ESTUDIO SUELOS

PROYECTO: PROYECTO: CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CHAGUANÍ, CUNDINAMARCA.

CHAGUANÍ, CUNDINAMARCA

JUNIO DE 2026

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
3. LOCALIZACIÓN 6
3.1. LOCALIZACIÓN GENERAL 6
3.2. LOCALIZACIÓN ESPECIFICA DEL PROYECTO 6
4. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 7
5. METODOLOGÍA 8
6. TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO 9
7. CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA Y GEOTECNICA 10
7.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS 10
7.2. ESTRATIGRAFÍA 10
7.3. GEOMORFOLOGÍA 14
7.4. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA. 15
7.5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 15
10. ANÁLISIS GEOTÉCNICO 19
11. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS 20
12. CONCLUSIONES 21
13. REFERENCIAS 22
14. ANEXOS 23

LISTADO DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Coordenadas Tramo a intervenir 7
Tabla 2: Perfil Estatigrafico, en base a materiales evaluados. Autores 13
Tabla 3: RESUMEN DE APIQUES EJECUTADOS 16
Tabla 4: ENSAYOS DE LABORATORIO EJECUTADOS 17
Tabla 6: RESULTADOS DE HUMEDAD NATURAL 17
Tabla 7: RESULTADOS ENSAYOS CBR 18

LISTADO DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Localización general del proyecto 6
Figura 2. Localización geográfica tramos intervenir 7
Figura 3. (Mapa geológico regional del municipio y área de influencia del proyecto)..... 13

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al Estudio de Suelos desarrollado para el proyecto "**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CHAGUANÍ, CUNDINAMARCA**", cuyo propósito es caracterizar las condiciones físicas, mecánicas y geotécnicas de los materiales que conforman la subrasante de las vías objeto de intervención, proporcionando los criterios técnicos necesarios para el desarrollo de los estudios y diseños del proyecto.

La caracterización geotécnica constituye una etapa fundamental dentro del proceso de diseño de infraestructura vial, ya que permite evaluar las condiciones del terreno de fundación, determinar las propiedades de los materiales presentes y establecer parámetros que sirven de base para el diseño de la estructura de pavimento y la definición de las soluciones de ingeniería requeridas para el adecuado desempeño de la infraestructura proyectada.

Para el desarrollo del presente estudio se realizó la recopilación de información técnica disponible, el reconocimiento de campo, la exploración geotécnica mediante apiques y la ejecución de ensayos de laboratorio orientados a determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos presentes en el área de intervención. La información obtenida fue integrada con los demás componentes técnicos de la consultoría, permitiendo establecer las condiciones geotécnicas del corredor vial y su incidencia en el comportamiento de las obras proyectadas.

El presente informe reúne los resultados obtenidos durante las actividades de exploración y laboratorio, así como el análisis geotécnico correspondiente, constituyendo un documento de soporte para la planificación, diseño y ejecución de las obras contempladas dentro del proyecto, de conformidad con el alcance de la presente consultoría.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Caracterizar las condiciones geotécnicas de los materiales que conforman el subsuelo dentro del área de intervención del proyecto "**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CHAGUANÍ, CUNDINAMARCA**", mediante actividades de exploración de campo, ejecución de ensayos de laboratorio y análisis de la información obtenida, con el fin de establecer los parámetros técnicos que soporten el diseño de la estructura de pavimento y las demás obras contempladas en la presente consultoría.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos para la realización del estudio son:

- Realizar la exploración geotécnica del área de intervención mediante apiques, con el fin de identificar las características estratigráficas de los materiales presentes en el subsuelo.
- Determinar, mediante ensayos de laboratorio, las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que conforman la subrasante, incluyendo su clasificación, contenido de humedad y capacidad de soporte.
- Caracterizar geotécnicamente los suelos presentes en el corredor vial a partir de la información obtenida en campo y laboratorio.
- Analizar el comportamiento de los materiales identificados y establecer los parámetros geotécnicos que sirvan de apoyo para el diseño de la estructura de pavimento y las demás obras contempladas dentro del proyecto.
- Formular las recomendaciones geotécnicas necesarias para la adecuada ejecución de las obras, de acuerdo con las condiciones del terreno identificadas durante el desarrollo del estudio.

3. LOCALIZACIÓN

3.1. LOCALIZACIÓN GENERAL

El proyecto "**CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CHAGUANÍ, CUNDINAMARCA**" se localiza en el municipio de Chaguaní, departamento de Cundinamarca, y comprende diferentes tramos de la malla vial urbana donde se proyectan obras de mejoramiento de la infraestructura vial.

El área de intervención se encuentra ubicada dentro del perímetro urbano del municipio y corresponde a sectores que requieren el desarrollo de estudios y diseños como soporte técnico para las obras proyectadas. La ubicación del proyecto permite la ejecución de las actividades de exploración geotécnica, levantamiento de información y caracterización de los materiales presentes en el subsuelo, con el propósito de establecer los parámetros necesarios para el desarrollo de la presente consultoría.

La localización general del municipio y la ubicación específica de los tramos objeto de intervención se presentan en las figuras y tablas incluidas en el presente informe

Figura 1. Localización general del proyecto



3.2. LOCALIZACIÓN ESPECIFICA DEL PROYECTO

El proyecto "CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CHAGUANÍ, CUNDINAMARCA" comprende la intervención de tres (3) tramos de vías urbanas localizados dentro del perímetro urbano del municipio de Chaguaní, departamento de Cundinamarca, cuyas características generales, coordenadas de referencia y longitud se presentan en la Tabla 1.

Las actividades de exploración geotécnica fueron desarrolladas sobre los tramos objeto de intervención, considerando puntos representativos del corredor vial que permitieran caracterizar las condiciones estratigráficas y geotécnicas de los materiales presentes en el subsuelo.

La ubicación específica de los tramos fue definida con base en la información suministrada por la entidad contratante y en el reconocimiento de campo realizado durante el desarrollo de la consultoría, permitiendo ejecutar las actividades de exploración y toma de muestras requeridas para la caracterización geotécnica del área de estudio.

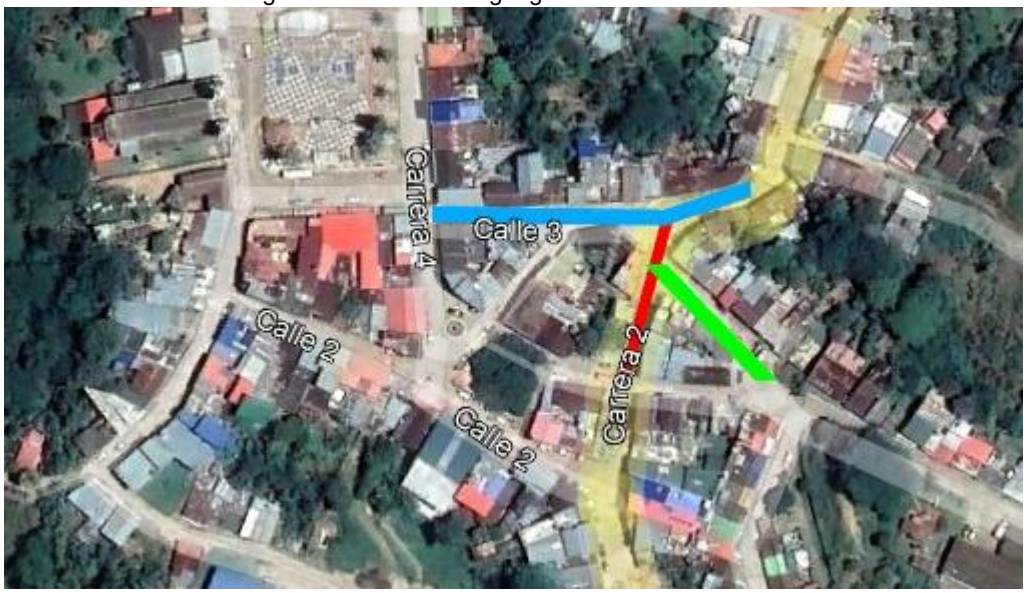
La distribución espacial de los tramos dentro del área urbana del municipio se presenta en la Figura 2, la cual complementa la información de localización y facilita la identificación de las zonas objeto de estudio..

A continuación, se presenta la localización general de los tramos a intervenir:

Tabla 1. Coordenadas Tramo a intervenir

TRAMO	INICIO				FIN				LONGITUD
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD	
1	4823390.0643m	2105141.8740m	W74° 35' 36.54"	N4° 56' 58.76"	4823281.2514m	2105131.5491m	W74° 35' 40.07"	N4° 56' 58.42"	106
2	4823344.0677m	2105079.2071m	W74° 35' 38.03"	N4° 56' 56.72"	4823352.1103m	2105127.9016m	W74° 35' 37.77"	N4° 56' 58.30"	52
3	4823392.3486m	2105081.4856m	W74° 35' 36.46"	N4° 56' 56.79"	4823357.4715m	2105111.5052m	W74° 35' 37.60"	N4° 56' 57.77"	52

Figura 2. Localización geográfica tramos intervenir



Fuente: Google Earth, adaptado por autores

4. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

Para el desarrollo del presente estudio se realizó la recopilación y revisión de la información técnica disponible relacionada con el área de intervención, con el propósito de establecer las condiciones iniciales del proyecto y definir los criterios necesarios para la exploración geotécnica y la caracterización de los materiales presentes en el subsuelo.

Como parte de esta actividad se consultó la información suministrada por la entidad contratante, incluyendo la localización de los tramos objeto de intervención, información

topográfica, antecedentes técnicos disponibles y demás documentos requeridos para el desarrollo de la presente consultoría.

Adicionalmente, se efectuó la revisión de cartografía oficial y documentación técnica disponible, la cual sirvió como apoyo para la caracterización geológica y geotécnica del área de estudio. Esta información fue complementada mediante el reconocimiento de campo, la ejecución de apiques y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras obtenidas durante la exploración geotécnica.

La integración de la información recopilada permitió establecer los criterios técnicos empleados para la caracterización del terreno y el posterior análisis geotécnico desarrollado en el presente informe.

5. METODOLOGÍA

El desarrollo del presente estudio de suelos se llevó a cabo mediante una metodología orientada a la caracterización geotécnica de los materiales presentes en el área de intervención, integrando actividades de recopilación de información, reconocimiento de campo, exploración geotécnica, ejecución de ensayos de laboratorio y análisis de los resultados obtenidos.

Como etapa inicial, se realizó la recopilación y revisión de la información técnica disponible, con el propósito de identificar las características generales del proyecto y definir los criterios para la exploración geotécnica del corredor vial objeto de estudio.

Posteriormente, se efectuó el reconocimiento de campo, durante el cual se verificaron las condiciones generales del terreno, se identificaron las características superficiales del área de intervención y se definieron los puntos representativos para la ejecución de los apiques y la obtención de muestras de suelo.

La exploración geotécnica se desarrolló mediante la ejecución de apiques distribuidos a lo largo de los tramos objeto de intervención, permitiendo registrar las características estratigráficas de los materiales presentes y obtener muestras para la realización de los ensayos de laboratorio.

Las muestras obtenidas fueron sometidas a ensayos de laboratorio con el fin de determinar sus propiedades físicas y mecánicas, incluyendo la clasificación granulométrica, los límites de consistencia, el contenido de humedad natural y la capacidad de soporte (CBR), de conformidad con las normas técnicas aplicables.

Finalmente, la información obtenida durante las actividades de campo y laboratorio fue integrada para desarrollar la caracterización geotécnica del área de estudio y establecer los parámetros técnicos que sirven de base para el diseño de la estructura de pavimento y las recomendaciones presentadas en el presente informe.

6. TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO

El trazado y diseño geométrico constituyen la base para el desarrollo de los estudios técnicos que conforman la presente consultoría, ya que definen las condiciones geométricas del corredor vial sobre las cuales se desarrollan las actividades de exploración geotécnica y el diseño de la estructura de pavimento.

La información correspondiente al alineamiento horizontal y vertical, secciones transversales, rasante y demás parámetros geométricos fue considerada como insumo para la planificación de las actividades de campo y para la interpretación de las condiciones del terreno evaluadas durante el presente estudio.

La exploración geotécnica se desarrolló de acuerdo con el trazado definido para el proyecto, permitiendo obtener información representativa de los materiales presentes en el subsuelo y establecer los parámetros necesarios para la caracterización geotécnica del corredor vial.

Los aspectos relacionados con el diseño geométrico del proyecto se presentan de manera detallada en el informe correspondiente a dicho componente, el cual hace parte integral de la presente consultoría.

7. CARACTERIZACIÓN GEOLOGICA Y GEOTECNICA

7.1. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El municipio de **Chaguaní, Cundinamarca**, se localiza sobre el flanco occidental de la Cordillera Oriental Colombiana, en una región donde predominan materiales sedimentarios y depósitos superficiales de origen aluvial y coluvial, resultado de los procesos naturales de meteorización, transporte y sedimentación que han modelado el relieve del sector.

Las condiciones geológicas regionales favorecen la presencia de materiales conformados por mezclas de gravas, arenas, limos y arcillas en proporciones variables, cuyas características físicas y mecánicas dependen de su composición, grado de compactación, contenido de humedad y condiciones de confinamiento. Estos materiales constituyen el terreno de fundación sobre el cual se desarrollan las obras proyectadas.

Las condiciones climáticas propias de la región generan procesos continuos de infiltración y escorrentía superficial durante los eventos de precipitación, factores que influyen en el comportamiento geotécnico de los materiales que conforman la subrasante y que deben ser considerados durante el diseño y ejecución de las obras de infraestructura vial.

Desde el punto de vista geotécnico, las características del terreno permiten desarrollar las actividades de exploración y caracterización de los materiales presentes en el subsuelo, proporcionando los parámetros necesarios para evaluar su capacidad de soporte y establecer los criterios técnicos que sirven de base para el diseño de la estructura de pavimento.

La información geológica y geotécnica obtenida durante el desarrollo del presente estudio constituye un insumo fundamental para la definición de las soluciones de ingeniería adoptadas dentro de la consultoría, permitiendo formular recomendaciones orientadas al adecuado desempeño y durabilidad de la infraestructura proyectada.

.

7.2. ESTRATIGRAFÍA

Desde el punto de vista estratigráfico, el área de estudio se encuentra conformada por depósitos superficiales de origen aluvial y coluvial de edad Cuaternaria, producto de los procesos naturales de meteorización, transporte y sedimentación que han actuado sobre las unidades geológicas presentes en la región.

Los materiales superficiales corresponden a mezclas de gravas, arenas, limos y arcillas en proporciones variables, cuya distribución y espesor dependen de las condiciones geológicas y geomorfológicas del sector. Estos materiales presentan características geotécnicas variables asociadas a su composición granulométrica, contenido de humedad, grado de compactación y condiciones de confinamiento.

La caracterización estratigráfica del área de intervención se estableció a partir de la exploración geotécnica realizada durante el desarrollo del proyecto y de los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras recolectadas en los apiques.

Los materiales evaluados corresponden principalmente a suelos finos de baja plasticidad, clasificados de acuerdo con el sistema **AASHTO** como **A-4** y **A-5**. Estos materiales presentan límites líquidos entre **24 % y 57 %**, índices de plasticidad comprendidos entre **1,4 % y 9,8 %**, y contenidos de humedad natural entre **5,7 % y 25,8 %**, evidenciando una variabilidad propia de los depósitos superficiales presentes en el área de estudio.

En los tramos 1 y 2 predominan materiales clasificados como **A-4**, correspondientes a suelos limosos de baja plasticidad con comportamiento geotécnico aceptable cuando se encuentran adecuadamente drenados y compactados. Por su parte, en el tramo 3 predominan materiales clasificados como **A-5**, caracterizados por presentar mayor contenido de finos y un comportamiento más sensible frente a las variaciones de humedad.

Las características estratigráficas identificadas fueron consideradas para la caracterización geotécnica del corredor vial y constituyen la base para el análisis de la capacidad de soporte de la subrasante y la definición de los criterios adoptados para el diseño de la estructura de pavimento.

.

Apique	Tramo	Abscisa	Profundidad (m)	Material predominante (Interpretación)	Clasificación AASHTO	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Humedad Natural (%)	Observación geotécnica
1	Tramo 1	K0+010	2.00	Suelo limoso de baja plasticidad	A-4	34.0	29.0	5.3	13.8	Material de baja plasticidad con comportamiento estable bajo adecuado drenaje.
2	Tramo 1	K0+050	2.00	Suelo limoso de baja plasticidad	A-4	40.0	37.2	2.8	25.0	Material fino con bajo índice de plasticidad y humedad natural moderada.
3	Tramo 1	K0+100	2.00	Suelo limoso de baja plasticidad	A-4	35.0	27.5	7.5	12.7	Material fino con comportamiento geotécnico homogéneo.
4	Tramo 2	K0+010	2.00	Suelo limoso de baja plasticidad	A-4	34.0	29.1	4.9	25.8	Material fino con variaciones normales de humedad.
5	Tramo 2	K0+025	2.00	Suelo limoso de baja plasticidad	A-4	30.0	24.2	5.8	20.4	Material de plasticidad baja y comportamiento uniforme.
6	Tramo 2	K0+050	2.00	Suelo limoso de baja plasticidad	A-4	24.0	22.6	1.4	24.6	Material con muy baja plasticidad.
7	Tramo 3	K0+010	2.00	Suelo limoso con mayor contenido de finos	A-5	57.0	53.0	4.0	8.5	Material fino con mayor contenido de limos y sensibilidad a la humedad.
8	Tramo 3	K0+025	2.00	Suelo limoso con mayor contenido de finos	A-5	44.0	34.2	9.8	5.7	Material fino con plasticidad moderada.

9	Tramo 3	K0+050	2.00	Suelo limoso con mayor contenido de finos	A-5	46.0	37.3	8.7	9.0	Material fino con comportamiento dependiente del contenido de humedad.

Tabla 2: Perfil Estatigrafico, en base a materiales evaluados. Autores

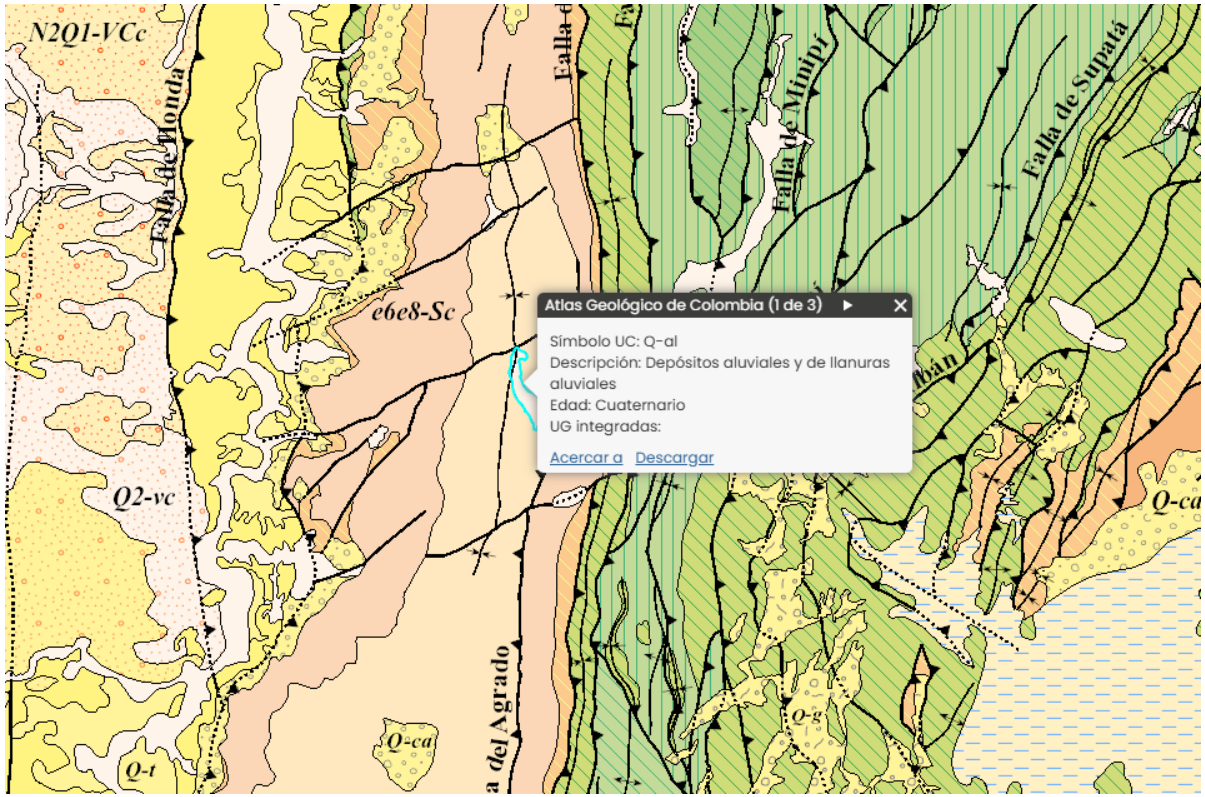


Figura 3. (Mapa geológico regional del municipio y área de influencia del proyecto)

7.3. GEOMORFOLOGÍA

Geomorfológicamente, el área de estudio se localiza dentro de un entorno caracterizado por formas de relieve desarrolladas sobre depósitos superficiales y materiales sedimentarios, resultado de los procesos naturales de meteorización, erosión y acumulación que han modelado el paisaje de la región.

Las características geomorfológicas presentes en el área de intervención condicionan el comportamiento superficial del terreno y la distribución de los materiales que conforman el subsuelo. Estas condiciones constituyen un elemento de análisis para la interpretación geotécnica del corredor vial y para la evaluación del comportamiento de la subrasante.

Durante el reconocimiento de campo no se evidenciaron procesos geomorfológicos activos que representen restricciones para el desarrollo del proyecto dentro del área de intervención. Las condiciones observadas corresponden al comportamiento natural del terreno y son compatibles con la ejecución de las obras proyectadas.

Desde el punto de vista de la ingeniería, las características geomorfológicas identificadas fueron consideradas conjuntamente con la información geológica, la exploración geotécnica y los resultados de laboratorio, permitiendo establecer los criterios técnicos que soportan el análisis del comportamiento del terreno y el diseño de la estructura de pavimento.

7.4. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA.

Las condiciones hidrológicas e hidráulicas del área de intervención fueron consideradas como parte de los estudios desarrollados para la presente consultoría, con el propósito de evaluar el comportamiento de las aguas lluvias y su influencia sobre las condiciones de la subrasante y el desempeño de la infraestructura proyectada.

Debido a que el proyecto corresponde al mejoramiento de vías urbanas, el comportamiento hidráulico del sector está asociado principalmente a la escorrentía superficial generada durante los eventos de precipitación, cuya adecuada captación y conducción constituye un aspecto fundamental para preservar las condiciones de estabilidad del terreno y la durabilidad de la estructura de pavimento.

Desde el punto de vista geotécnico, las variaciones en el contenido de humedad ocasionadas por la infiltración y la acumulación superficial de agua pueden influir en el comportamiento de los materiales que conforman la subrasante, razón por la cual el diseño del sistema de drenaje constituye un complemento fundamental para el adecuado funcionamiento de la infraestructura proyectada.

El análisis hidrológico e hidráulico detallado, así como el dimensionamiento de las obras de drenaje, se presentan en los informes correspondientes desarrollados dentro de la presente consultoría, los cuales hacen parte integral de los estudios y diseños del proyecto.

7.5. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Con el propósito de caracterizar las condiciones geotécnicas del subsuelo en el área de intervención, se desarrolló un programa de exploración geotécnica mediante la ejecución de nueve (9) apiques, distribuidos estratégicamente en los tres (3) tramos objeto de estudio, de acuerdo con las características del proyecto y las condiciones del corredor vial.

La exploración se realizó mediante excavación manual de apiques hasta una profundidad de 2,00 m, permitiendo identificar las condiciones generales del terreno, registrar las características de los materiales presentes en el subsuelo y obtener muestras representativas para la ejecución de los ensayos de laboratorio.

Durante los trabajos de campo se efectuó el reconocimiento visual de los materiales encontrados, registrando las características observadas en cada punto de exploración y documentando las condiciones generales del terreno. Posteriormente, las muestras obtenidas fueron remitidas al laboratorio para la determinación de sus propiedades físicas y mecánicas mediante los ensayos correspondientes.

La distribución de los apiques fue definida con el propósito de obtener una caracterización representativa del corredor vial, permitiendo evaluar las condiciones geotécnicas de los materiales que conforman la subrasante y establecer los parámetros necesarios para el análisis del comportamiento del terreno y el diseño de la estructura de pavimento.

El resumen de la exploración geotécnica ejecutada, incluyendo la localización de los apiques, profundidad de exploración y principales resultados de laboratorio, se presenta en la Tabla.

ENSAYO DE GRANULOMETRIA								
APIQUE	TRAMO	ABCISA	PROFUNDIDAD (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Wnat (%)	CLASIFICACION AASTHO
1	TRAMO 1	K0+010	2	34	29	5,3	13,8	A-4
2		K0+050	2	40,0	37,2	2,8	25,0	A-4
3		K0+100	2	35,0	27,5	7,5	12,7	A-4
4	TRAMO 2	K0+010	2	34,0	29,1	4,9	25,8	A-4
5		K0+025	2	30,0	24,2	5,8	20,4	A-4
6		K0+050	2	24,0	22,6	1,4	24,6	A-4
7	TRAMO 3	K0+010	2	57,0	53,0	4,0	8,5	A-5
8		K0+025	2	44,0	34,2	9,8	5,7	A-5
9		K0+050	2	46,0	37,3	8,7	9,0	A-5

Tabla 3: RESUMEN DE APIQUES EJECUTADOS

Durante la ejecución de los apiques, hasta la profundidad máxima de exploración de 2,00 m, NO se evidenció la presencia de nivel freático, observándose condiciones naturales del terreno sin afloramientos permanentes de agua subterránea en los puntos evaluados. No obstante, las condiciones hidrogeológicas podrán presentar variaciones estacionales asociadas al régimen de precipitaciones propio de la región.

7.5.1. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con el fin de caracterizar geotécnicamente los materiales obtenidos durante la exploración de campo, se realizaron ensayos de laboratorio orientados a determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos presentes dentro del área de intervención.

Los ensayos ejecutados permitieron establecer parámetros relacionados con contenido de humedad natural, distribución granulométrica, límites de consistencia, clasificación de suelos, compactación y capacidad soporte de los materiales que conforman la subrasante del corredor vial proyectado.

Los resultados obtenidos constituyen la base técnica para la evaluación del comportamiento geotécnico de la subrasante y para la definición de las condiciones requeridas para el diseño de la estructura de pavimento y las obras complementarias del proyecto.

Los ensayos fueron desarrollados de conformidad con las metodologías establecidas en las normas INVÍAS aplicables para caracterización de materiales de subrasante y capas estructurales de pavimentos.

Norma	Descripción
INV E-122	Determinación en laboratorio del contenido de agua de suelos y rocas
INV E-123	Análisis granulométrico de suelos por tamizado

INV E-125	Determinación del límite líquido
INV E-126	Determinación del límite plástico e índice de plasticidad
INV E-141	Ensayo Proctor Modificado
INV E-148	Relación de soporte del suelo – CBR

Tabla 4: ENSAYOS DE LABORATORIO EJECUTADOS

8. HUMEDAD NATURAL

El contenido de humedad natural constituye uno de los parámetros fundamentales para la caracterización geotécnica de los materiales que conforman la subrasante, ya que influye directamente en sus propiedades físicas y mecánicas, así como en su comportamiento frente a las cargas transmitidas por la estructura de pavimento.

Los ensayos realizados permitieron determinar contenidos de humedad natural comprendidos entre 5,7 % y 25,8 %, evidenciando la variabilidad propia de los materiales presentes dentro del área de intervención. Estas diferencias están asociadas a las características intrínsecas de cada suelo, su granulometría, contenido de finos y condiciones naturales al momento de la exploración.

En términos generales, los resultados obtenidos muestran condiciones de humedad acordes con los materiales evaluados, sin evidenciar comportamientos atípicos que impidan su caracterización geotécnica. No obstante, debido a la naturaleza de los suelos finos identificados durante la exploración, las variaciones del contenido de humedad pueden influir en la capacidad de soporte de la subrasante, aspecto que fue considerado durante el análisis geotécnico y el diseño de la estructura de pavimento.

Los resultados individuales del contenido de humedad natural obtenidos para cada uno de los apiques ejecutados se presentan en la Tabla:

Apique	Tramo	Abscisa	Humedad Natural (%)
1	Tramo 1	K0+010	13,8
2		K0+050	25,0
3		K0+100	12,7
4	Tramo 2	K0+010	25,8
5		K0+025	20,4
6		K0+050	24,6
7	Tramo 3	K0+010	8,5
8		K0+025	5,7
9		K0+050	9,0

Tabla 5: RESULTADOS DE HUMEDAD NATURAL

Los resultados del contenido de humedad natural constituyen un insumo fundamental para la caracterización geotécnica de los materiales evaluados y, en conjunto con los demás ensayos de

laboratorio realizados, permiten establecer los parámetros necesarios para el análisis del comportamiento de la subrasante y el diseño de la estructura de pavimento.

9. CAPACIDAD DE SOPORTE – CBR%

La Relación de Soporte de California (CBR) es uno de los principales parámetros empleados para la caracterización geotécnica de los materiales que conforman la subrasante, ya que permite evaluar su capacidad de soporte frente a las cargas transmitidas por la estructura de pavimento. Este ensayo constituye un criterio fundamental para el diseño estructural de pavimentos, al representar el comportamiento mecánico del suelo bajo condiciones controladas de laboratorio.

Con el propósito de determinar la capacidad de soporte de los materiales presentes en el área de intervención, se realizaron ensayos CBR sobre muestras representativas obtenidas durante la exploración geotécnica. Los ensayos fueron ejecutados de conformidad con la metodología establecida en la norma INV E-148, permitiendo obtener valores representativos para cada uno de los apiques desarrollados a lo largo de los tramos objeto de estudio.

Los resultados obtenidos constituyen un insumo técnico para la evaluación geotécnica de la subrasante y para la definición de los parámetros empleados en el diseño de la estructura de pavimento.

Los valores individuales obtenidos para cada punto de exploración se presentan en la Tabla:

ENSAYO CBR				
APIQUE	**TRAMO**	**ABCISA**	**PROFUNDIDAD (m)**	**CBR (%)**
1	**TRAMO 1**	K0+010	2	1,72%
2		K0+050	2	2,09%
3		K0+100	2	1,86%
4	**TRAMO 2**	K0+010	2	2,00%
5		K0+025	2	2,15%
6		K0+050	2	2,00%
7	**TRAMO 3**	K0+010	2	1,86%
8		K0+025	2	2,32%
9		K0+050	2	1,89%
PROMEDIO				**1,99%**

Tabla 6: RESULTADOS ENSAYOS CBR

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los ensayos realizados sobre las muestras representativas del proyecto, se adopta un CBR de diseño de 1,99 %, correspondiente al valor promedio

de los ensayos ejecutados. Este valor constituye el parámetro geotécnico empleado para el diseño de la estructura de pavimento y será utilizado en el análisis desarrollado en los capítulos posteriores del presente informe..

Para el presente proyecto se adopta un espesor de mejoramiento de subrasante de 0.30 m, el cual se integra con la estructura de pavimento rígido definida para el corredor intervenido. Este mejoramiento permite compensar las condiciones de baja capacidad soporte de la subrasante natural y garantizar una adecuada distribución de esfuerzos hacia las capas inferiores del sistema estructural.

10. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Con base en la información obtenida durante la exploración geotécnica, los resultados de los ensayos de laboratorio y la caracterización de los materiales presentes dentro del área de intervención, se realizó el análisis geotécnico del corredor vial, con el propósito de evaluar el comportamiento de la subrasante y establecer los criterios técnicos que sirven de base para el diseño de la estructura de pavimento proyectada.

Los resultados de la exploración y de los ensayos de laboratorio evidencian que los materiales presentes en el área de estudio corresponden predominantemente a suelos finos clasificados según el sistema AASHTO como A-4 y A-5, caracterizados por presentar baja plasticidad y propiedades geotécnicas variables en función de su contenido de humedad. Estas condiciones son consistentes con la naturaleza de los depósitos superficiales identificados durante el desarrollo del estudio y representan un comportamiento típico de este tipo de materiales.

Durante la exploración geotécnica no se identificó la presencia de nivel freático hasta la profundidad investigada de 2,00 m, condición que favorece las actividades constructivas previstas para el proyecto. Sin perjuicio de lo anterior, durante la ejecución de las obras deberán considerarse las posibles variaciones del contenido de humedad del terreno asociadas a eventos de precipitación y condiciones climáticas propias de la zona.

Los ensayos de Relación de Soporte de California (CBR) arrojaron valores comprendidos entre 1,72 % y 2,32 %, obteniéndose un CBR promedio de diseño de 1,99 %, resultado que permite clasificar la subrasante como un material de baja capacidad de soporte. En consecuencia, para garantizar un adecuado comportamiento estructural del pavimento durante su vida útil, se requiere mejorar las condiciones de apoyo del terreno mediante la incorporación de una capa de mejoramiento de subrasante.

Con fundamento en los resultados obtenidos y en los criterios de diseño adoptados para el presente proyecto, se establece la implementación de una capa de mejoramiento de subrasante con espesor de 0,30 m, conformada por material seleccionado que cumpla las especificaciones técnicas correspondientes. Esta solución permitirá incrementar la capacidad de soporte del terreno, mejorar la distribución de esfuerzos hacia las capas inferiores y proporcionar una plataforma uniforme para la construcción de la estructura de pavimento.

Las condiciones geotécnicas identificadas durante el desarrollo del estudio permiten concluir que, mediante la implementación del mejoramiento de subrasante propuesto y el adecuado manejo de las aguas superficiales mediante las obras de drenaje proyectadas, el terreno presenta condiciones técnicamente favorables para la ejecución de las obras contempladas dentro del proyecto.

11. RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS

Con base en las condiciones identificadas durante la exploración geotécnica y los resultados de laboratorio obtenidos, se presentan las siguientes recomendaciones técnicas para la ejecución de las obras proyectadas

Con base en las condiciones identificadas durante la exploración geotécnica y los resultados obtenidos mediante los ensayos de laboratorio, se presentan las siguientes recomendaciones para la ejecución de las obras proyectadas:

- Previo al inicio de las actividades constructivas, deberá realizarse la preparación adecuada del terreno de fundación, retirando materiales orgánicos, suelos blandos, elementos inadecuados y cualquier material que pueda afectar el comportamiento de la estructura proyectada.

- La subrasante deberá conformarse y compactarse adecuadamente antes de la construcción de las capas estructurales del pavimento, garantizando condiciones uniformes de apoyo a lo largo del corredor vial.

- Se recomienda implementar el mejoramiento de subrasante definido durante el diseño, empleando materiales que cumplan con las especificaciones técnicas establecidas para el proyecto, con el fin de mejorar las condiciones de soporte del terreno.

- Los materiales utilizados durante la construcción deberán cumplir con las especificaciones técnicas y los requisitos de calidad establecidos por la normativa vigente, garantizando condiciones adecuadas de granulometría, plasticidad, compactación y capacidad de soporte.

- Durante la ejecución de las obras deberá garantizarse el adecuado manejo de las aguas superficiales, evitando la acumulación de agua sobre la subrasante y protegiendo las excavaciones y superficies expuestas durante el proceso constructivo.

- En caso de identificarse durante la construcción condiciones geotécnicas diferentes a las consideradas en el presente estudio, tales como materiales de baja capacidad de soporte, estratos no previstos o cualquier condición que pueda modificar el comportamiento del terreno, estas deberán ser evaluadas por el personal técnico competente antes de continuar con la ejecución de las obras.

- Las recomendaciones contenidas en el presente informe deberán interpretarse de manera integral con los resultados de los demás estudios y diseños desarrollados dentro de la presente consultoría, considerando que cada uno de ellos constituye un complemento técnico para la adecuada ejecución del proyecto.

:

12. CONCLUSIONES

Con base en la exploración geotécnica ejecutada, los ensayos de laboratorio realizados y el análisis de las condiciones físicas y mecánicas del terreno, se establecieron las características geotécnicas de los materiales presentes dentro del área de intervención del proyecto "CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE CHAGUANÍ, CUNDINAMARCA", obteniendo los parámetros técnicos necesarios para el diseño de la estructura de pavimento y las demás obras contempladas en la presente consultoría.

Los materiales identificados durante la exploración corresponden predominantemente a suelos finos clasificados, de acuerdo con el sistema AASHTO, como A-4 y A-5, cuyas propiedades físicas y mecánicas fueron determinadas mediante los ensayos de laboratorio ejecutados sobre las muestras representativas obtenidas durante la exploración geotécnica.

Los resultados de los ensayos de Relación de Soporte de California (CBR) permitieron establecer un CBR promedio de diseño de 1,99 %, valor que evidencia una baja capacidad de soporte de la subrasante natural. En consecuencia, se hace necesaria la implementación de medidas de mejoramiento que permitan garantizar condiciones adecuadas de soporte para la estructura de pavimento proyectada.

Desde el punto de vista geotécnico, la implementación de una capa de mejoramiento de subrasante con espesor de 0,30 m, conformada por material seleccionado que cumpla con las especificaciones técnicas del proyecto, permitirá incrementar la capacidad de soporte del terreno, mejorar la distribución de esfuerzos y proporcionar una plataforma uniforme para la construcción de la estructura de pavimento.

Las condiciones identificadas durante el desarrollo del estudio permiten concluir que, mediante la implementación del mejoramiento de subrasante propuesto, el adecuado manejo de las aguas superficiales y el cumplimiento de las especificaciones técnicas de construcción, el terreno presenta condiciones geotécnicas favorables para la ejecución de las obras proyectadas.

Durante la exploración geotécnica realizada en los nueve (9) apiques ejecutados no se interceptó nivel freático hasta la profundidad máxima investigada de 2,00 m, condición que representa un aspecto favorable para la ejecución de las obras proyectadas. No obstante, deberán implementarse las medidas de manejo de aguas superficiales contempladas en el proyecto, con el fin de conservar las condiciones de estabilidad y soporte del terreno durante la etapa constructiva.

Finalmente, se concluye que la estructura de pavimento proyectada, complementada con el mejoramiento de subrasante y las obras de drenaje previstas dentro del proyecto, permitirá garantizar condiciones adecuadas de estabilidad, capacidad de soporte y funcionalidad para la infraestructura vial, proporcionando un comportamiento estructural acorde con las condiciones geotécnicas identificadas durante el presente estudio.



JOSE JAVIER BELTRAN QUIÑONEZ
C.C. No 1095726154
MP. 68202-414752 STD

13. REFERENCIAS

- Instituto Nacional de Vías – INVÍAS. *Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras*. Bogotá D.C., Colombia.
- Instituto Nacional de Vías – INVÍAS. *Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras*.
- Instituto Nacional de Vías – INVÍAS. *Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito*.
- Instituto Nacional de Vías – INVÍAS. *Manual de Drenaje para Carreteras*.
- Servicio Geológico Colombiano (SGC). Cartografía Geológica Oficial de Colombia.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Información cartográfica oficial del área de estudio.
- ASTM International. ASTM D1883. *Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils.*
- AASHTO. *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing.*
- AASHTO T193. *Standard Method of Test for The California Bearing Ratio.*
- Das, B. M. *Principles of Geotechnical Engineering.*
- Bowles, J. E. *Foundation Analysis and Design.*
- Huang, Y. H. *Pavement Analysis and Design.*
- Google Earth Pro. Herramienta para reconocimiento geográfico y verificación espacial del área de estudio.

- Información obtenida mediante inspección de campo, exploración geotécnica y ensayos de laboratorio desarrollados para el proyecto.

14. ANEXOS

ANEXOS. RESULTADOS DE LABORATORIO:

- HUMEDAD NATURAL
- GRANULOMETRÍA
- LÍMITES DE ATTERBERG
- ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
- ENSAYOS CBR