INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.
NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORIA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

ESTUDIO GEOTÉCNICO O DE SUELOS



INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S.
(IGS)
Consultoría Área de Geotécnia
Laboratorio De: Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos
Ing. CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
Sogamoso - Boyacá

SOGAMOSO, 20 DE DICIEMBRE 2 023
32/23 I

TABLA DE CONTENIDO

Pág.
INTRODUCCIÓN....3
1. GENERALIDADES....4
1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO....4
1.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO....4
1.2.1 Características Geométricas Del tramo De Vía A Rehabilitar....4
1.2.2 Patología y Aspectos Geotécnicos Del tramo De Vía....4
1.3 GEOLOGÍA....7
1.3.1 Estratigrafía Regional....7
1.3.2 Estratigrafía Local....7
1.3.3 Estructuras y Tectónica....7
1.3.4 Características Geomorfológicas....8
2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO....9
2.1 APIQUES, MUESTREO Y ENSAYOS DE CAMPO....9
2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO....9
3. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO EXPLORADO....10
3.1 NIVEL FREÁTICO, AGUAS SUPERFICIALES Y DRENAJE....10
3.2 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO EXPLORADO....10
3.3 PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL PERFIL DE SUELO EXPLORADO....14
3.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO....16
3.5 DRENAJES....16
3.6 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA....16
4. CONCLUSIONES....17
5. RECOMENDACIONES....19
5.1 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS Y CBR DE DISEÑO....19
5.2 EXPANSIVIDAD....19
5.3 DESCAPOTES, EXCAVACIONES Y RELLENOS....19
5.4 COMPACTACIÓN....19
5.5 DRENAJES....19
5.6 RECOMENDACIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO....20
6. LIMITACIONES....22
LISTA DE FIGURAS....23
REFERENCIAS....24
ANEXO DE FIGURAS O RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO DE LOS APIQUES REALIZADOS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO....25

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRERA - RESERVORIO, EN EL TRAMO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2.140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA TRAMENTAL - CHORRERA, SECTOR EL CRUCERO
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)

INTRODUCCIÓN

La alcaldía de Sogamoso, requiere rehabilitar la vía que comunica el sector del Azufre con la vía que conduce a Casanare, en una longitud de 2 140 m, para lo cual, se realizó este estudio geotécnico o de suelos.

Este estudio y memorias de cálculo, fueron realizados por la Ing. Mónica Ximena Pérez Patiño, geotécnista, y aprobado por el Ing. Cipriano Beltrán Lemus, director de consultoría de la empresa INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S., a solicitud del municipio de Sogamoso, administradores del proyecto.

El informe contiene los resultados del estudio Geotécnico o de Suelos, para el diseño de la estructura de pavimento del proyecto REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2 140 m)), localizado en el sector sur-oriental, vereda Primera Chorrera, Sector El Azufre, del municipio de Sogamoso, propiedad del municipio de Sogamoso.

El trabajo incluye un reconocimiento Geológico y Geotécnico del tramo del proyecto y sus zonas perimetrales, la exploración del subsuelo mediante 3 apiques con barreno manual a una profundidad de 1,5 m, efectuando ensayos de campo y un muestreo sistemático de acuerdo con las especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS); de los apiques se obtuvo material representativo de suelo natural o subrasante y afirmado existente, para realizar los ensayos de laboratorio requeridos en la determinación de las características de: CBR, compresibilidad del subsuelo y los parámetros geomecánicos del material de subrasante o suelo natural y afirmado existente, propiedades necesarias en los análisis de estabilidad y diseño de la estructura de pavimento.

El informe presenta detalladamente los resultados del estudio, memorias de investigación del subsuelo (ensayos de campo y laboratorio), los CBR del suelo natural o subrasante, las conclusiones y recomendaciones que se deben tener en cuenta para el diseño y construcción de la estructura de pavimento más conveniente, desde el punto de vista técnico y económico.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (KM0+000 AL KM2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

1. GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El tramo de vía está localizado en el sector sur-oriental, vereda Primera Chorrera, Sector El Azufre, del municipio de Sogamoso.

Las Figuras 1 y 2, muestran esquemáticamente el eje del tramo de vía a rehabilitar, incluyen las características de los límites, localización de los apiques realizados para la investigación del subsuelo y la pendiente topográfica del tramo de vía a rehabilitar.

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

1.2.1 Características Geométricas Del tramo De Vía A Rehabilitar

El tramo de vía a rehabilitar consta de una calzada de doble carril en dos sentidos, el cual tiene una longitud total de 2 140 m, ancho de calzada 5 m, según datos tomados del levantamiento topográfico suministrado por la Alcaldía de Sogamoso, la rehabilitación se realizará con pavimento flexible, elongado en sentido este - oeste aproximadamente, con pendiente longitudinal al tramo de vía media con promedio 9% hacia el costado nor-oriental del tramo de vía, y con pendiente alta con promedio de 100% transversal al tramo de vía.

1.2.2 Patología y Aspectos Geotécnicos Del tramo De Vía

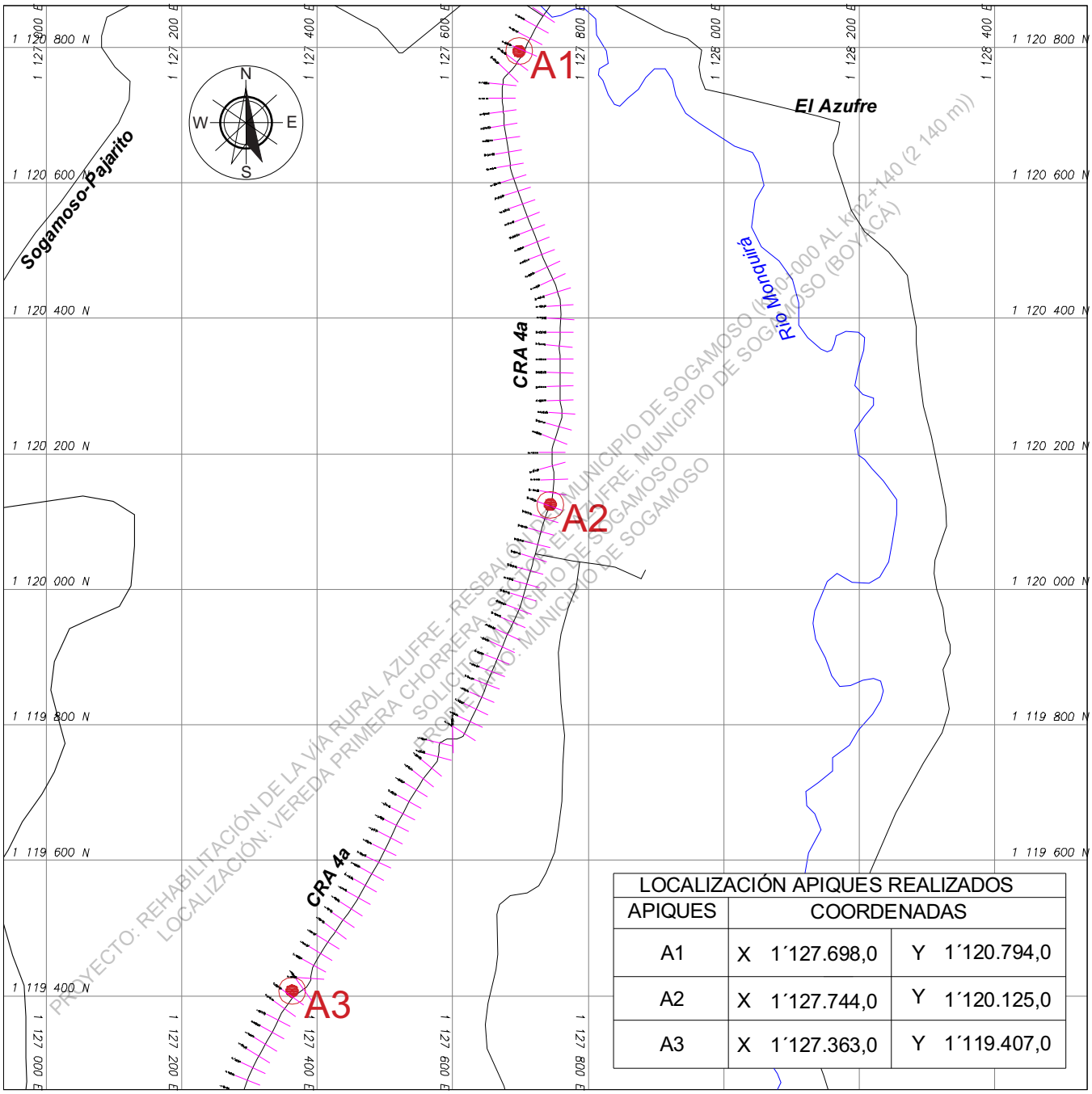
El tramo de vía del proyecto, no tiene adecuadas estructuras u obras de arte e hidráulicas como, sardineles, sumideros, cunetas, y alcantarillas, la topografía longitudinal en sentido del tramo de vía es inclinada con pendiente promedio de 9% hacia el costado nor-oriental del tramo de vía, y con pendiente alta con promedio de 100% transversal al tramo de vía, dentro de una zona rural, limitado principalmente por lotes baldíos, edificaciones y montañas en todo su trayecto, bien drenado superficialmente y escorrentía superficial media hacia el tramo de vía a rehabilitarse; por lo tanto, pueden existir problemas de acumulación e infiltración de aguas superficiales en las zonas donde se suaviza la morfología del terreno.

El tramo de vía a rehabilitarse no presenta problemas geotécnicos externos que amenacen su estabilidad y la del proyecto, siempre y cuando se mantengan las condiciones topográficas y geomorfológicas actuales del terreno.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA DEL SECTOR SUR ORIENTAL ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO km0+000 AL km2+140 (2140 m))
LOCALIZACIÓN Y VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
PARA USO EXCLUSIVO DE LA ALCALDÍA DE SOGAMOSO

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.
NIT. 800 112 602 -7
CONSULTORIA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

FIGURA 1. Localización del tramo del proyecto y ubicación de los apiques realizados, A1 al A3.



LOCALIZACIÓN APIQUES REALIZADOS		
APIQUES	COORDENADAS	
A1	X 1´127.698,0	Y 1´120.794,0
A2	X 1´127.744,0	Y 1´120.125,0
A3	X 1´127.363,0	Y 1´119.407,0

PROYECTO:	REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE-RESBALÓN DEL MUNICIPIO
	DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:	MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITÓ:	ALCALDÍA DE SOGAMOSO.
PROPIETARIO:	MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

CONVENCIONES

- ⊙ Apiques (A2)
- Tramo del proyecto
- m → Pendiente topográfica

Figura 2. Características del tramo de vía a rehabilitarse y ubicación de los apiques A1 y A3.





1.3 GEOLOGÍA

El origen y evolución de las rocas, masas de suelo y las geoformas existentes en el municipio de Sogamoso y sus alrededores, incluidos los terrenos del tramo de vía a rehabilitarse, son el resultado de una serie de eventos geológicos complejos que se pueden considerar a grandes rasgos mediante los siguientes tres aspectos:

1.3.1 Estratigrafía Regional

En el tramo de vía, afloran Formaciones Geológicas conformadas por rocas sedimentarias, las cuales se pueden ver en la Figura 3, y se describen a continuación, así:

- Formación Tibasosa (Kit 2): Esta Formación en la base está conformada por cuarzoarenitas y conglomerados; en la parte inferior calizas, limolitas y lodolitas; en la parte superior calizas y lodolitas.

- Formación Plaeners (Ksgp): Limolitas silíceas con intercalaciones de areniscas, en la parte inferior areniscas de grano fino a medio, cuarzosas.

- Formación Los Pinos (Ksgpi): Limolitas silíceas con intercalaciones de areniscas, en la parte superior areniscas de grano fino a medio, cuarzosas.

- Formación Arenisca Tierna (Ksgt): Areniscas de grano fino a medio, cuarzosa con cambio de facies a niveles calcáreos.

- Formación Guaduas (KPgg): Arcillolitas, arcillas abigarradas con intercalaciones de areniscas en la parte inferior y medio frecuentes mantos de carbón.

- Formación Areniscas de Socha (Pgars): Areniscas de grano fino a grueso localmente conglomeráticas con pequeñas intercalaciones de limolitas.

- Formación Socha Superior (Pgas): tiene de 20 m a 30 m de espesor, compuesta por arcillolitas caoliníticas grises y blancas intercaladas con areniscas color pardo y limolitas amarillentas.

- Formación Picacho (Pgp): arenisca conglomerática blanca con ocasionales intercalaciones de conglomerado de cuarzo y shert de grano grueso.

- Formación Concentración (Pgc): Compuesta por arenisca conglomerática con cemento de óxidos de hierro con intercalaciones de arcillas gris, verduzcas a rojizas.

1.3.2 Estratigrafía Local

La estratigrafía local corresponde a un Cuaternario de tipo Residual (Qr), constituido por capas gravo-arcillosas y areno-limo-arcillosas.

1.3.3 Estructuras y Tectónica

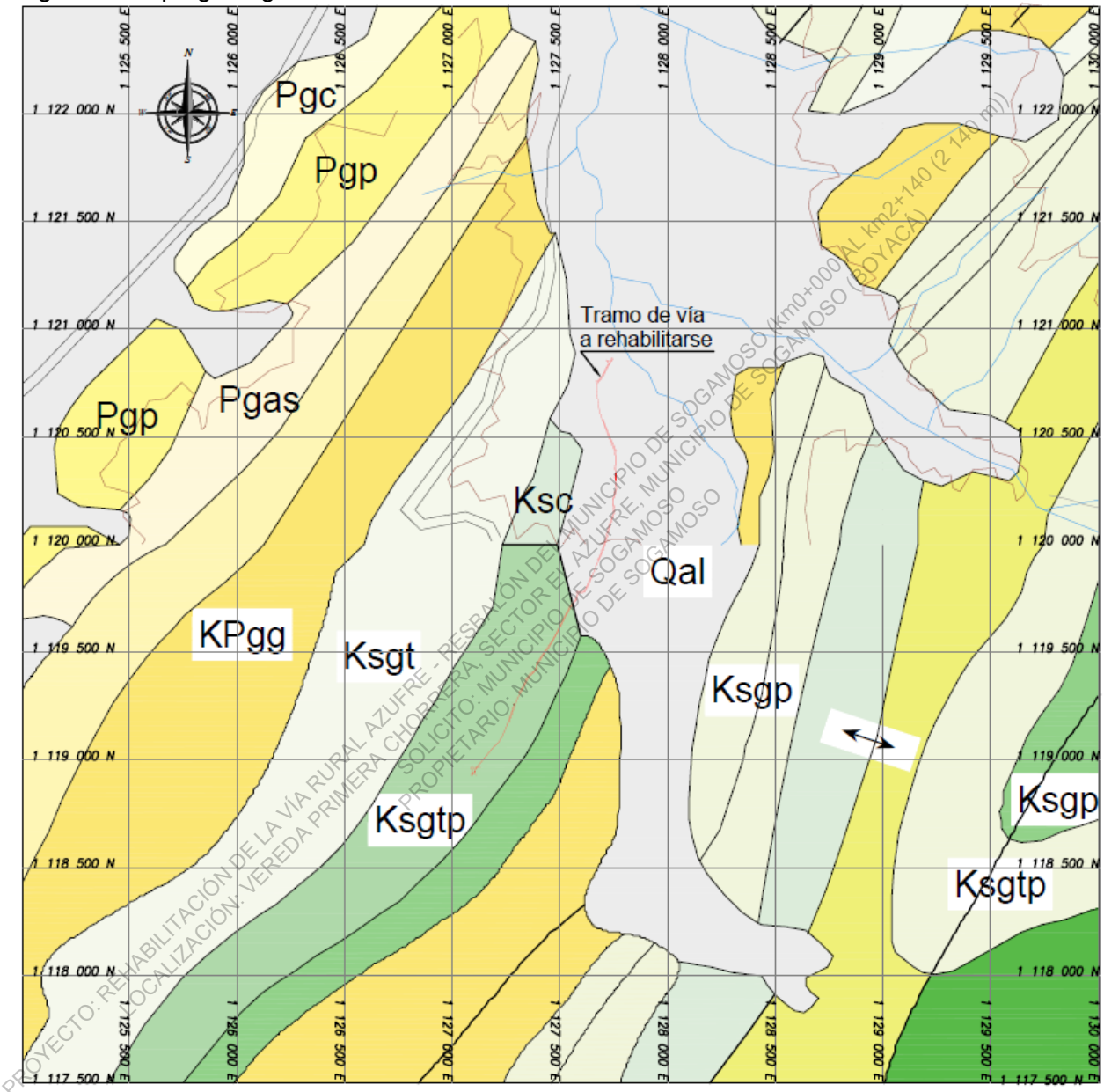
El fallamiento y fracturamiento de las rocas, presentan mayor intensidad en el sector oriental del valle de Sogamoso, se destaca la influencia de las fallas de Tópaga, Monguí, Gámeza y Monquirá, cuyos lineamientos siguen la dirección NE - SW, de tipo inverso.

La falla de Gámeza presenta la mayor influencia sobre el perímetro central de Sogamoso, su lineamiento se encuentra desde la Vereda de Morcá, bordeando la carretera Sogamoso - Morcá y continúa en el sector oriental del Monte Chacón, formando una depresión topográfica en todo su lineamiento; desde esta fractura se originan a la vez una serie de dislocaciones paralelas y ortogonales que causan contrastes de pendientes marcados sobre los taludes y vertientes naturales, ocasionando también un alto grado de fracturamiento en los estratos rocosos. En el límite occidental del valle se encuentra el lineamiento de la falla geológica de mayor influencia regional, se trata de la Falla de Sóapaga de tipo inverso con un

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE VÍA RURAL ALTERNE - RECREACIÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 A km2+140 (2.14 km))
UBICACIÓN: VEREDA CHORRERA, SECTOR EL ALEGRE - MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITA: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

desplazamiento vertical que supera los 500 m, su lineamiento es visible desde la localidad de Pesca y se proyecta incluso desde Cundinamarca; sigue sobre la parte media del valle de Sogamoso donde aparece fosilizada en el valle Cuaternario y vuelve a aflorar en el costado occidental del banco de calizas en Nobsa y Belencito; lo cual se traduce para la región en una zona de amenaza sísmica alta.

Figura 3. Mapa geológico del tramo de vía a rehabilitarse.



Fuente: Plancha 172, Servicio Geológico Colombiano.

1.3.4 Características Geomorfológicas

El tramo de vía a rehabilitarse, se localiza sobre terrenos inclinados con paisaje montañoso, que contrasta con el valle de los alrededores, con alturas aproximadas entre los 2 500 m.s.n.m. y los 2 702 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 17° Celsius, el drenaje local corresponde a la vertiente del río Monquirá, a través de una serie de canales naturales y principalmente de desecación; es característica primordial de estos suelos la permeabilidad baja, bien drenados superficialmente, debido a que la zona del tramo de vía presenta pendientes topográficas inclinadas, y escorrentía superficial media; por lo tanto, pueden existir problemas de acumulación de aguas superficiales en las zonas donde se suaviza la pendiente del tramo de la vía a rehabilitarse, lo que se constituye en un factor desfavorable geotécnicamente, debido a la saturación de los suelos.

2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

2.1 APIQUES, MUESTREO Y ENSAYOS DE CAMPO

Para conocer el perfil litológico, las propiedades geomecánicas de las capas, la posición y características del nivel freático; se realizaron 3 apiques con barreno manual, en condiciones de tiempo lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de exploración de 1,5 m. La disposición de los apiques se planea de la forma que se indica en la Figura 1 con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo del tramo de vía a rehabilitarse. En cada apique se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa); además se realizaron ensayos de CBR inalterados. Simultáneamente con la exploración y el muestreo, se realizaron los siguientes ensayos de campo, así:

- Resistencia al corte comparativo, mediante penetrómetro de bolsillo, tipo RPI y RPR.

2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Todas las muestras se identificaron visualmente en campo y en laboratorio, y sobre un número representativo de las diferentes capas se realizó el siguiente programa de ensayos:

- Humedad natural.
- Peso unitario total y seco.
- Límites de Atterberg.
- Granulometría y gradación por tamizado mecánico.
- Capacidad de soporte CBR Inalterado.

En la sección de Anexo de Figuras o Resultados de Ensayos de Campo y Laboratorio y Registro Fotográfico, se muestran los registros de campo y los resultados de ensayos de laboratorio de los apiques realizados con sus respectivas muestras y registro fotográfico de las muestras extraídas en campo y laboratorio, de la siguiente manera:

Figuras 8 a 20. Perfiles de resistencias de campo, con los resultados de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada apique realizado y registro fotográfico de las muestras extraídas en campo y laboratorio.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA PUENTE AZUFRE - PEÑALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+000 (2.440 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PIMPINAL, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITA: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
RESPONSABLE: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

3. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO EXPLORADO

3.1 NIVEL FREÁTICO, AGUAS SUPERFICIALES Y DRENAJE

El nivel freático no se encontró en los 3 apiques realizados hasta la profundidad promedio explorada de 1,5 m respecto de la topografía actual del terreno, este comportamiento obedece a la composición arcillosa del perfil de suelo explorado; además, las zonas circundantes al tramo de vía a rehabiltarse y este mismo son bien drenadas superficialmente; sin embargo, pueden existir problemas de acumulación de aguas superficiales en las zonas donde se suaviza la morfología del terreno.

Debido a las condiciones: geológicas, litológicas, pendiente topográfica, nivel freático, permeabilidad del perfil de suelo explorado y subrasante o suelo natural, el tramo de vía a rehabilitarse no presenta inconvenientes relacionados con la hidráulica de los suelos; por lo tanto, el corredor del tramo de vía presenta un drenaje superficial favorable; sin embargo, pueden existir inconvenientes con las aguas lluvias y de escorrentía superficial, debido a la falta de sistemas de drenaje en todo el tramo de vía a rehabilitarse, lo cual ocasionaría infiltraciones de agua superficial en la estructura del pavimento flexible.

Dadas las características descritas durante la etapa de rehabilitación del pavimento, no se presentarán dificultades relevantes relacionadas con aguas freáticas, pero si con aguas superficiales; por lo tanto, para captar muy bien las aguas lluvias y de escorrentía superficial y para evitar infiltración de estas aguas o de cualquier otro tipo, en la subrasante y estructura de la vía, problemas durante la pavimentación y vida útil del proyecto, se debe diseñar y construir el sistema de drenaje superficial correspondiente, tales como: cuneta-sardinel impermeabilizadas y bermas de la vía, alcantarillas, sumideros, disipadores de energía. Además, se debe diseñar y construir un sistema de drenaje de aguas de escorrentía superficial a nivel de la topografía actual, para canalizar y evacuar el flujo eventual que pueda surgir por diferentes circunstancias tanto naturales (aguas lluvias) como provocadas, que capten y conduzcan estas aguas a un lugar seguro.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (SECTOR VEREDA PAMPA - HOYA GRANDE - VEREDA PAMPA) KM 2+100 AL KM2+1100 (2.1KM) UBICACIÓN: VEREDA PAMPA - SOLICITUD: UNIDAD DE GESTIÓN DEL RIESGO DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)

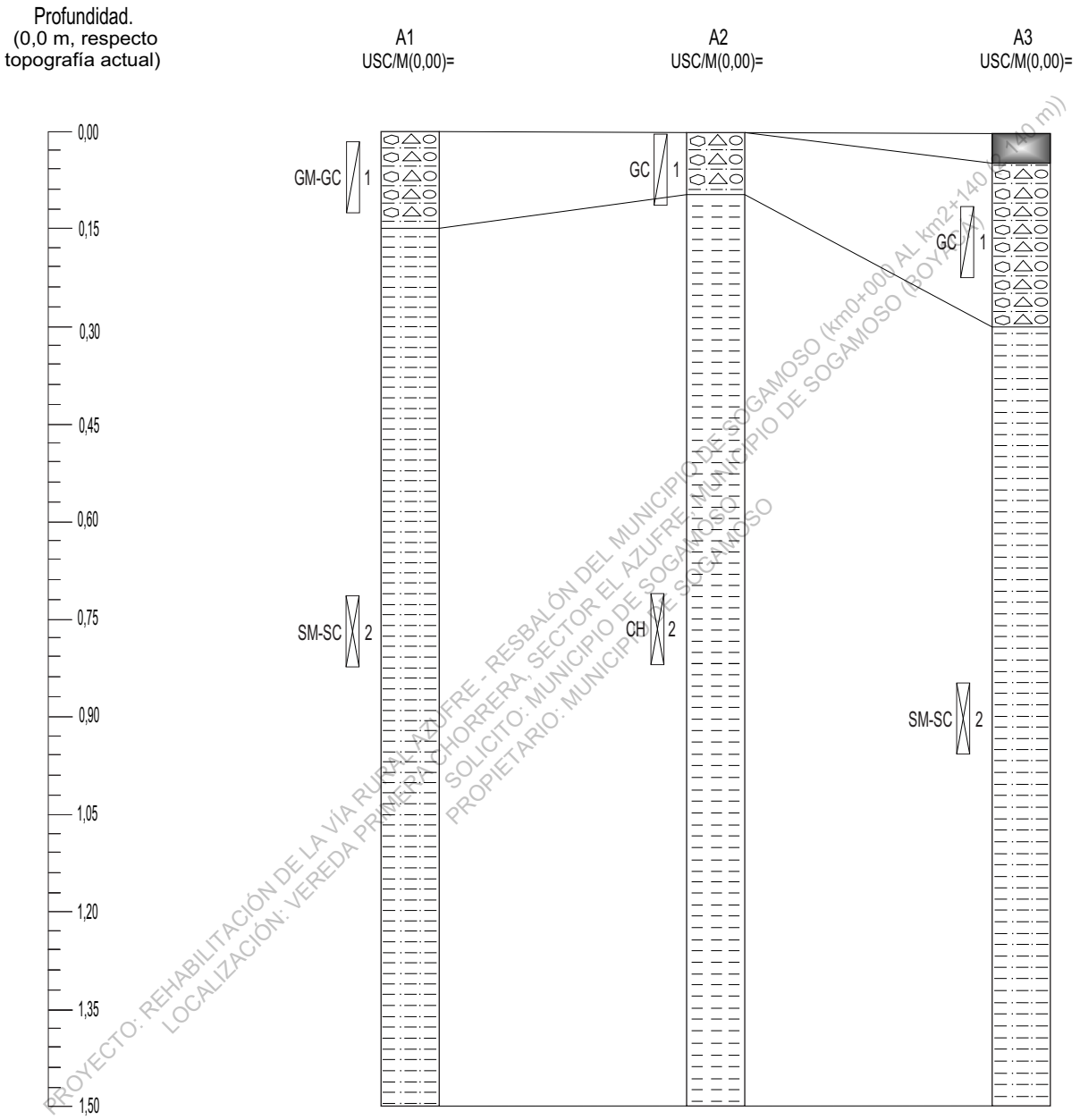
3.2 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO EXPLORADO

De acuerdo con el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.) el perfil explorado del tramo de vía pertenece a los grupos GC y SM-SC, y su historia geológica permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario Residual (Qr), estratificado, ligeramente sobreconsolidado, para la Capa B, de suelo natural o subrasante del tramo de vía a rehabilitarse. El subsuelo explorado en el tramo de la vía a rehabilitarse muestra características litológicas homogéneas para el perfil tridimensional, las capas encontradas presentan continuidad, sólo con variaciones en los espesores y están compuestas por suelos gravo-arcillosos (afirmado existente) y areno-limo-arcillosos (suelo natural o subrasante).

La Figura 4, presenta el perfil litológico de cada apique realizado, la correlación litológica entre los 3 apiques efectuados, la posición y comportamiento del nivel freático, la disposición del muestreo y las convenciones utilizadas. La Figura 5, presenta las normas, cantidad y resumen de los resultados de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada apique realizado. Tomando las capas definidas en las Figuras 4 y 5 y con base en los registros litológicos y resultados de ensayos de campo y laboratorio, se extractó el perfil litológico promedio del tramo de vía a rehabilitarse, el cual se describe a continuación, (Ver Figura 6):

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.
NIT. 800 112 602 -7
CONSULTORIA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

FIGURA 4. Correlación litológica planar de los apiques realizados, A1, A2 y A3.



CONVENCIONES GENERALES		CONVENCIONES ESPECIFICAS
CL	Clasificación de la U.S.C.	Carpeta de Asfalto existente.
M	Muestras del sondeo.	
(0,00)	Cota topográfica.	Grava arcillosa, color café con amarillo y compacidad media.
N.F.	Nivel freático.	
⊘	Muestra en bolsa (alterada).	Arena limo-arcillosa, color café con gris y compacidad media.
▮	Muestra Split - Spoon (semialterada).	
⊠	Muestra CBR inalterado.	

FIGURA 5. Norma, cantidad y resumen de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada apique realizado, A1 al A3.

NORMAS Y CANTIDAD DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO REALIZADOS			
TIPO DE ENSAYO REALIZADO	NORMA DEL ENSAYO REALIZADO	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL DE ENSAYOS REALIZADOS
Perforación en suelo	ASTM D-1586 - INVE 111-13	m	4,5
Humedad natural	ASTM D2216-71 - INVE 122-13	Un	6
Límites de Atterberg	ASTM 423-66 y D424-59 - INVE 125-13	Un	6
Granulometría por tamizado	ASTM D421-58 y D422-63 - INVE 123-13	Un	6
Peso unitario total y seco	ASTM D2937-71 - INVE 146-13	Un	3
CBR Inalterado	ASTM D-1883 - INVE 148	Un	3

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO POR MUESTRA DE CADA PERFORACIÓN REALIZADA

Apique No.	Coordenadas		Abscisa	Muestra No.	Espesor muestra (m)		Espesor total de la capa (m)		Capas definidas	Profundidad total del apique (m)	Pasa 200 (0,074 mm)	Clasificación S.U.C.S.	Wn (%)	Weq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m³)	γd (t/m³)	CBR SI (%)	CBR CI (%)	Expansión (%)
	N:	E:			De	Hasta	De	Hasta														
A1	1'120.794,0	1'127.698,0	km 0+080	M1	0,0	0,15	0,0	0,15	A	1,5	20,4	GM-GC	8,7	14,5	23,3	16,4	6,9	-	-	-	-	-
				M2	0,15	1,5	0,15	1,5	B		48,7	SM-SC	8,3	14,5	23,1	16,8	6,3	1,98	1,83	18,0	11,0	0,17
A2	1'120.125,0	1'127.744,0	km 0+780	M1	0,0	0,1	0,0	0,1	A	1,5	18,7	GC	8,1	16,4	27,1	17,0	10,2	-	-	-	-	-
				M2	0,1	1,5	0,1	1,5	B		83,4	CH	19,0	31,5	59,4	25,2	34,2	1,98	1,66	30,5	12,3	0,11
A3	1'119.407,0	1'127.363,0	km 1+620	M1	0,05	0,3	0,05	0,3	A	1,5	18,7	GC	9,2	17,0	28,6	18,6	10,0	-	-	-	-	-
				M2	0,3	1,5	0,3	1,5	B		33,9	SM-SC	9,8	13,2	20,5	14,0	6,5	2,12	1,93	13,1	11,8	0,01

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - FRESNO ORIENTE DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2.140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA SECTOR EL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
SOLICITUD REALIZADA POR EL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

FIGURA 6. Columa litológica del perfil promedio explorado.

Profundidad (0,0 m, respecto a la cota 0,0)	sondeo	Nivel freatico	Clasificación U.S.C.	Capas	Litologia	Descripción Capas
0,00 – 0,15			GC	A		GRAVA LIMOSA MAL GRADADA, TAMAÑO GRANULOS, GUIJOS, GUIJARROS Y ARENAS GRUESAS Y MEDIAS, COLOR CAFÉ
0,15 – 1,50			SM-SC	B		ARENA LIMO-ARCILLOSA MAL GRADADA, DE GRANO MUY FINO, MEDIO, GRUESO Y MUY GRUESO, COLOR CAFÉ

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

- Capa A: De 0,0 m a 0,2 m (afirmado existente) de profundidad promedio, se encontró una capa de grava arcillosa (GC) con 18% de finos y 29% de arenas, color café con amarillo, tamaño gránulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, composición cuarzosa, compacidad media, contenido de humedad bajo y la fracción fina presenta plasticidad media; es una capa continua, pero de espesor variable.

- Capa B: Finalmente de 0,2 m a 1,5 m (subrasante o suelo natural) de profundidad promedio se encontró una capa de arena limo-arcillosa (SM-SC) con 34% de finos y 22% de gravas, de grano muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso, con gravas, color café con gris, forma subangular, composición cuarzosa, compacidad media, contenido de humedad medio, y la fracción fina presenta plasticidad baja; es una capa continua, pero de espesor variable.

3.3 PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL PERFIL DE SUELO EXPLORADO

La Figura 5, muestra un resumen de los resultados de ensayos de campo y laboratorio para el perfil promedio establecido y el comportamiento de las propiedades como límites de consistencia, humedad natural, peso unitario, CBR y porcentaje de expansión del suelo natural o subrasante.

La Figura 7, presenta las propiedades geomecánicas e índices por capas del perfil de subsuelo encontrado, las cuales para la Capa B de subrasante o suelo natural se resumen así: valores bajos de humedad natural (HN) y por debajo de la humedad de equilibrio (Heq), límites de Atterberg (LL, LP e IP) bajos, peso unitario o gamma (γt) medios en t/m^3, presión de expansión probable en campo (P_{ex}) media en t/m^2, relación de vacíos (e) baja, compresibilidad baja manifestada en el índice de rigidez reducido (Irr) y coeficiente de compresibilidad (Cc), CBR inalterado sin inmersión bueno, CBR inalterado con inmersión regular, y esfuerzos verticales efectivos de sobrecarga actual ($\sigma'v$) bajos en t/m^2.

La información anterior está sustentada con base en: principalmente ensayos de campo y laboratorio, complementada con estudios similares, e información secundaria, producto de correlaciones de fórmulas y tablas de diferente literatura técnica.

En general las propiedades índices y geomecánicas encontradas en cada una de las capas del perfil de suelo explorado reflejan características favorables con relación a los requerimientos de la fundación del tramo de vía a rehabilitarse, relacionadas con la capacidad de soporte y condiciones del nivel freático.

Las propiedades geotécnicas, CBR e índices promedio de afirmado existente (Capa A, de 0, m a 0,2 m) y del suelo natural o subrasante (Capa B, de 0,2 m a 1,5 m) del tramo de vía a rehabilitarse, se observan en las Tablas 1 y 2:

Tabla 1. Índices promedio del afirmado existente y suelo natural o subrasante.

CAPA	Clasificación USC	HN (%)	Heq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m^3)	P_{ex} (t/m^2)	e	Cc	$\sigma`v$ (t/m^2)
A	GC	9	16	26	17	9	2,03	4,7	0,4	0,14	0,2
B	SM-SC	12	20	34	19	15	1,98	4,9	0,5	0,22	1,7

Tabla 2. Valores de CBR del suelo natural o subrasante.

CAPA	Valores promedio CBR	Módulo resiliente (Esr) (kg/cm^2)	Módulo de reacción (Ks) (kg/cm^3)	Densidad seca in-situ (t/m^3)	Humedad in-situ (%)	Nivel Freático
B	CBR sin inmersión = 20,5% (bueno)	932	7,4	1,77	12	No se encontró
	CBR con inmersión = 11,7% (regular)	762	5,7	-	-	

PROYECTO REHABILITACIÓN DE LA VÍA TERCIARIA AZUFRE - REGALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km7+140 DEL 140 DE 140)
LOCALIZACIÓN VEREDA PRADERA SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

FIGURA 7. Propiedades geotecnicas por capas del perfil promedio explorado.

Profundidad (0,0 m, respecto a la cota 0,0)	sondeo	Nivel freatico	Clasificación U.S.C.	Capas	Litologia	HN (%)	Heq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	HT (t/m^3)	Cu (t/m^2)	Pex (t/m^2)	Ø (°)	e	Gs	Cc	Cr	V'v (t/m^2)
0,00			GC	A		9	16	26	17	9	2,03	3	4,7	18	0,4	2,61	0,14	0,03	0,2
0,15			SM-SC	B		12	20	34	19	15	1,98	2	4,9	26	0,5	2,67	0,22	0,04	1,7
0,30																			
0,45																			
0,60																			
0,75																			
0,90																			
1,05																			
1,20																			
1,35																			
1,50																			

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

El suelo natural o subrasante tiene un CBR inalterado sin inmersión bueno promedio de 20,5%, y un valor de CBR inalterado con inmersión regular promedio de 11,7; por lo tanto, se recomienda diseñar la estructura del pavimento para la rehabilitación de la vía con 11,7% de CBR; sin embargo, dependiendo del tránsito de diseño, queda a criterio del ingeniero calculista del pavimento, con qué valor diseña.

3.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO

A 0,0 m de profundidad a partir de la topografía actual del terreno, donde se apoyará directamente la estructura del pavimento se encuentra una capa gravo-arcillosa, la fracción fina presenta plasticidad media, esto permite clasificar el suelo con un potencial de expansión bajo esperándose cambios volumétricos del orden del 12% de acuerdo con el ensayo de expansión libre (EL) medida en probeta, según la tabla H.9.1-1 (Clasificación de suelos expansivos) de la NSR-10; por lo tanto, no afectara la estabilidad de la estructura de pavimento a construirse.

La presión de expansión probable en campo (P_{ex}) para la Capa A de afirmado existente es de 4,7 t/m^2, valor medio, teniendo en cuenta que esta capa presenta una humedad natural por debajo de la humedad de equilibrio; y la presión de expansión probable en campo (P_{ex}) para la Capa B del suelo natural o subrasante es de 4,9 t/m^2, valor medio, teniendo en cuenta que esta capa presenta una humedad natural por debajo de la humedad de equilibrio, (Ver Figura 7).

Según el numeral H.9.1.4 (Humedad de Equilibrio) de la NSR-10, la humedad de equilibrio, es la cantidad de agua mínima que el suelo requiere para no reaccionar volumétricamente; si la humedad natural es inferior a la humedad de equilibrio, el suelo buscará satisfacerla, proceso en el cual tiene lugar la expansión.

3.5 DRENAJES

El tramo de vía a rehabilitarse no tiene un sistema de drenaje superficial adecuado, faltan estructuras u obras de arte e hidráulicas como, cunetas, sardineles, alcantarillas, sumideros, y disipadores de energía, para la recolección de aguas lluvias y de escorrentía superficial; por lo tanto, se debe diseñar y construir el sistema de drenaje más conveniente para el tramo de vía, teniendo en cuenta que: la topografía es inclinada, no se encontró nivel freático, el terreno presenta un drenaje superficial favorable, y la escorrentía superficial es media hacia el tramo de vía del proyecto.

3.6 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

Con base en las características topográficas, geológicas, geomorfológicas, clasificación y propiedades geomecánicas del perfil de suelo explorado, y drenaje, se determinó una (1) zona geotécnica para el tramo de vía a rehabilitarse, así:

- Zona 1, km0+000 al km2+140 (2 140 m).

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA PRADERA ALTA – TESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (KM 0+000 AL KM2+140 – 2 140 m)
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRADERA ALTA, SECTOR EL AZUCARO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPUESTA PRESENTADA: MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)

4. CONCLUSIONES

1. El tramo de vía a rehabilitarse tiene una longitud total de 2 140 m, donde se definió una (1) zona geotécnica, con capa superficial gravo-arcillosa, de 0,2 m de espesor promedio con 18% de finos y 29% de arenas, de pendiente topográfica longitudinal al tramo de vía inclinada de 9% hacia el costado nor-oriental del tramo de vía a rehabilitarse, y con pendiente alta con promedio de 100% transversal al tramo de vía a rehabilitarse, para tráfico pesado, medio y liviano.

2. El área para la rehabilitación de la vía presenta geomorfología montañosa, bien drenado superficialmente; sin embargo, pueden existir problemas de acumulación de aguas superficiales en las zonas donde se suaviza la morfología del terreno, y se podrán presentar infiltraciones de agua superficial en la estructura de pavimento a construirse; por lo cual, se deben diseñar y construir sistemas de drenaje, con el fin de darle una mayor estabilidad y vida útil al tramo de vía a rehabilitarse.

3. El tramo de vía a rehabilitarse está limitado por edificaciones, lotes baldíos, y montañas en todo su trayecto. En general desde el punto de vista de estabilidad de taludes y subrasante o suelo natural, el tramo del proyecto es estable, siempre y cuando se mantengan las condiciones topográficas y geomorfológicas actuales del terreno.

4. Las condiciones topográficas del terreno del proyecto, implican manejar excelentes condiciones de drenaje de aguas superficiales, para evitar infiltraciones de agua dentro de la estructura del pavimento de la vía a rehabilitarse.

5. Geológicamente en el tramo de vía a rehabilitarse, aflora un Depósito Cuaternario Residual (Qr), constituido por niveles arcillosos, limosos, arenosos, gravosos y combinaciones de estos, de espesores variables. La estratigrafía local corresponde a un Depósito Cuaternario Residual (Qr), constituido principalmente por capas gravo-arcillosas (afirmado existente) y areno-limo-arcillosas (suelo natural o subrasante).

6. El nivel freático no se encontró en los apiques realizados hasta la profundidad promedio explorada de 1,5 m respecto de la topografía actual del terreno, debido a la composición arcillosa del perfil de suelo explorado, lo cual hace que el suelo sea poco permeable y por lo tanto no permite la circulación del agua subterránea; sin embargo, el corredor del proyecto se debe mantener completamente drenado superficialmente para controlar las aguas de escorrentía superficial, y aguas lluvias.

7. Según su historia geológica y clasificación de suelos de la USC, el perfil litológico del suelo explorado es ligeramente sobreconsolidado y está constituido por las siguientes Capas: Capa A, (afirmado existente) grava arcillosa tipo GC con 18% de finos y 29% de arenas, la fracción fina presenta plasticidad media y compresibilidad baja; y Capa B, (suelo natural o subrasante) arena limo-arcillosa tipo SM-SC con 34% de finos y 22% de gravas, la fracción fina presenta plasticidad media y compresibilidad baja.

8. El perfil de suelo explorado en el tramo de vía a rehabilitarse a nivel de la subrasante o suelo natural no es potencialmente expansivo; sin embargo, pueden existir inconvenientes de expansividad del suelo con fenómenos de contracción - expansión cuando se produzcan cambios de humedad importantes.

PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA VÍA TERCIARIA NAZARETH - LA SAMARIA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (PR0+000 AL PR2+140 (2,140 KM))
UBICACIÓN: VEREDA LA SOLEDAD, CERRO EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ)
SOLICITA: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
ELABORA: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

9. El tramo de vía a rehabilitarse está compuesto por una capa de afirmado existente de 0,2 m de espesor promedio, y suelo natural o subrasante de 1,3 m de espesor promedio, con CBR inalterado sin inmersión bueno promedio de 20,5%, y un valor de CBR inalterado con inmersión regular promedio de 11,7%.

10. Teniendo en cuenta que la estructura de pavimento existente no cumple la norma INVIAS como afirmado tipo A-38, en cuanto a plasticidad y granulometría, y debido a que es una capa delgada, esta capa debe ser considerada como un mejoramiento de la subrasante, es decir que haga parte integral de la estructura de pavimento a diseñar; por lo tanto, para la rehabilitación de la vía, se recomienda diseñar y construir una estructura de pavimento nueva, la cual dependerá de la cota clave del alcantarillado y de la profundidad de la tubería de acueducto que pase por este tramo de vía a rehabilitarse.

11. Con base en las características topográficas, geológicas, geomorfológicas, clasificación y propiedades geomecánicas del perfil de suelo explorado y drenaje, se determinó una zona geotécnica para el tramo de vía a rehabilitarse, así: zona 1: km0+000 al km2+140 (2 140 m).

12. La Capa B de suelo natural o subrasante tiene una humedad natural (HN) por debajo de la humedad de equilibrio (Heq); por lo tanto, este suelo está propenso a la expansión.

13. Aunque la Capa B de suelo natural o subrasante presenta un potencial de expansión bajo, se debe buscar un estado constante de las condiciones de humedad del suelo construyendo un sistema de drenaje adecuado y totalmente impermeabilizado, debido a que los cambios de humedad ocasionarán inestabilidad volumétrica, con la consecuente generación de presiones, tanto en sentido vertical como horizontal, lo cual puede producir serias repercusiones sobre la estructura del pavimento de la vía a rehabilitarse.

14. Desde el punto de vista de las características litológicas del perfil del subsuelo explorado, las propiedades geomecánicas y el comportamiento hidráulico del perfil de suelo explorado en el tramo de vía a rehabilitarse, no existen inconvenientes geotécnicos que puedan incidir desfavorablemente en la pavimentación del proyecto.

15. Las propiedades índices, geomecánicas y CBR encontradas en el suelo natural o subrasante, reflejan características favorables con relación a los requerimientos de la rehabilitación del tramo de vía, en cuanto a la capacidad de soporte, las condiciones de nivel freático y drenaje, por consiguiente, se puede plantear un pavimento convencional; por lo tanto, el proyecto es viable técnica y económicamente.

16. Dadas las características internas y los límites externos al tramo de vía del proyecto, es conveniente construir el pavimento en época de verano, para no tener que enfrentar dificultades geotécnicas de estabilidad de la subrasante o suelo natural, excavaciones y durante el proceso constructivo de la estructura del pavimento; sin embargo, en época de invierno, se debe utilizar plástico para la protección de la subrasante y de los materiales de construcción.

17. La subrasante en el tramo de vía a rehabilitarse presenta un porcentaje de expansión bajo.

18. tramo de vía a rehabilitarse no cuenta con un sistema de drenaje superficial eficiente, adecuado y en buen estado, el cual es indispensable en todo proyecto vial; por lo tanto, se debe diseñar el sistema de drenaje superficial más conveniente.

19. Teniendo en cuenta que no se encontró nivel freático en los 3 apiques realizados, no se requiere de la construcción de filtros, únicamente se deben construir las obras hidráulicas o estructuras de drenaje superficiales, tales como: cunetas-sardineles, alcantarillas y sumideros, entre otros.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZOTEA - RESGUARDO INDÍGENA DE SOGAMOSO (KM0+000 AL KM2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA AZOTEA CHORRERA - SOLICITO MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

5. RECOMENDACIONES

5.1 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS Y CBR DE DISEÑO

Las propiedades geotécnicas, CBR e índices promedio del afirmado existente (Capa A, de 0,0 m a 0,2 m) y del suelo natural o subrasante (Capa B, de 0,2 m a 1,5 m) del tramo de vía a rehabilitarse, se observan en las Tablas 3 y 4.

El suelo natural o subrasante tiene un CBR inalterado sin inmersión bueno promedio de 20,5%, y un valor de CBR inalterado con inmersión regular promedio de 11,7%; por lo tanto, para la rehabilitación del tramo de vía, se recomienda diseñar la estructura del pavimento con 11,7% de CBR; sin embargo, dependiendo del tránsito de diseño, queda a criterio del ingeniero calculista del pavimento, con qué valor diseña.

5.2 EXPANSIVIDAD

El perfil de suelo natural o subrasante presenta un potencial de expansión bajo; sin embargo, se debe buscar un estado constante en las condiciones de humedad del suelo, construyendo un buen sistema de drenaje.

5.3 DESCAPOTES, EXCAVACIONES Y RELLENOS

El tramo de vía a rehabilitarse no requiere ningún tipo de descapote.

Si se requieren excavaciones para la rehabilitación de la estructura del pavimento, estas se deben realizar únicamente manual o mecánicamente, en período seco y con taludes verticales, gracias a la resistencia al corte media que tiene el perfil de suelo explorado.

Los rellenos (afirmados, subbase granular y base granular) se deben efectuar en capas con materiales adecuados, construidas técnicamente y bien compactas, la compactación se debe hacer en capas de espesor máximo de 0,15 m y compactados, mínimo al 95% del proctor modificado para afirmados, 95% para subbase granular, y 98% para base granular, hasta llegar a la cota donde se apoyará la capa de rodadura. Las especificaciones del material a utilizar en la estructura del pavimento articulado son las contempladas en los artículos 300-13, 311-13, 320-13 y 330-13 del INVIAS.

5.4 COMPACTACIÓN

Las capas de la estructura de pavimento a diseñar y construir, se deben compactar técnicamente como se enunció en el numeral anterior y de acuerdo con las normas del INVAS.

5.5 DRENAJES

Para encauzar las aguas de escorrentía superficial, se deberá construir cuneta-sardinel impermeabilizada superficiales paralelas y por ambos costados de la vía, y se debe garantizar una pendiente longitudinal de por lo menos el 0,2%.

Cada 100 m y donde haya descarga de aguas superficiales hacia la vía, se deberá construir un sumidero o alcantarilla, para garantizar el adecuado drenaje y la captación de las aguas subsuperficiales, las cuales se recolectarán mediante la construcción de una cuneta-sardinel impermeabilizada, abierta, longitudinal y paralela al tramo de vía.

Se debe tener especial cuidado al construir las obras de drenaje, de tal manera que cuando estas operen no provoquen efectos de erosión o socavación en la estructura de la vía; por lo tanto, se deberá construir algunos concretos en los encoles y descoles de las mismas.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL LA AZUFRE - RÓBALO DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km1+000 Y DE 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PIMPINAL, SECTOR LA AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
SOLICITUD: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

Construir obras de drenaje como sumideros, alcantarillas de aguas lluvias, cuneta-sardinel impermeabilizadas, y disipadores de energía, etc., que evacuen rápidamente el agua de escorrentía superficial y subsuperficial evitando de esta manera un deterioro prematuro del pavimento.

5.6 RECOMENDACIONES PARA LA REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO

1. Para lograr una rehabilitación del tramo de vía estable, se debe garantizar mediante drenajes superficiales (cuneta-sardinel impermeabilizada), que el nivel más bajo de la estructura de la vía (subrasante) se encuentre permanentemente al menos 60 cm por encima de la tabla de agua.

2. Las cunetas contra los taludes superiores de la vía, deben quedar totalmente impermeabilizadas, se recomienda que el material que se utilice para impermeabilizar estas cunetas, quede correctamente anclado o empotrado en el terreno natural, de tal forma que las aguas lluvias y las aguas de escorrentía superficial del talud superior, drenen adecuadamente por encima de la cuneta y no haya ningún tipo de infiltración por debajo de la cuneta, para que la estructura de pavimento del tramo de vía a rehabilitarse no llegue a afectarse.

3. En el proceso de excavación, si se requiere, no se debe utilizar explosivos detonantes para volar bloques compactos de cualquier tipo de material, debido a que la utilización de explosivos causa inestabilidad en los taludes del terreno y perfil del subsuelo, se debe recurrir a métodos manuales o mecánicos.

4. La rehabilitación del tramo de vía se debe hacer preferiblemente en época de verano para evitar alteraciones y remoldeos en la subrasante de fundación, problemas de inestabilidad en las excavaciones e incrementos de caudales de evacuación.

5. El material que resulte de cortes o excavaciones de suelo natural o subrasante y afirmado existente, puede ser utilizado con fines de afirmados o terraplenes para el tramo de vía a rehabilitarse, siempre y cuando se compacte técnicamente de acuerdo con las especificaciones de compactación del INVIAS.

6. Los materiales para la construcción de afirmados, subbase granular, base granular y obras de arte, deben cumplir técnicamente con las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) de 2 013.

7. El suelo natural y afirmado existente que sirva de apoyo a la estructura de pavimento para la rehabilitación del tramo de vía, se debe compactar al 98% del proctor modificado efectuado en laboratorio (densidad seca máxima de laboratorio).

8. Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la descarga de aguas superficiales en las zonas aledañas al corredor del proyecto una vez construido el pavimento de la rehabilitación de la vía.

9. Es necesario diseñar y construir un sistema de evacuación perimetral de aguas de escorrentía superficial, de manera que no haya infiltración contra las paredes de la estructura del pavimento y para que no se produzca erosión hídrica en el suelo de fundación por el arrastre de materiales finos.

10. Compactar adecuadamente cada una de las capas que conforman la estructura del pavimento, ya que una inadecuada compactación será causa de ahuellamientos, hundimientos, fisuras y grietas del pavimento.

11. Se requiere mantener nivelados y uniformes los espesores de cada material o capa que conforman la estructura del pavimento para la rehabilitación del tramo de vía con sus respectivas especificaciones de calidad.

PROCESO DE REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZAFRE - CHORRERAS, TRAMO (km 0+000 AL km 1+140 Y 2+040 AL 2+940 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA AZAFRE - CHORRERAS, SOLICITADO POR EL ZORRO MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: ALCALDÍA MUNICIPAL DE SOGAMOSO (BOYACÁ)

12. Para que la estructura del pavimento de la rehabilitación del tramo de vía, tenga funcionalidad y cumpla con la vida útil prevista; los materiales a utilizar deben cumplir estricta y cabalmente todas y cada una de las normas vigentes establecidas por el INVIAS.

13. Se debe ocasionar el menor impacto ambiental durante la rehabilitación del tramo de vía.

14. Según el titulo D, literal D.3.2.12 - Profundidad mínima a la cota clave, de la RAS-2000, la profundidad mínima de la cota clave para tubería, debe ser para vías peatonales o zonas verdes de mínimo 0,75 m y para vías vehiculares de mínimo 1,2 m, y la profundidad máxima a la cota clave es del orden de 5 m; por lo anterior, si se requiere construir nuevos sistemas de alcantarillado o acueducto en el tramo de vía del proyecto, se debe cumplir con estas profundidades mínimas en todo el tramo del proyecto, y además se debe diseñar y construir la estructura de pavimento más adecuada entre el nivel 0,0 de la vía y la cota clave de la tubería, que va a depender del tránsito del tramo de vía a rehabilitarse, de tal manera que garantice la estabilidad de la tubería con bajas deformaciones.

15. Teniendo en cuenta que la estructura existente (Capa A) no cumple la norma INVIAS como afirmado tipo A-38, en cuanto a plasticidad y granulometría, y debido a que es una capa delgada, esta capa debe ser considerada como un mejoramiento de la subrasante, es decir que debe ser parte integral de la estructura de pavimento a diseñar; por lo tanto, para la rehabilitación del tramo de vía, se recomienda diseñar y construir una estructura de pavimento nueva, la cual dependerá de la cota clave del alcantarillado y de la profundidad de la tubería de acueducto que pase por este tramo de vía a rehabilitarse.

16. Se debe realizar un inventario del estado actual de las edificaciones, vías y lotes vecinos, con su respectivo registro fotográfico, lo cual deberá quedar escrito y registrado en el acta de vecindad, para el caso de reclamaciones posteriores.

17. Se recomienda programar una visita del Ingeniero Geotécnista o de Suelos durante la construcción de la estructura del pavimento para la rehabilitación del tramo de vía, con el fin de inspeccionar el proceso de excavación y aprobación del suelo de fundación y/o subrasante.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESGUALÓN DE MUNICIPIO DE SOGAMOSO AMBOS SIN PAVIMENTO AL km2+0100 AL km3+0100 (BOYACÁ)
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

6. LIMITACIONES

1. El proyecto, Rehabilitación de la vía rural Azufre - Resbalón del municipio de Sogamoso (km0+000 al km2+140 (2 140 m)), está localizado en la vereda Primera Chorrera, sector El Azufre, del municipio de Sogamoso, a solicitud del municipio de Sogamoso y propiedad del municipio de Sogamoso.

2. Los resultados obtenidos en este estudio, las conclusiones y recomendaciones dadas, están basados en las propiedades geomecánicas del subsuelo explorado mediante pruebas de campo y laboratorio, la geología, y la topografía del terreno, lo mismo que en las características arquitectónicas y estructurales del proyecto, cualquier modificación posterior por: el diseñador, estructuralista, propietario o constructor, condiciones climáticas extremas como altas precipitaciones y altas temperaturas, cambios del uso del suelo y sismos, implicará nuevas condiciones de estabilidad y deformación que deben ser evaluadas.

3. Si durante el diseño, cálculo y construcción de la pavimentación, aparecen circunstancias no previstas en este informe, se debe avisar inmediatamente al Ingeniero Geotécnista o de Suelos para buscar las soluciones y recomendaciones más convenientes.

4. El piso de fundación debe ser aprobado por el Ingeniero Geotécnista o de Suelos.

Realizo:

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (KM0+000 AL KM2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

MÓNICA XIMENA PÉREZ PATIÑO
GEOTÉCNISTA
Consejo Profesional Nacional De Ingeniería
Ingeniero Geólogo - Especialista en Geotécnia

Aprobó:

CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
DIRECTOR DE CONSULTORÍA

Sogamoso, 27 de octubre de 2 023.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del tramo de vía a rehabilitarse y ubicación de los apiques realizados, A1 al A3..……...……...(Pág. 5).

Figura 2. Características del tramo de vía a rehabilitarse y ubicación de los apiques realizados, A1 y A3…….……..……..……(Pág. 6).

Figura 3. Mapa geológico del tramo de vía a rehabilitarse..…….……..….(Pág. 8).

Figura 4. Correlación litológica planar de los apiques realizados, A1 al A3……..…...(Pág. 11).

Figura 5. Norma, cantidad y resumen de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada apique realizado, A1 al A3.…….(Pág. 12).

Figura 6. Columna litológica del perfil promedio explorado……..…...(Pág. 13).

Figura 7. Propiedades geotécnicas por capas del perfil promedio explorado…….(Pág. 15).

Figuras 8 a 20. Perfiles de resistencias y propiedades geotécnicas de los apiques 1 al 3, y resultados de ensayos de laboratorio por muestras de cada apique realizado, y registro fotográfico de las muestras extraídas en campo y laboratorio (Anexo de Figuras o Resultados de Ensayos de Campo y Laboratorio de los Apiques Realizados y Registro Fotográfico).

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (K0+000 AL km2+140 (2.140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

REFERENCIAS

- Alfonso, M. F. Ingeniería de pavimentos para carreteras.

- Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), ley 400 de 1 997 (modificada ley 1 229 de 2 008), Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), Bogotá D.C., Colombia, marzo de 2 010.

- Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS) - RAS 2 000 componente ambiental para los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo.

- Berry, L. P., y Reíd D. (1 993). Mecánica de suelos. Editorial Nomos S. A Santafé de Bogotá, Colombia, Vol. 1, 205-269.

- Braja, M. D. (2 001). Fundamentos de Ingeniería geotécnica. International Thomson Editores, S. A. DE C.V, México, 445-493.

- Braja, M. D. (2 001). Principios de ingeniería de Cimentaciones. International Thomson Editores, S.A. de C.V. International Thomson, México, 387-451.

- Crespo, V. C. (1 994). Mecánica de suelos y cimentaciones. Editorial Limusa, S.A. DE C.V. Grupo Noriega Editores, México, Vol. 3,507-529.

- Instituto Nacional De Vías (2 013). Especificaciones generales de construcción de carreteras.

- Jaime, S. D. (1 988). Ingeniería de suelos aplicada a las cimentaciones, Bucaramanga, Segunda Edición, 1-163.

- José David Muñoz. (2 003). Diseño de pavimentos, Conferencias Especialización en Geotecnia vial, U.P.T.C., Sogamoso, Tercera Promoción.

- Manuel, D. V. (2 001). Ingeniería de fundaciones. Centro Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia, segunda reimpresión 22-524.

- Pavimentos División de investigaciones y asesorías, Universidad de Medellín.

- UNIGRACON Conferencias y gráficas el universitario; Pavimentos autor Ing. Fernando Sánchez Sabogal. Profesor de Ingeniería Civil, Universidad la Gran Colombia, Pontificia Universidad Javeriana.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALON DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL KM 2+140 (2 140 ML)
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

ANEXO DE FIGURAS O RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO DE LOS APIQUES REALIZADOS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO

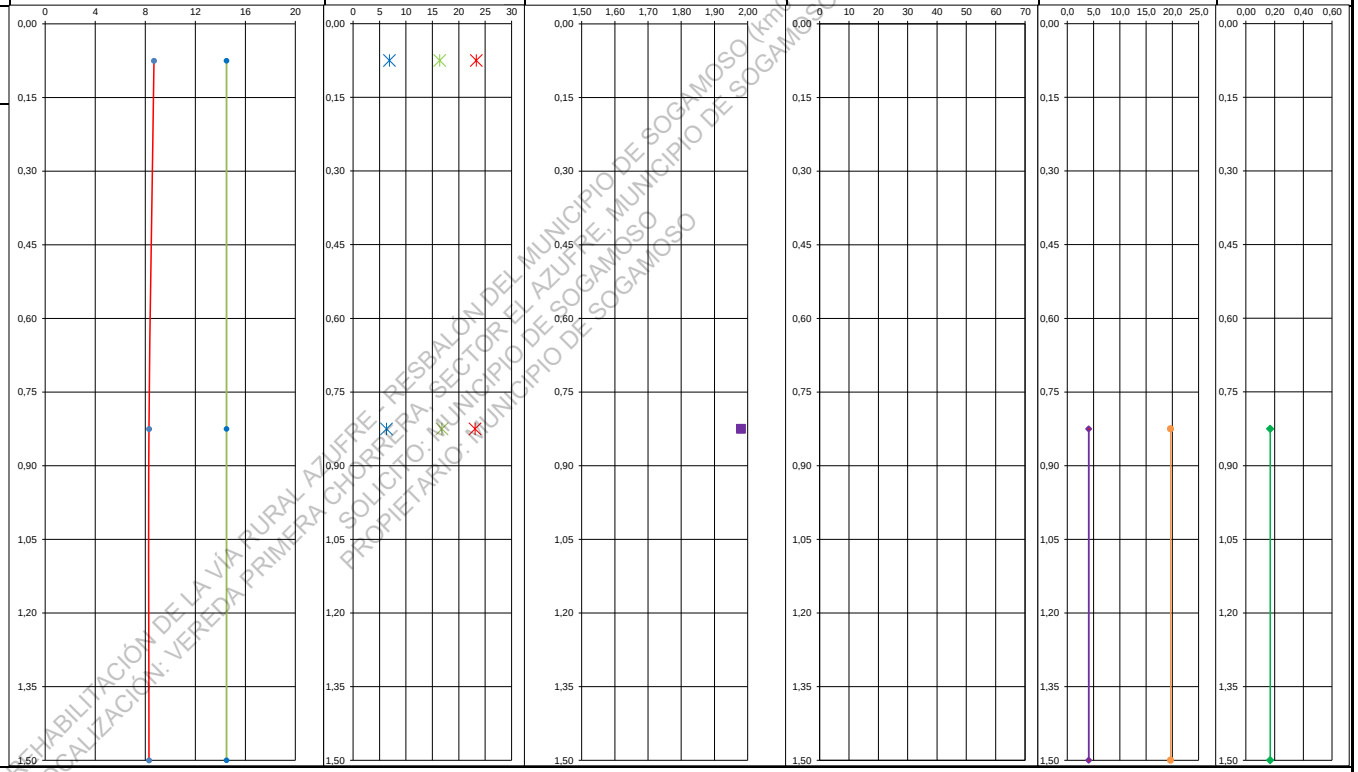
PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RETIRO AL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 8. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A1.

MUESTRA	Prof (m) DE	A	Wn (%)	Weq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m³)	γd (t/m³)	CBR sin inmersión (%)	CBR con inmersión (%)	Expansión (%)	Pasa 200 (0,074 mm)	Clasificacion S.U.C.S.	Capas Definidas	Profundidad total del sondeo (m)
M1	0,00	0,15	8,7	14,5	23,3	16,4	6,9	-	-	-	-	-	20,4	GM-GC	A	1,5
M2	0,15	1,50	8,3	14,5	23,1	16,8	6,3	1,98	1,83	19,7	4,1	0,17	48,7	SM-SC	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00			GM-GC	Grava limo-arcillosa, color café.	A
0,05					
0,10					
0,15					
0,20			SM-SC	Arena limo-arcillosa, color café.	B
0,25					
0,30					
0,35					
0,40					
0,45					
0,50					
0,55					
0,60					
0,65					
0,70					
0,75					
0,80					
0,85					
0,90					
0,95					
1,00					
1,05					
1,10					
1,15					
1,20					
1,25					
1,30					
1,35					
1,40					
1,45					
1,50					



PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2,140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACA)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

CONVENCIONES

- Muestra alterada (bolsa).
- CBR inalterado
- Humedad natural
- Límite Plástico (LP)
- SPT (N)
- CBR sin inmersión (%)
- Muestra corte directo
- Muestra inalterada (Shelby)
- Humedad de equilibrio
- Indice de plasticidad (IP)
- Penetrometro de borros
- Expansión (%)
- Límite Líquido (LL)
- Peso Unitario Total
- CBR con inmersión (%)

CARRERA 11 No 25-23 OFICINAS Y LABORATORIO-CEL: 3212701139-e-mail: iygltda@gmail.com-Sogamoso-Boyacá-Colombia

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

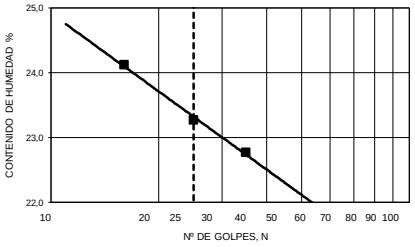
PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ).
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A1. MUESTRA: A1/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,15 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava limo-arcillosa mal gradada, color café, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD MEDIA.

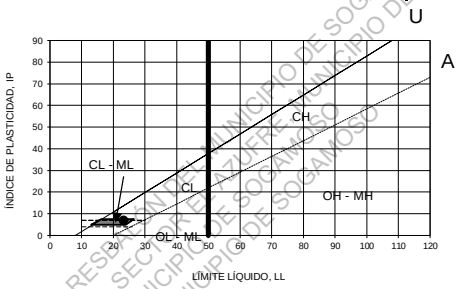
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	28
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	100,91
Suelo seco + Cap. (g)	93,59
Peso cápsula (g)	9,74
Contenido de humedad (%)	8,73

Limite líquido		
16	25	35
36	47	25
25,81	30,43	35,66
22,17	26,07	30,38
7,08	7,33	7,19
24,12	23,27	22,77

Límite Plástico	
245	240
15,87	16,83
14,35	15,17
5,09	5,01
16,41	16,34

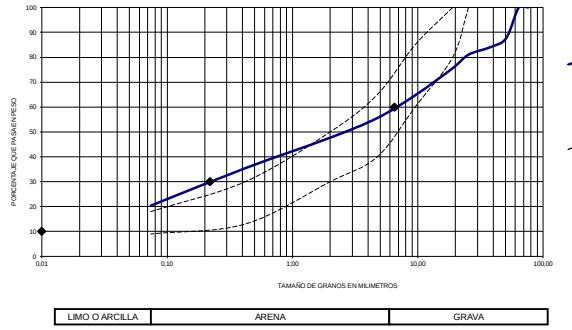




TAMIZADO								
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa	Norma % Que Pasa
3	76,000	483,2		0,0	0,0	0,0	100,0	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5		0,0	0,0	0,0	100,0	(A-38)
2	50,800	472,9	750,5	277,6	12,3	12,3	87,7	
1 1/2	38,100	475,0	555,9	80,9	3,6	15,9	84,1	
1	25,400	450,0	518,9	68,9	3,1	19,0	81,0	100
3/4	19,000	439,7	562,0	122,3	5,4	24,4	75,6	80 - 100
3/8	9,525	451,5	696,9	245,4	10,9	35,3	64,7	60 - 85
4	4,760	436,3	641,4	205,1	9,1	44,4	55,6	40 - 65
10	2,000	406,8	584,8	178,0	7,9	52,3	47,7	30 - 50
40	0,420	335,0	611,2	276,2	12,3	64,6	35,4	13 - 30
200	0,074	283,0	622,0	339,0	15,1	79,6	20,4	9 18
FONDO	0,000	257,5	264,5	7,0	20,4	100,0	0,0	

1800,4

D10: 0,01 D30: 0,22 D60: 6,50 CU: 650,00 CG: 0,74



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	8,7 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	14,5 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	23,3 %
LIMITE PLASTICO (LP):	16,4 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	6,9 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	2.426,2
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	1.974,5
Peso Recipiente	174,1
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	2.252,1
Peso Suelo Seco Lavado	1.800,4

% GRAVAS	44,4
% ARENAS	35,2
% FINOS	20,4

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GM-GC

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ). LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ). SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

FIGURA 9. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

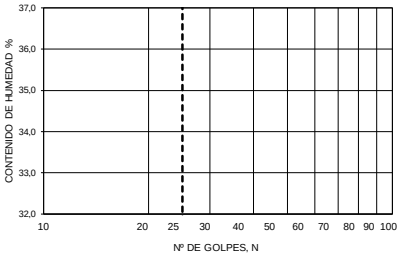
PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ).
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A1. MUESTRA: A1/M2. PROFUNDIDAD: 0,15 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 2 023.
DESCRIPCIÓN: Arena limo-arcillosa mal gradada, de grano muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso, color café, forma subangular, composición cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD MEDIA.

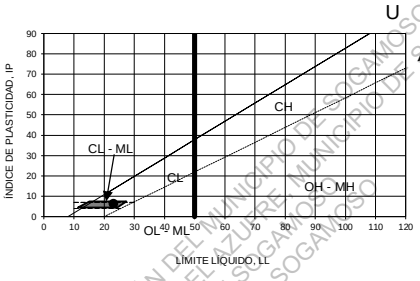
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	65
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	89,76
Suelo seco + Cap. (g)	83,70
Peso cápsula (g)	10,39
Contenido de humedad (%)	8,27

Limite líquido		
16	25	35
24	22	31
25,52	30,61	35,69
21,81	26,20	30,54
7,22	7,12	7,37
25,43	23,11	22,23

Límite Plástico	
227	216
15,74	16,60
14,09	15,06
5,12	4,98
18,39	15,28





TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,0	488,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,0	494,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,8	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,1	474,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,4	450,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4	19,0	440,1	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8	9,5	452,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
4	4,8	436,4	438,6	2,2	0,3	0,3	99,7
10	2,0	407,1	415,6	8,5	1,3	1,6	98,4
20	0,8	373,0	388,0	15,0	2,2	3,8	96,2
40	0,4	335,1	389,6	54,5	8,1	12,0	88,0
60	0,3	287,0	379,3	92,3	13,8	25,7	74,3
100	0,1	298,9	387,0	88,1	13,1	38,9	61,1
200	0,1	282,9	366,5	83,6	12,5	51,3	48,7
FONDO	0,0	257,5	260,4	2,9	48,7	100,0	0,0

347,1

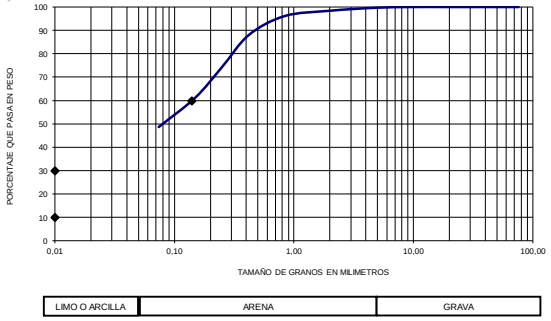
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,14 CU: 14,00 CG: 0,07

HUMEDAD NATURAL (HN):	8,3 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	14,5 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	23,1 %
LIMITE PLASTICO (LP):	16,8 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	6,3 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	846,3
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	523,0
Peso Recipiente	175,9
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	670,4
Peso Suelo Seco Lavado	347,1

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,3
% ARENAS	51,0
% FINOS	48,7



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	SM-SC

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (K0+000 AL km2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

FIGURA 10. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORIA - CONSTRUCCION
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ).
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A1. MUESTRA: A1/M2. PROFUNDIDAD: 0,15 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 2 023.

RELACION DE SOPORTE DEL SUELO CBR-SOBRE MUESTRAS INALTERADAS I.N.V. E - 148 - 13

Molde No.	21
Diametro del molde (cm)	15,35
Altura del molde (cm)	18,24
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.375,4
Peso del Molde (g)	4.510
Peso del Molde + Muestra (g)	11.202
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,98

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	810	841
Expansión Total (mm) 10^-2		31
Expansión Total %		0,17%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	105	65
W Cap + mat humedo (gr)	95,30	89,76
W Cap + mat Seco (gr)	88,64	83,70
W Cápsula (gr)	7,23	10,39
Humedad %	8,18	8,27
Humedad promedio %	8,22	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	32	280
W Cap + mat humedo (gr)	93,51	96,34
W Cap + mat Seco (gr)	79,85	82,19
W Cápsula (gr)	7,04	4,89
Humedad %	18,76	18,31
Humedad promedio %	18,53	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	21	
W Muestra (g)	6.692	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	246,62	78,8
0,025	356,55	113,9
0,050	461,53	147,5
0,075	508,08	162,4
0,100	515,98	164,9
0,125	683,64	218,5
0,150	736,25	235,3
0,200	846,63	270,6
0,300	1 031,65	329,7
0,400	1 208,12	386,1
0,500	1 371,78	438,4
CBR corregido 0,1"	16,5	
CBR corregido 0,2"	18,0	
CBR ESCOGIDO(%)	**18,0**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	21	
W Muestra (g)	6.652	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	120,68	38,6
0,025	156,65	50,1
0,050	193,97	62,0
0,075	213,30	68,2
0,100	276,79	88,5
0,125	284,66	91,0
0,150	352,08	112,5
0,200	515,79	164,8
0,300	524,12	167,5
0,400	553,57	176,9
0,500	587,17	187,6
CBR corregido 0,1"	8,8	
CBR corregido 0,2"	11,0	
CBR ESCOGIDO(%)	**11,0**	

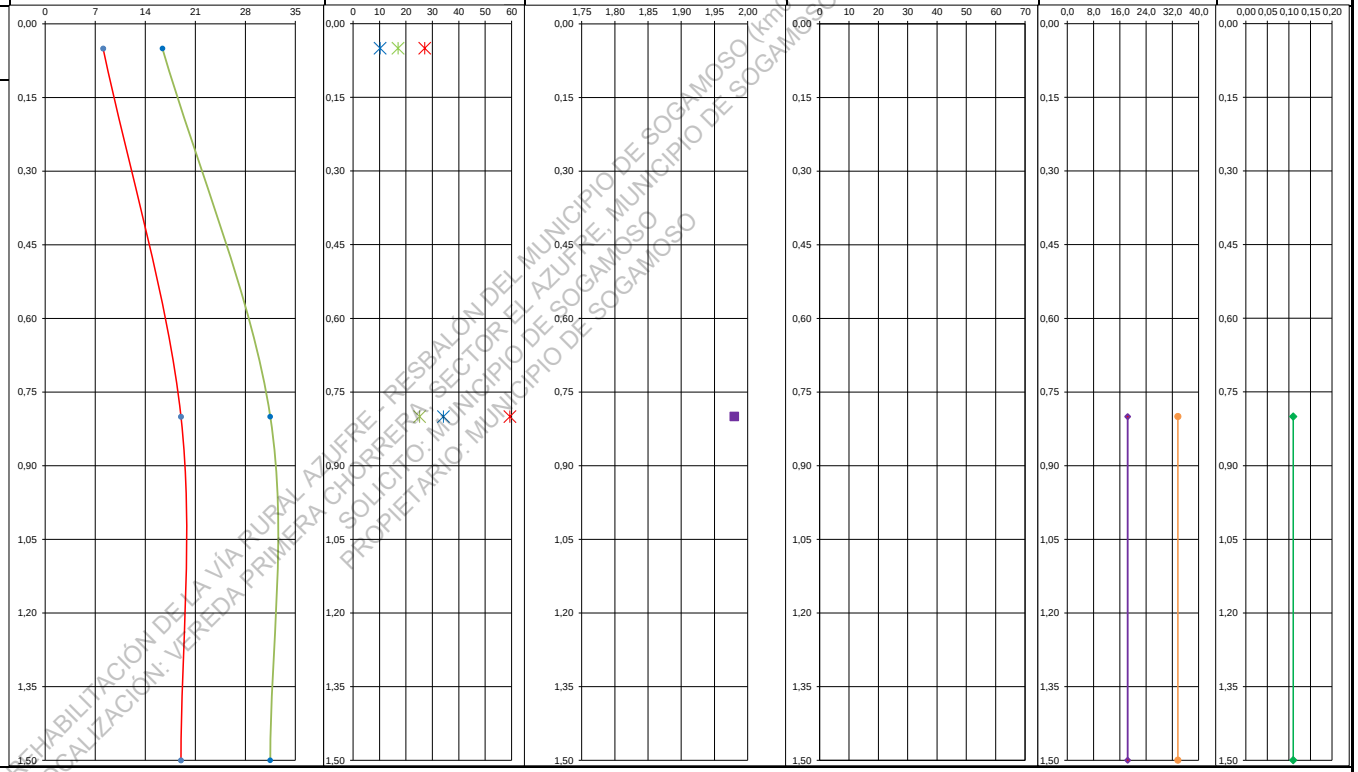
FIGURA 11. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 12. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A2.

MUESTRA	Prof (m) DE	A	Wn (%)	Weq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m³)	γd (t/m³)	CBR sin inmersión (%)	CBR con inmersión (%)	Expansión (%)	Pasa 200 (0,074 mm)	Clasificacion S.U.C.S.	Capas Definidas	Profundidad total del sondeo (m)
M1	0,00	0,10	8,1	16,4	27,1	17,0	10,2	-	-	-	-	-	18,7	GC	A	1,5
M2	0,10	1,50	19,0	31,5	59,4	25,2	34,2	1,98	1,66	33,7	18,4	0,11	83,4	CH	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,10			GC	Grava arcillosa, color café.	A
0,10 – 1,50			CH	Arcilla inorgánica, color café.	B



PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2.140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

CONVENCIONES

- Muestra alterada (bolsa).
- CBR inalterado
- Humedad natural
- Límite Plástico (LP)
- SPT (N)
- CBR sin inmersión (%)
- Muestra corte directo
- Muestra inalterada (Shelby)
- Humedad de equilibrio
- Indice de plasticidad (IP)
- Penetrometro de borros
- Expansión (%)
- Límite Líquido (LL)
- Peso Unitario Total
- CBR con inmersión (%)

CARRERA 11 No 25-23 OFICINAS Y LABORATORIO-CEL: 3212701139-e-mail: iygltda@gmail.com-Sogamoso-Boyacá-Colombia

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ).
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A2. MUESTRA: A2/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,1 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava arcillosa mal gradada, color café, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD MEDIA.

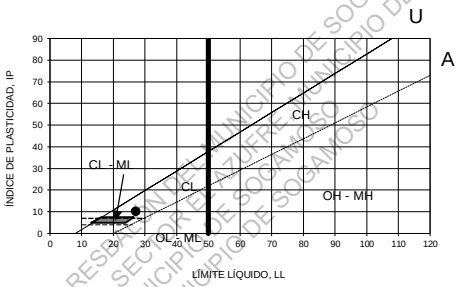
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	100
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	80,12
Suelo seco + Cap. (g)	74,65
Peso cápsula (g)	7,16
Contenido de humedad (%)	8,10

Limite líquido		
15	25	35
357	343	362
25,53	30,79	35,58
20,88	25,44	29,35
5,47	5,73	5,73
30,18	27,14	26,38

Límite Plástico	
204	235
15,20	15,21
13,73	13,74
5,06	5,09
16,96	16,99





TAMIZADO								
MALLA		Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa	Norma % Que Pasa
No.	Dimension (mm)							
3	76,000	483,2	1.296,1	812,9	29,8	29,8	70,2	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	29,8	70,2	(A-38)
2	50,800	472,9	621,0	148,1	5,4	35,3	64,7	
1 1/2	38,100	475,0	535,0	60,0	2,2	37,5	62,5	
1	25,400	450,0	553,4	103,4	3,8	41,3	58,7	100
3/4	19,000	439,7	468,7	29,0	1,1	42,3	57,7	80 - 100
3/8	9,525	451,5	609,7	158,2	5,8	48,2	51,8	60 - 85
4	4,760	436,3	642,7	206,4	7,6	55,7	44,3	40 - 65
10	2,000	406,8	603,4	196,6	7,2	62,9	37,1	30 - 50
40	0,420	335,0	563,0	228,0	8,4	71,3	28,7	13 - 30
200	0,074	283,0	553,7	270,7	9,9	81,3	18,7	9 18
FONDO	0,000	257,5	262,9	5,4	18,7	100,0	0,0	

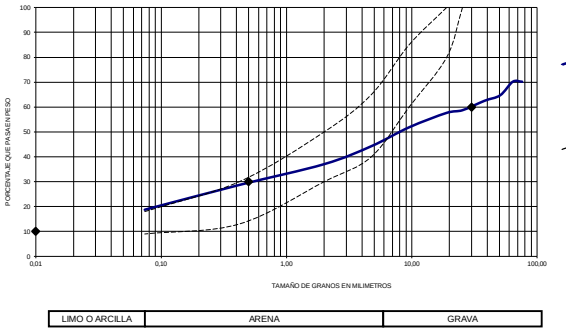
HUMEDAD NATURAL (HN):	8,1 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	16,4 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	27,1 %
LIMITE PLASTICO (LP):	17,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	10,2 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	2.890,9
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	2.385,7
Peso Recipiente	167,0
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	2.723,9
Peso Suelo Seco Lavado	2.218,7

% GRAVAS	55,7
% ARENAS	25,5
% FINOS	18,7

2218,7

D10: 0,01 D30: 0,50 D60: 30,00 CU: 3000,00 CG: 0,83



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GC

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ). LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ). SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

FIGURA 13. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

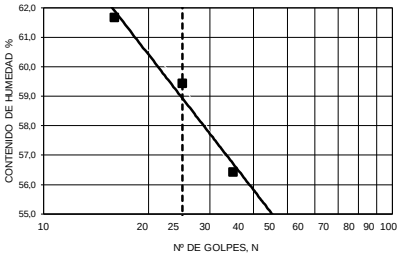
PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ).
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A2. MUESTRA: A2/M2. PROFUNDIDAD: 0,1 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad alta, color café y consistencia media.

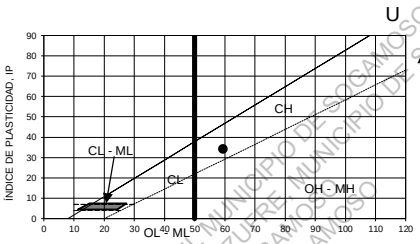
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	7
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	70,76
Suelo seco + Cap. (g)	60,94
Peso cápsula (g)	9,34
Contenido de humedad (%)	19,03

Limite líquido		
16	25	35
42	35	23
25,73	30,68	35,57
18,73	21,95	25,28
7,38	7,26	7,04
61,67	59,43	56,41

Límite Plástico	
232	213
16,19	16,60
13,94	14,32
5,08	5,19
25,40	24,97



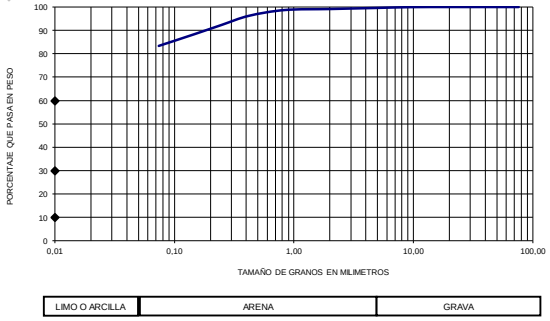


PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (K0+000 AL km2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,0	488,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,0	494,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,8	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,1	474,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,4	450,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4	19,0	440,1	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8	9,5	452,0	452,3	0,3	0,0	0,0	100,0
4	4,8	436,4	438,8	2,4	0,4	0,4	99,6
10	2,0	407,1	410,1	3,0	0,5	0,9	99,1
20	0,8	373,0	375,8	2,8	0,4	1,3	98,7
40	0,4	335,1	351,7	16,6	2,5	3,8	96,2
60	0,3	287,0	312,6	25,6	3,8	7,6	92,4
100	0,1	298,9	325,0	26,1	3,9	11,5	88,5
200	0,1	282,9	317,0	34,1	5,1	16,6	83,4
FONDO	0,0	257,5	261,4	3,9	83,4	100,0	0,0

114,8

D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,01 CU: 1,00 CG: 1,00



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	19,0 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	31,5 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	59,4 %
LIMITE PLASTICO (LP):	25,2 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	34,2 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	832,0
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	280,4
Peso Recipiente	165,6
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	666,4
Peso Suelo Seco Lavado	114,8

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,4
% ARENAS	16,2
% FINOS	83,4

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CH

FIGURA 14. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ).
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A2. MUESTRA: A2/M2. PROFUNDIDAD: 0,1 m - 1,5 m.

RELACION DE SOPORTE DEL SUELO CBR-SOBRE MUESTRAS INALTERADAS I.N.V. E - 148 - 13

Molde No.	22
Diametro del molde (cm)	15,51
Altura del molde (cm)	18,31
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.459,4
Peso del Molde (g)	4.522
Peso del Molde + Muestra (g)	11.359
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,98

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	883	904
Expansión Total (mm) 10^-2		21
Expansión Total %		0,11%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	10	7
W Cap + mat humedo (gr)	87,03	70,76
W Cap + mat Seco (gr)	74,37	60,94
W Cápsula (gr)	9,00	9,34
Humedad %	19,37	19,03
Humedad promedio %	19,20	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	384	282
W Cap + mat humedo (gr)	84,9	103,91
W Cap + mat Seco (gr)	69,85	85,43
W Cápsula (gr)	5,35	5,19
Humedad %	23,33	23,03
Humedad promedio %	23,18	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	22	
W Muestra (g)	6.837	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	203,00	64,9
0,025	371,38	118,7
0,050	651,27	208,1
0,075	881,70	281,8
0,100	954,80	305,1
0,125	1 170,80	374,1
0,150	1 274,89	407,4
0,200	1 431,81	457,6
0,300	1 680,22	536,9
0,400	1 880,07	600,8
0,500	2 041,94	652,5
CBR corregido 0,1"	30,5	
CBR corregido 0,2"	30,5	
CBR ESCOGIDO(%)	**30,5**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	22	
W Muestra (g)	6.640	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	39,79	12,7
0,025	197,61	63,1
0,050	297,46	95,1
0,075	306,49	97,9
0,100	356,86	114,0
0,125	421,37	134,7
0,150	549,25	175,5
0,200	578,47	184,9
0,300	631,53	201,8
0,400	687,28	219,6
0,500	735,16	234,9
CBR corregido 0,1"	11,4	
CBR corregido 0,2"	12,3	
CBR ESCOGIDO(%)	**12,3**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ). LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ). SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ) PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

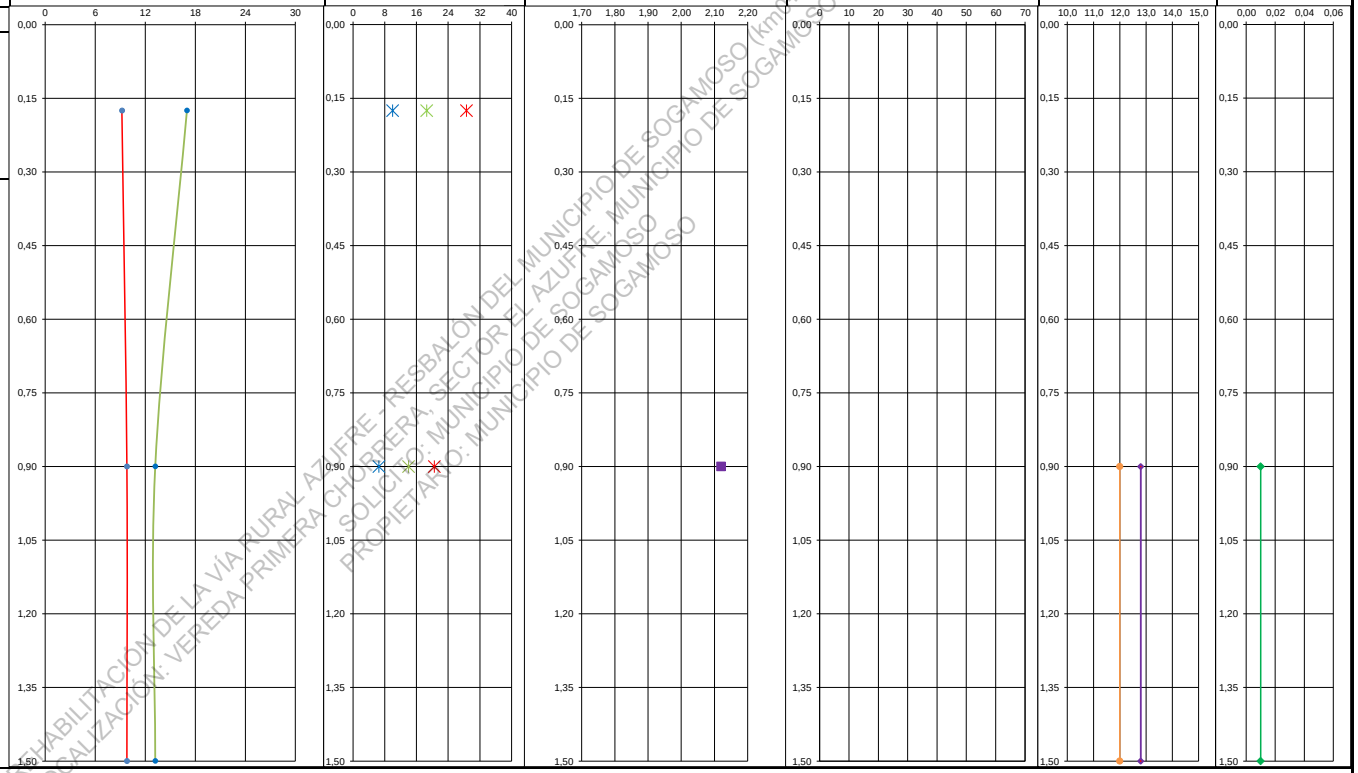
FIGURA 15. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 16. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A3.

MUESTRA	Prof (m) DE	A	Wn (%)	Weq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m³)	γd (t/m³)	CBR sin inmersión (%)	CBR con inmersión (%)	Expansión (%)	Pasa 200 (0,074 mm)	Clasificacion S.U.C.S.	Capas Definidas	Profundidad total del sondeo (m)
M1	0,05	0,30	9,2	17,0	28,6	18,6	10,0	-	-	-	-	-	18,7	GC	A	1,5
M2	0,30	1,50	9,8	13,2	20,5	14,0	6,5	2,12	1,93	12,0	12,8	0,01	33,9	SM-SC	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00				CARPETA ASFÁLTICA	
0,05			GC	Grava arcillosa, color café.	A
0,10					
0,15					
0,20					
0,25					
0,30					
0,35			SM-SC	Arena limo-arcillosa, color café.	B
0,40					
0,45					
0,50					
0,55					
0,60					
0,65					
0,70					
0,75					
0,80					
0,85					
0,90					
0,95					
1,00					
1,05					
1,10					
1,15					
1,20					
1,25					
1,30					
1,35					
1,40					
1,45					
1,50					



PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km2+000 AL km2+140 (2.140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

CONVENCIONES

Muestra alterada (bolsa).
Muestra corte directo
CBR inalterado
Muestra inalterada (Shelby)
Humedad natural
Humedad de equilibrio
Límite Líquido (LL)
Límite Plástico (LP)
Indice de plasticidad (IP)
Peso Unitario Total
SPT (N)
Penetrometro de borros
CBR con inmersión (%)
CBR sin inmersión (%)
Expansión (%)

CARRERA 11 No 25-23 OFICINAS Y LABORATORIO-CEL: 3212701139-e-mail: iygltda@gmail.com-Sogamoso-Boyacá-Colombia

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO,
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A3. MUESTRA: A3/M1. PROFUNDIDAD: 0,05 m - 0,3 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava arcillosa mal gradada, color café, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD MEDIA.

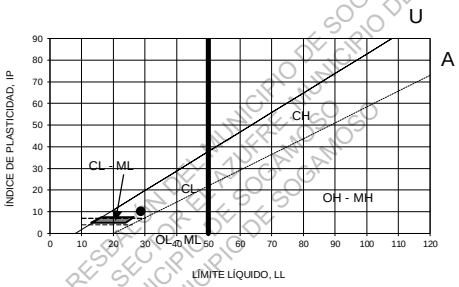
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	385
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	78,05
Suelo seco + Cap. (g)	71,91
Peso cápsula (g)	5,28
Contenido de humedad (%)	9,22

Limite líquido		
15	25	35
80	9	67
25,41	30,57	35,61
21,74	25,91	30,08
9,94	9,62	9,25
31,10	28,61	26,55

Límite Plástico	
200	220
15,53	17,13
13,90	15,21
5,05	5,00
18,42	18,81

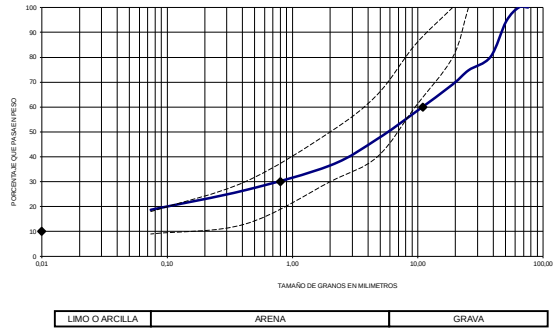




TAMIZADO								
MALLA		Peso	Peso	Peso	%	%Retenido	%	Norma
No.	Dimension (mm)	Malla (g)	Malla +Suelo	Suelo Rete(g)	Retenido	Acumulado	Pasa	% Que Pasa
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	(A-38)
2	50,800	472,9	597,9	125,0	5,6	5,6	94,4	
1 1/2	38,100	475,0	793,6	318,6	14,2	19,8	80,2	
1	25,400	450,0	571,1	121,1	5,4	25,3	74,7	100
3/4	19,000	439,7	565,8	126,1	5,6	30,9	69,1	80 - 100
3/8	9,525	451,5	703,0	251,5	11,2	42,1	57,9	60 - 85
4	4,760	436,3	675,0	238,7	10,7	52,8	47,2	40 - 65
10	2,000	406,8	645,0	238,2	10,7	63,5	36,5	30 - 50
40	0,420	335,0	557,0	222,0	9,9	73,4	26,6	13 - 30
200	0,074	283,0	459,5	176,5	7,9	81,3	18,7	9 18
FONDO	0,000	257,5	261,1	3,6	18,7	100,0	0,0	

1821,3

D10: 0,01 D30: 0,80 D60: 11,00 CU: 1100,00 CG: 5,82



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	9,2 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	17,0 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	28,6 %
LIMITE PLASTICO (LP):	18,6 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	10,0 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	2.399,2
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	1.984,5
Peso Recipiente	163,2
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	2.236,0
Peso Suelo Seco Lavado	1.821,3

% GRAVAS	52,8
% ARENAS	28,5
% FINOS	18,7

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GC

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ). SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

FIGURA 17. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

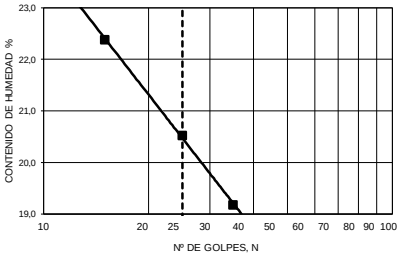
PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO,
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A3. MUESTRA: A3/M2. PROFUNDIDAD: 0,3 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 2 023.
DESCRIPCIÓN: Arena limo-arcillosa mal gradada, de grano muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso, color café, forma subangular, composición cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD MEDIA.

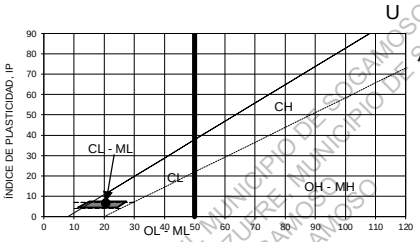
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	4
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	112,07
Suelo seco + Cap. (g)	102,96
Peso cápsula (g)	9,76
Contenido de humedad (%)	9,77

Limite líquido		
15	25	35
310	363	350
25,42	30,42	35,60
21,81	26,19	30,78
5,68	5,58	5,64
22,38	20,52	19,17

Límite Plástico	
237	206
15,75	17,05
14,45	15,57
5,11	5,03
13,92	14,04





TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,0	488,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,0	494,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,8	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,1	474,9	627,7	152,8	12,7	12,7	87,3
1	25,4	450,0	0,0	0,0	0,0	12,7	87,3
3/4	19,0	440,1	465,6	25,5	2,1	14,8	85,2
3/8	9,5	452,0	483,4	31,4	2,6	17,4	82,6
4	4,8	436,4	496,8	60,4	5,0	22,4	77,6
10	2,0	407,1	471,1	64,0	5,3	27,7	72,3
20	0,8	373,0	388,0	15,0	1,2	29,0	71,0
40	0,4	335,1	391,9	56,8	4,7	33,7	66,3
60	0,3	287,0	398,9	111,9	9,3	42,9	57,1
100	0,1	298,9	443,8	144,9	12,0	55,0	45,0
200	0,1	282,9	416,7	133,8	11,1	66,1	33,9
FONDO	0,0	257,5	261,6	4,1	33,9	100,0	0,0

800,6

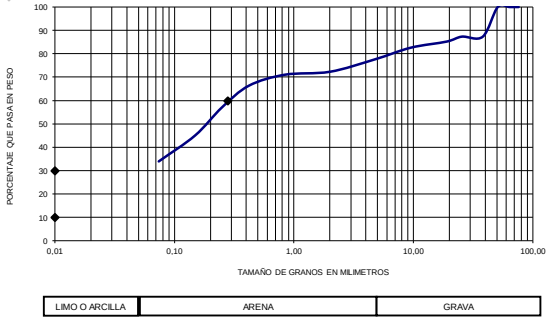
HUMEDAD NATURAL (HN):	9,8 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	13,2 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	20,5 %
LIMITE PLASTICO (LP):	14,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	6,5 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	1.409,6
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	1.004,6
Peso Recipiente	204,0
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	1.205,6
Peso Suelo Seco Lavado	800,6

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	22,4
% ARENAS	43,7
% FINOS	33,9

D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,28 CU: 28,00 CG: 0,04



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	SM-SC

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (K0+000 AL km2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

FIGURA 18. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORIA - CONSTRUCCION
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A3. MUESTRA: A3/M2. PROFUNDIDAD: 0,3 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 13 DE OCTUBRE DE 2 023.

RELACION DE SOPORTE DEL SUELO CBR-SOBRE MUESTRAS INALTERADAS I.N.V. E - 148 - 13

Molde No.	60
Diametro del molde (cm)	15,30
Altura del molde (cm)	17,68
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.250,5
Peso del Molde (g)	4.646
Peso del Molde + Muestra (g)	11.535
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	2,12

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	721	722
Expansión Total (mm) 10^-2		1
Expansión Total %		0,01%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	4	111
W Cap + mat humedo (gr)	112,07	83,91
W Cap + mat Seco (gr)	102,96	78,30
W Cápsula (gr)	9,76	6,92
Humedad %	9,77	7,86
Humedad promedio %	8,82	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	250	112
W Cap + mat humedo (gr)	114,09	107,47
W Cap + mat Seco (gr)	99,93	94,08
W Cápsula (gr)	5,07	5,76
Humedad %	14,93	15,16
Humedad promedio %	15,04	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	60	
W Muestra (g)	6.889	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	95,77	30,6
0,025	161,41	51,6
0,050	242,34	77,4
0,075	313,16	100,1
0,100	335,21	107,1
0,125	426,91	136,4
0,150	569,85	182,1
0,200	616,59	197,0
0,300	673,53	215,2
0,400	796,27	254,5
0,500	909,35	290,6
CBR corregido 0,1"	10,7	
CBR corregido 0,2"	13,1	
CBR ESCOGIDO(%)	**13,1**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	60	
W Muestra (g)	6.516	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	96,67	30,9
0,025	222,11	71,0
0,050	305,07	97,5
0,075	356,32	113,9
0,100	360,83	115,3
0,125	438,60	140,2
0,150	474,12	151,5
0,200	552,80	176,7
0,300	654,42	209,1
0,400	767,72	245,3
0,500	887,99	283,8
CBR corregido 0,1"	11,5	
CBR corregido 0,2"	11,8	
CBR ESCOGIDO(%)	**11,8**	

FIGURA 19. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

Figura 20. Registro fotográfico de las muestras extraídas en campo y laboratorio.

Fotos No. 1 y 2. Localización Apique 1. Abscisa 0+080,00.



Fotos No. 3 y 4. Localización Apique 2. Abscisa 0+780,00.

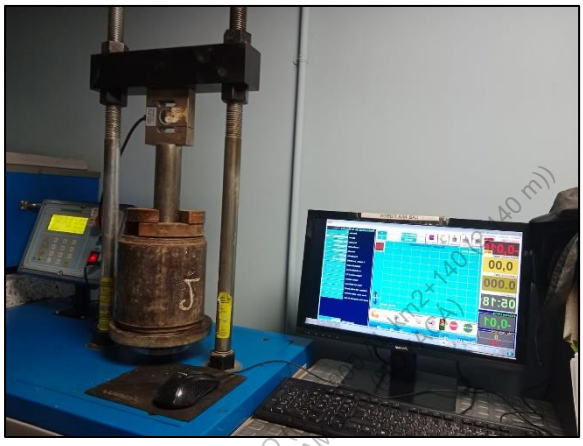


Fotos No. 5 y 6. Localización Apique 3. Abscisa 1+620,00.



Fotos No. 7 y 8. Ensayos de laboratorio.





Fotos No. 9 y 10 Ensayos de laboratorio.





PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RE... LAZUFRE - RESTREPO
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIME... CARRERA, SE... MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: ... MUNICIPIO DE SOGAMOSO
... MUNICIPIO DE SOGAMOSO
... MUNICIPIO DE SOGAMOSO