MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN EL BARRIO VILLAS DEL 2000 DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ, SANTANDER

ESTUDIO GEOTÉCNICO DE SUELOS

LIBARDO ANDRES MARTINEZ BELTRAN
INGENIERO CIVIL
M.P. No. 68202-348815 STD

ALCALDÍA
San Vicente de Chucurí

DEPARTAMENTO DE SANTANDER
MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURI

MAYO DE 2026

CONTENIDO

1 INTRODUCCION 4

2 OBJETIVO 5

2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS 5

3 ALCANCE 5

4 METODOLOGÍA 5

5 LOCALIZACION DEL PROYECTO 6

5.1 LOCALIZACION GENERAL 6

5.2 LOCALIZACION ESPECFICIA 7

6 INFORMACIÓN RECOPILADA. 9

6.1 GEOLOGÍA REGIONAL 9

6.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL 15

7 RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA 17

7.1 GEOREFERENCIA DE LOCALIZACION DE LOS APIQUES 19

7.2 REGISTRO FOTOGRAFICO EXPLORACION DE CAMPO 19

8 ENSAYOS DE LABORATORIO Y ANÁLISIS 22

8.1 GRANULOMETRÍA 23

8.2 HUMEDAD NATURAL 23

8.3 LÍMITE LÍQUIDO 23

8.4 LÍMITE PLÁSTICO 23

8.5 ÍNDICE DE PLASTICIDAD 24

8.6 CLASIFICACIÓN DE SUELOS 24

8.7 CLASIFICACIÓN SEGÚN LA AASHTO 24

8.8 CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS 24

8.9 ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN 24
8.10 ENSAYO CBR 25

9 ANALISIS DE RESULTADOS 25
9.1 CRITERIO DE ESTADO DEL SUELO SEGÚN EL ÍNDICE DE CONSISTENCIA 25
9.2 CRITERIO DE COMPRESIBILIDAD DEL SUELO 25
9.3 ENSAYO CBR 26
9.4 CONDICIONES EXPANSIÓN SUELOS PROYECTO 27

10 CONCLUSIONES 28

11 BIBLIOGRAFIA 30

12 ANEXOS 30

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Metodología aplicada al estudio de suelos. 6
Figura 2 Localización general del Proyecto 7
Figura 3 Localización general del Proyecto 8
Figura 4. Mapa geológico del área de estudio. 10
Figura 5. esquema de muestro por medio de apique. 18
Figura 6. generación manual de apiques. 18
Figura 7. Relación entre la clasificación del suelo y los valores de CBR. 27

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tramo destinados a construcción de pavimentos. 8
Tabla 2. Georeferenciación apiques realizados. 19
Tabla 3. Descripción de laboratorios realizados. 22
Tabla 4. Valores obtenidos del índice de compresibilidad y consistencia 26
Tabla 5. Resumen ensayos de laboratorio. 26
Tabla 6. Relación aproximada entre el Índice Plástico – Límite Líquido y Capacidad de expansión 27
Tabla 7. Capacidad del potencial de expansión. 28

1 INTRODUCCION

En la mayoría de las obras de ingeniería, es necesario conocer como es el comportamiento del suelo ante solicitaciones en las diferentes obras civiles, estas solicitaciones pueden ser de origen natural (terremotos, maremotos, inundaciones, deslizamientos etc.) o antrópicas (vibraciones de maquinaria industrial de alto impacto, cargas dinámicas sobre impuestas en las obras civiles, cargas muertas) y son las causantes de daños estructurales a edificaciones, daños a las capas de pavimento, movimientos en masa en suelos y problemas geotécnicos en general. Debido a que toda obra civil debe contemplar los escenarios más críticos posibles, es necesario conocer la interacción del suelo con la estructura, identificando como son las fuerzas que interactúan con las obras civiles y como es el comportamiento del suelo para cualquier condición crítica probable, garantizando los estados límites de servicio (hasta donde una estructura puede funcionar eficientemente) y los estados límites de falla (garantizar la funcionalidad de las estructuras para escenarios críticos).

Debido a la necesidad de caracterizar el suelo y las rocas para cargas sobre impuestas y garantizar la funcionalidad eficiente y eficaz de las obras civiles, se desarrolló los estudios de suelos y geotécnicos en general. Donde por medio de modelos matemáticos y las ciencias físicas y químicas existentes, se desarrollaron teorías y metodologías aceptadas para la caracterización de los suelos y las rocas, a partir de sus propiedades físicas y geotécnicas, obtenidas de ensayos de laboratorio de suelos estándar. Con esta información técnica y los proyectos ingenieriles, que son diferentes de acuerdo con el tipo de obra civil (estructuras en concreto, pavimentos, cimentación de estructuras metálicas, geotecnia general), es posible predecir el comportamiento del suelo ante las cargas que lo solicitan e identificar las medidas preventivas, correctivas y de estabilidad, óptimas para solucionar el problema geotécnico, teniendo en cuenta las condiciones más críticas de la estructura de suelo.

Para la estandarización de los análisis geotécnicos, se ha desarrollado normas técnicas locales, donde se establecen los lineamientos mínimos para los estudios geotécnicos y ensayo de laboratorio de suelo. Las principales normas que definen estos lineamientos en nuestro país son: la Norma Sismo resistente Colombiana NSR 10 y las especificaciones técnicas y de laboratorio de INVIAS.

El presente documento corresponde al estudio de suelos y geotécnico para el proyecto MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN EL BARRIO VILLAS DEL 2000 DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ, SANTANDER.

2 OBJETIVO

Diseñar la estructura de pavimento tomando el estudio de suelos como referencia y base de datos para el diseño. De acuerdo con el "Manual de Diseño de Pavimentos de Concreto Para Vías con Bajos, Medios y Altos Volúmenes de Tránsito" publicación presentada por el IPC bajo un convenio interinstitucional en el cual participan también el Instituto Nacional de Vías y Ministerio de Transporte de Colombia. En el mismo se presentará la alternativa de diseño y se optará por la más favorable para el municipio, de acuerdo con los costos, disponibilidad de los materiales y facilidad de ejecución.

2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Dar una alternativa de solución, agilizando las tareas de formulación y diseño, generando ahorro en costos y tiempo.
- Mejorar los procesos de diseño, mediante la definición y desarrollo de los aspectos técnicos esenciales necesarios para la ejecución de este tipo de proyectos.
- Facilitar la estructuración del proyecto para contribuir al proceso de gestión de recursos públicos.

3 ALCANCE

Se contemplan los alcances del presente estudio teniendo en cuenta únicamente las labores descritas a continuación:

- Realizar apiques a profundidad media de 1.5 metros en los 3 tramos proyectados, donde sea posible la correcta extracción de muestra inalterada.
- Realizar ensayos de laboratorio a las muestras extraídas de la exploración geotécnica (Granulometría, Limites de Atterberg, Humedad natural, CBR y Proctor modificado)
- Efectuar recomendaciones necesarias para la adecuada cimentación de la estructura.

Para la entrega oficial del proyecto, se efectuará por medio de medio físico (impresión de informe, anexos, etc.) y digitales (CD con la información completa del proyecto en formato PDF)

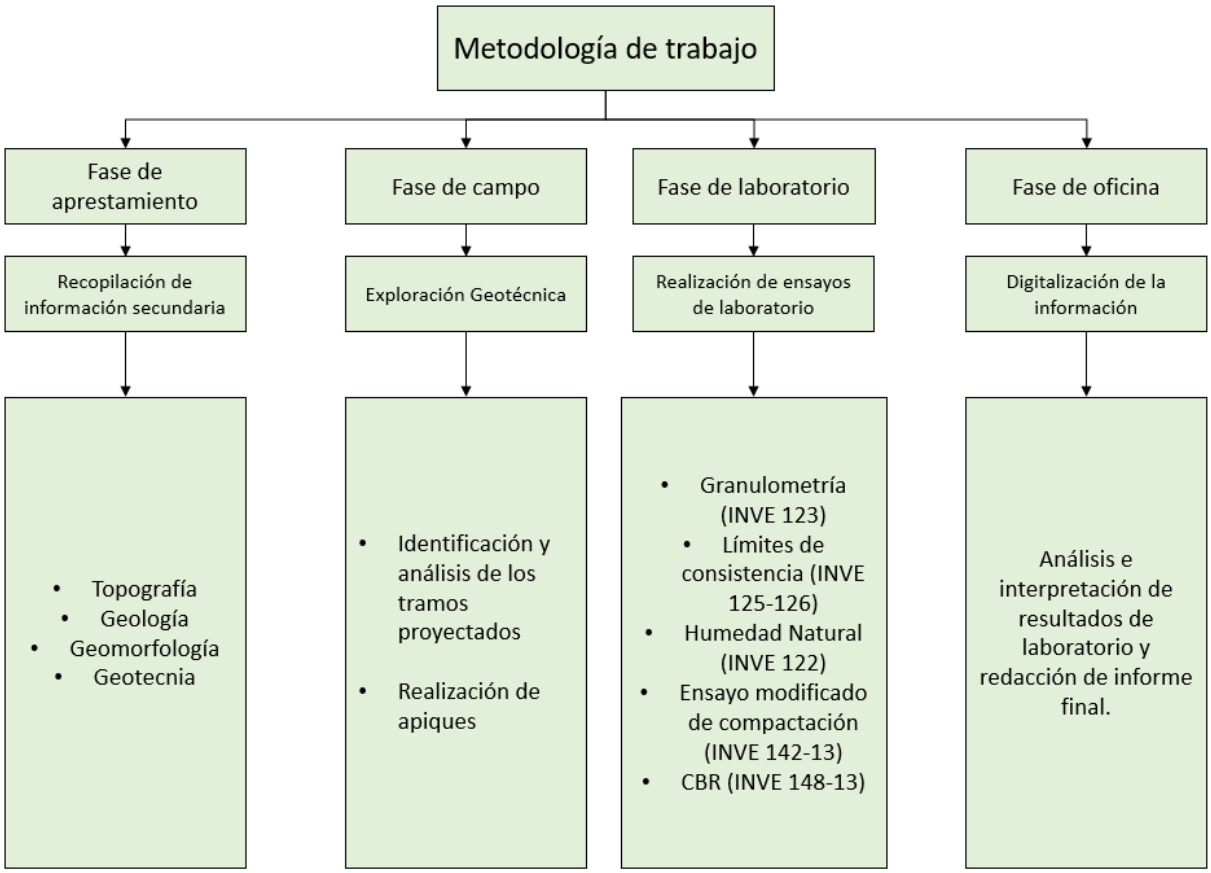
4 METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología aplicada al estudio de suelos:

- Fase De Aprestamiento: En esta fase se efectúa la recopilación de la mayor cantidad de información, relacionada con el área de influencia directa del estudio geotécnico, entre la información recopilada, se puede identificar principalmente: topografía general, geología regional, geomorfología, Etc.
- Fase de Campo: En esta fase, se realiza el reconocimiento del terreno, su geomorfología, entre otras características identificadas en el lugar de estudio. También se efectúa la fase de exploración geotécnica por medio de apiques para la toma inalterada de suelos.

- Fase de Laboratorio: Una vez recibidas las muestras de campo, se les efectúa los respectivos ensayos de laboratorio, para la caracterización de sus propiedades físicas y geotécnicas.
- Fase de oficina: Una vez obtenidos los resultados de laboratorio, se realiza el análisis e interpretación de estos, y se plasman en un informe final.

Figura 1. Metodología aplicada al estudio de suelos.
Fuente. Autor



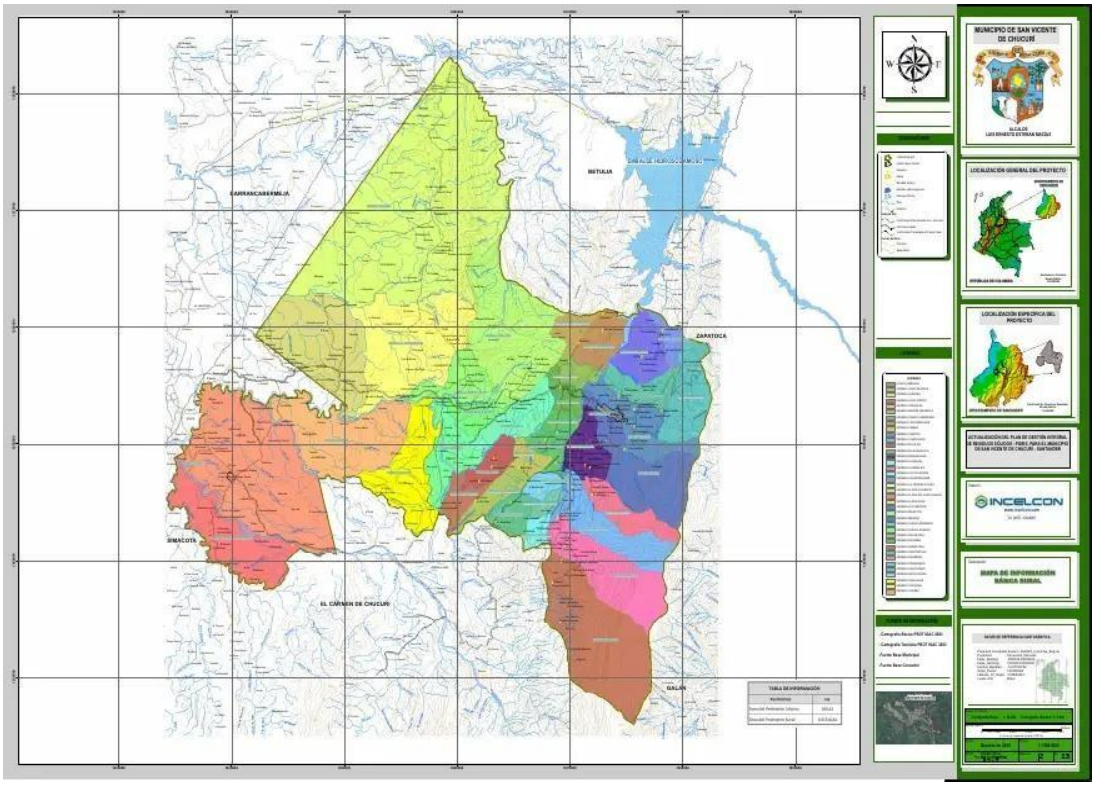
5 LOCALIZACION DEL PROYECTO

5.1 LOCALIZACION GENERAL

El municipio de San Vicente de Chucurí, está enmarcado entre las coordenadas planas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC - con origen Bogotá NORTE: 1´226.000 a 1´283.000 y ESTE: 1´036.000 a 1´083.000. Ubicado en la provincia de Mares, al centro occidente del departamento de Santander, a una distancia de 98 Km. de la ciudad de Bucaramanga, capital departamental, posee un área rural de 1195,51

Km2 (119.514,41 Has) Conformada por 37 veredas y 5.394 predios. El área urbana posee una superficie de 185,41 Has (1, 18541 Km2), cuenta con 30 Barrios y 3.647 predios (3.345 viviendas.).

Figura 2 Localización general del Proyecto



5.2 LOCALIZACION ESPECFICIA

El proyecto denominado "MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN EL BARRIO VILLAS DEL 2000 DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ, SANTANDER" se encuentra localizado en la zona urbana del municipio de San Vicente de Chucurí, específicamente en el barrio Villas del 2000, perteneciente al casco urbano del municipio.

El barrio Villas del 2000 forma parte del área urbana consolidada del municipio y ha sido priorizado por la administración municipal a través de la Secretaría de Planeación e Infraestructura, en atención a las necesidades de transitabilidad, acceso a servicios públicos domiciliarios y mejoramiento de las condiciones de habitabilidad de la población residente. Las vías objeto de intervención se encuentran actualmente en mal estado, sin pavimentación y con deficiencias estructurales en las redes existentes, situación que genera impactos negativos sobre la movilidad urbana, la salubridad pública y la calidad de vida de los habitantes del sector.

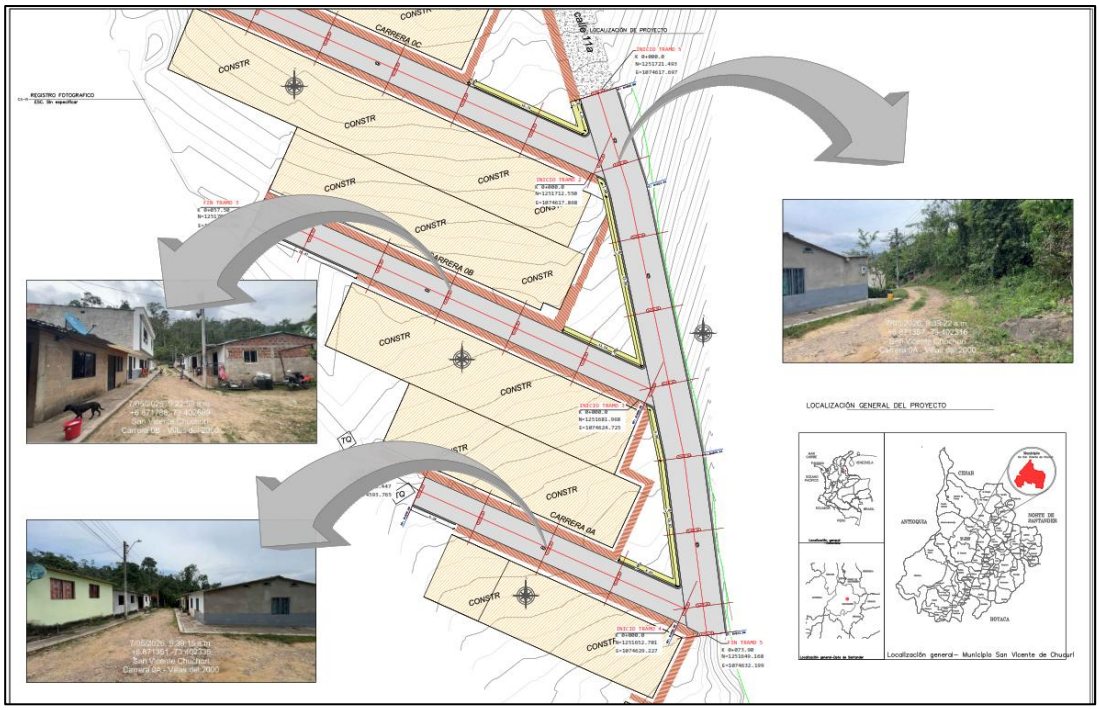
La localización del proyecto en la zona urbana del municipio facilita su integración con la malla vial existente del casco urbano y con las redes de servicios públicos domiciliarios operadas por la entidad

prestadora local, generando un impacto positivo directo en la movilidad peatonal y vehicular, el saneamiento básico y las condiciones generales de habitabilidad del barrio Villas del 2000 y su área de influencia inmediata.

Tabla 1 Tramo destinados a construcción de pavimentos.

TRAMO	BARRIO	DIRECCION	LONG (ML)	ANCHO (ML)	LOCALIZACION DEL TRAMO		
					ELEMENTOS	ABSCISA	COORDENADAS
1	VILLAS DE 2000	CARRERA 0B ENTRE CALLES 12 Y 12A	57,50	3,90	Inicio Tramo	0+000.00	**N:** 1251681,968
							E: 1074624,725
					Fin Tramo	0+057.50	**N:** 1251705,685
							E: 1074572,345
2	VILLAS DE 2000	CARRERA 0A ENTRE CALLES 12 Y 12A	38,80	4,00	Inicio Tramo	0+000.00	**N:** 1251652,701
							E: 1074629,227
					Fin Tramo	0+038.80	**N:** 1251668,447
							E: 1074593,765
3	VILLAS DE 2000	CALLE 12 ENTRE CARRERAS 0A Y 0C	73,90	5,00	Inicio Tramo	0+000.00	**N:** 1251721,493
							E: 1074617,697
					Fin Tramo	0+073.90	**N:** 1251649,168
							E: 1074632,199

Figura 3 Localización general del Proyecto



6 INFORMACIÓN RECOPILADA.

Con el fin de identificar el comportamiento del suelo, se efectuó una fase de recopilación de información existente, a continuación, se presenta la información geológica del sector a nivel regional, sobre los sitios determinados, esta información se tomó de las planchas geológicas y geomorfológicas 109 y 120 del Servicio Geológico Colombiano.

6.1 GEOLOGÍA REGIONAL

Durante los periodos del Triásico Tardío y Jurásico se inicia a nivel mundial el rompimiento y fracturamiento del supercontinente Pangea, seguido por una extensión tipo back-arc afectando zonas del territorio actual colombiano y generando en el paleo-relieve del VMM un evento de rifting acompañado por un vulcanismo explosivo generador del espacio de acomodación sobre el que se depositarían varios miles de metros de secuencias de origen continental y causante de esfuerzos transtensionales/tensionales, generando un estiramiento litosférico dando origen a cuencas tipo graben de hasta 150 km de amplitud en el VMM y el flanco oeste de la Cordillera Oriental (Subcuenca Tablazo-Magdalena) (Sarmiento-Rojas, 2001; Sarmiento-Rojas et al., 2006). Estas cuencas extensionales, posteriormente en el Cretácico Inferior evolucionaron a sistemas de cuencas half-rift, caracterizados por ser asimétricos y de mayor extensión que los generados en el Triásico-Jurásico y cuyo origen se asocia a un posible efecto de estiramientos asociados a un back-arc (Cooper et al., 1995; Sarmiento, 2011).

Estas cuencas cretácicas están caracterizadas inicialmente por una sedimentación continental que para el Cretácico Inferior comenzaron a ser inundadas gradualmente por un mar epicontinental que ingresó por el occidente inundando en primer lugar la cuenca de Cundinamarca y posteriormente las subcuencas Tablazo-Magdalena y Cocuy (Etayo-Serna et al., 1969). El registro sedimentario fue diverso a lo largo del cretácico inferior con facies asociadas desde ambientes transicionales como costas y deltas; hasta ambientes marinos como plataforma interna, media y externa, abanicos submarinos (Cáceres et al., 2003).

Dicho mar epicontinental alcanza su máximo nivel de extensión a finales del Cretácico Inferior (Aptiano-Albiano) inundando el Valle Superior del Magdalena, sectores de las cuencas Cesar-Ranchería, la Sierra Nevada del Cocuy y se establece conexión con cuencas en territorio venezolano (Etayo-Serna et al., 1969) y generando una sedimentación marina marcada por abundantes niveles de rocas de grano fino y calizas, las cuales se depositaron en fondos anóxicos (Villamil & Arango, 1998). Las rocas cretáceas representan un ciclo transgresivo-regresivo importante con una superficie de inundación máxima cerca del límite Cenomaniano-Turoniano, que corresponde al nivel eustático Mesozoico máximo (Fabre, 1985; Villamil, 1993). Superpuesto a esta tendencia a gran escala, existen varios ciclos transgresivos-regresivos más pequeños, lo que sugiere un nivel tectonoeustático relativo oscilante (Sarmiento-Rojas et al., 2006).

Durante el Maastrichtiano al Paleoceno el levantamiento de la Cordillera Central junto con esfuerzos compresivos dieron origen a una cuenca de ante-arco involucrando las cuencas de la Cordillera Oriental, Llanos y VMM (Lozano y Zamora, 2014). Durante el Eoceno Tardío y Oligoceno Temprano la inversión tectónica y el levantamiento de la Cordillera Oriental se generó una sedimentación sintectónica principalmente continental relacionadas a sistemas de ríos meándricos hasta abanicos aluviales (Caballero et al.,2010). El cuaternario está caracterizado por depósitos heterogéneos relacionados con coluviones, taludes, terrazas y aluviones (Ward et al., 1973) que se han generado por el desarrollo de pendientes y variaciones climáticas.

A continuación, se presenta el mapa geológico de la zona de estudio teniendo en cuenta la cartografía de la plancha 120 del INGEOMINAS (1984) a escala 1:100.000 y adaptada hacia las áreas de interés del actual proyecto, identificando a rasgos generales la principal existencia de unidades del Cretácico en el área de influencia directa más cercana. Consecutivamente se realizan las descripciones de las respectivas unidades geológicas a nivel regional teniendo en cuenta la memoria explicativa de dicha cartografía.

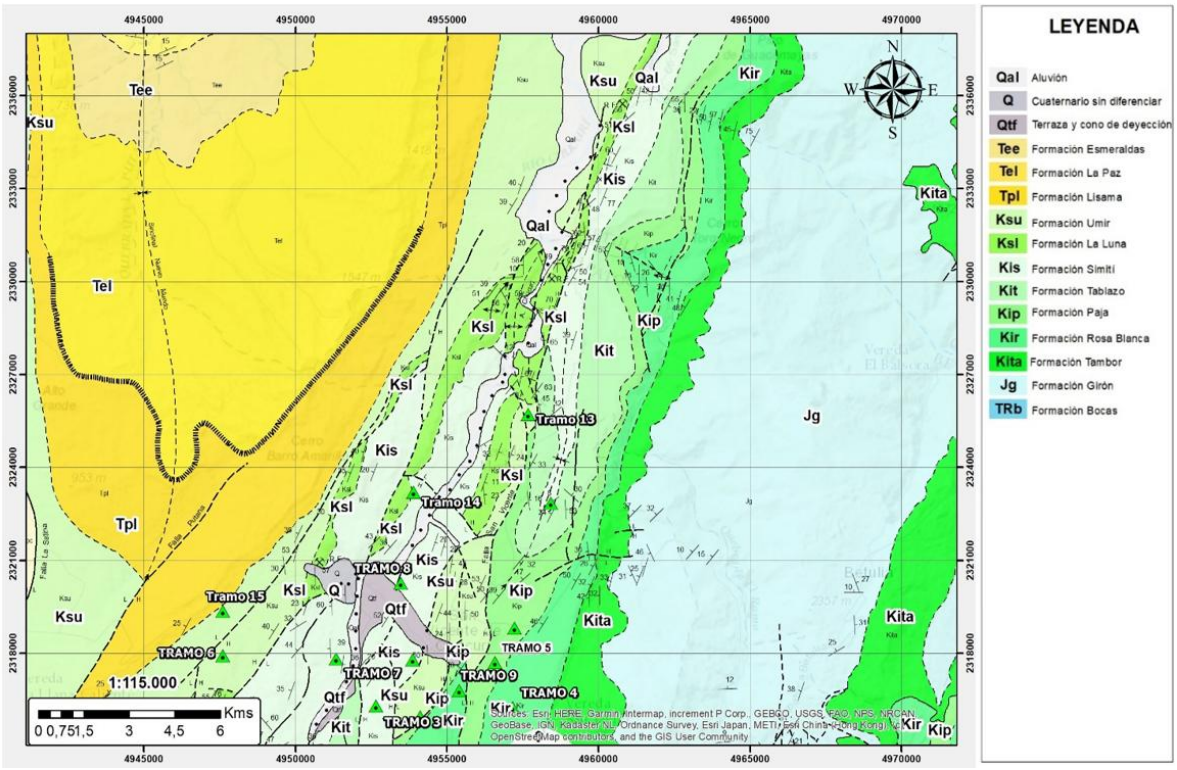


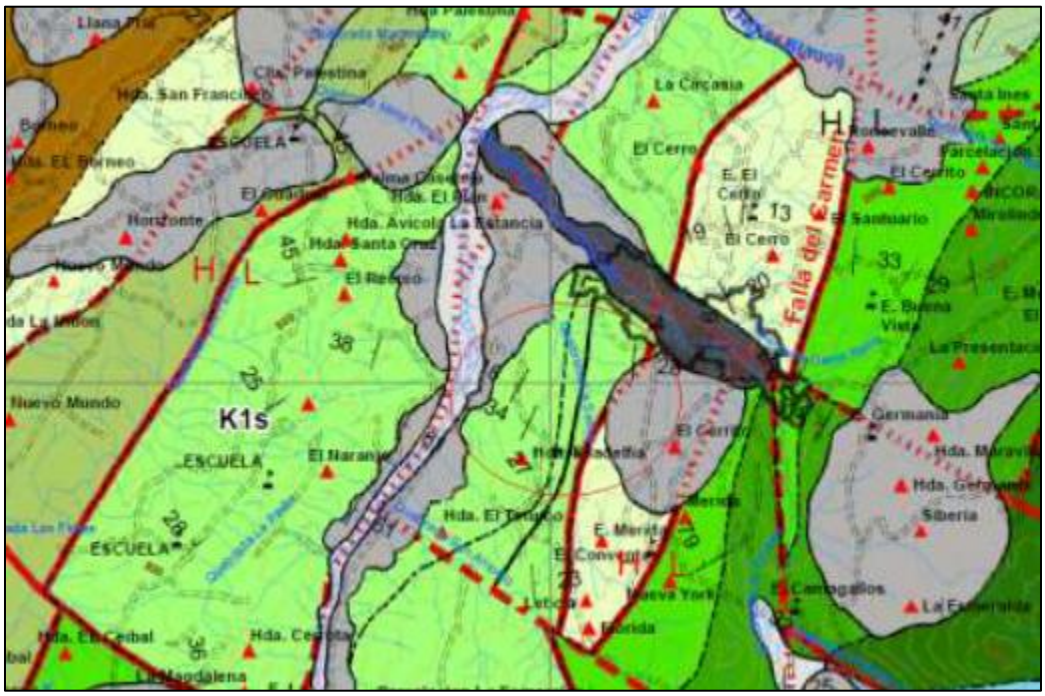
Figura 4. Mapa geológico del área de estudio.

FORMACIÓN GIRÓN

El nombre los "Estratos del Girón" o "Girón Series", fue inicialmente propuesto por Hettner (1892, en Cediel, 1968 y Ward et al., 1973) para designar las rocas expuestas al oeste de Bucaramanga, en cercanías de Girón y Zapatoca, que corresponden a areniscas arcillosas rojas con arcillas laminadas color violeta-marrón y calizas rojas. En el trabajo de Royero y Clavijo (2001) se menciona que Langenheim (1954) asigna la sección tipo en el Río Lebrija, y divide la unidad en tres miembros, presentándose: miembro inferior arenoso (750 m), miembro medio lodoso (1250 m) y miembro superior arenoso (1500 m), reportándose un total de 3500 m de espesor. Posteriormente se hicieron diferentes estudios de la unidad (Julivert 1958, en Ward et al., 1957) y Navas (1963). Navas (1963) registra un espesor de 2600 m en la sección del Río Lebrija, donde identifica cinco niveles: nivel arcósico inferior (170 m), nivel superior de lutitas rojas y areniscas (850 m), nivel arcósico superior (700 m) y nivel de lutitas rojas (230 m). El rango de Formación Girón es dado por Cediel (1968), quien inicialmente describe el Grupo Girón como una serie de areniscas con intercalaciones periódicas de lutitas rojas, con un espesor de 4840 m en el Río Lebrija, y luego divide el grupo en dos formaciones, Formación Girón (± 4650 m) de edad Triásica-Jurásica y Formación Los Santos (Tambor). La Formación Girón en la sección tipo del Río Lebrija, descrita por Cediel (1968), está compuesta

por arenisca de grano grueso conglomerática, arenisca de grano medio a grueso de color rojo, a gris verdoso, conglomerados en capas delgadas, limolitas y arcillolitas rojas.

La mayoría de los tramos proyectados, se sitúan principalmente sobre suelos residuales provenientes de esta unidad geológica.



FORMACIÓN TAMBOR (SANTOS):

En el trabajo de Morales (1958) se menciona que la Formación Tambor fue registrada por primera vez por Heldberg (1931). Su sección tipo aflora en el Río Lebrija (km 92 y 95 del ferrocarril Bucaramanga –Puerto Wilches), donde no se expone toda la unidad. Posteriormente, Cediel (1968) cambia el nombre de Formación Tambor a Formación Los Santos, debido a que en el municipio de Los Santos se encuentra su mejor exposición.

La Formación Los Santos se encuentra cartografiada en el cuadrángulo H12-Bucaramanga (1977a) como Kita. Está compuesta por areniscas conglomeráticas, areniscas de grano fino duras (cuarzoarenitas) de color gris claro y gris amarillento, y en menor proporción arcillolitas de color marrón rojizo y gris verdoso, y hacia la base conglomerados de color gris marrón (Ward et al., 1973; Royero y Clavijo, 2001). Exhibe un espesor de 366m en el Rio Lebrija (Ward et al., 1973) y de 254 m en una sección expuesta en el corregimiento Cuestarrica, Rionegro (Ward et al., 1973). La edad de la Formación comprende el Valangeniano-Hauteriviano,

FORMACIÓN ROSA BLANCA

Morales (1958) menciona que la Formación Rosa Blanca fue definida por Wheeler en un reporte inédito no publicado. El nombre de la unidad proviene del Cerro Rosa Blanca, ubicado a 5 km de la Concesión de Mares, Barrancabermeja (Morales, 1958). Su sección tipo se localiza sobre el cañón del río Sogamoso (Ward et al., 1973). En los mapas de los cuadrángulos H12- Bucaramanga y H13-Pamplona la formación esta cartografiada como Kir. En general, está compuesta de caliza masiva, dura, de color gris azulosa, fosilífera, con intercalaciones de margas y arcillolitas (Ward et al., 1973). En una sección expuesta al noroeste del cuadrángulo H12- Bucaramanga, se describe de base a techo: arcillolitas gris amarillas muy arenosas, calizas grises ligeramente arenosas y fosilíferas, calizas grises arenosas y fosilíferas, areniscas grises amarillas de grano fino, y calizas duras fosilíferas con capas delgadas de arcillolitas (Ward et al., 1973). Presenta un espesor de 425 m, medido en su localidad tipo, y un espesor de 189 m medido en la sección del noreste del cuadrángulo H12- Bucaramanga (Ward et al., 1973, 1977a). La Formación Rosa Blanca presenta niveles de yeso a la base que son explotados en el municipio de Zapatoca. En la Figura 19 se observan capas de calizas y niveles de yeso explotados por la mina La Vega, que afloran cerca de la quebrada Platanalito, municipio de Zapatoca (Caicedo y Pacheco, 2012). La edad establecida para la formación es del Hauteriviano medio al tardío, determinada a partir de estudios de estratigrafía de secuencias (Guerrero, 2002) o del Hauteriviano al Barremiano, a partir de edades fósiles (Ward et al., 1973). Presenta un contacto inferior continuo con la Formación Los Santos y superior continuo con la Formación Paja.

FORMACIÓN PAJA

Morales (1958) menciona que la Formación Paja fue definida por Wheeler en un reporte inédito no publicado. Morales (1958) y Ward et al. (1973) elevan la unidad al rango de formación. La unidad toma su nombre de la quebrada La Paja, presentando su sección tipo en la confluencia de la quebrada con el río Sogamoso. En el cuadrángulo H12-Bucaramanga y H13-Pamplona (Ward et al., 1977 a, b), la formación es cartografiada como Kip. La Formación Paja está compuesta por arcillolitas fisiles (shale) de color gris oscuro a azul, con presencia de fósiles, intercaladas con areniscas de grano fino de color gris amarillento, arcillolitas fisiles (shale) grises localmente arenosos, limoarenosas, calcáreas y fosilíferas, calizas grises localmente arenosas y fosilíferas (Royero y Clavijo, 2001). En la formación se observan concreciones de caliza, nódulos y venas de calcita en la parte inferior (Ward et al., 1973). El espesor de la unidad varia de 125 y 625 m (Royero y Clavijo, 2001). En el municipio de Galán, al suroeste del área de estudio, aflora la base de la unidad donde se observan afloramientos con capas de caliza tipo mudstone intercaladas con arcillolita fisiles (shale) oscuras y calcáreas (Figura 20). La edad determinada para la Formación Paja es del Barremiano inferior al Aptiano inferior (Royero y Clavijo, 2001). Presenta un contacto inferior concordante con la Formación Rosa Blanca y un contacto superior concordante con la Formación Tablazo.

FORMACIÓN TABLAZO

Según Morales (1958) se dio el nombre de Calizas del Tablazo por primera vez por Wheeler (1929), pero fue descrita por Wheeler (1958 en Morales et al., 2010) y la localidad tipo se encuentra en el Tablazo, en el antiguo puente sobre el rio Sogamoso de la vía Bucaramanga – San Vicente de Chucuri. La unidad está conformada por calizas grises a negras, fosilíferas, localmente glauconíticas y arcillosas de color negro, con

niveles intercalados de arcillolitas calcáreas, fosilíferas de color gris a gris azulado, en capas medianas a gruesas, con intercalaciones capas delgadas de areniscas grises arcillosas, levemente calcáreas, grano fino a medio, espesor 275 m; de edad del Aptiano superior – Albiano inferior según su posición estratigráfica. Etayo (1968), mediante fauna colectada en la región entre Sáchica y Puente Samacá, la considera de edad Aptiano Superior – Albiano Inferior. El contacto inferior en concordante y gradacional con la Formación La Paja y concordante con la suprayacente Formación Simití (Ward et al., 1973).

FORMACIÓN SIMITÍ

La Formación Simití fue descrita por geólogos de Intercol (Morales 1958), su localidad tipo se encuentra está en la orilla sur de la Ciénaga de Simití, Bolívar, La unidad consta de shale carbonoso gris a negro, levemente calcáreo, con concreciones calcáreas hasta de 3 m y con intercalaciones de capas delgadas de areniscas y calizas grises, localmente arcillosas y fosilíferas; su espesor es de 410 metros en la sección expuesta a lo largo de la orilla sur de la Ciénaga de Simití, en el Departamento de Bolívar (Ward et al., 1973). Según Moreno y Sarmiento (2002 en Morales et al., 2010), quienes realizaron la sección estratigráfica correspondiente a la Formación Simití levantada al suroeste de San Gil, midieron en esta formación un espesor de 266 m, sin encontrar la unidad suprayacente. Se le ha asignado una edad Albiano inferior, medio y superior basada en su registro fósil.

FORMACIÓN LA LUNA

Definida inicialmente por Garner (1926) en una quebrada homónima en el Perijá venezolano como “La Luna Limestone”, Hedberg y Sass (1937 en Morales 1958) realizan una descripción detallada y le asignan el rango estratigráfico de Formación. Posteriormente, Notestein et al. (1944 en Ward et al., 1973) por medio de estudios realizados en la Concesión Barco, extienden este término a Colombia debido a la similitud con las rocas aflorantes. Morales (1958) amplió este término en la descripción de los depósitos de la cuenca del (VMM) y dividió la Formación en tres miembros: Salada, Pujamana y Galembo. El miembro Salada (inferior) está compuesto por shales negros calcáreos de estratificación delgada, duros y algunos niveles de calizas negras interestratificadas. Su espesor aproximado es de 50 a 100 m. El miembro Pujamana está compuesto por shale de estratificación delgada, calcáreo lodolitas físiles calcáreas y el miembro superior o miembro Galembo constituido de lutita negra dura y calcárea con capas delgadas de chert negro, concreciones de caliza y capas fosfáticas y espesor aproximado de 200 m.

Aunque las interpretaciones cronoestratigráficas y paleoambientales observadas en Colombia concuerdan en gran medida con las descritas para Venezuela, el uso del término Formación La Luna en zonas como el VMM no ha estado exento de discusión (Patarroyo et al.,2021). Por ejemplo, Terraza-Melo (2019) en un trabajo reciente realizado en la región del embalse del rio Sogamoso aboga por el abandono de la Formación La Luna sensu stricto y eleva a unidades formacionales los miembros Salada, Pujamana y Galembo, siguiendo la propuesta original de Wheeler (1929). De igual forma, propone una nueva unidad litoestratigráfica para el segmento más superior, compuesto principalmente de niveles fosfáticos (Formación La Renta).

FORMACIÓN UMIR

De acuerdo con Taboada (1965) el que primero usó el termino Umir fue Huntley (1917), para referirse a los shales expuestos en el lado occidental de Cerro del Umir, incluyendo lo que se conoce actualmente como formación Lisama, de acuerdo con Morales (1958) esta unidad fue redefinida por Link (1925), quien separo ambas unidades, limitando la formación Umir solo a la sección cretácea. Royero y Clavijo (2001) describen esta unidad como shales grises a negros, carbonosos, micáceos, con concreciones ferruginosas, arcillolitas y lodolitas carbonosas, con nódulos ferruginosos e intercalaciones de areniscas y limolitas, con presencia de capas de carbón entre 0,60 a 5,00 m de espesor. Su contacto inferior con la Formación La Luna es inconforme y su contacto superior con la Formación Lisama es conforme (Ward et al., 1973). El espesor varía de 1000 a 1400 m su edad es Campaniano a Maestrichtiano.

FORMACIÓN LISAMA

De acuerdo con Morales (1958) esta unidad fue descrita por primera vez por Link, con un espesor de 1.090 m a 1.225 m sobre la quebrada Lisama, afluente del río Sogamoso, y con una variación de espesor en el Sinclinal de Nuevo Mundo con 530 m (Caballero et al., 2010). Aflora al occidente de Santander y su sección tipo se ubica en la quebrada Lisama. litológicamente está compuesta por limolitas abigarradas con intercalaciones de areniscas verdes y pardas, hacia el tope presenta algunas capas delgadas de carbón (Royero y Clavijo, 2001; Caballero et al., 2010). Según Moreno et al. (2011) la base está compuesta por areniscas de color café, con lodolitas a arcillolitas y limolitas, y hacia el tope incluye areniscas en capas gruesas con intercalaciones de lodolitas. La unidad presenta un contacto normal y transicional con la Formación Umir que la infrayace; la edad es Paleoceno de acuerdo con análisis palinológicos (Van der Hammen, 1958). La Formación Lisama se ha interpretado como el producto de depósitos continentales, deltáicos (Moreno et al., 2011) y aluviales (Caballero et al., 2010).

FORMACIÓN LA PAZ

La Formación La Paz fue descrita originalmente por geólogos de la Tropical Oil Company (en Morales 1958) y su sección tipo se encuentra en la angostura del río Lebrija, por la vía férrea, debajo de Vanegas. Está constituida por areniscas grises conglomeráticas, conglomerados, limolitas y grandes paquetes de lutitas grises. Su origen se asocia a un ambiente de corrientes trenzadas.

FORMACIÓN ESMERALDAS

La Formación Esmeraldas fue formalizada según Sarmiento et al., (2015) por Morales 1958, tras la recopilación de trabajos realizados por la industria petrolera desde el inicio de la exploración de hidrocarburos en la cuenca del VMM en 1920, todas las localidades tipo están asociadas al Sinclinal de Nuevo Mundo. La Formación La Paz toma su nombre de la serranía o escarpe extendido entre el Río Sogamoso y el Río Lebrija, ríos que cortan perpendicularmente a la unidad, al igual que el Río Sucio. El contacto con la Formación Lisama es neto, erosivo, mostrando un evidente cambio litológico y por ende en los medios sedimentarios y una fuerte activación de las áreas de aporte terrígenas. El espesor es bastante variable llegando a 1.500m al sur de la localidad tipo en dirección al cierre de la estructura

sinclinal (Sarmiento et al., 2015). Está compuesta por intercalación de paquetes de capas de arenitas gris a gris verdoso de grano fino a medio con alto contenido de líticos y mica, gruesos niveles de arcillolitas. Las arcillolitas son varicoloreadas hacia el flanco E del SNM y grises oscuras con abundante materia orgánica (shales) hacia el flanco E del SNM donde también se intercalan localmente algunos paquetes de arenitas de grano medio a grueso en capas gruesas hasta 8 m de espesor. Los niveles arenosos de esta unidad presentan buena continuidad lateral (Caballero, 2010 en Caballero et al., 2010).

LEYENDA MAPA DE UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Era	Periodo	Unidades Litoestratigráficas	Color	Convención	Área (ha)
Cenozoico	Cuaternario	Suelo Aluvial		Qal	5618.67 ha
		Suelo Coluvial		Qcol	7783.31 ha
		Terraza y cono de deyección		Qtf	1603.92 ha
		Terraza Aluvial		Qt	6287.89 ha
	Neógeno	Formación Grupo Real		N1r	23970.56 ha
		Formación Colorado		N3c	20018.81 ha
	Paleógeno	Formación Mugrosa Superior		E3ms	996.69 ha
		Formación Mugrosa Inferior		E3mi	637.17 ha
		Formación Esmeralda		E2e	1580.39 ha
		Formación La Paz		E2l	5062.33 ha
		Formación Lisama		E1l	6071.27 ha
Mesozoico	Cretácico	Formación Umir		K2u	6428.54 ha
		Formación La Luna		K2l	4582.59 ha
		Formación Simití		K1s	4373.17 ha
		Formación Tablazo		K1t	2193.83 ha
		Formación Paja		K1p	3288.49 ha
		Formación Rosablanca		K1r	3288.19 ha
		Formación Los Santos		K1ls	2269.49 ha
	Jurásico	Formación Girón		Jg	14825.31 ha

6.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

Las estructuras geológicas regionales (Fallas y pliegues) pertenecientes a la cuenca del VMM son las siguientes:

FALLA DE SAN VICENTE

esta falla tiene hundido el lado occidental y corta oblicuamente a través de la sección, desde la Formación Umir en el extremo norte, a la Formación Paja, en el sur. Al oeste de

la Falla San Vicente, varias otras de rumbo con los lados este hundidos, dan por resultado repetición de la sección, que está bien mostrada en la Formación La Luna.

FALLA LA PUTANA

Se identifica como una falla inversa de estilo mixto generada a partir de una falla principal, presenta un rumbo N30°E, con buzamiento WNW y vergencia ESE, con una longitud aproximada de 53 Km, su trazo presenta una expresión geomorfológica marcada por el cambio de pendiente dentro de la Formación Lisama, la cual es afectada por esta falla en todo el flanco Este del Sinclinal de Nuevo Mundo (Cetina y Patiño, 2013).

FALLA LA PARROQUIA

Esta falla presenta un comportamiento de rumbo sinestral con un leve movimiento inverso y una tendencia NNE, de igual manera se desprende a profundidad de la Falla de San Vicente (Cetina y Patiño, 2013).

FALLA PORTUGAL

Corresponde a una falla con cinemática inversa, buzamiento WNW, vergencia ESE y una longitud aproximada de 43 Km; su azimut de rumbo es subparalelo a la Falla de San Vicente y se identifica como un retro-cabalgamiento asociado a dicha falla principal. Afecta a las formaciones Rosa Blanca, Los Santos y Girón (Cetina y Patiño, 2013).

FALLA PUJAMANES

La cinemática es tipo inversa con componente dextral, tiene rumbo de N60°E, buzamiento NW, vergencia al SE y una longitud aproximada de 6 Km (Cetina y Patiño, 2013).

FALLA RIO SUCIO

Es una falla inversa, que comienza en el extremo sur del eje del anticlinal de Río Sucio, atravesando las formaciones Umir y Lisama en la ladera occidental del Cerro La Aurora, siendo la prolongación del eje de este anticlinal y continuándose hacia el sur, hasta el municipio de Girón. Esta falla atraviesa parte de la cabecera del Río Sucio, pero sólo es evidente en la ladera occidental del Cerro La Aurora, ya que el resto de esta es parcialmente cubierto por un espeso coluvión que se presenta en el área (ANI, 2015).

SISTEMA DE FALLAS DEL SUÁREZ

Este sistema consta de tres fallas inversas paralelas con una dirección general N50ºE; topográficamente la falla principal genera un escarpe distintivo y pone en contacto unidades de la formación Girón, en el extremo occidental, con unidades de la formación Bucaramanga, al oriente. El plano de falla presenta un buzamiento principal hacia el NW, con un ángulo aproximado de 60º (Ward et al., 1973). La falla del Río de Oro pertenece a este sistema de fallas caracterizado por una fuerte componente vertical asociada con unos movimientos menores laterales izquierdos.

Paris et al. (2000), propone un trazo de falla bien definido con control lineal de drenajes por varios Km tales como el Río Suárez, con índices neotectónicos entre los que están lagos de falla y localmente

embalses aluviales. La falla desplaza verticalmente flujos de escombros en el área de Girón y La Fuente, desplazando una superficie de erosión Terciaria.

SINCLINAL NARANJO

Conforma una depresión estructural que afecta las unidades litológicas que muestran el cambio del Cretácico al Triásico. Su eje se dispone en dirección nordeste y se origina en El Cerro La Aurora, continuándose en el Cerro Los Naranjos, hasta terminar en la cabecera de la quebrada Palo Blanco; la estructura sinclinal se encuentra limitada al oeste y este por fallas paralelas y se muestra atravesando dos franjas alargadas de la formación Lisama. Los buzamientos de los estratos en cercanías al eje de este anticlinal son suaves y consolidan una topografía de moderada inclinación. Este sinclinal es cortado por una la quebrada La Sorda o Chafacota, localizada sobre el flanco occidental del cerro La Aurora (ANI, 2015).

ANTICLINAL DE RIO SUCIO

Se presenta a lo largo de la cabecera del Río Sucio, desde donde se proyecta con una dirección noreste. Su eje está dispuesto a lo largo de la formación Umir; en donde afloran franjas alargadas de la formación Lisama, que sobresalen con gruesos estratos de areniscas que suprayacen la formación Umir, estas franjas aisladas tienen un buzamiento hacia el oeste evidenciando que el eje del anticlinal ha sido erodado, lo que promueve la generación de amplios depósitos coluviales que cubren gran parte de la zona; el extremo sur del eje de este anticlinal termina en una falla de tipo inverso que se identifica como la falla Río Sucio (ANI, 2015).

7 RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Dentro de la fase de reconocimiento de campo, se identifican las condiciones naturales de los terrenos, la geomorfología de las zonas y las condiciones de la vía sobre la cual se realiza es estudio de geotecnia, que tiene como finalidad la construcción de una placa huella.

Para realizar la exploración geotécnica en el área de estudio, se toma el tipo de exploración por medio de excavaciones manuales como son los apiques que sirven para tomar muestras de suelo ya sea alterada o inalterada.

Con el fin de determinar las características de la condición de superficie existente en cuanto a espesor de los materiales del subsuelo, se programó la realización de la exploración mediante la ejecución de apiques manuales, hasta una profundidad que garantice el reconocimiento de los estratos presentes en el subsuelo, con la respectiva toma de muestras para ensayos.

La excavación manual a cielo abierto con la ayuda de elementos de perforación manual permite recuperar buenas muestras representativas alteradas del subsuelo. Estas muestras conservan su composición mineralógica y gran proporción de la humedad natural, pero no se conserva la estructura y las demás condiciones originales que tienen in situ.

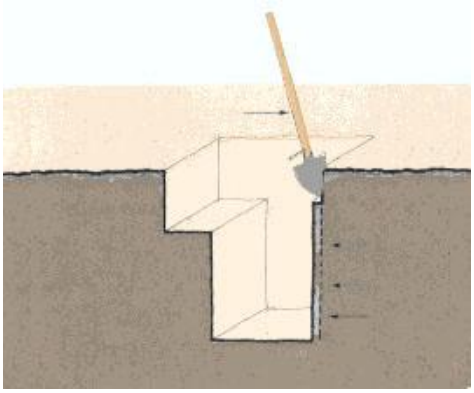


Figura 5. esquema de muestro por medio de apique.

La toma de muestra se realiza siguiendo los siguientes lineamientos:

- Ubicación del lugar donde se realizará la excavación y toma de la información necesaria para llegar al terreno, además de la preparación de los instrumentos que serán requeridos para la obtención de la muestra.
- Extracción de la capa vegetal mediante barras y picas.
- Inicio de la excavación por medio de palas y picas.
- Análisis visual del suelo perforado. Se requiere la inspección visual y caracterización para cada profundidad donde se observe cambio de material.
- Se realiza la excavación manual (Apique) de 0.40 m x 0.40 m x 1.20 m, la cual, se obtienen muestras representativas para los debidos ensayos de laboratorio.
- Finalmente, por cuestiones de seguridad se rellena el lugar donde se realizó la excavación.

Figura 6. generación manual de apiques.



7.1 GEOREFERENCIA DE LOCALIZACION DE LOS APIQUES

Tabla 2. Georeferenciación apiques realizados.

CALLE 12 ENTRE CARRERA 0A - OC	UBICACIÓN GEOGRAFICA	
	N	1251683.057
	E	1074627.016

CARRERA 0A ENTRE CALLE 12 – 12A	UBICACIÓN GEOGRAFICA	
	N	1251658.307
	E	1074626.308

CARRERA 0B ENTRE CALLE 12 – 12A	UBICACIÓN GEOGRAFICA	
	N	1251687.680
	E	1074620.301

7.2 REGISTRO FOTOGRAFICO EXPLORACION DE CAMPO

Ilustración 1. Registro fotográfico Apique Cra 0B entre Calle 12 - 12A.



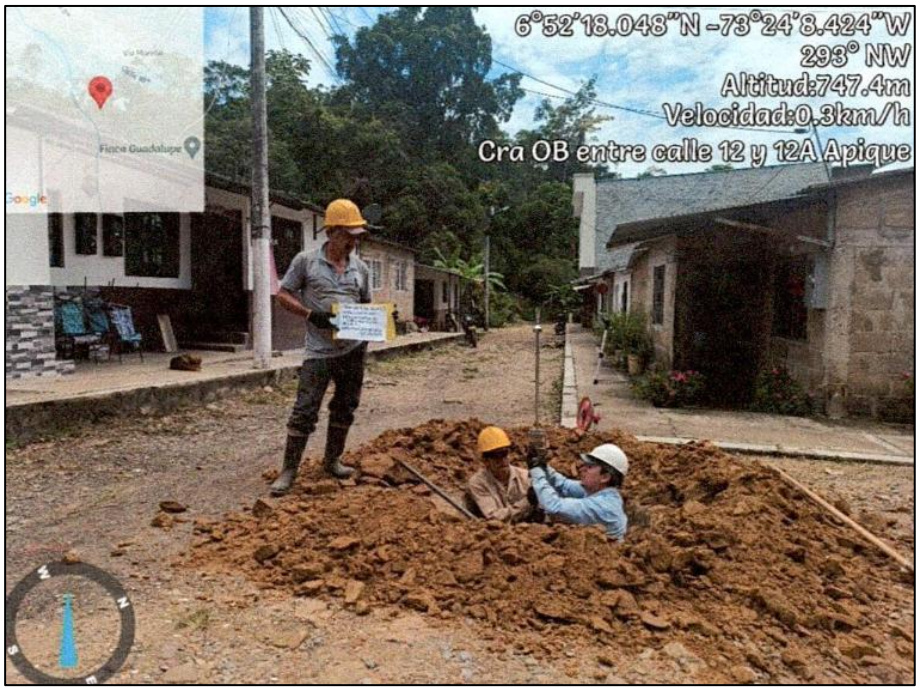


Ilustración 2. Registro fotográfico Apique Cra 0A entre Calle 12 - 12A.





Ilustración 3. Registro fotográfico Apique Calle 12 entre Carrera 0A – 0C.





8 ENSAYOS DE LABORATORIO Y ANÁLISIS

Los ensayos realizados en el presente estudio con el fin de cumplir el alcance del estudio se resumen en la TABLA 2

ENSAYO	NORMA
Humedad natural	INV E - 122
Granulometría	ASTM D 421-58D-422-63
Límite Plástico E Índice De Plasticidad	INV E - 126
Límite Liquido	INV E - 125
Clasificación De Suelos	NTC 1504
Ensayo Modificado De Compactación	INV E - 142-13
CBR	INV E - 148-13

Tabla 3. Descripción de laboratorios realizados.

Este método de ensayo se usa para determinar, en el sitio, la densidad o la masa unitaria de los suelos con el equipo de cono de arena.

El método sirve para los suelos que no contienen cantidades apreciables de rocas o de material grueso de tamaño superior a 38 mm (1½") de diámetro.

8.1 GRANULOMETRÍA

La granulometría es un proceso mediante el cual el suelo es separado por tamaños de grano, los datos de la granulometría son utilizados junto con los datos obtenidos en el ensayo de límite líquido y límite plástico para determinar si se tiene un suelo gravoso, arenoso, limoso, arcilloso o una combinación entre estos. Para la realización de la granulometría se toma una muestra suficiente del suelo a estudiar y se registra su peso posteriormente se procede a realizar un lavado sobre el tamiz No. 200 el cual separa los suelos gruesos de los suelos finos, después del lavado se seca el material retenido sobre este tamiz para que una vez seca la muestra esta sea sometida al proceso de tamizado que consiste en pasar el suelo por una serie de mallas las cuales tienen diferentes tamaños (1”, 3/4”, ½”, 3/8”, 4, 10, 20, 40, 60, 100, 200) cada porción de suelo retenida en cada una de estas malla se pesa y registra para los cálculos posteriores.

8.2 HUMEDAD NATURAL

La humedad natural es un valor en porcentaje del contenido de agua que tiene el suelo contra su peso seco, para obtener esta propiedad se toma una muestra de suelo húmedo se toma su peso y se procede a secar dicha muestra en un horno a temperatura constante de 120ºC + /- 5ºC entre 3 y 8 horas dependiendo del tipo de suelo, luego de secada la muestra, se deja enfriar y se pesa de nuevo para obtener su peso seco y realizar los cálculos correspondientes para hallar el valor de la humedad natural.

8.3 LÍMITE LÍQUIDO

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado en que una mezcla de suelo y agua, que se pueda moldear, se deposita en la Cazuela de Casagrande, se realiza una ranura que divida la muestra del suelo simétricamente y se golpea consecutivamente contra la base de la máquina, haciendo girar una manivela, hasta que la ranura se cierra en una longitud de 12 mm (1/2"). Si el número de golpes para que se cierre la zanja es 25. La humedad del suelo (razón peso de agua contenida en el suelo/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido. Dado que no siempre es posible que la zanja se cierre en la longitud de 12 mm exactamente con 25 golpes, el cálculo se realiza trazando una gráfica en tres puntos como mínimo con el número de golpes en coordenadas logarítmicas, contra el contenido de humedad correspondiente, en coordenadas normales, e interpolando para la humedad correspondiente a 25 golpes, la humedad obtenida es el Límite Líquido.

8.4 LÍMITE PLÁSTICO

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado pero sencillo consistente en medir el contenido de humedad para el cual no es posible moldear un cilindro de suelo, con un diámetro de 3 mm. Para esto, se realiza una mezcla de agua y suelo, la cual se amasa entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inerte (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3 mm de diámetro. Al llegar a este diámetro, se desarma el cilindro, y vuelve a amasarse hasta lograr nuevamente un cilindro de 3 mm. Esto se realiza consecutivamente hasta que no es posible obtener el cilindro de la dimensión deseada. Con ese contenido de humedad, el suelo se vuelve quebradizo (por pérdida de humedad) o se vuelve pulverulento. Se mide el contenido de humedad, el cual corresponde al Límite Plástico. Se

recomienda realizar este procedimiento al menos 3 veces para disminuir los errores de interpretación o medición.

8.5 ÍNDICE DE PLASTICIDAD

El índice de plasticidad de un suelo es el tamaño del intervalo de contenido de agua, expresado como un porcentaje de la masa seca de suelo, dentro del cual el material está en un estado plástico. Este índice corresponde a la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico del suelo.

8.6 CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Las clasificaciones de suelos buscan por lo general codificar grupos y subgrupos de materiales con similares propiedades como material de construcción de vías. Las dos clasificaciones más usuales son la de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el sistema de clasificación de suelos unificado, propuesto por la ASTM.

8.7 CLASIFICACIÓN SEGÚN LA AASHTO

El sistema de clasificación de la AASHTO fue propuesto por la Highway Research Board´s Committee on Clasification of Materials for Subgrades and Granular Type Roads (1945); en el que se clasifica el suelo en ocho grupos, de A-1 al A-8 basados en la distribución del tamaño de grano, Límite Líquido e Índice Plástico. Los grupos A-1, A-2, y A-3 denotan los suelos gruesos granulares mientras que, los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7 denotan los suelos finos granulares. Las turbas y suelos orgánicos se clasifican bajo el grupo A-8.

8.8 CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación del Suelo (SUCS) está regido por la norma ASTM D-2487, y es el de uso más extendido en la práctica geotécnica. Fue inicialmente propuesto por Arthur Casagrande en 1932, tentativamente adoptado por el Departamento de Ingeniería de los EEUU en 1942, y definitivamente presentado a la *American Sociaty of Civil Engineers* en 1948. El *U.S. Army Corps of Engineers* comenzó a emplearlo en 1953, en tanto que el *U.S. Bureau of Reclamations* lo hizo en 1974. Está basado en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg (límites líquido y plástico) de los suelos.

El sistema divide entre *suelos gruesos* y *suelos finos*, considerando el porcentaje pasante por el tamiz #200 (0,075 mm). Si menos del 50% en peso del suelo pasa por dicho tamiz, entonces el suelo es *grueso*, y se sub-clasifica en arena o grava por medio del tamiz #4. Caso contrario, el suelo es *fino*, y se sub-clasifica en limo o arcilla según los valores de los límites líquido y plástico.

8.9 ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN

Una muestra de suelo con una humedad de moldeo seleccionada, se coloca en cinco capas dentro de un molde, sometiendo cada capa a 25 o 56 golpes de un martillo de 44.48 N (10 lbf) que cae desde una altura de 457.2 mm (18”), produciendo una energía de compactación aproximada de 2700 Kn-m/m3. Se

determina el peso unitario seco resultante. El procedimiento se repite con un número suficiente de humedades de moldeo, para establecer una curva que relacione a éstas con los respectivos pesos unitario secos obtenidos. Esta curva se llama curva de compactación y su vértice determina la humedad óptima y el peso unitario seco máximo, para el ensayo normal de compactación

8.10 ENSAYO CBR

Es común usar la prueba de CBR (California Bearing Ratio) o valor relativo de soporte, desarrollado por la División de Carreteras de California para determinar la resistencia de suelos. La prueba del CBR es un ensayo normalizado (Norma INV-E 148-07, AASHTO T193), en el cual un vástago penetra, en el suelo compactado en un molde, con una presión y a una velocidad controlada; se establecen un conjunto de penetraciones prefijadas y se determina la presión ejercida correspondiente a cada una de ellas; el vástago tiene un área de 19,4 cm2 y penetra la muestra a una velocidad de 0,127 cm/min. El valor relativo de soporte (CBR) se expresa en porcentaje y se define como la relación entre la carga unitaria aplicada que produce cierta deformación en la muestra de suelo requerida, para producir igual deformación en una muestra patrón.

Una vez extraídas las muestras de suelo, se empacaron debidamente en papel vinipel con el fin de conservar la humedad natural del terreno y se condujeron al laboratorio de suelos para determinar las características físicas y geotécnicas del suelo por medio de los ensayos: Granulometría, límites de consistencia, humedad natural, CBR y Proctor Modificado. A continuación, se presenta los resultados de laboratorio y los análisis de suelos.

9 ANALISIS DE RESULTADOS

9.1 CRITERIO DE ESTADO DEL SUELO SEGÚN EL ÍNDICE DE CONSISTENCIA

Este criterio corresponde a determinar el estado del suelo mediante el valor del índice de consistencia. Este índice puede ser tomado como una medida de la consistencia del suelo, relacionada con la cantidad de agua que es capaz de absorber. Si es negativo el suelo es líquido y en otros casos podrá ser semilíquido, plástico muy blando o blando, plástico duro y si es mayor que uno, el suelo se encuentra en estado sólido.

9.2 CRITERIO DE COMPRESIBILIDAD DEL SUELO

Este criterio es aplicable a suelos blandos, en donde la deformación de suelos cohesivos aún bajo cargas relativamente pequeñas involucra un problema de fundamental interés, por ser causa de graves deficiencias de comportamiento.

Tabla 4. Valores obtenidos del índice de compresibilidad y consistencia

TRAMO No.		ANALISIS DEL SUELO			
VEREDA	SECTOR	CC	CONDICION	IC	CONDICION
VILLAS DEL 2000	CARRERA 0B	0,48	MEDIA	0,58	SOLIDO
VILLAS DEL 2000	CARRERA 0A	0,51	ALTA	0,84	SOLIDO
VILLAS DEL 2000	CALLE 12 ENTRE CRA 0A-0C	0,58	ALTA	1,03	SOLIDO

9.3 ENSAYO CBR

En cuanto a los resultados de CBR se determinaron valores entre bajo y medios de capacidad del suelo encontrando CBR entre 3 y 7%, se recomienda trabajar para tramos, con un CBR mínimo de 3%, para una densidad máxima de 95%, teniendo en cuenta que es la propiedad más baja.

Los resultados de los respectivos ensayos para cada tramo se presentan anexos al documento.

Tabla 5. Resumen ensayos de laboratorio.

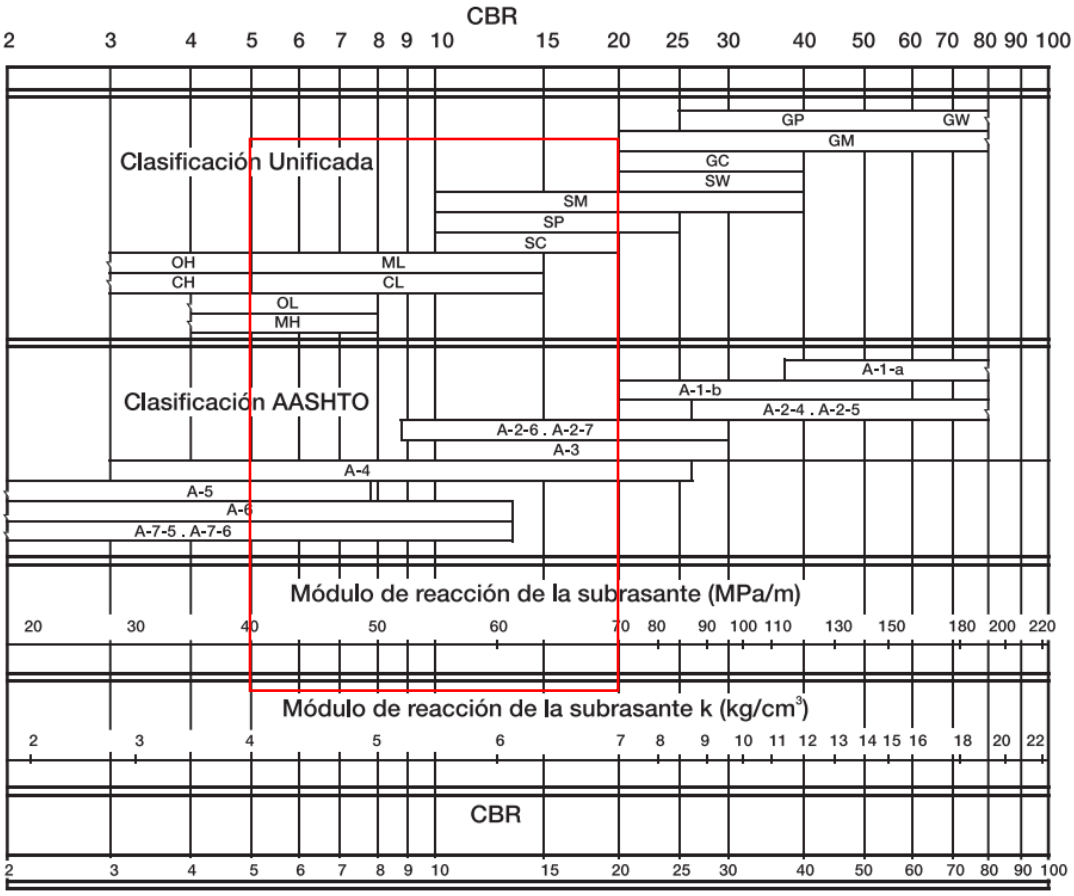
TRAMO No.		PROFUNDIDAD (m)		Wn (%)	CLASIFICACIÓN				
BARRIO	SECTOR	DESDE	HASTA		LL (%)	LP (%)	IP (%)	A.A.S.H.T.O	U.S.C
VILLAS DEL 2000	CARRERA 0B	0,0	1,5	10,50	23,55	7,57	15,98	A-2-4	SP
VILLAS DEL 2000	CARRERA 0A	0,0	1,5	10,50	25,08	11,31	13,77	A - 6	SC
VILLAS DEL 2000	CALLE 12 ENTRE CRA 0A-0C	0,0	1,5	8,00	22,10	12,65	9,45	A - 6	SC

TRAMO No.		PROFUNDIDAD (m)		GRANULOMETRIA			CBR
BARRIO	SECTOR	DESDE	HASTA	% Gravas	% Arena	% Finos	95%
VILLAS DEL 2000	CARRERA 0B	0,0	1,5	25,04	73,69	1,27	6
VILLAS DEL 2000	CARRERA 0A	0,0	1,5	0,19	55,05	44,76	3
VILLAS DEL 2000	CALLE 12 ENTRE CRA 0A-0C	0,0	1,5	1,66	53,72	44,63	7

En la tabla anterior se muestra el resumen de las características del terreno encontradas, donde de acuerdo con la carta de plasticidad de Casagrande y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) se puede clasificar estos materiales principalmente como Arena Arcillosa con plasticidad baja a media (SC).

La siguiente figura, muestra la relación entre la clasificación del suelo y los valores de CBR.

Figura 7. Relación entre la clasificación del suelo y los valores de CBR.



Fuente: Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito (INVIAS, 2008)

9.4 CONDICIONES EXPANSIÓN SUELOS PROYECTO

Las características de plasticidad y potencial de expansión se evalúan mediante correlaciones, con base en los ensayos de clasificación, en la siguiente tabla, se presenta la correlación con respecto al índice de plasticidad del suelo.

Tabla 6. Relación aproximada entre el Índice Plástico – Límite Líquido y Capacidad de expansión

ÍNDICE PLÁSTICO	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	LIMITE LIQUIDO
< 25	BAJO	<50
25 - 35	MEDIO	50 - 60
>35	ALTO	>60

Tabla 7. Capacidad del potencial de expansión.

TRAMO No.		ANALISIS DEL SUELO				POTENCIAL DE EXPANSION
VEREDA	SECTOR	CC	CONDICION	IC	CONDICION	
VILLAS DEL 2000	CARRERA 0B	0,48	MEDIA	0,58	SOLIDO	BAJO
VILLAS DEL 2000	CARRERA 0A	0,51	ALTA	0,84	SOLIDO	BAJO
VILLAS DEL 2000	CALLE 12 ENTRE CRA 0A-0C	0,58	ALTA	1,03	SOLIDO	BAJO

Según los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas en campo, se tiene un valor para el límite líquido variable entre 22.10% y 25.08%, y un valor de índice de plasticidad variable de 7.57% a 12.65%, por tanto, el potencial de expansión de la subrasante es BAJO.

10 CONCLUSIONES

Definidos los valores de CBR, determinados mediante las propiedades índices de los suelos, CBR de Laboratorio INV E-148-13, a criterio del ingeniero geotecnista, se organizaron los porcentajes de los CBR obtenidos, de mayor a menor, y se analizaron en conjunto para elegir un valor representativo de la capacidad de soporte de diseño. Se tomó un porcentaje prudente y se utilizó un criterio conservador, sin que esto implique elegir el menor valor de todos.

En el tramo donde se construirá el pavimento no se evidencian taludes que afecten la estabilidad de las obras.

Para el desarrollo del proyecto se analizaron los siguientes factores:

- Detonantes: lluvias, erosión, actividad sísmica y antrópica.
- Intrínsecos: morfología, geología, humedad.

De todos estos se concluye que la zona más crítica corresponde a un ecosistema caracterizado por fuertes pendientes.

Es necesaria la construcción de estructuras de drenaje de aguas lluvias en el área de estudio, para canalizarlas hacia puntos de confluencia sin generar daños, como alcantarillas o cuerpos de agua.

El material encontrado en los tramos se describe como una secuencia de arcillas con gravas; arenosas; arcillas arcillas, con humedad parcial, de baja plasticidad y consistencia medio firme.

Una vez terminadas las perforaciones se procedió a medir, dando como resultado que en el nivel de la tabla de agua establecido para este suelo no se encuentra nivel freático en ninguno de los apiques.
Se realizó el monitoreo de los niveles freáticos en los sondeos durante el tiempo de ejecución del estudio y no se presentaron niveles freáticos.

En conclusión, se considera que los trabajos de excavación proyectados no presentan infiltraciones por agua del nivel freático.

Se destaca que este nivel corresponde a un valor puntual en tiempo y puede variar según las condiciones de lluvia y manejo de aguas subterráneas.

Los valores de CBR encontrados en la ejecución de los ensayos la mayoría de estos son mayores al 3%, por lo cual se define que es un suelo competente para la ejecución del proyecto.

Se recomienda que los rellenos proyectados se realicen con material de relleno para estructuras, de acuerdo con especificaciones del INVIAS, compactado al 95% del Proctor modificado

Cuando la subrasante presenta una capacidad de soporte muy baja, es decir, con CBR menor o igual a 3%, el diseño involucra la utilización de un geotextil y de una capa subrasante.

La capacidad de carga del suelo estudiado a lo largo de todos los tramos, teniendo en cuenta las 3 exploraciones realizadas y analizadas en laboratorio, permitió obtener un CBR en porcentaje. Con base en ello se recomienda una estructura de pavimento con:

- Una base granular de espesor 0.15 m.
- Mejoramiento de la subrasante con piedra bolo de 0.40 m.

Para los casos en que el valor del CBR sea igual o menor a 3%, se requiere realizar mejoramientos de la subrasante, dado que el material encontrado en las excavaciones es bastante plástico y contaminado por niveles freáticos producidos por aguas de escorrentía. Por lo tanto, se debe contemplar el mejoramiento con piedra bolo para garantizar la capacidad portante de la vía.

Se debe suministrar material seleccionado, idóneo para lograr estabilidad en la compactación y servir de apoyo a la capa base de la subrasante. Esto implica ajustar el cálculo de cantidades, evidenciándose que la cantidad de este material es mayor.

MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON ADICIÓN DE PIEDRA BOLO O RAJÓN

El alcance de esta especificación es establecer el procedimiento para mejorar las condiciones mecánicas de la subrasante con material tipo rajón.
Los trabajos consisten en:

- Adecuación y compactación de la fundación para la estructura de pavimento.
- Suministro y colocación de materiales pétreos adecuados, según planos y secciones transversales del proyecto.

Aplica especialmente cuando los suelos de fundación se encuentren constituidos por subrasantes blandas con capacidades de soporte bajas, generalmente con CBR ≤ 3.0% en condición de humedad natural o ≤ 1.5% en condición sumergida, o cuando existan rellenos o suelos que deban ser reemplazados, con el fin de mitigar problemas de hundimientos o deformaciones plásticas.

De acuerdo con la exploración geotécnica, se evidencia que, a la profundidad de las excavaciones se encuentran sobre tamaños de roca. Material Común 80% Roca 20%

11 BIBLIOGRAFIA

- INGEOMINAS, Zonificación Sismo geotécnica Indicativa del Área metropolitana de Bucaramanga. Fase II. Convenio realizado entre la Gobernación de Santander e INGEOMINAS. Bogotá. Junio, 2001(a).
- INGEOMINAS, Mapa Geológico generalizado Departamento de Santander. Memoria Explicativa. Escala 1:400.000. 2001(b).
- INGEOMINAS, Zonificación de Amenaza por movimientos en masa de algunas laderas de los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. Subdirección de Amenazas Geológicas y Entorno Ambiental. 2007.
- GONZALEZ, A., (1999). Estimativos De Parámetros Efectivos De Resistencia Con El SPT. X JORNADAS GEOTÉCNICAS DE LA INGENIERÍA COLOMBIANA - SCI -SCG - 1999
- BUENO y SOLARTE. (1994). Geología, geotecnia y comportamiento erosivo de las áreas de reserva forestal de Bucaramanga. Proyecto de grado (inédito). UIS, Escuela de Geología. Bucaramanga, Santander. Vol. 1, 140 Págs.
- CHAPARRO, A. y GUERRERO, A. (1991). Geología y Geotecnia de la zona oriental del Área Metropolitana de Bucaramanga. Escuela de Geología. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
- BRAJA M. DAS (2001). Fundamentos de ingeniería geotécnica.

12 ANEXOS

- ANEXO 01. ENSAYOS DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
- ANEXO 02. ENSAYO CBR
- ANEXO 03. ANALISIS GRANULOMETRICO Y LIMITES DE ATTERBERG

ANEXOS

ANEXO 01. ENSAYOS DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

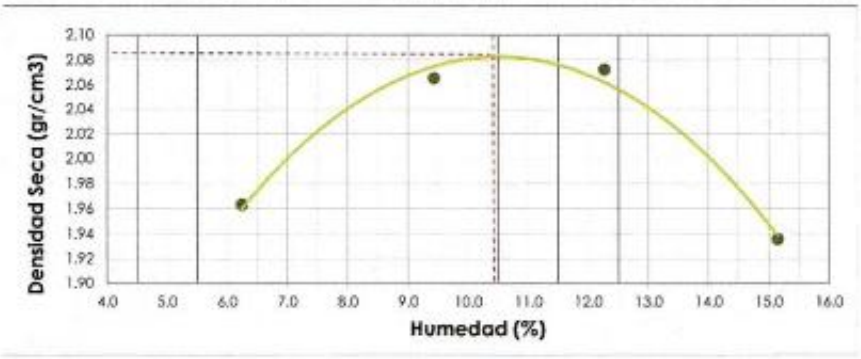
ENSAYO MODIFICADO DE COMPACTACIÓN # 3

Geo3 Geología, Geotecnia e Ingeniería

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Norma I.N.V-E 142/13 - ASTM D1557 - NTC 673 - AASHTO T-180

PROYECTO: Pavimentación	**DIRECCIÓN:** Cra 08 Cl.12 Y12A	**TRAMO:** 3
CLIENTE: Alcaldia Municipal	**BARRIO:** Villas De 2000	**APIQUE:** 1
FECHA: 29/07/2024	**MUNICIPIO:** San Vicente Stder.	**PROF:** 0.00-1.50m



MOLDE No	1
DIÁMETRO MOLDE (cm)	15.13
ALTURA MOLDE (cm)	11.5
VOLUMEN MOLDE (cm3)	2067.60
NUMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

PESO TARA (gr)	8.4	8.4	8.5	8.5
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	64.6	72.2	62.5	71.6
PESO DE TARA + SUELO SECO (gr)	61.3	66.7	56.6	63.3
PESO AGUA	3.3	5.5	5.9	8.3
PESO SOLIDO	52.9	58.3	48.1	54.8
HUMEDAD %	6.24	9.43	12.27	15.15

PESO MOLDE (gr)	5275	5275	5275	5275
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	9587	9948	10085	9883
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)	4312	4673	4810	4608
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3)	2.09	2.26	2.33	2.23
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.96	2.07	2.07	1.94

DENSIDAD MÁXIMA	2.09
HUMEDAD OPTIMA	10.50

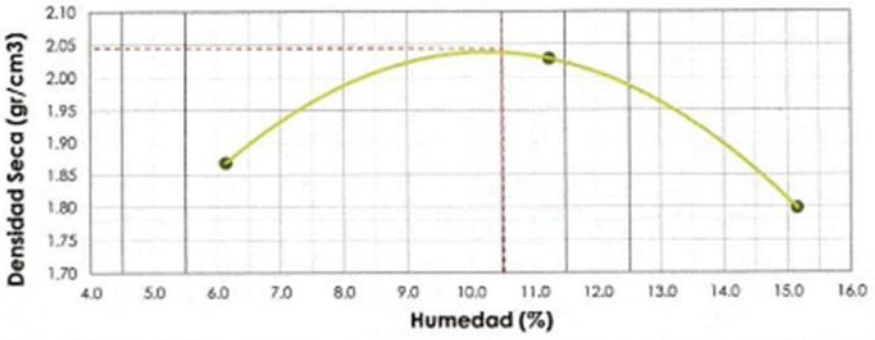
Geo3 Geología, Geotecnia e Ingeniería
Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Norma I.N.V-E 142/13 - ASTM D1557 - NTC 673 - AASHTO T-180

PROYECTO: Pavimentación **DIRECCIÓN:** Cra 0A Cl.12 Y12A **TRAMO:** 4
CLIENTE: Alcaldía Municipal **BARRIO:** Villas De 2000 **APIQUE:** 1
FECHA: 29/07/2024 **MUNICIPIO:** San Vicente Stder. **PROF:** 0.00-1.50m



MOLDE No	1
DIÁMETRO MOLDE (cm)	15.13
ALTURA MOLDE (cm)	11.5
VOLUMEN MOLDE (cm3)	2067.60
NUMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

PESO TARA (gr)	10	8.7	8.7	
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	84.4	75	84.7	
PESO DE TARA + SUELO SECO (gr)	80.1	68.3	74.7	
PESO AGUA	4.3	6.7	10	
PESO SOLIDO	70.1	59.6	66	
HUMEDAD %	6.13	11.24	15.15	

PESO MOLDE (gr)	5275	5275	5275	
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	9375	9940	9555	
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)	4100	4665	4280	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3)	1.98	2.26	2.07	
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.87	2.03	1.80	

DENSIDAD MÁXIMA	2.04
HUMEDAD OPTIMA	10.50

Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

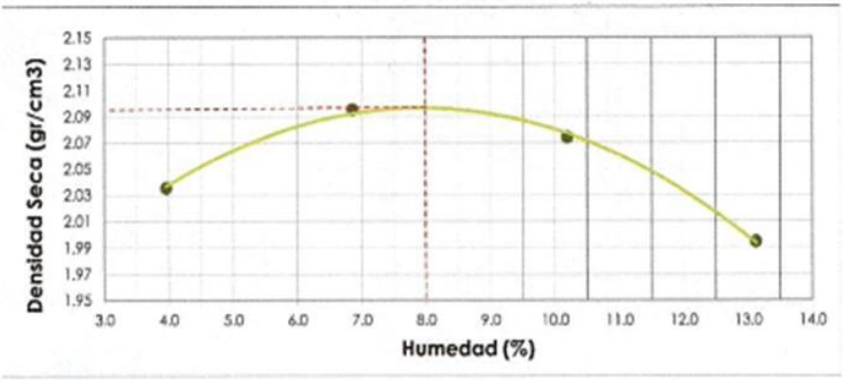
Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO

Geo 3 Geología, Geotécnia e Ingeniería

Norma I.N.V-E 142/13 - ASTM D1557 - NTC 673 - AASHTO T-180

PROYECTO: Pavimentación	**DIRECCIÓN:** Calle12 Cra 0A y 0C	**TRAMO:** 5
CLIENTE: Alcaldía Municipal	**BARRIO:** Villas De 2000	**APIQUE:** 1
FECHA: 29/07/2024	**MUNICIPIO:** San Vicente Stder.	**PROF:** 0.00-1.50m



MOLDE No	1
DIÁMETRO MOLDE (cm)	15.13
ALTURA MOLDE (cm)	11.5
VOLUMEN MOLDE (cm3)	2067.60
NUMERO DE CAPAS	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56

PESO TARA (gr)	8.8	8.8	8.4	8.4
PESO DE TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	90.2	85.2	88.4	98.9
PESO DE TARA + SUELO SECO (gr)	87.1	80.3	81	88.4
PESO AGUA	3.1	4.9	7.4	10.5
PESO SOLIDO	78.3	71.5	72.6	80
HUMEDAD %	3.96	6.85	10.19	13.13

PESO MOLDE (gr)	5275	5275	5275	5275
PESO DE MOLDE + SUELO HÚMEDO (gr)	9650	9904	10000	9940
PESO DEL SUELO HÚMEDO (gr)	4375	4629	4725	4665
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3)	2.12	2.24	2.29	2.26
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.04	2.10	2.07	1.99

DENSIDAD MÁXIMA	2.10
HUMEDAD OPTIMA	8.00

Geo 3 Geología, Geotécnia e Ingeniería
Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

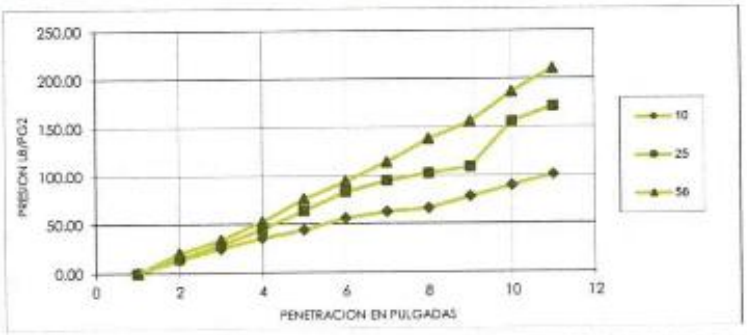
ANEXO 02. ENSAYOS CBR

ALCALDÍA San Vicente de Chucurí

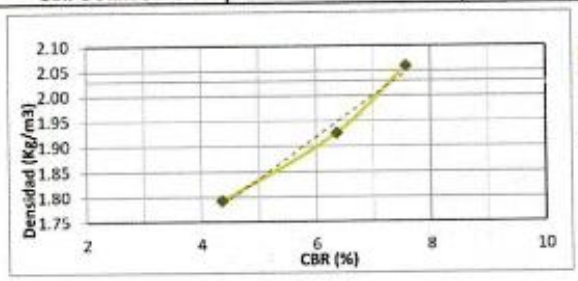
COMPACTACIÓN DE CBR

Norma INV E. 148 / 2013

PROYECTO: Pavimentación	**DIRECCIÓN:** Cra 08 Calle 12 y 12A	**TRAMO:** 3
CLIENTE: Alcaldía Municipal	**BARRIO:** Villa De 2000	**APIQUE:** 1
FECHA: 29/07/2024	**MUNICIPIO:** San Vicente de chucurí Sta	**PROF:** 0.00-1.50



MOLDE No	1		2		3	
No DE GOLPES	10		25		56	
DIAS DE INMERSIÓN	4		4		4	
PENETRACIÓN	**CARGA**	**PRESIÓN**	**CARGA**	**PRESIÓN**	**CARGA**	**PRESIÓN**
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0250	0.19	13.58	0.21	15.01	0.28	20.01
0.0500	0.35	25.02	0.40	28.59	0.47	33.59
0.0750	0.50	35.74	0.62	44.32	0.73	52.18
0.1000	0.61	43.60	0.89	63.61	1.06	75.77
0.1500	0.78	55.75	1.16	82.91	1.31	93.63
0.2000	0.87	62.18	1.32	94.35	1.59	113.65
0.2500	0.92	65.76	1.43	102.21	1.93	137.95
0.3000	1.09	77.91	1.52	108.65	2.18	155.82
0.4000	1.25	89.35	2.18	155.82	2.61	186.55
0.5000	1.40	100.07	2.40	171.54	2.94	210.14
CBR A 0.1"	4		6		8	
CBR A 0.2"	4		6		8	
CBR CORREGIDO 0.1"						
CBR CORREGIDO 0.2"						



%Densidad	Densidad	CBR(%)
86%	1.79	4
92%	1.93	6
99%	2.06	8

Geo3 Geología, Geotécnia e Ingeniería
Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

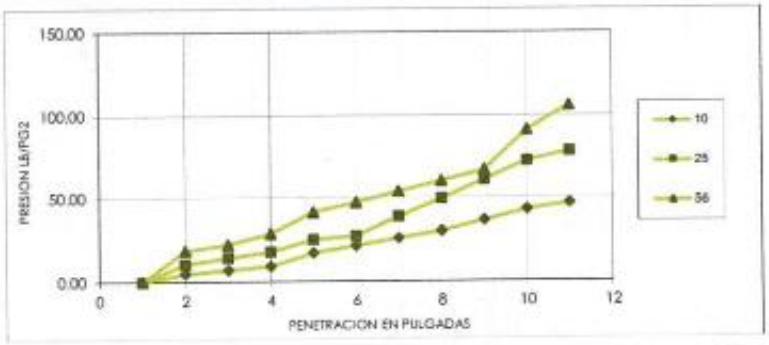
Aprobado por: Geólogo Gerardo Ríos

ALCALDÍA San Vicente de Chucurí

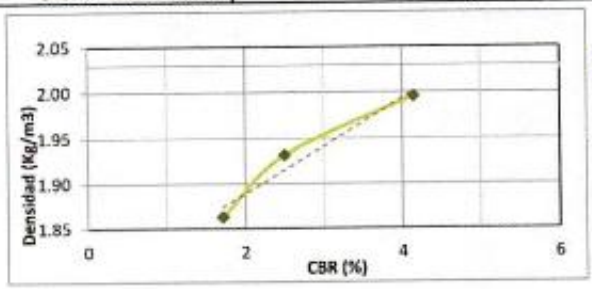
COMPACTACIÓN DE CBR

Norma INV E. 148 / 2013

PROYECTO: Pavimentación	**DIRECCIÓN:** Cra 0A Calle 12 y 12A	**TRAMO:** 4
CLIENTE: Alcaldía Municipal	**BARRIO:** Villas De 2000	**APIQUE:** 1
FECHA: 29/07/2024	**MUNICIPIO:** San Vicente de chucurí Sta	**PROF:** 0.00-1.50



MOLDE No	7		8		9	
No DE GOLPES	10		25		56	
DIAS DE INMERSIÓN	4		4		4	
PENETRACIÓN	**CARGA**	**PRESIÓN**	**CARGA**	**PRESIÓN**	**CARGA**	**PRESIÓN**
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0250	0.07	5.00	0.15	10.72	0.26	18.58
0.0500	0.10	7.15	0.20	14.30	0.31	22.16
0.0750	0.13	9.29	0.25	17.87	0.40	28.59
0.1000	0.24	17.15	0.35	25.02	0.58	41.46
0.1500	0.30	21.44	0.38	27.16	0.66	47.17
0.2000	0.36	25.73	0.54	38.60	0.75	53.61
0.2500	0.42	30.02	0.69	49.32	0.84	60.04
0.3000	0.51	36.45	0.85	60.76	0.93	66.47
0.4000	0.60	42.89	1.01	72.19	1.27	90.78
0.5000	0.65	46.46	1.09	77.91	1.48	105.79
CBR A 0.1"	2		3		4	
CBR A 0.2"	2		3		4	
CBR CORREGIDO 0.1"						
CBR CORREGIDO 0.2"						



%Densidad	Densidad	CBR(%)
91%	1.86	2
95%	1.93	3
98%	2.00	4

Geo3 Geología, Geotecnia e Ingeniería
Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

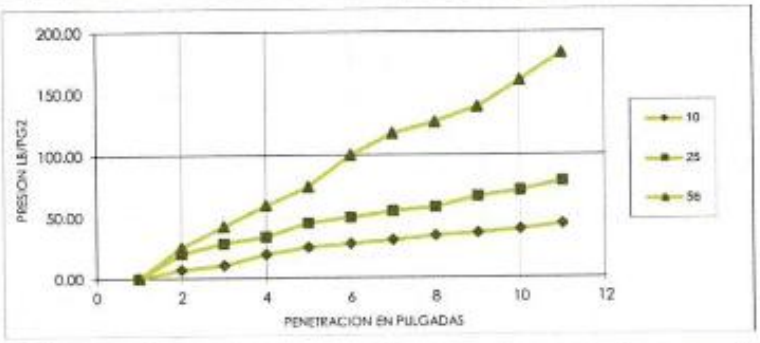
Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

ALCALDÍA San Vicente de Chucurí

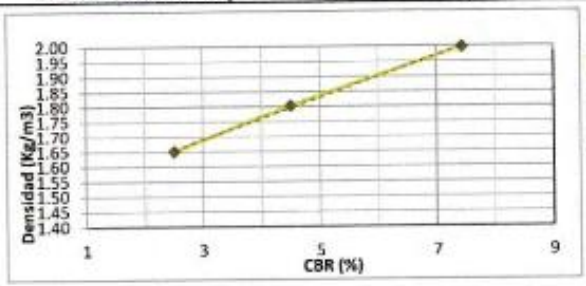
COMPACTACIÓN DE CBR

Norma INV E. 148 / 2013

PROYECTO: Pavimentación	**DIRECCIÓN:** Calle 12 Cra 0A Y 0C	**TRAMO:** 5
CLIENTE: Alcaldia Municipal	**BARRIO:** Villa De 2000	**APIQUE:** I
FECHA: 29/07/2024	**MUNICIPIO:** San Vicente de chucurí Stc	**PROF:** 0.00-1.50



MOLDE No	4		5		6	
No DE GOLPES	10		25		56	
DIAS DE INMERSIÓN	4		4		4	
PENETRACIÓN	**CARGA**	**PRESIÓN**	**CARGA**	**PRESIÓN**	**CARGA**	**PRESIÓN**
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.0250	0.10	7.15	0.28	20.01	0.35	25.02
0.0500	0.15	10.72	0.40	28.59	0.59	42.17
0.0750	0.27	19.30	0.47	33.59	0.83	59.33
0.1000	0.35	25.02	0.63	45.03	1.04	74.34
0.1500	0.39	27.88	0.69	49.32	1.40	100.07
0.2000	0.43	30.74	0.76	54.32	1.64	117.22
0.2500	0.48	34.31	0.81	57.90	1.77	126.51
0.3000	0.51	36.45	0.93	66.47	1.94	138.67
0.4000	0.55	39.31	1.00	71.48	2.24	160.11
0.5000	0.61	43.60	1.10	78.62	2.55	182.27
CBR A 0.1"	3		5		7	
CBR A 0.2"	2		4		8	
CBR CORREGIDO 0.1"						
CBR CORREGIDO 0.2"						



%Densidad	Densidad	CBR(%)
79%	1.65	3
86%	1.80	5
95%	2.00	7

Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

Aprobado por: Geólogo Gerardo Ríos

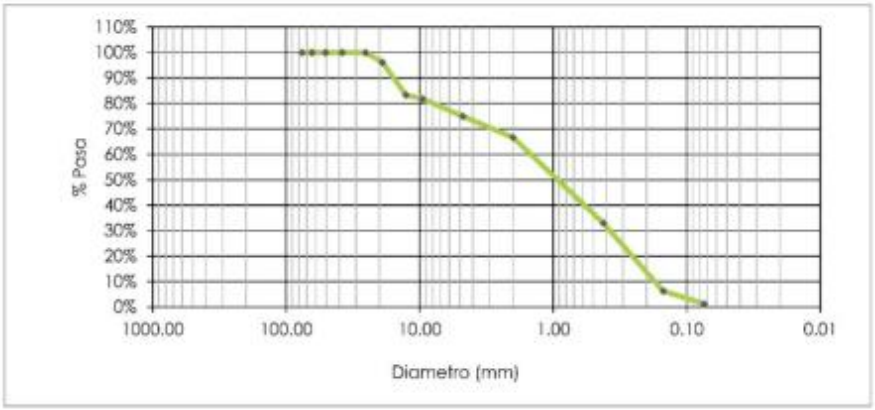
ANEXO 03. ANALISIS GRANULOMETRICO Y LIMITES DE ATTERBERG

ALCALDÍA San Vicente de Chucurí

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Normas INV E. 122, 123, 125, 126 / 2013 - NTC 77

PROYECTO: Pavimentación **DIRECCIÓN:** Cra 08 Calle 12 y 12A **TRAMO:** 3
CLIENTE: Alcaldía Municipal **BARRIO:** Villas De 2000 **APIQUE:** 1
FECHA: 29/07/2024 **MUNICIPIO:** San Vicente de Chucurí Stder. **PROF:** 0.00-1.50m



No.	[mm]	WRetenido	% Retenido	% Pasa
3"	76.10	0.00	0.00%	100.00%
2 ½"	64.00	0.00	0.00%	100.00%
2"	50.80	0.00	0.00%	100.00%
1 ½"	38.10	0.00	0.00%	100.00%
1"	25.40	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	19.00	12.00	3.81%	96.19%
1/2"	12.70	40.50	12.85%	83.34%
3/8"	9.51	4.80	1.52%	81.82%
4	4.76	21.60	6.85%	74.96%
10	2.00	26.00	8.25%	66.71%
40	0.42	106.30	33.74%	32.97%
100	0.15	84.10	26.69%	6.28%
200	0.07	15.80	5.01%	1.27%
Pasa 200	0	4.00	1.27%	0.00%
Total		315.10		

W. SH+Tara	410.7
W. SS+Tara	365.8
W. Tara	50.7
W. Agua	44.9
% Humedad	14.25

W. Seco	315.1
W. Lavado	311.1

Finos	1.27%
Arena	73.69%
Grava	25.04%

LL	23.55
LP	7.57
IP	15.98

D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	USCS	AASHTO	IG
0.188	0.390	1.217	1.686	0.48	8.99	SP	A - 2 - 4	0

NOMBRE	ARENA MAL GRADADA CON GRAVA

Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

Aprobado por: Geólogo Gerardo Ríos

Geo3 Geología, Geotecnia e Ingeniería

LÍMITES DE ATTERBERG

Normas INV. E - 125, 126 - ASTM D421-58 y D422-83 - AASHTO T88

PROYECTO: Pavimentación	**DIRECCIÓN:** Cra 08 Calle 12 y 12A	**TRAMO:** 3
CLIENTE: Alcaldía Municipal	**BARRIO:** Villas De 2000	**APIQUE:** 1
FECHA: 29/07/2024	**MUNICIPIO:** San Vicente de Chucurí Stder.	**PROF:** 0.00-1.50m

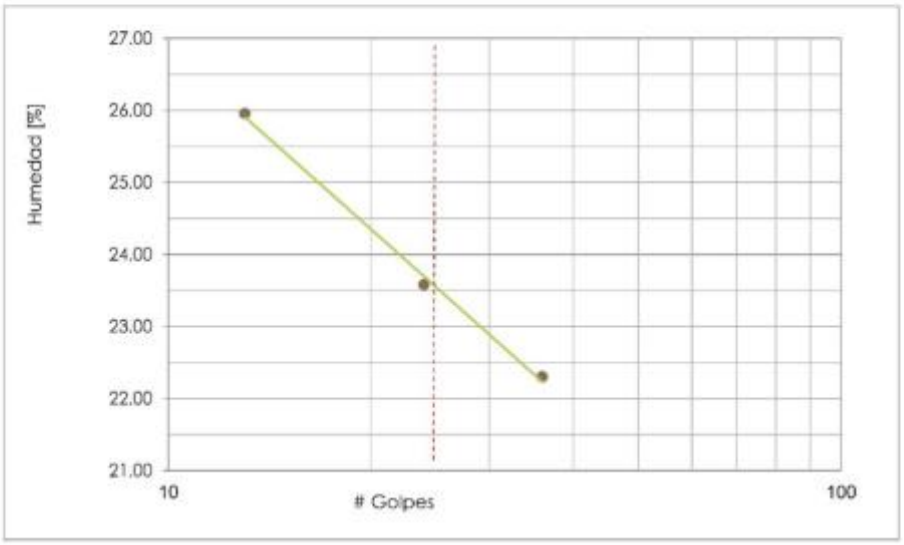
LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	TARA + SH	TARA + SS	W. TARA	W AGUA	W. SS	[%] HUMEDAD	No. GOLPES
64	24.9	21.5	8.4	3.4	13.1	25.95	13
23	23.6	20.7	8.4	2.9	12.3	23.58	24
24	25.4	22.3	8.4	3.1	13.9	22.30	36

LÍMITE PLÁSTICO

Tara No.	TARA + SH	TARA + SS	W. TARA	W AGUA	W. SS	[%] HUMEDAD	LP
7	20.9	20	8.4	0.9	11.6	7.76	
21	21.5	20.6	8.4	0.9	12.2	7.38	7.57

LL= 23.55 **LP=** 7.57 **IP=** 15.98



Geo3 Geología, Geotecnia e Ingeniería
Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

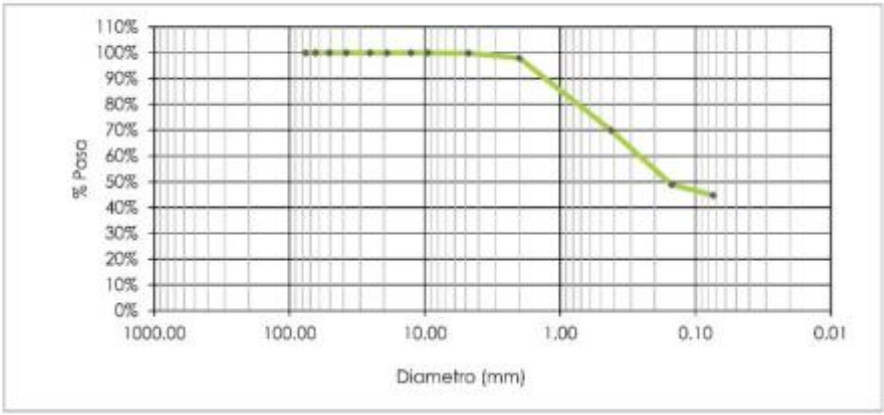
Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

ALCALDÍA San Vicente de Chucurí

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Normas INV E. 122, 123, 125, 126 / 2013 - NTC 77

PROYECTO: Pavimentación	**DIRECCIÓN:** Cra 0A Calle 12 y 12A	**TRAMO:** 4
CLIENTE: Alcaldía Municipal	**BARRIO:** Villas De 2000	**APIQUE:** 1
FECHA: 29/07/2024	**MUNICIPIO:** San Vicente de Chucurí Stder.	**PROF:** 0.00-1.50m



No.	[mm]	WRetenido	% Retenido	% Pasa
3"	76.10	0.00	0.00%	100.00%
2 ½"	64.00	0.00	0.00%	100.00%
2"	50.80	0.00	0.00%	100.00%
1 ½"	38.10	0.00	0.00%	100.00%
1"	25.40	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	19.00	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	12.70	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	9.51	0.00	0.00%	100.00%
4	4.76	0.70	0.19%	99.81%
10	2.00	6.80	1.87%	97.94%
40	0.42	101.70	27.96%	69.98%
100	0.15	76.60	21.06%	48.91%
200	0.07	15.10	4.15%	44.76%
Paso 200	0	162.80	44.76%	0.00%
Total		363.70		

W. SH+Tara	458.9
W. SS+Tara	409.6
W. Tara	45.9
W. Agua	49.3
% Humedad	13.56

W. Seco	363.7
W. Lavado	200.9

Finos	44.76%
Arena	55.05%
Grava	0.19%

LL	25.08
LP	11.31
IP	13.77

D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	USCS	AASHTO	IG
0.017	0.050	0.164	0.292	0.51	17.67	SC	A - 6	2

NOMBRE	ARENA ARCILLOSA

Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

Geo3
Geología, Geotecnia e Ingeniería

LÍMITES DE ATTERBERG

Normas INV. E - 125, 126 - ASTM D421-58 y D422-83 - AASHTO T88

PROYECTO: Pavimentación	**DIRECCIÓN:** Cra 0A Calle 12 y 12A	**TRAMO:** 4
CLIENTE: Alcaldía Municipal	**BARRIO:** Villas De 2000	**APIQUE:** 1
FECHA: 29/07/2024	**MUNICIPIO:** San Vicente de Chucurí Stder.	**PROF:** 0.00-1.50m

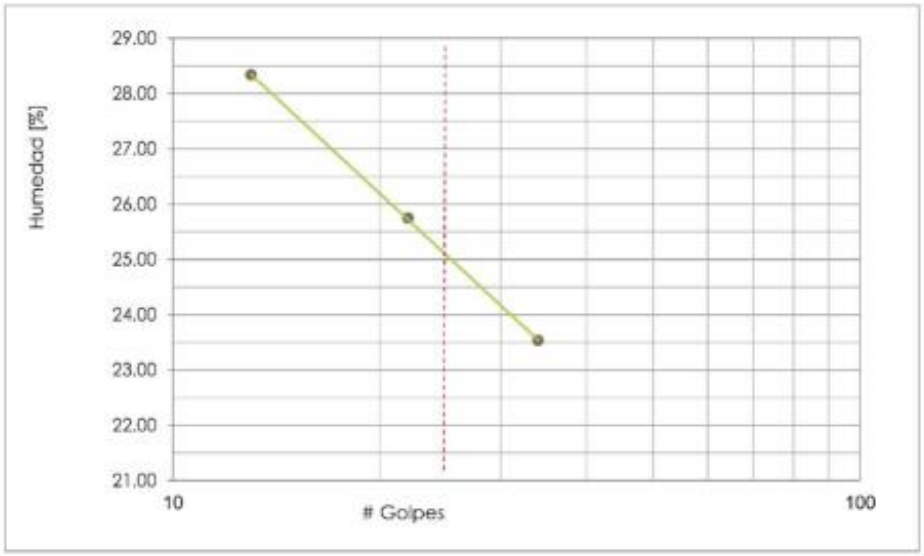
LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	TARA + SH	TARA + SS	W. TARA	W AGUA	W. SS	[%] HUMEDAD	No. GOLPES
122	23.8	20.4	8.4	3.4	12	28.33	13
125	21.1	18.5	8.4	2.6	10.1	25.74	22
153	23.1	20.3	8.4	2.8	11.9	23.53	34

LÍMITE PLÁSTICO

Tara No.	TARA + SH	TARA + SS	W. TARA	W AGUA	W. SS	[%] HUMEDAD	LP
12	21.1	19.8	8.4	1.3	11.4	11.40	
6	21.3	20	8.4	1.3	11.6	11.21	11.31

LL= 25.08 **LP=** 11.31 **IP=** 13.77



Geo3
Geología, Geotecnia e Ingeniería
Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
Info@geo3sas.com

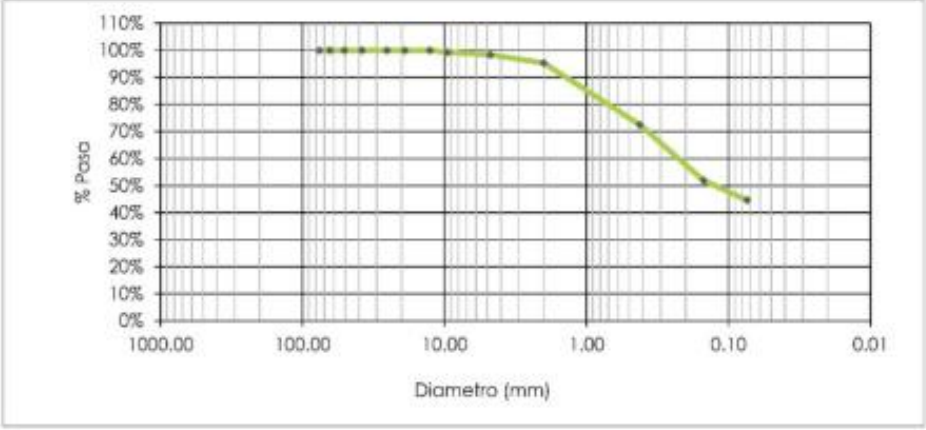
Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

ALCALDÍA San Vicente de Chucurí

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Normas INV E. 122, 123, 125, 126 / 2013 - NTC 77

PROYECTO: Pavimentación **DIRECCIÓN:** Calle 12 Cra 0A Y 0C **TRAMO:** S
CLIENTE: Alcaldía Municipal **BARRIO:** Villas De 2000 **APIQUE:** 1
FECHA: 29/07/2024 **MUNICIPIO:** San Vicente de Chucurí Stder. **PROF:** 0.00-1.50m



No.	[mm]	WRetenido	% Retenido	% Pasa
3"	76.10	0.00	0.00%	100.00%
2 ½"	64.00	0.00	0.00%	100.00%
2"	50.80	0.00	0.00%	100.00%
1 ½"	38.10	0.00	0.00%	100.00%
1"	25.40	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	19.00	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	12.70	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	9.51	2.10	0.71%	99.29%
4	4.76	2.80	0.95%	98.34%
10	2.00	8.90	3.01%	95.34%
40	0.42	67.60	22.84%	72.50%
100	0.15	60.80	20.54%	51.96%
200	0.07	21.70	7.33%	44.63%
Pasa 200	0	132.10	44.63%	0.00%
Total		296.00		

W. SH+Tara	374.2
W. SS+Tara	337.7
W. Tara	41.7
W. Agua	36.5
% Humedad	12.33

W. Seco	296
W. Lavado	163.9

Finos	44.63%
Arena	53.72%
Grava	1.66%

LL	22.1
LP	12.65
IP	9.45

D10 (mm)	D30 (mm)	D50 (mm)	D60 (mm)	Cc	Cu	USCS	AASHTO	IG
0.017	0.050	0.130	0.256	0.58	15.42	SC	A - 6	1

NOMBRE	ARENA ARCILLOSA

Calle 28a N 31-152 La Campiña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

Geo3 Geología, Geotécnia e Ingeniería

LÍMITES DE ATTERBERG

Normas INV. E - 125, 126 - ASTM D421-58 y D422-83 - AASHTO T88

PROYECTO: Pavimentación	**DIRECCIÓN:** Calle 12 Cra 0A Y 0C	**TRAMO:** 5
CLIENTE: Alcaldía Municipal	**BARRIO:** Villas De 2000	**APIQUE:** 1
FECHA: 29/07/2024	**MUNICIPIO:** San Vicente de Chucurí Stder.	**PROF:** 0.00-1.50m

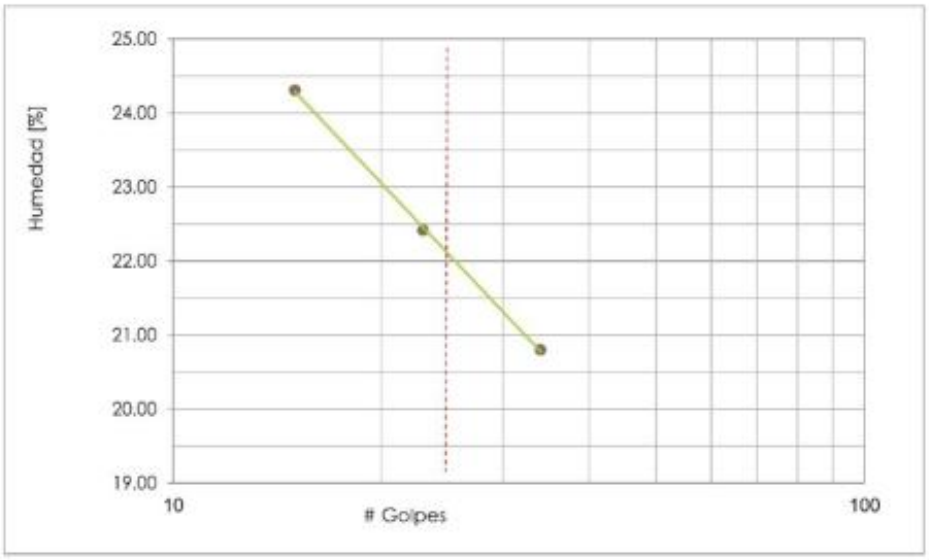
LÍMITE LÍQUIDO

Tara No.	TARA + SH	TARA + SS	W. TARA	W AGUA	W. SS	[%] HUMEDAD	No. GOLPES
24	26.3	22.8	8.4	3.5	14.4	24.31	15
23	22.6	20	8.4	2.6	11.6	22.41	23
89	23.5	20.9	8.4	2.6	12.5	20.80	34

LÍMITE PLÁSTICO

Tara No.	TARA + SH	TARA + SS	W. TARA	W AGUA	W. SS	[%] HUMEDAD	LP
99	23.5	21.8	8.4	1.7	13.4	12.69	
64	21.8	20.3	8.4	1.5	11.9	12.61	12.65

LL= 22.10 **LP=** 12.65 **IP=** 9.45



Geo3 Geología, Geotécnia e Ingeniería
Calle 28a N 31-152 La Camplña
Girón – Santander
NIT: 901.093.268-3
info@geo3sas.com

Aprobado por: Geólogo Gerardo Rios

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo **LIBARDO ANDRES MARTINEZ BELTRAN**, identificado con cedula de ciudadanía No. 1.098.716.082 de San Vicente de Chucurí - Santander, Ingeniero Civil con Matricula Profesional No. 68202-348815 STD del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería COPNIA, CERTIFICO: Que realicé el **ESTUDIO DE SUELOS**, teniendo en cuenta la NORMATIVIDAD VIGENTE NACIONAL concernientes para el proyecto "MEJORAMIENTO DE VÍAS URBANAS MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTO RÍGIDO Y LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO EN EL BARRIO VILLAS DEL 2000 DEL MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURÍ, SANTANDER" el cual da cumplimiento de la normativa y reglamentos vigentes, y estos no pueden ser modificados sin mi autorización una vez sea viabilizado el proyecto.

La presente se expide en San Vicente de Chucurí, el día 25 de enero de 2026.

Atentamente,



LIBARDO ANDRES MARTINEZ BELTRAN
INGENIERO CIVIL – ESP. GEOTECNIA AMBIENTAL
M.P. No. 68202-348815 STD



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
68202-348815 STD
Fecha de Expedición: **06/01/2017**

Nombre:
LIBARDO ANDRES
MARTINEZ BELTRAN
Identificación:
C.C. 1098716082
Profesión:
INGENIERO CIVIL
Institución:
UNIVERSIDAD DE SANTANDER - UDES

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4485676

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que LIBARDO ANDRES MARTINEZ BELTRAN, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1098716082, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-348815 desde el 06 de Enero de 2017, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 27.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veinticuatro (24) días del mes de Mayo del año dos mil veintiseis (2026).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA – COPNIA
Calle 78 Nº 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.
e-mail: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co