivel superior a la tolerancia especificada deberán ser rebajadas, humedecidas, compactadas y terminadas nuevamente, hasta cumplir con las cotas y el espesor establecido en los documentos del proyecto y con las exigencias de la presente especificación.

320.5.2.2.2 Compactación

Para efectos del control, se considerará como "lote" que se aceptará o rechazará en bloque, la menor

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

área construida que resulte de los siguientes criterios:

– Quinientos metros lineales (500 m) de capa compactada en el ancho total de la sub-base granular.

– Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m^2) de sub-base granular compactada.

– La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

Los sitios para la determinación de la densidad de la capa se elegirán al azar, según la norma de ensayo INV E-730 "Selección al azar de sitios para la toma de muestras", pero de manera que se realice al menos una (1) prueba por hectómetro. Se deberán efectuar, como mínimo, cinco (5) ensayos por lote.

Para el control de la compactación de una capa de sub-base granular, se deberá calcular su grado de compactación a partir de los resultados de los ensayos de densidad en el terreno y del ensayo de relaciones humedad-peso unitario (ensayo modificado de compactación), mediante la expresión que resulte aplicable entre las siguientes:

– Material sin sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [320.1]$$

– Material con sobretamaños:

$$GC_i = \frac{\gamma_{d,i}}{C\gamma_{d,máx}} \times 100 \qquad [320.2]$$

Siendo:

GCi: Valor individual del grado de compactación, en porcentaje.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

$\gamma_{d,i}$: 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 de ella 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 obtendrá, para cada sitio, a partir del contenido de sobretamaños, P_{FG}, presente en ese sitio.

Para la aceptación del lote se aplicarán los siguientes criterios:

GC_l (90) ≥ 95.0 %	se acepta el lote	[320.3]

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

GC_l (90) < 95.0 %	se rechaza el lote	[320.4]

Siendo:

$GC_l(90)$: Límite inferior del intervalo de confianza en el que, con una probabilidad del 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 deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando.

Los lotes que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados 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 determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d).

$e_m \geq e_d$	[320.5]

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i) deberá ser, cuando menos, igual al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño (e_d), admitiéndose sólo 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.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

$$e_i \geq 0.90\ e_d \qquad [320.6]$$

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, el Constructor deberá escarificar la capa en un espesor mínimo de cien milímetros (100 mm), añadir el material necesario de las mismas características y recompactar y terminar la capa conforme lo exige el presente Artículo.

Si el espesor medio resulta inferior al espesor de diseño, pero ningún valor individual es inferior al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño, el Interventor podrá admitir el espesor construido, siempre que el Constructor se comprometa, por escrito, a compensar la merma con el espesor adicional necesario de la capa superior, sin que ello implique ningún incremento en los costos para el Instituto Nacional de Vías. Si el Constructor no suscribe este compromiso, se procederá como en el párrafo anterior.

320.5.2.2.4 Planicidad

Se comprobará 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 colocará tanto paralela como normalmente al eje de la vía y no se admitirán 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 será delimitada por el Interventor, y el Constructor deberá corregirla con reducción o adición de material en capas de poco espesor, en cuyo caso, para asegurar buena adherencia, será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada, hasta alcanzar los niveles de compactación exigidos en el presente Artículo.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

320.5.2.2.5 Zonas de bacheos

En las zonas de bacheos se deberán satisfacer las mismas exigencias de terminado, compactación, espesor y planicidad incluidas en este numeral, pero queda a juicio del Interventor la decisión sobre la frecuencia de las pruebas, la cual dependerá 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 sub-base granular por modificaciones en el diseño estructural o por fuerza mayor u otras causas inequívocamente no imputables al Constructor, el Interventor delimitará el área afectada y ordenará las correcciones necesarias, por cuyo trabajo autorizará el pago al Constructor, al respectivo precio unitario del contrato.

320.6 MEDIDA

La sub-base granular se medirá según lo descrito en el numeral 300.6.1 del Artículo 300. En el caso de bacheos con material granular de sub-base, se aplicará lo descrito en el numeral 300.6.2 del mismo Artículo.

320.7 FORMA DE PAGO

La sub-base granular se pagará según lo que sea aplicable del numeral 300.7 del Artículo 300.

320.8 ÍTEM DE PAGO

320.1	Sub-base granular clase A	Metro cúbico (m^3)
320.2	Sub-base granular clase B	Metro cúbico (m^3)
320.3	Sub-base granular clase C	Metro cúbico (m^3)

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

SEÑALES VERTICALES DE TRÁNSITO

ARTÍCULO 710 – 13

710.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, almacenamiento, transporte e instalación de señales verticales de tránsito, de acuerdo con lo planos y demás documentos del proyecto o lo indicado por el Interventor.

El diseño de las señales verticales, los mensajes y los colores, deberán estar de acuerdo con el "Manual de Señalización Vial" del Ministerio de Transporte de Colombia 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 E 808.

El material retrorreflectivo para las señales verticales de tránsito y delineadores que cubre este Artículo deberá cumplir las especificaciones contenidas en la norma NTC 4739 “Láminas retrorreflectivas para control de tránsito”. El tipo de material retrorreflectivo de cada señal será el indicado en los documentos del contrato, en función del grado de retrorreflectividad, color y durabilidad requeridos en cada caso; deberá cumplir con los requisitos de visibilidad y retrorreflexión definidos en el "Manual de Señalización Vial" del Ministerio de Transporte de Colombia.

El Constructor deberá presentar las certificaciones de cumplimiento de dicha norma, expedidas por el proveedor del material, para aprobación de Interventor.

710.2.2 Material para tableros

Los tableros para todas las señales deberán ser de lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, lámina de aluminio o lámina de acero galvanizado.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

En las señales informativas de destino (a excepción de la señal SI-05C), de información en ruta y elevadas, se utilizará únicamente la lámina de acero galvanizado. En la parte posterior de todos los tableros de las señales se deberá imprimir el logotipo del Instituto Nacional de Vías, la fecha de instalación (día, mes y año), el nombre del Constructor y el número del contrato.

Los diferentes tipos de materiales se deberán utilizar de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio o aluminio, para vías localizadas en zonas aledañas a áreas marinas o donde existan problemas de oxidación.

- En lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio, acero galvanizado o aluminio, para vías ubicadas en áreas cuya altura sobre el nivel del mar sea menor de mil metros (< 1000 m).

- En lámina de acero galvanizado o aluminio para vías ubicadas en áreas cuya altura sobre el nivel del mar sea igual o superior a mil metros (≥ 1000 m).

710.2.2.1 Lámina de poliéster reforzado con fibra de vidrio

El material deberá cumplir los siguientes requisitos:

710.2.2.1.1 Espesor

Deberá ser de tres milímetros y cuatro décimas más o menos cuatro décimas de milímetro (3.4 mm ± 0.4 mm), el cual se verificará como el promedio de las medidas en cuatro sitios del borde de cada lámina, con una separación entre ellos igual a la cuarta parte del perímetro de ésta. La lámina no deberá 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.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

710.2.2.1.2 Color

El color deberá 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 deberá ser mayor de doce milímetros (12 mm).

Luego, la lámina se coloca, suspendida en las mismas condiciones, en un horno a ochenta y dos grados Celsius (82° C) durante cuarenta y ocho (48) horas; 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 deberá ser mayor de doce milímetros (12 mm).

710.2.2.1.4 Resistencia al impacto

Una lámina cuadrada de setenta y cinco centímetros (75 cm) de lado, apoyada en sus extremos y a una altura de veinte centímetros (20 cm) del piso, deberá resistir el impacto de una esfera de acero de cuatro mil quinientos gramos (4,500 g) en caída libre desde una altura de tres y medio metros (3.5 m), sin resquebrajarse.

710.2.2.1.5 Estabilidad térmica

Las características de resistencia no deberán ser afectadas apreciablemente en un rango de temperaturas entre menos dieciocho y más cien grados Celsius (-18° C y + 100° C).

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

710.2.2.1.6 Resistencia al fuego

Los componentes de la lámina deberán contener aditivos que la hagan menos propensa a prender y propagar llamas, y deberá ser autoextinguible.

710.2.2.1.7 Protección ante la intemperie

Las láminas deberán estar fabricadas con protección ante la intemperie por ambas caras. Deberán poseer una superficie uniforme químicamente pegada, recubrimiento gelatinoso (Gel-Coat) que no se pueda separar. Para comprobarlo, se sumergirá una muestra de diez centímetros (10 cm) por dos centímetros (2 cm) en una probeta que contenga cloruro de metileno, durante trece (13) minutos, después de lo cual se seca, no debiendo aparecer fibra de vidrio por ninguna de las dos caras.

710.2.2.1.8 Estabilización

Las láminas deberán estar fabricadas de manera que no liberen constituyentes emigrantes (solventes, monómeros, etc.) con el tiempo. No deberán contener residuos de agentes desmoldeantes en la superficie del laminado que pudieran 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 deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad.

710.2.2.2 Lámina de acero galvanizado

710.2.2.2.1 Material

La lámina será de acero laminado en frío y revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente, según normas las NTC 3940 y

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

NTC 4011; después del galvanizado, se preparará para la pintura según la norma ASTM D 6386.

710.2.2.2.2 Espesor

La lámina de acero deberá tener un espesor de un milímetro y medio, con una tolerancia de más o menos quince centésimas de milímetro (1.5 mm ± 0.15 mm). La medida se podrá efectuar 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 deberá presentar desprendimiento de zinc cuando se dobla girando ciento ochenta grados (180°), 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 deberá ser limpiada y desengrasada; además, deberá estar libre de óxido blanco. El galvanizado deberá 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 se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para colocar finalmente una capa de esmalte sintético blanco.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

710.2.2.3 Lámina de aluminio

710.2.2.3.1 Material

La lámina de aluminio será de aleaciones 6061-T6, 5052-H38 (norma ASTM B 209) o extrusiones similares.

710.2.2.3.2 Espesor

El espesor será de dos milímetros, medidos con una tolerancia de más o menos dos décimas de milímetro (2 mm ± 0.2 mm). La medida se podrá 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 deberá ser limpiada y desengrasada; además, deberá estar libre de óxido blanco. El aluminio deberá 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 deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para colocar finalmente una capa de esmalte sintético blanco.

710.2.2.4 Consideraciones adicionales

Las señales de destino (a excepción de la señal SI-05C) y de información en ruta se fabricarán en lámina galvanizada calibre veinte (20). Las señales elevadas se elaborarán en lámina galvanizada calibre veintidós (22). A los tableros de estas señales se les realizarán dos (2) dobleces o pestañas de

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

dos centímetros (2 cm) cada una, en sus cuatro bordes, con el fin de darles mayor rigidez.

710.2.3 Material para postes

Las estructuras de soporte, o postes para señales verticales, deberán ser elaboradas en perfil en ángulo de hierro galvanizado de cincuenta milímetros (50 mm) por cincuenta milímetros (50 mm) por seis punto treinta y cinco milímetros (6.35 mm), con límite de fluencia mínimo de doscientos cincuenta megapasacales (250 MPa) en todos los tipos de señales.

El perfil será de primera clase, sin hormigueros en ninguna parte de su longitud; no se aceptarán añadiduras ni traslapos en postes y brazos. El galvanizado se aplicará por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 y NTC 4011.

Se deberá garantizar la rigidez de las láminas de los tableros correspondientes a las señales preventivas (SP), reglamentarias (SR), de información general, de servicios y turísticas (SI) y delineadores de curva horizontal, fijándolas a la cruceta formada entre el poste y sus brazos, los cuales deberán formar un perfecto plano de apoyo que en todo momento deberá estar en contacto con la lámina.

La soldadura del brazo deberá ser con piquete o suplemento. En señales dobles, la rigidez se deberá garantizar con dos (2) crucetas del mismo tipo citado anteriormente, debidamente soldadas.

Se podrán yuxtaponer los tableros de las señales verticales de tránsito preventivas (SP), reglamentarias (SR) o informativas de identificación, de información general, de servicios y turísticas (SI), en los postes de concreto hidráulico, acero o madera de las redes de energía o teléfonos, siempre y cuando la entidad que instaló los postes autorice su adosamiento.

Para tal efecto, se utilizará una banda de acero inoxidable de doce punto siete milímetros (12.7 mm) de ancho y cero punto setenta y seis milímetros (0.76 mm) de espesor, asegurada con una hebilla de acero inoxidable. Para el sostén, apoyo o soporte del tablero de la señal, se utilizará una ménsula en acero inoxidable de treinta y ocho milímetros (38 mm) de ancho y uno punto nueve milímetros (1.9 mm) de espesor, la cual deberá tener aletas que sobresalgan, como mínimo, veinte

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

centímetros (20 cm) a cada lado del eje del poste para rigidizar el tablero en el sentido perpendicular al eje vertical de la señal. Siempre se deberán utilizar dos bandas, con sus correspondientes accesorios, una en la parte superior del tablero y otra en su parte inferior.

710.2.4 Material para los brazos de los postes

En todos los casos, las crucetas deberán ser elaboradas en perfil en ángulo de hierro galvanizado de cincuenta milímetros (50 mm) por cincuenta milímetros (50 mm) por tres punto dieciocho milímetros (3.18 mm), con límite de fluencia mínimo de doscientos cincuenta megapasacales (250 MPa).

El galvanizado se aplicará por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 y NTC 4011.

710.2.5 Material para anclaje a la fundación

Los postes se deberán diseñar con un anclaje en la parte inferior, soldado en forma de T, con ángulo de hierro galvanizado de veinticinco milímetros (25 mm) por veinticinco milímetros (25 mm) por tres punto dieciocho milímetros (3.18 mm), con límite de fluencia mínimo de doscientos cincuenta megapasacales (250 MPa).

El galvanizado se aplicará por inmersión en caliente, según las normas NTC 2076 y NTC 4011.

710.2.6 Recubrimiento de los postes

Los postes, crucetas y anclajes galvanizados deberán ser recubiertos con esmalte blanco.

710.2.7 Soldadura

La soldadura utilizada deberá tener una resistencia mayor al veinticinco por ciento (25 %) de la resistencia del acero utilizado para la fabricación de la señal vertical. La soldadura se deberá aplicar antes del galvanizado.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

710.2.8 Dimensiones de los tableros

Se atenderán las disposiciones sobre las dimensiones de tableros mencionadas en el "Manual de Señalización Vial" del Ministerio de Transporte de Colombia.

710.2.9 Dimensiones de los postes

Se atenderán todas las disposiciones sobre las dimensiones de los postes indicadas en el "Manual de Señalización Vial" del Ministerio de Transporte de Colombia.

710.2.10 Material para el anclaje

Las señales se instalarán en el piso en un anclaje de concreto simple cuya resistencia a la compresión a veintiocho (28) días sea, como mínimo, catorce megapascales (14 MPa).

Dentro del anclaje se acepta 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 deberá disponer de los equipos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos, incluyendo los siguientes elementos:

- 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.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

710.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

710.4.1 Ubicación de las señales

Las señales se instalarán en los sitios que indiquen los planos del proyecto o defina el Interventor. Todas las medidas deberán ser realizadas por una comisión de topografía.

710.4.2 Excavación

El Constructor efectuará 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 sólo se realizará en una profundidad de treinta centímetros (30 cm) pero el Constructor deberá, 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 realizará rellenando la excavación con un concreto que presente las características indicadas en el numeral 710.2.10. También, se acepta la inclusión de las capas de cantos a que hace referencia el mismo numeral.

710.4.4 Instalación de la señal

El Constructor instalará 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 deberá fijar al poste mediante tornillos de dimensiones mínimas de cinco dieciseisavos de pulgada (5/16”) por una pulgada (1”), rosca ordinaria, arandelas y tuercas, todo galvanizado por proceso de inmersión en caliente, a los cuales se les deberán dar golpes para dañar su rosca y evitar que puedan ser retirados fácilmente. Además, se deberán instalar cuatro (4) remaches a diez centímetros (10 cm) de distancia, medidos desde los tornillos hacia el centro de la cruceta. También se

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

podrán utilizar otros sistemas de aseguramiento que impidan el retiro del tornillo o elemento de fijación.

710.4.5 Consideraciones adicionales

Adicionalmente, se atenderán todas las disposiciones contenidas en el "Manual de Señalización Vial" del Ministerio de Transporte de Colombia y demás normas que lo complementen o sustituyan.

710.4.6 Limitaciones en la ejecución

No se permitirá la instalación de señales de tránsito en instantes de lluvia, ni cuando haya agua retenida en la excavación o el fondo de ésta se encuentre muy húmedo, a juicio del Interventor. Toda el agua retenida deberá ser removida antes de efectuar el anclaje e instalar la señal.

710.4.7 Manejo ambiental

Todas las labores referentes al suministro e instalación de señales verticales de tránsito se realizarán teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

710.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

710.5.1 Controles

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y el funcionamiento de todo el equipo de 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 la norma técnica colombiana NTC 4739.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

– Comprobar la correcta instalación de las señales, de acuerdo con este Artículo.

El Interventor contará y medirá, 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 admitirán 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 podrá 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 hará una inspección en horas nocturnas, con la ayuda de una linterna apoyada en la frente, con la cual se iluminará la señal percibiéndose su calidad y detectándose zonas que no reflectan.

710.5.2.4 Instalación

Las señales verticales de tránsito sólo se aceptarán 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 deberán ser subsanadas por el Constructor a plena satisfacción del Interventor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

710.6 MEDIDA

Las señales verticales de tránsito se medirán por unidad (u), suministrada e instalada de acuerdo con los documentos del proyecto y este Artículo, a plena satisfacción del Interventor.

Las señales de tránsito que hayan sido contratadas por metro cuadrado (m^2), se pagarán de acuerdo a 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, a plena satisfacción del Interventor. El resultado de la medida se deberá 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 hará al respectivo precio unitario del contrato, por todo trabajo ejecutado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de todos los materiales que conforman la señal, su fabricación, desperdicios, almacenamiento y transporte hasta el sitio de 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 requieran para el anclaje, así como todo costo adicional necesario para el correcto cumplimiento de esta especificación.

El precio unitario deberá cubrir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

710.8 ÍTEM DE PAGO

710.1	Señal vertical de tránsito tipo ___ con lámina retrorreflectiva tipo ___	Unidad (u)
710.2	Señal vertical de tránsito tipo ___ con lámina retrorreflectiva tipo ___	Metro cuadrado (m^2)

Nota: Se deberá elaborar un sub-ítem para cada tipo de señal y cada tipo de lámina retrorreflectiva incluido en el contrato.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente

DEMOLICIÓN Y REMOCIÓN

ARTÍCULO 201 – 13

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. Incluye:

- 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 el almacenamiento de estructuras existentes;
- Remoción de cercas de alambre y otros obstáculos;
- Remoción de especies vegetales que no van a ser trasplantadas y que 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.

El trabajo de remoción de especies vegetales situadas en áreas que son objeto de trabajos de desmonte y limpieza será cubierto por el Artículo 200, “Desmonte y Limpieza”.

El trabajo remoción de especies vegetales que van a ser trasplantadas será 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 clasificarán de acuerdo con los siguientes criterios:

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

- 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, a juicio del Interventor, sean aptos para rellenar y emparejar la zona de demolición u otras zonas del proyecto, se deberán utilizar para este fin.

El material que suministre el Constructor para el relleno de las zanjas, fosos y hoyos resultantes de los trabajos, deberá tener la aprobación previa del Interventor.

201.3 EQUIPO

Los equipos que emplee el Constructor en esta actividad deberán 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 podrá 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 deberán utilizar equipos que no les produzcan daño, de acuerdo con procedimientos aprobados por el Interventor.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

201.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

201.4.1 Generalidades

Antes de iniciar los trabajos de demolición de estructuras, el Constructor deberá elaborar un estudio de demolición en el cual se deberán 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 será responsable de todo daño causado, directa o indirectamente, a las personas, así como a redes de servicios públicos, o

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

TUBERÍA DE CONCRETO REFORZADO

ARTÍCULO 661 – 13

661.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, manejo y colocación de tubería de concreto reforzado, con los diámetros, armaduras, alineamientos, cotas y pendientes mostrados en los planos del proyecto o acordados ordenados con el Interventor; comprende, además, el suministro de los materiales para las juntas de los tubos y la construcción de éstas, así como las conexiones a cabezales u obras existentes o nuevas, y la remoción y disposición de los materiales sobrantes.

661.2 MATERIALES

661.2.1 Tubería

La tubería que suministre el Constructor deberá cumplir los requisitos de la norma NTC 401. La clase de tubería y su diámetro interno, se deberán indicar en los planos del proyecto. Los extremos de los tubos y el diseño de las juntas deberán ser tales, que se garantice un encaje adecuado entre secciones continuas, de manera que brinden un conducto continuo y libre de irregularidades en la línea de flujo.

Los requisitos de resistencia al agrietamiento y rotura que deben cumplir los tubos son los especificados en la norma NTC 401.

661.2.2 Material para solado y atraque

Los materiales para el solado, atraque y relleno de la zanja serán los indicados en los documentos del proyecto. Los suelos, materiales de recebo, materiales granulares tipo SBG y BG, gravilla y arena que se utilicen deberán cumplir con lo indicado en el Artículo 610, numeral 610.2, sub-numerales 610.2.1, 610.2.2, 610.2.3, 610.2.5 y 610.2.6, respectivamente

El tamaño máximo del material para solado y atraque de los tubos no será mayor que 25 mm (1”) y el material para rellenos alrededor del tubo no

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

será mayor que 75 mm (3”). El tamaño máximo del material no será mayor que la mitad del espesor de la capa compactada.

Si los documentos del proyecto indican que el solado y/o el atraque para la tubería se ejecuten en concreto simple, éste se elaborará según lo especificado en el Artículo 630, “Concreto Estructural”; la resistencia mínima a la compresión, si los documentos del contrato no indican otra cosa, será de 14 MPa a 28 días, medida según la norma de ensayo INV E-410.

661.2.3 Sello para juntas

Las juntas para las uniones de los tubos se sellarán con empaques flexibles que cumplan la especificación AASHTO M 198 y/o la norma NTC 1328, con mortero o con lechada de cemento. Si se emplea mortero, éste deberá ser una mezcla volumétrica de una (1) parte de cemento hidráulico y tres (3) de arena aprobada, con el agua necesaria para obtener una mezcla seca pero trabajable.

661.3 EQUIPO

Se requieren, principalmente, elementos para la producción de agregados pétreos y fabricación y curado de la mezcla de concreto, conforme se indica en el numeral 630.3 del Artículo 630; herramientas adecuadas para la correcta colocación del refuerzo; moldes para la fabricación de los tubos y equipos para su transporte y colocación en el sitio de las obras.

661.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

661.4.1 Preparación de las condiciones de instalación de la tubería

La preparación de las condiciones de instalación de la tubería se hará de acuerdo con lo indicado en el numeral 660.4.1 del Artículo 660.

661.4.2 Colocación del material de solado para la tubería

La colocación del material de solado para la tubería se llevará a cabo según con lo indicado en el numeral 660.4.2 del Artículo 660.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

661.4.3 Colocación de la tubería

La colocación de la tubería se hará de acuerdo con lo indicado en el numeral 660.4.3 del Artículo 660.

661.4.4 Juntas

Para la elaboración de las juntas, aplican las indicaciones del numeral 660.4.4 del Artículo 660.

661.4.5 Atraque

La colocación del material de atraque para la tubería se hará de acuerdo con lo indicado en el numeral 660.4.5 del Artículo 660.

661.4.6 Rellenos

Para la ejecución de los rellenos, aplican las indicaciones del numeral 660.4.6 del Artículo 660.

661.4.7 Limpieza

Terminados los trabajos, el Constructor deberá limpiar la zona de las obras y retirar los materiales sobrantes, transportarlos y disponerlos en sitios aceptados por el Interventor y de acuerdo con procedimientos aprobados por éste.

661.4.8 Manejo ambiental

Todas las labores y trabajos que se lleven a cabo se realizaran teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

661.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

661.5.1 Controles

Se adelantarán los mismos controles generales indicados en el numeral 660.5.1 del Artículo 660.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

661.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

661.5.2.1 Calidad de la tubería

Los tubos de concreto reforzado deben cumplir con los criterios de aceptación establecidos en la norma NTC-401.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de tubos que presenten:

- Fracturas o grietas que atraviesen la pared, excepto una grieta en el extremo que no exceda el espesor de la junta.
- Defectos que indiquen dosificación, mezcla o moldeo inadecuados.
- Defectos superficiales tales como hormigueros o textura abierta.
- Extremos dañados que impidan la construcción de juntas aceptable.
- Cualquier grieta continua que tenga un ancho superficial de tres décimas de milímetro o mayor (≥ 0.3 mm) y se extienda por una longitud de trescientos milímetros o más (≥ 300 mm), independientemente de su posición en el tubo.

El Constructor deberá suministrar, sin costo para el Instituto Nacional de Vías, el número requerido de tubos para los ensayos, los cuales serán elegidos al azar y corresponderán a tubos que no serían rechazados bajo las exigencias de esta especificación. El número de tubos no excederá del dos por ciento (2 %) del total necesario en la obra para cada diámetro.

El Constructor deberá presentar al Interventor una certificación con los resultados de los ensayos de calidad efectuados por el fabricante al lote de tubos del cual forman parte los suministrados a la obra. Esta certificación en ningún

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

caso será motivo suficiente para la aceptación de dichos tubos por parte del Interventor.

Los tubos se someterán al ensayo de resistencia al aplastamiento según la norma de ensayo NTC 3676 y la carga necesaria para producir una grieta de tres décimas de milímetro (0.3 mm) o la carga última, no podrá ser inferior a la prescrita en la tabla que corresponda de la especificación AASHTO M 170M y/o NTC 401 para cada una de las clases existentes. La tubería será aceptable bajo los ensayos de resistencia, si todos los tubos probados cumplen los requisitos. En caso contrario, el Constructor, a su costa, suministrará para reensayo dos (2) tubos adicionales por cada tubo que haya fallado y la tubería se considerará aceptable solamente cuando todos los tubos reensayados cumplan los requisitos de resistencia.

De cada tubo satisfactorio por resistencia se tomará una muestra para el ensayo de absorción según la norma NTC 3676, la cual deberá tener una masa mínima de un kilogramo (1 kg), estará libre de astillamientos y grietas visibles y representará el espesor total del tubo. Si ningún valor de absorción excede de nueve por ciento (9 %), el lote se considerará satisfactorio. Si la absorción de algún tubo supera dicho límite, se tomará otra muestra del mismo tubo y su resultado reemplazará al anterior. Si el valor vuelve a superar el límite admisible, se rechazará el lote representado por el conjunto de tubos ensayados.

Los tubos que hayan sido sometidos solamente al ensayo de la formación de la grieta de 0.3 mm y que satisfagan los requisitos a la carga de grieta de 0.3 mm, se deben aceptar para el uso. Para tal efecto, el fabricante deberá suministrar al Constructor el protocolo de prueba correspondiente.

En adición a las pruebas anteriores, y en el evento de que los tubos sean fabricados directamente en la obra en instalaciones adecuadas para ello, la calidad de la mezcla de concreto elaborada se evaluará según lo descrito en el numeral 630.5.2.5 del Artículo 630.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Si la resistencia de los cilindros de concreto elaborados en la obra no cumple con los criterios de aceptación del citado numeral, se podrán tomar núcleos de paredes de los tubos representados por dicho concreto, si la armadura lo permite, y la resistencia de cada núcleo deberá ser por lo menos igual a la de diseño. Si algún núcleo no satisface este requisito, se tomará otro del mismo tubo y se repetirá la prueba. Si el resultado de ésta tampoco es satisfactorio, o si la armadura no permite tomar los cilindros, se rechazará el tubo.

Los orificios que dejen los núcleos en los tubos finalmente aceptados, deberán ser rellenados y adecuadamente sellados, sin costo para el Instituto Nacional de Vías, de manera tal, que la sección y el aspecto del tubo resulten satisfactorios para el Interventor.

661.5.2.2 Tolerancias permitidas en las dimensiones de los tubos de concreto reforzado

Las tolerancias permitidas se indican en la Tabla 661 - 1. Tubos que presenten variaciones localizadas de espesor de pared, en exceso de las recién mencionadas, se aceptarán si cumplen las exigencias de resistencia al aplastamiento y mínima cobertura del refuerzo, de acuerdo con los requisitos de la norma NTC 401.

661.5.2.3 Tolerancias en el refuerzo

661.5.2.3.1 Posición

La máxima variación admisible en la posición del refuerzo, será el mayor valor entre más o menos diez por ciento (± 10 %) del espesor de diseño de la pared o más o menos trece milímetros (± 13 mm). Sin embargo, se aceptarán tubos por fuera de esta tolerancia si las muestras representativas de ellos han satisfecho el ensayo de resistencia al aplastamiento. No obstante, en ningún caso se aceptarán tubos cuya armadura tenga un recubrimiento inferior a trece milímetros (13 mm) en la pared interna o en la externa, excepto, en la superficie de acople en las juntas.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Tabla 661 – 1. Tolerancias permitidas en las dimensiones de los tubos de concreto reforzado.

DIÁMETRO NOMINAL INTERNO (mm)	VARIACION (+ ó -) PERMITIDA EN DIAMETRO NOMINAL INTERNO (mm)	VARIACION (+ ó -) PERMITIDA EN ESPESOR DE PARED (mm)	DISMINUCION PERMITIDA EN LONGITUD DEL TUBO (mm)	VARIACIÓN PERMITIDA EN LA LONGITUD DE DOS LADOS OPUESTOS DEL TUBO
600	1.5 %	El valor que resulte mayor entre 5 % del espesor de pared especificado o de diseño y 5 mm. Espesores de pared mayores a los requeridos en el diseño no serán causa de rechazo de los tubos.	No deberá ser superior a 10 mm por metro de longitud de tubo con un máximo total de 13 mm para cualquier longitud de tubo. Todo con respecto de la longitud de tubo especificada por el fabricante.	No deberá ser superior a 6 mm para tuberías de 600 mm de diámetro, y no más de 10 mm por metro de longitud para los diámetros mayores, hasta un valor máximo de 16 mm en cualquier longitud de tubo de hasta 2150 mm de diámetro interno; y un máximo de 19 mm para diámetros internos mayores.
685 a 3650	1.0 %			

Nota: Para diámetros diferentes, se deberá consultar la Tabla 6 de la especificación AASHTO M 170M.

661.5.2.3.2 Área de refuerzo

Se considerará que el refuerzo satisface los requerimientos de diseño si el área, computada sobre la base del área nominal de las varillas empleadas, iguala o excede los requerimientos de la respectiva tabla de diseño de la especificación AASHTO M 170M y/o la norma NTC 401.

Cuando se usen canastas interior y exterior, el diseño de la canasta interior puede tener, como mínimo, el ochenta y cinco por ciento (85 %) del área de diseño elíptica, y la canasta exterior el sesenta y cuatro por ciento (64 %) de la misma, siempre y cuando la suma de las dos (2) áreas no resulte inferior al ciento cincuenta y tres por ciento (153 %) del área de diseño elíptica.

661.5.2.4 Material de solado y atraque

En relación con la calidad y compactación de los materiales para solado, atraque y relleno diferentes al concreto, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 600.5.2.1 y 610.5.2.2.1 del Artículo 610.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

661.5.2.1 Concreto para solado y atraque

En relación con la calidad de los materiales para la mezcla, se aplicarán los criterios expuestos en los numerales 630.5.2.1, 630.5.2.2, 630.5.2.3 y 630.5.4 del Artículo 630, "Concreto estructural".

En relación con la calidad de la mezcla elaborada, se aplicará lo descrito en el numeral 630.5.2.5 del mismo Artículo. Por lo tanto, si la resistencia de los cilindros tomados en la obra no es satisfactoria, el Interventor rechazará el volumen del concreto correspondiente y el Constructor deberá demoler la obra ejecutada, remover los escombros, cargarlos, transportarlos y depositarlos en sitios aprobados y mediante procedimientos satisfactorios para el Interventor y reconstruirá el área afectada con una mezcla satisfactoria, operaciones que deberá realizar sin costo adicional alguno para el Instituto Nacional de Vías.

El Interventor no autorizará la colocación del concreto para solado si la superficie de apoyo no se encuentra correctamente preparada.

661.5.2.2 Calidad del producto terminado

La tubería será objeto de rechazo si en tramos rectos presenta variaciones de alineamiento superiores a diez milímetros por metro (10 mm/m).

El Interventor tampoco aceptará los trabajos si, a su juicio, las juntas están deficientemente elaboradas.

Todos los materiales defectuosos y los desperfectos en los trabajos ejecutados deberán ser reemplazados y subsanados por el Constructor, sin costo adicional para el Instituto Nacional de Vías, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

661.6 MEDIDA

La unidad de medida de la tubería será el metro lineal (m), aproximado al decímetro, de tubería de concreto simple suministrada y colocada de acuerdo con los planos, esta especificación y las indicaciones del Interventor, a plena satisfacción de éste. El resultado de la medida se deberá reportar con la aproximación establecida, empleando el método de redondeo de la norma INV E-823.

La medida se hará entre las caras exteriores de los extremos de la tubería o los cabezales, según el caso, a lo largo del eje longitudinal y siguiendo la pendiente de la tubería. No se medirá, para efectos de pago, ninguna longitud de tubería colocada fuera de los límites autorizados por el Interventor.

661.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al precio unitario del contrato, según el diámetro interno de la tubería, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto del suministro de los materiales requeridos para construir los tubos, incluido el acero de refuerzo, la elaboración y curado de los tubos, su transporte y correcta colocación; el suministro de los materiales requeridos para las juntas y la elaboración de éstas; las conexiones de cabezales, cajas de entrada y aletas; el suministro e instalación de los entibados que puedan requerirse; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito automotor durante la ejecución de las obras; la limpieza de la zona de los trabajos; el transporte y la disposición de los materiales sobrantes y, en general, todos los costos relacionados con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, también, los costos de administración, imprevistos y la utilidad del Constructor.

Se exceptúan los costos de desmonte y limpieza, los cuales se cubrirán con cargo al Artículo 200; los de excavación, los cuales se deberán considerar en el Artículo 600, los de rellenos de solado, atraque y relleno de zanja, que se cubrirán con cargo los Artículos 610 o 630, según aplique; y los de la construcción de cabezales, cajas de entrada y aletas, los cuales quedarán cubiertos por los Artículos 630 y 640.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

661.8 ÍTEM DE PAGO

661.1	Tubería de concreto reforzado clase ____ , de _____mm de diámetro interior	Metro lineal (m)

Nota: se deberá elaborar un ítem de pago para cada clase de tubería de concreto reforzado y cada diámetro que tengan las tuberías consideradas en el proyecto.

NORMAS Y ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS