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

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, 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 DE 2 023
32/23 I

TABLA DE CONTENIDO

Pág.
INTRODUCCIÓN....3
1. GENERALIDADES....4
1.1 LOCALIZACIÓN DE LAS 11 VÍAS DE LA MALLA VIAL....4
1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS 11 VÍAS DE LA MALLA VIAL....4
1.2.1 Características Geométricas De las 11 Vías De La Malla Vial Urbana....4
1.2.2 Patología y Aspectos Geotécnicos De las 11 Vías De La Malla Vial Urbana....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
3.2.1 Calle 26 Entre Vía Férrea Y Carrera 12....13
3.2.2 Calle 34 Con Carrera 10C y 10A....13
3.2.3 Calle 43 Entre Vía Férrea Y Carrera 14....14
3.2.4 Calle 14 Con Carrera 29....14
3.2.5 Calle 8 Entre Carrera 4 Y 3....14
3.2.6 Carrera 7 Entre Calles 11 Y 12....15
3.2.7 Carrera 3 Con Calle 1 Sur....15
3.2.8 Calle 14 Con Carrera 30....15
3.2.9 Calle 44 Frente Nuevo Colegio Gustavo Jiménez....16
3.2.10 Carrera 25 Con Calle 17....16
3.2.11 Carrera 27 Con Calle 2A Sur....16
3.3 PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL PERFIL DE SUELO EXPLORADO....17
3.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO....20
3.5 DRENAJES....21
3.6 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA....21
4. CONCLUSIONES....22
5. RECOMENDACIONES....24
5.1 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS Y CBR DE DISEÑO....24
5.2 EXPANSIVIDAD....24
5.3 DESCAPOTES, EXCAVACIONES Y RELLENOS....24
5.4 COMPACTACIÓN....24
5.5 DRENAJES....24
5.6 RECOMENDACIONES PARA LA REHABILITACIÓN DE 11 VÍAS DE LA MALLA VIAL....25
6. LIMITACIONES....27
LISTA DE FIGURAS....28
REFERENCIAS....29
ANEXO DE FIGURAS O RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO DE LOS APIQUES O PERFORACIONES REALIZADAS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO....30

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
SOLICITUD: OBRAS URBANAS MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

INTRODUCCIÓN

El municipio de Sogamoso, requiere rehabilitar 11 vías de la malla vial urbana del municipio de Sogamoso, 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 del pavimento del proyecto REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, localizado en el área urbana del municipio de Sogamoso, en las siguientes vías con su correspondiente dirección: calle 26 entre vía férrea y carrera 12; calle 34 con carrera 10 C y carrera 10 A; calle 43 entre vía férrea y carrera 14; calle 14 con carrera 29; calle 8 entre carrera 3 y carrera 4; carrea 7 entre calle 11 y calle 12; carrera 3 con calle 1 sur; calle 14 con carrera 30; calle 44 frente al nuevo colegio Gustavo Jiménez; carrera 25 con calle 17; y carrera 27 con calle 2A sur, propiedad del municipio de Sogamoso.

El trabajo incluye un reconocimiento Geológico y Geotécnico de las 11 vías con su correspondiente dirección de la malla vial urbana y sus zonas perimetrales, la exploración del subsuelo mediante 14 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), el CBR del suelo natural o subrasante, las conclusiones y recomendaciones que se deben tener en cuenta para la rehabilitación de la estructura de pavimento más conveniente, desde el punto de vista técnico y económico.

PROYECTO REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VIAS URBANAS MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ
SOLICITUD: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

1. GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN DE LAS 11 VÍAS DE LA MALLA VIAL

Las 7 direcciones exploradas en la malla vial urbana, para la rehabilitación está localizada en las vías: calle 26 entre vía férrea y carrera 12; calle 34 con carrera 10 C y carrera 10 A; calle 43 entre vía férrea y carrera 14; calle 14 con carrera 29; calle 8 entre carrera 3 y carrera 4; carrea 7 entre calle 11 y calle 12; carrera 3 con calle 1 sur; calle 14 con carrera 30; calle 44 frente al nuevo colegio Gustavo Jiménez; carrera 25 con calle 17; y carrera 27 con calle 2A sur, del municipio de Sogamoso.

Las Figuras 1 y 2, muestran esquemáticamente las 11 Vías de la malla vial urbana a rehabilitarse, incluyen las características de los límites, localización de los apiques realizados para la investigación del subsuelo y la pendiente topográfica de las vías.

1.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS 11 VÍAS DE LA MALLA VIAL

1.2.1 Características Geométricas De las 11 Vías De La Malla Vial Urbana

Las 11 vías de la malla vial a rehabilitarse se construirán en pavimento flexible, según datos suministrados por la Alcaldía de Sogamoso, elongado en sentido sur - norte aproximadamente, con pendiente longitudinal y transversal baja del 0%.

1.2.2 Patología y Aspectos Geotécnicos De las 11 Vías De La Malla Vial Urbana

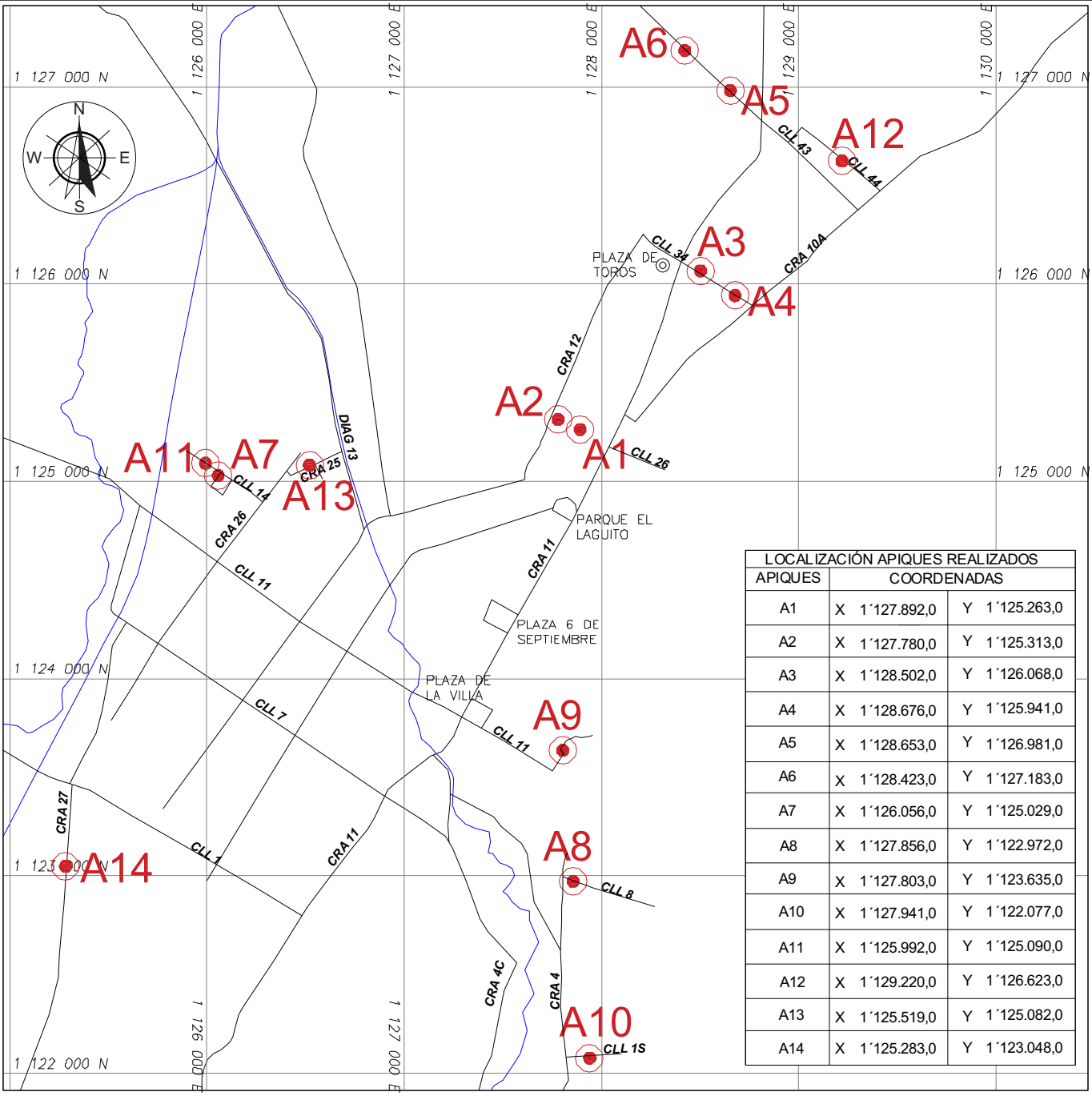
Las 11 vías de malla vial a rehabilitarse no tiene adecuadas estructuras u obras de arte como: sardineles, sumideros, y cunetas; la topografía longitudinal y transversal baja de 0%, dentro de una zona urbana, limitado principalmente por diferentes tipos de edificaciones en todo su trayecto, mal drenado superficialmente, la escorrentía superficial es media hacia las 11 Vías de la malla vial y la pendiente topográfica es plana; por lo tanto, pueden existir problemas de acumulación de aguas superficiales, y se podrán presentar infiltraciones de agua superficial en la estructura del pavimento a construirse, por la falta de sistemas de drenaje en las 11 vías de la malla vial.

Las 11 vías de la malla vial a rehabilitarse no presentan 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 MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
PROPIETARIO: MUNICIPIO 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 A14.



LOCALIZACIÓN APIQUES REALIZADOS

APIQUES	COORDENADAS	
A1	X 1´127.892,0	Y 1´125.263,0
A2	X 1´127.780,0	Y 1´125.313,0
A3	X 1´128.502,0	Y 1´126.068,0
A4	X 1´128.676,0	Y 1´125.941,0
A5	X 1´128.653,0	Y 1´126.981,0
A6	X 1´128.423,0	Y 1´127.183,0
A7	X 1´126.056,0	Y 1´125.029,0
A8	X 1´127.856,0	Y 1´122.972,0
A9	X 1´127.803,0	Y 1´123.635,0
A10	X 1´127.941,0	Y 1´122.077,0
A11	X 1´125.992,0	Y 1´125.090,0
A12	X 1´129.220,0	Y 1´126.623,0
A13	X 1´125.519,0	Y 1´125.082,0
A14	X 1´125.283,0	Y 1´123.048,0

PROYECTO:	REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:	MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITÓ:	ALCALDÍA DE SOGAMOSO.
PROPIETARIO:	MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

CONVENCIONES

- Apiques
- Tramo del proyecto
- m Pendiente topográfica

Figura 2. Características de las 11 Vías de la malla vial urbana y ubicación de los apiques A1 y A10.





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 de las 11 Vías de la malla vial urbana, 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 las 11 Vías de la malla vial urbana, 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.

PROYECTO: HABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

1.3.2 Estratigrafía Local

En el área de las 11 Vías de la malla, vial aflora un Depósito Cuaternario de tipo Fluviolacustre (Qfl), constituido por niveles arcillosos, limosos, arenosos, gravosos y combinación de estos, de espesores variables. La estratigrafía local corresponde a un Cuaternario de tipo Fluviolacustre (Qfl), constituido por capas gravo-arcillosas, gravo-limosas, areno-limo-arcillosas, areno-arcillosas, limosas y arcillosas.

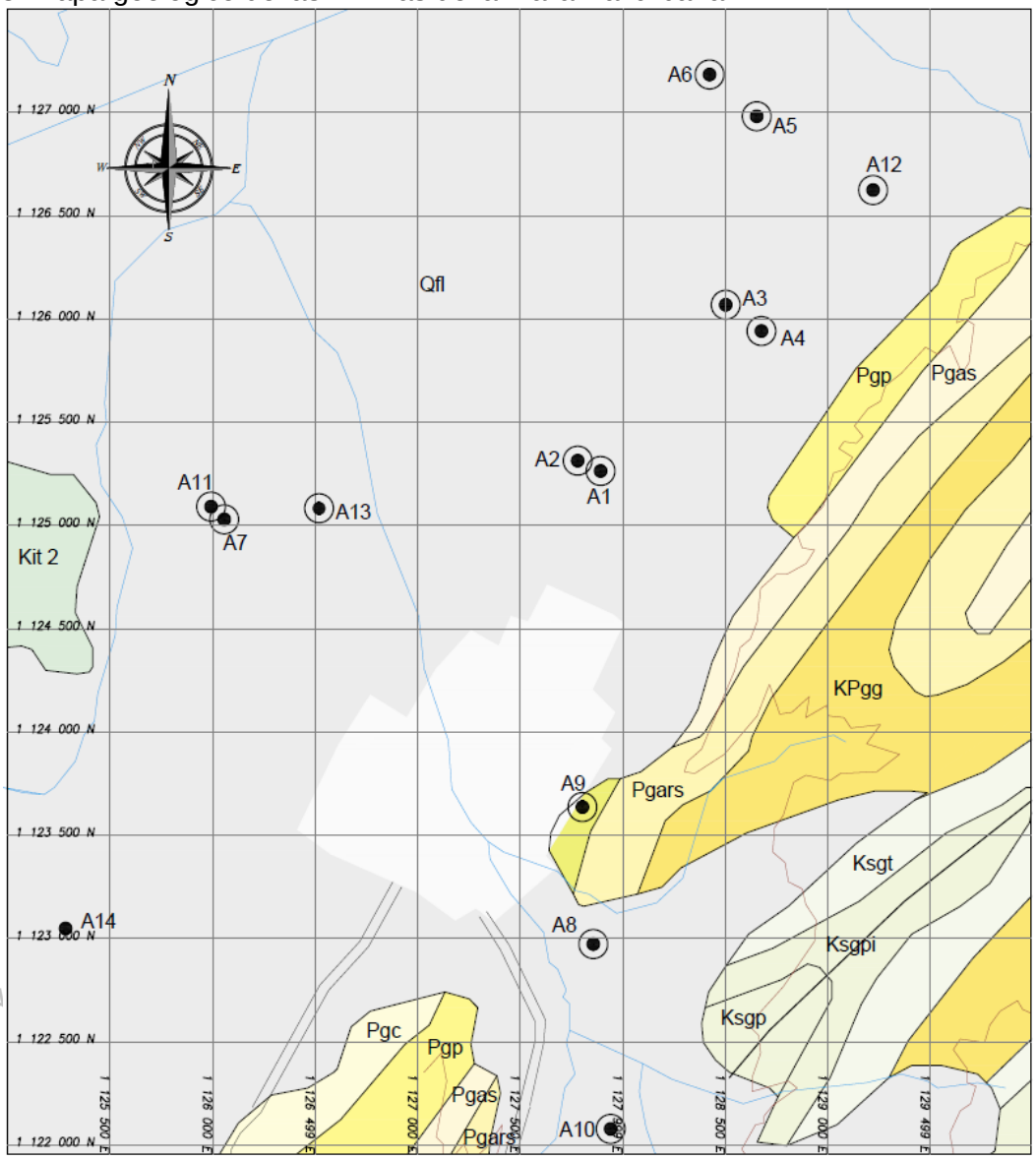
1.3.3 Estructuras y Tectónica

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 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 de las 11 Vías de la malla vial urbana.



Fuente: Plancha 172, Servicio Geológico Colombiano.

1.3.4 Características Geomorfológicas

Las 11 Vías de la malla vial a rehabilitarse se localiza sobre terrenos planos con paisaje de valle que contrasta con las montañas de los alrededores, el sitio comprende alturas aproximadas de 2 478 m.s.n.m., con temperatura promedio de 17° Celsius. El drenaje local corresponde a la vertiente del río Chicamocha a través de una serie de canales naturales y principalmente de desecación; es característica primordial de estos suelos la permeabilidad baja, mal drenados superficialmente, la escorrentía superficial es media hacia las 11 Vías de la malla vial urbana, y la zona presenta pendiente topográfica plana; por lo tanto, pueden existir problemas de acumulación de aguas superficiales, 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 14 apiques con barreno manual, en condiciones de tiempo no lluvioso, hasta alcanzar una profundidad 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 de las 11 Vías de la malla vial urbana. 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.
- Limites de Atterberg.
- Granulometría y gradación por tamizado mecánico.
- Capacidad de soporte CBR Inalterado.

En la sección de Anexos, 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 6 a 61. 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 MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN VIAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ (CUNDINAMARCA)
SOLICITADO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: 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 14 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; sin embargo, las zonas circundantes a las 11 Vías de la malla vial y esta misma son mal drenadas superficialmente, debido a que la escorrentía superficial es media y la topografía es plana.

Debido a las condiciones: geológicas, litológicas, pendiente topográfica, nivel freático, permeabilidad del perfil de suelo explorado y subrasante o suelo natural, las 11 Vías de la malla vial a rehabilitarse no presenta inconvenientes relacionados con la hidráulica de los suelos; sin embargo, el corredor de las 11 Vías de la malla vial urbana presenta un drenaje superficial desfavorable, debido a la falta de sumideros y cunetas, lo cual puede ocasionar infiltraciones de aguas superficiales en la estructura del pavimento a construirse.

Dadas las características descritas durante la etapa de rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana, no se presentarán dificultades relevantes relacionadas con aguas freáticas, pero si con aguas superficiales; por lo tanto, para captar muy bien las aguas superficiales y para evitar infiltración de aguas lluvias o de cualquier otro tipo, en la subrasante y estructura de la vía, problemas durante la rehabilitación y vida útil de las 11 Vías de la malla vial, se debe diseñar y construir el sistema de drenaje subsuperficial más conveniente, como: sumideros, cuneta-sardinel y bermas. 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.

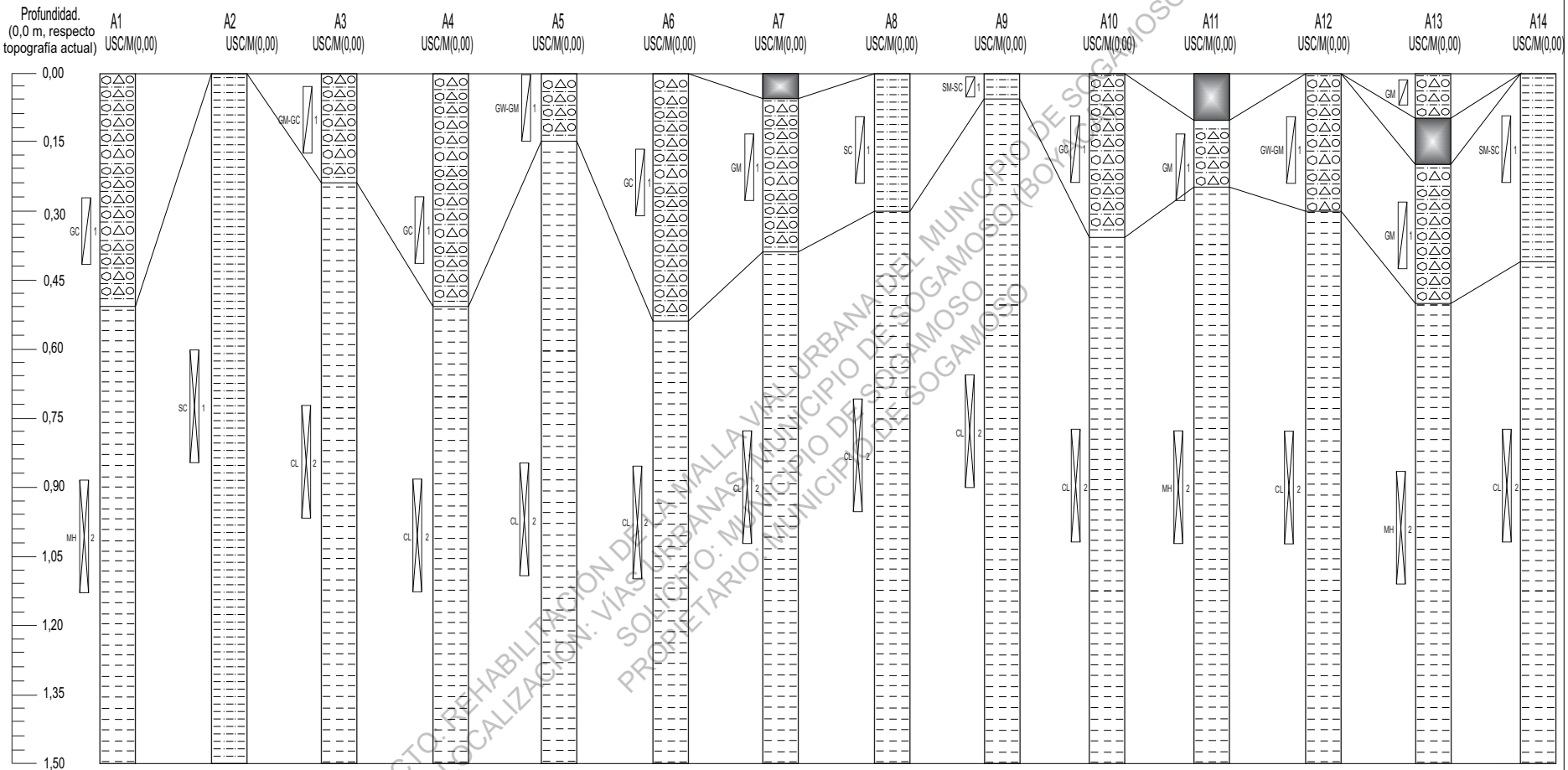
PROYECTO: ELABORACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

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 de las 11 Vías de la malla vial urbana pertenece a los grupos GC, GM-GC, GW-GM, GM, SC y SM-SC (afirmado existente) y MH, SC y CL (suelo natural o subrasante), y su historia geológica permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl), estratificado, ligeramente sobreconsolidado, para el perfil de suelo natural o subrasante de las 11 Vías de la malla vial urbana. El subsuelo explorado muestra características litológicas heterogéneas para el perfil tridimensional, las capas encontradas no presentan continuidad, varían en los espesores y están compuestas por suelos gravo-arcillosos, gravo-limo-arcillosos, gravo-limosos y areno-arcillosos (afirmado existente) y limosos, areno-arcillosos y arcillosos (suelo natural o subrasante).

La Figura 4, presenta el perfil litológico de cada apique realizado, la correlación litológica entre los 14 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 de las 11 Vías de la malla vial urbana, el cual se describe a continuación.

FIGURA 3. Correlación litológica planar de los apiques realizados, A1 al A14.



CONVENCIONES GENERALES

CL	Clasificación de la U.S.C.
M	Muestras del sondeo.
(0,00)	Cota topográfica.
N.F.	Nivel freático.
	Muestra en bolsa (alterada).
	Muestra Split - Spoom (semialterada).
	Muestra CBR inalterado.

CONVENCIONES ESPECIFICAS

- Carpeta de Asfalto existente.
- Grava arcillosa, color café y compacidad media.
- Limo inorgánico, color café y consistencia media.
- Arcilla inorgánica, color café y consistencia media.
- Arena arcillosa, color café y compacidad media.

FIGURA 4. Norma, cantidad y resumen de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada apique realizado, A1 al A14.

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	21
Humedad natural	ASTM D2216-71 - INVE 122-13	Un	27
Límites de Atterberg	ASTM 423-66 y D424-59 - INVE 125-13	Un	27
Granulometría por tamizado	ASTM D421-58 y D422-63 - INVE 123-13	Un	27
Peso unitario total y seco	ASTM D2937-71 - INVE 146-13	Un	14
CBR Inalterado	ASTM D-1883 - INVE 148	Un	14

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

Apique No.	Coordenadas		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	1'125.263,0	1'127.892,0	M1	0,0 - 0,5	0,0 - 0,5	A	1,5	27,4	GC	17,3	22,5	40,1	26,0	14,2	-	-	-	-	-
			M2	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5	B		97,1	MH	25,6	31,1	58,5	34,9	23,5	1,70	1,35	15,1	3,9	0,45
A2	1'125.313,0	1'127.780,0	M1	0,0 - 1,5	0,0 - 1,5	B	1,5	37,9	SC	11,4	18,4	31,4	20,3	11,2	1,82	1,63	16,6	4,0	0,16
A3	1'126.068,0	1'128.502,0	M1	0,0 - 0,25	0,0 - 0,25	A	1,5	16,0	GM-GC	3,1	14,1	22,4	15,8	6,6	-	-	-	-	-
			M2	0,25 - 1,5	0,25 - 1,5	B		95,4	CL	16,9	25,3	46,1	22,3	23,8	1,95	1,67	14,1	4,2	0,11
A4	1'125.941,0	1'128.676,0	M1	0,0 - 0,5	0,0 - 0,5	A	1,5	17,3	GC	3,1	14,2	22,6	13,9	8,7	-	-	-	-	-
			M2	0,5 -1,5	0,5 -1,5	B		83,7	CL	11,0	19,9	34,6	22,3	12,3	1,87	1,68	33,8	1,2	0,05
A5	1'126.981,0	1'128.653,0	M1	0,0 - 0,15	0,0 - 0,15	A	1,5	7,7	GW-GM	1,2	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
			M2	0,15 - 1,5	0,15 - 1,5	B		79,0	CL	18,9	25,3	46,1	26,2	20,0	1,91	1,61	10,6	5,2	0,07
A6	1'127.183,0	1'128.423,0	M1	0,0 - 0,55	0,0 - 0,55	A	1,5	30,0	GC	5,5	14,7	23,6	15,5	8,1	-	-	-	-	-
			M2	0,55 - 1,5	0,55 - 1,5	B		70,6	CL	15,4	16,9	28,3	17,1	11,1	1,85	1,60	10,7	1,0	0,14
A7	1'125.029,0	1'126.056,0	M1	0,05 - 0,4	0,05 - 0,4	A	1,5	15,7	GM	16,3	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
			M2	0,4 - 1,5	0,4 - 1,5	B		84,7	CL	31,6	27,3	50,5	27,2	23,3	1,88	1,43	2,9	1,8	0,06
A8	1'122.972,0	1'127.856,0	M1	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3	A	1,5	23,9	SC	7,7	15,9	26,1	17,7	8,4	-	-	-	-	-
			M2	0,3 - 1,5	0,3 - 1,5	B		72,5	CL	30,2	27,0	49,9	36,5	13,4	1,55	1,19	13,5	7,2	0,12
A9	1'123.635,0	1'127.803,0	M1	0,0 - 0,05	0,0 - 0,05	A	1,5	22,3	SM-SC	3,8	14,8	23,8	17,2	6,6	-	-	-	-	-
			M2	0,05 - 1,5	0,05 - 1,5	B		84,5	CL	8,8	15,7	25,7	17,8	7,9	2,16	1,99	34,0	6,8	0,40
A10	1'122.077,0	1'127.941,0	M1	0,0 - 0,35	0,0 - 0,35	A	1,5	31,2	GC	5,8	16,7	27,9	17,8	10,1	-	-	-	-	-
			M2	0,35 - 1,5	0,35 - 1,5	B		70,1	CL	8,5	17,4	29,3	17,5	11,9	2,02	1,86	48,3	5,4	0,46
A11	1'125.992,0	1'125.090,0	M1	0,1 - 0,25	0,1 - 0,25	A	1,5	19,0	GM	17,0	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
			M2	0,25 - 1,5	0,25 - 1,5	B		72,4	MH	34,8	35,7	68,3	38,0	30,4	1,87	1,39	7,0	1,9	0,06
A12	1'129.220,0	1'126.623,0	M1	0,0 - 0,3	0,0 - 0,3	A	1,5	6,1	GW-GM	6,2	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
			M2	0,3 - 1,5	0,3 - 1,5	B		78,6	CL	17,7	21,8	38,6	21,8	16,9	1,94	1,65	10,5	5,1	0,08
A13	1'125.519,0	1'125.082,0	M1	0,2 - 0,5	0,2 - 0,5	A	1,5	18,7	GM	12,2	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
			M2	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5	B		95,4	MH	33,3	32,3	61,1	35,3	25,8	1,85	1,39	3,3	1,6	0,09
A14	1'125.283,0	1'123.048,0	M1	0,0 - 0,4	0,0 - 0,4	A	1,5	23,2	SM-SC	5,1	14,7	23,7	16,8	6,8	-	-	-	-	-
			M2	0,4 - 1,5	0,4 - 1,5	B		83,5	CL	17,9	25,7	47,0	26,7	20,3	1,63	1,38	10,7	6,6	0,42

PROYECTO: REPAVIMENTACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VIAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

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

3.2.1 Calle 26 Entre Vía Férrea Y Carrera 12

En la vía comprendida en la calle 26 entre la vía férrea y carrera 12, se realizaron los apiques A1 y A2, en los cuales se obtuvieron los siguientes perfiles litológicos, así:

Apique A1

- Capa A: De 0,0 m a 0,5 m de profundidad promedio, se encontró una capa de grava arcillosa (GC) (afirmado existente) con 27% de finos y 15% de arenas, color café, 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 entre 0,5 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de limo inorgánico de plasticidad alta (MH) (subrasante o suelo natural) con 3% de arenas y 0% de gravas, color gris con café y óxidos de hierro, consistencia media y contenido de humedad medio; es una capa continua, pero de espesor variable.

Apique A2

- Capa A: De 0,0 m a 1,5 m de profundidad promedio, se encontró una capa de arena arcillosa (SC) con 38% de finos y 16% de gravas, de grano muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso, color café con gris y óxidos de hierro, forma subangular, composición cuarzosa, compacidad suelta, contenido de humedad bajo y la fracción fina presenta plasticidad media; es una capa continua, pero de espesor variable.

3.2.2 Calle 34 Con Carrera 10C y 10A

En la vía comprendida en la calle 34 con carrera 10C y 10A, se realizaron los apiques A3 y A4, en los cuales se obtuvieron los siguientes perfiles litológicos, así:

Apique A3

- Capa A: De 0,0 m a 0,25 m de profundidad promedio, se encontró una capa de grava limo-arcillosa (GM-GC) (afirmado existente) con 16% de finos y 21% 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 entre 0,25 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad alta (CL) (subrasante o suelo natural) con 5% de arenas y 0% de gravas, color gris con café y óxidos de hierro, consistencia media y contenido de humedad medio; es una capa continua, pero de espesor variable.

Apique A4

- Capa A: De 0,0 m a 0,5 m de profundidad promedio, se encontró una capa de grava arcillosa (GC) (afirmado existente) con 17% de finos y 20% de arenas, color café con gris, 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 entre 0,5 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad media (CL) (subrasante o suelo natural) con 15% de arenas y 2% de gravas, color café claro, consistencia media y contenido de humedad medio; es una capa continua, pero de espesor variable.

PROYECTO REFACCIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VIAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
CONTRATO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

3.2.3 Calle 43 Entre Vía Férrea Y Carrera 14

En la vía comprendida en la calle 43 entre la vía férrea y la carrera 14, se realizaron los apiques A5 y A6, en los cuales se obtuvieron los siguientes perfiles litológicos, así:

Apique A5

- Capa A: De 0,0 m a 0,15 m de profundidad promedio, se encontró una capa de grava limosa (GW-GM) (afirmado existente) con 8% de finos y 36% de arenas, color habano, 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 entre 0,15 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad alta (CL) (subrasante o suelo natural) con 16% de arenas y 5% de gravas, color café oscuro, consistencia media y contenido de humedad medio; es una capa continua, pero de espesor variable.

Apique A6

- Capa A: De 0,0 m a 0,55 m de profundidad promedio, se encontró una capa de grava arcillosa (GC) (afirmado existente) con 30% de finos y 24% de arenas, color habano, 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 entre 0,55 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad media (CL) (subrasante o suelo natural) con 29% de arenas y 0% de gravas, color café oscuro, consistencia media y contenido de humedad bajo; es una capa continua, pero de espesor variable.

PROYECTO REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITÓ: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

3.2.4 Calle 14 Con Carrera 29

En la vía comprendida en la calle 14 con carrera 29, se realizó el apique A7, en el cual se obtuvo el siguiente perfil litológico, así:

Apique A7

- Capa A: De 0,0 m a 0,05 m de profundidad promedio, se encontró la capa de carpeta asfáltica existente.

- Capa B: De 0,05 m a 0,4 m de profundidad promedio, se encontró una capa de grava limosa (GM) (afirmado existente) con 16% de finos y 26% de arenas, color café, 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 C: Finalmente entre 0,4 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad alta (CL) (subrasante o suelo natural) con 13% de arenas y 2% de gravas, color café con gris, consistencia media y contenido de humedad medio; es una capa continua, pero de espesor variable.

3.2.5 Calle 8 Entre Carrera 4 Y 3

En la vía comprendida en la calle 8 entre carrera 4 y 3, se realizó el apique A8, en el cual se obtuvo el siguiente perfil litológico, así:

Apique A8

- Capa A: De 0,0 m a 0,3 m de profundidad promedio, se encontró una capa de arena arcillosa (SC) con 24% de finos y 36% de gravas, de grano muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso, color café, forma subangular, composición cuarzosa, compacidad media, contenido de humedad bajo y la fracción fina no presenta plasticidad; es una capa continua, pero de espesor variable.

- Capa B: Finalmente entre 0,3 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad media (CL) (subrasante o suelo natural) con 27% de arenas y 1% de gravas, color negro, consistencia media y contenido de humedad medio; es una capa continua, pero de espesor variable.

3.2.6 Carrera 7 Entre Calles 11 Y 12

En la vía comprendida en la carrera 7 entre calles 11 y 12, se realizó el apique A9, en el cual se obtuvo el siguiente perfil litológico, así:

Apique A9

- Capa A: De 0,0 m a 0,05 m de profundidad promedio, se encontró una capa de arena limo-arcillosa (SM-SC) con 22% de finos y 38% de gravas, de grano muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso, color café, 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 entre 0,05 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad media (CL) (subrasante o suelo natural) con 14% de arenas y 1% de gravas, color rojo, consistencia media y contenido de humedad bajo; es una capa continua, pero de espesor variable.

3.2.7 Carrera 3 Con Calle 1 Sur

En la vía comprendida en la carrera 3 con calle 1 sur, se realizó el apique A10, en el cual se obtuvo el siguiente perfil litológico, así:

Apique A10

- Capa A: De 0,0 m a 0,35 m de profundidad promedio, se encontró una capa de grava arcillosa (GC) (afirmado existente) con 31% de finos y 15% de arenas, color habano, 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 entre 0,35 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad media (CL) (subrasante o suelo natural) con 27% de arenas y 3% de gravas, color café con óxidos de hierro, consistencia media y contenido de humedad bajo; es una capa continua, pero de espesor variable.

3.2.8 Calle 14 Con Carrera 30

En la vía comprendida en la calle 14 con carrera 30, se realizó el apique A11, en el cual se obtuvo el siguiente perfil litológico, así:

Apique A11

- Capa A: De 0,0 m a 0,1 m de profundidad promedio, se encontró la capa de carpeta asfáltica existente.

PROYECTO REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

- Capa B: De 0,1 m a 0,25 m de profundidad promedio, se encontró una capa de grava limosa (GM) (afirmado existente) con 19% de finos y 25% de arenas, color amarillo, tamaño gránulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, composición cuarzosa, compacidad media, contenido de humedad bajo y la fracción fina no presenta plasticidad; es una capa continua, pero de espesor variable.

- Capa C: Finalmente entre 0,25 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de limo inorgánico de plasticidad alta (MH) (subrasante o suelo natural) con 28% de arenas y 0% de gravas, color café, consistencia media y contenido de humedad medio; es una capa continua, pero de espesor variable.

3.2.9 Calle 44 Frente Nuevo Colegio Gustavo Jiménez

En la vía comprendida en la calle 44 frente al nuevo colegio del Gustavo Jiménez, se realizó el apique A12, en el cual se obtuvo el siguiente perfil litológico, así:

Apique A12

- Capa A: De 0,0 m a 0,3 m de profundidad promedio, se encontró una capa de grava limosa (GW-GM) (afirmado existente) con 6% de finos y 37% de arenas, color gris con café, 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 entre 0,3 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad media (CL) (subrasante o suelo natural) con 21% de arenas y 0% de gravas, color café oscuro con óxidos de hierro, consistencia media y contenido de humedad bajo; es una capa continua, pero de espesor variable.

3.2.10 Carrera 25 Con Calle 17

En la vía comprendida en la carrera 25 con calle 17, se realizó el apique A13, en el cual se obtuvo el siguiente perfil litológico, así:

Apique A13

- Capa A: De 0,0 m a 0,2 m de profundidad promedio, se encontró la capa de carpeta asfáltica existente.

- Capa B: De 0,2 m a 0,5 m de profundidad promedio, se encontró una capa de grava limosa (GM) (afirmado existente) con 19% de finos y 25% de arenas, color naranja, tamaño gránulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, composición cuarzosa, compacidad media, contenido de humedad bajo y la fracción fina no presenta plasticidad; es una capa continua, pero de espesor variable.

- Capa C: Finalmente entre 0,5 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de limo inorgánico de plasticidad alta (MH) (subrasante o suelo natural) con 4% de arenas y 1% de gravas, color café oscuro, consistencia media y contenido de humedad medio; es una capa continua, pero de espesor variable.

3.2.11 Carrera 27 Con Calle 2A Sur

En la vía comprendida en la carrera 27 con calle 2A Sur, se realizó el apique A14, en el cual se obtuvo el siguiente perfil litológico, así:

Apique A14

- Capa A: De 0,0 m a 0,4 m de profundidad promedio, se encontró una capa de arena limo-arcillosa (SM-SC) con 23% de finos y 38% de gravas, de grano muy fino, fino, medio, grueso y

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

muy grueso, color café, 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 entre 0,4 m y 1,5 m de profundidad promedio se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad media (CL) (subrasante o suelo natural) con 11% de arenas y 6% de gravas, color café, consistencia media y contenido de humedad medio; 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 de la subrasante o suelo natural. Las propiedades geomecánicas e índices por capas del perfil de subsuelo encontrado, en cuanto a humedad natural (HN), humedad de equilibrio (Heq), límites de Atterberg (LL, LP e IP), peso unitario o gamma (γt), relación de vacíos (e), compresibilidad manifestada en el índice de rigidez reducido (Irr) y coeficiente de compresibilidad (Cc), y esfuerzos verticales efectivos de sobrecarga actual ($\sigma'v$) en t/m^2, para cada uno de los apiques se muestran en la Tabla 1.

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

Vía	Ap. No.	Capa	Espesor capa (m)	S.U.C.S.	Wn (%)	Weq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m^3)	Pex (t/m^3)	e	$\sigma`v$ (t/m$_2$)	Cc
Calle 26 entre vía férrea y carrera 12	A1	A	0,0 - 0,5	GC	17,3	22,5	40,1	26,0	14,2	-	-	-	-	-
		B	0,5 - 1,5	MH	25,6	31,1	58,5	34,9	23,5	1,70	1,4	15,1	3,9	0,45
	A2	B	0,0 - 1,5	SC	11,4	18,4	31,4	20,3	11,2	1,82	1,6	16,6	4,0	0,16
Calle 34 con carrera 10C y 10A	A3	A	0,0 - 0,25	GM-GC	3,1	14,1	22,4	15,8	6,6	-	-	-	-	-
		B	0,25 - 1,5	CL	16,9	25,3	46,1	22,3	23,8	1,95	1,7	14,1	4,2	0,11
	A4	A	0,0 - 0,5	GC	3,1	14,2	22,6	13,9	8,7	-	-	-	-	-
		B	0,5 -1,5	CL	11,0	19,9	34,6	22,3	12,3	1,87	1,7	33,8	1,2	0,05
Calle 43 entre vía férrea y carrera 14	A5	A	0,0 - 0,15	GW-GM	1,2	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
		B	0,15 - 1,5	CL	18,9	25,3	46,1	26,2	20,0	1,91	1,6	10,6	5,2	0,07
	A6	A	0,0 - 0,55	GC	5,5	14,7	23,6	15,5	8,1	-	-	-	-	-
		B	0,55 - 1,5	CL	15,4	16,9	28,3	17,1	11,1	1,85	1,6	10,7	1,0	0,14
Calle 14 con carrera 29	A7	A	0,0 - 0,05	Asfalto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B	0,05 - 0,4	GM	16,3	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
		C	0,4 - 1,5	CL	31,6	27,3	50,5	27,2	23,3	1,88	1,4	2,9	1,8	0,06
Calle 8 entre carrera 4 y 3	A8	A	0,0 - 0,3	SC	7,7	15,9	26,1	17,7	8,4	-	-	-	-	-
		B	0,3 - 1,5	CL	30,2	27,0	49,9	36,5	13,4	1,55	1,2	13,5	7,2	0,12

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VIAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO
SOLICITA: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ, COLOMBIA)

Carrera 7 entre calles 11 y 12	A9	A	0,0 - 0,05	SM-SC	3,8	14,8	23,8	17,2	6,6	-	-	-	-	-
		B	0,05 - 1,5	CL	8,8	15,7	25,7	17,8	7,9	2,16	2,0	34,0	6,8	0,40
Carrera 3 con calle 1 sur	A10	A	0,0 - 0,35	GC	5,8	16,7	27,9	17,8	10,1	-	-	-	-	-
		B	0,35 - 1,5	CL	8,5	17,4	29,3	17,5	11,9	2,02	1,9	48,3	5,4	0,46
Calle 14 con carrera 30	A11	A	0,0 - 0,1	Asfalto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B	0,1 - 0,25	GM	17,0	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
		C	0,25 - 1,5	MH	34,8	35,7	68,3	38,0	30,4	1,87	3,4	0,9	1,6	0,52
Calle 44 frente nuevo colegio Gustavo Jiménez	A12	A	0,0 - 0,3	GW-GM	6,2	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
		B	0,3 - 1,5	CL	17,7	21,8	38,6	21,8	16,9	1,94	3,4	0,6	1,8	0,25
Carrera 25 con calle 17	A13	A	0,0 - 0,2	Asfalto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		B	0,2 - 0,5	GM	12,2	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
		C	0,5 - 1,5	MH	33,3	32,3	61,1	35,3	25,8	1,85	2,7	0,9	1,9	0,46
Carrera 27 con calle 2A sur	A14	A	0,0 - 0,4	SM-SC	5,1	14,7	23,7	16,8	6,8	-	-	-	-	-
		B	0,4 - 1,5	CL	17,9	25,7	47,0	26,7	20,3	1,63	3,5	0,9	1,7	0,33

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 de las 11 Vías de la malla vial urbana, relacionadas con la capacidad de soporte y condiciones del nivel freático.

Las propiedades geotécnicas, CBR del suelo natural o subrasante de las 11 Vías de la malla vial urbana a rehabilitarse, se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de CBR del suelo natural o subrasante de los apiques A1 al A14.

Localización	**Ap. No.**	**Capa**	**Valores promedio de CBR**	**Módulo resiliente (Esr) (kg/cm2)**	**Módulo de reacción (Ks) (kg/cm3)**	**Densidad seca (t/m3)**	**Wn (%)**	**Nivel Freático**
Calle 26 entre vía férrea y carrera 12	A1	B	CBR sin inmersión = 15,1% (Regular)	839	6,33	1,35	26	No se encontró
			CBR con inmersión = 3,9% (Pobre a regular)	410	3,29			

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITADO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
CONTRATO MUNICIPIO DE SOGAMOSO

	A2	B	CBR sin inmersión = 16,6% (Regular)	868	6,62	1,63	11
			CBR con inmersión = 4,0% (Pobre a regular)	420	3,35		
Calle 34 con carrera 10C y 10A	A3	B	CBR sin inmersión = 14,1% (Regular)	818	6,14	1,67	17
			CBR con inmersión = 4,2% (Pobre a regular)	441	3,46		
	A4	B	CBR sin inmersión = 33,8% (Bueno)	1083	10,13	1,68	11
			CBR con inmersión = 1,2% (Muy pobre)	126	0,66		
Calle 43 entre vía férrea y carrera 14	A5	B	CBR sin inmersión = 10,6% (Regular)	7,32	5,50	1,61	19
			CBR con inmersión = 5,2% (Pobre a regular)	546	3,94		
	A6	B	CBR sin inmersión = 10,7% (Regular)	735	5,52	1,60	15
			CBR con inmersión = 1,0% (Muy pobre)	105	0,25		
Calle 14 con carrera 29	A7	C	CBR sin inmersión = 2,9% (Muy pobre)	339	2,63	1,43	32
			CBR con inmersión = 1,8% (Muy pobre)	189	1,56		
Calle 8 entre carrera 4 y 3	A8	B	CBR sin inmersión = 13,5% (Regular)	805	6,02	1,19	30
			CBR con inmersión = 7,2% (Regular)	756	4,67		
Carrera 7 entre calles 11 y 12	A9	B	CBR sin inmersión = 34% (Bueno)	1085	10,17	1,99	9
			CBR con inmersión = 6,8% (Pobre a regular)	714	4,54		

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VIAS VEREDALES, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITADO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
SECRETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

Carrera 3 con calle 1 sur	A10	B	CBR sin inmersión = 48,3% (Bueno)	1191	13,05	1,86	8
			CBR con inmersión = 5,4% (Pobre a regular)	567	4,02		
Calle 14 con carrera 30	A11	B	CBR sin inmersión = 7,0% (Pobre a regular)	606	4,60	1,39	35
			CBR con inmersión = 1,9% (Muy pobre)	200	1,69		
Calle 44 frente nuevo colegio Gustavo Jiménez	A12	B	CBR sin inmersión = 10,5% (Regular)	729	5,48	1,39	18
			CBR con inmersión = 5,1% (Pobre a regular)	536	3,89		
Carrera 25 con calle 17	A13	B	CBR sin inmersión = 3,3% (Pobre a regular)	378	2,92	1,39	33
			CBR con inmersión = 1,6% (Muy pobre)	168	1,30		
Carrera 27 con calle 2A sur	A14	B	CBR sin inmersión = 10,7% (Regular)	735	5,52	1,38	18
			CBR con inmersión = 6,6% (Pobre a regular)	693	4,47		

PROYECTO REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

Para la rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana, se debe trabajar con los valores de CBR con inmersión, que se muestran en la Tabla 2, para cada una de las capas de suelo natural o subrasante.

3.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO

Las capas de afirmado sobre las que se realizará la rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial, en su mayoría están compuestas por capas gravo arcillosas de plasticidad media, esto permite clasificar el suelo con un potencial de expansión bajo esperándose cambios volumétricos menores al 30% 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 afectará la rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial a realizarse.

La presión de expansión probable en campo (P_{ex}) para cada una de las capas del perfil litológico explorado para los 14 apiques, se muestran en la Tabla 1, presentando valores bajos a medios, teniendo en cuenta que las capas tienen una humedad natural por encima de la humedad de equilibrio.

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

En general las 11 Vías de la malla vial urbana a rehabilitarse no tiene un sistema de drenaje superficial adecuado, faltan estructuras u obras de arte como cunetas, sardineles, alcantarillas, sumideros, disipadores de energía y filtros, para la recolección de aguas lluvias y de escorrentía superficial; por lo tanto, se debe diseñar y construir el sistema de drenaje más conveniente, teniendo en cuenta que: la topografía es plana, no se encontró nivel freático, el terreno presenta un drenaje superficial desfavorable, y la escorrentía superficial es media.

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 diferentes zonas geotécnicas para las 11 Vías de la malla vial exploradas.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

4. CONCLUSIONES

1. En las 11 Vías de la malla vial urbana a rehabilitarse, se definieron diferentes zonas geotécnicas para las 11 direcciones de la malla vial explorada, es decir 11 zonas geotécnicamente distintas, en su mayoría con capa superficial gravo-arcillosa (afirmado existente), de pendiente topográfica longitudinal y transversal a las 11 Vías de la malla vial baja del 0%.

2. El área para la rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana presenta geomorfología de valle, es mal drenado superficialmente, la escorrentía superficial es media y presenta una topografía plana; por lo tanto, pueden existir problemas de acumulación de aguas superficiales y se pueden presentar infiltraciones de agua superficial en las 11 Vías de la malla vial urbana a rehabilitarse; por lo cual, se deben diseñar y construir sistemas de drenaje, con el fin de darle una mayor estabilidad y vida útil a las 11 Vías de la malla vial urbana.

3. Las 11 direcciones de las 11 Vías de la malla vial explorada, están limitadas principalmente por lotes baldíos y edificaciones en todo su trayecto. En general desde el punto de vista de la subrasante o suelo natural, las 11 Vías de la malla vial urbana en general es estable, siempre y cuando se mantengan las condiciones topográficas y geomorfológicas actuales del terreno; por lo tanto, las 11 vías de la malla vial urbana son aptas para su rehabilitación.

4. Las condiciones topográficas del terreno de las 11 direcciones exploradas de las 11 Vías de la malla vial urbana, implican manejar excelentes condiciones de drenaje de aguas superficiales, para evitar infiltraciones de agua dentro de las 11 Vías de la malla vial a rehabilitarse.

5. Geológicamente en las 11 Vías de la malla vial urbana, aflora un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl), constituido por niveles arcillosos, limosos, arenosos, gravosos y combinaciones de estos, de espesores variables. La estratigrafía local corresponde a un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl), constituido principalmente por capas gravo-arcillosas, gravo-limo-arcillosas, gravo-limosas, areno-arcillosas y areno-limo-arcillosas (afirmado existente) y limosas, areno-arcillosas y arcillosas (suelo natural o subrasante).

6. El nivel freático no se encontró en los 14 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, las 11 Vías de la malla vial se debe mantener completamente drenada para controlar las aguas de escorrentía superficial, y aguas lluvias.

7. El perfil de suelo explorado en los 14 apiques 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.

8. Para la rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana, se debe trabajar con los valores de CBR inalterado con inmersión, que se muestran en la Tabla 2, de cada una de las capas de suelo natural o subrasante.

9. Teniendo en cuenta que la capa de afirmado existente en las 11 Vías de la malla vial a rehabilitarse tiene un espesor representativo, esta capa puede ser considerada como un

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

mejoramiento de la subrasante y parte de la estructura de pavimento; sin embargo, se debe diseñar y construir la estructura de pavimento más conveniente para las 11 Vías de la malla vial, lo cual dependerá de la cota clave del alcantarillado y de la profundidad de la tubería de acueducto que pase por cada sector.

10. Con base en las características topográficas, geológicas, geomorfológicas, clasificación y propiedades geomecánicas del perfil de suelo explorado y drenaje, se determinó que, para las 11 vías de la malla vial explorada, cada una tiene una zona geotécnica diferente; por lo tanto, se definen 11 zonas geotécnicamente distintas.

11. Teniendo en cuenta que el afirmado existente en las 11 Vías de la malla vial, 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 debe ser considerada como un mejoramiento de la subrasante; por lo tanto, 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 las 11 Vías de la malla vial.

12. Las capas de suelo natural o subrasante en los 14 apiques, en su mayoría tienen una humedad natural (HN) por encima de la humedad de equilibrio (Heq); por lo tanto, este suelo no está propenso a la expansión.

13. Aunque las capas de suelo natural o subrasante presentan 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 las 11 Vías de la malla vial 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 los 14 apiques, no existen inconvenientes geotécnicos que puedan incidir desfavorablemente en la rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana.

15. Las propiedades índices, geomecánicas y CBR, encontradas en el afirmado existente y suelo natural o subrasante, reflejan características favorables con relación a los requerimientos de rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana, en cuanto a la capacidad de soporte y las condiciones de nivel freático; por lo tanto, la rehabilitación es viable técnica y económicamente.

16. Dadas las características internas y los límites externos de las 11 vías de la malla vial urbana explorada, es conveniente realizar la rehabilitación 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; sin embargo, en época de invierno, se debe utilizar plástico para la protección de la subrasante y de los materiales de construcción.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITUD: 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 y del suelo natural o subrasante de las 11 Vías de la malla vial urbana, se resumen en las Tablas 1 y 2.

Para la rehabilitación de las 11 Vías de las 11 Vías de la malla vial urbana del municipio de Sogamoso se recomienda utilizar, los valores de CBR inalterado con inmersión, de cada una de las capas de suelo natural o subrasante, encontradas en los 14 apiques, los cuales se muestran en la Tabla 2.

5.2 EXPANSIVIDAD

El perfil de suelo natural o subrasante en los 14 apiques, en general 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

Las 11 Vías de la malla vial a rehabilitarse requiere únicamente el descapote de los materiales sueltos.

Si se requieren excavaciones para la rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana, estas se deben realizar únicamente manual o mecánicamente, en período seco y con taludes inclinados, 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 compactado 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 son las contempladas en los artículos 300-13, 311-13, 320-13 y 330-13 del INVIAS.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VIAS DIVERSAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDIA MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: ALCALDIA MUNICIPIO DE SOGAMOSO

5.4 COMPACTACIÓN

Las capas de la estructura del pavimento a rehabilitarse, 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, si se requiere, se deberá diseñar y construir cunetas-sardinel superficiales paralelas y por ambos costados de las 11 Vías de la malla vial, 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 las 11 Vías de la malla vial, si se requiere, se deberán construir sumideros o alcantarillas, para garantizar el adecuado drenaje y la captación de las aguas subsuperficiales, las cuales se recolectarán mediante la construcción de cunetas-sardinel impermeabilizadas, abiertas, longitudinales y paralelas a las 11 Vías de la malla vial urbana.

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 las 11 Vías de la malla vial; por lo tanto, se deberá construir algunos concretos en los encoles y descoles de

las mismas.

Si se requieren filtros, estos se deben diseñar y construir, con tubo ranurado y polietileno en el fondo del filtro, para drenar las aguas fácilmente hacia las alcantarillas, y de esta manera evitar infiltraciones de agua en el subsuelo, fondo del filtro y estructura de pavimento a rehabilitarse.

5.6 RECOMENDACIONES PARA LA REHABILITACIÓN DE LAS 11 VÍAS DE LA MALLA VIAL

1. Para lograr una rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana estable, se debe garantizar mediante drenajes superficiales (cunetas-sardinel impermeabilizadas), que el nivel más bajo de la estructura (subrasante) se encuentre permanentemente al menos 60 cm por encima de la tabla de agua.

2. En caso de requerirse excavaciones, 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.

3. La rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana 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.

4. 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 las 11 Vías de la malla vial urbana, siempre y cuando se compacte técnicamente de acuerdo con las especificaciones de compactación del INVIAS.

5. 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.

6. El afirmado existente sobre el que se realizará la rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial, se debe compactar al 98% del proctor modificado efectuado en laboratorio (densidad seca máxima de laboratorio).

7. Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la descarga de aguas superficiales en las zonas aledañas una vez rehabilitadas las 11 Vías de la malla vial.

8. 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 las estructuras de pavimento y para que no se produzca erosión hídrica en el suelo de fundación por el arrastre de materiales finos.

9. Se debe compactar adecuadamente cada una de las capas de la estructura de pavimento de las 11 Vías de la malla vial a rehabilitarse, ya que una inadecuada compactación será causa de hundimientos, fisuras y grietas del pavimento.

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

11. Para que la rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial 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.

12. Se debe ocasionar el menor impacto ambiental durante la rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VIAS URBANAS MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ
SOLICITA: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

13. Según el titulo D, literal D.3.2.12 - Profundidad mínima a la cota clave, de la RAS - 0330 - 2017, 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 las 11 Vías de la malla vial urbana, se debe cumplir con estas profundidades mínimas y además se debe diseñar y construir la estructura de pavimento más adecuada, que va a depender del tránsito de las 11 Vías de la malla vial, de tal manera que garantice la estabilidad de la tubería con bajas deformaciones.

14. Se debe realizar un inventario del estado actual de los predios y vías vecinas, con su respectivo registro fotográfico, lo cual deberá quedar escrito y registrado en el acta de vecindad, para el caso de reclamaciones posteriores.

15. Se recomienda programar una visita del Ingeniero Geotécnista o de Suelos durante la rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana, con el fin de inspeccionar el proceso de excavación y aprobación del suelo de fundación y/o subrasante.

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

6. LIMITACIONES

1. El proyecto, Rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana del municipio de Sogamoso, está localizado en las vías: calle 26 entre vía férrea y carrera 12; calle 34 con carrera 10 C y carrera 10 A; calle 43 entre vía férrea y carrera 14; calle 14 con carrera 29; calle 8 entre carrera 3 y carrera 4; carrea 7 entre calle 11 y calle 12; carrera 3 con calle 1 sur; calle 14 con carrera 30; calle 44 frente al nuevo colegio Gustavo Jiménez; carrera 25 con calle 17; y carrera 27 con calle 2A sur, 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, lo mismo que en las características geométricas, geológicas y topográficas actuales del terreno, cualquier modificación posterior por el diseñador, propietario, constructor, interventor, 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 rehabilitación de las 11 Vías de la malla vial urbana, 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 MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, 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:

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA LTDA. GERENTE

CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
DIRECTOR DE CONSULTORÍA

Sogamoso, 20 de diciembre de 2 023.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de las 11 Vías de la malla vial malla vial urbana y ubicación de los apiques realizados, A1 al A14……..……..……...(Pág. 5).

Figura 2. Características de las 11 Vías de la malla vial malla vial urbana y ubicación de los apiques realizados, A1 y A10…….……..……..……..(Pág. 6).

Figura 3. Mapa geológico de las 11 Vías de la malla vial malla vial urbana……...…....(Pág. 8).

Figura 4. Correlación litológica planar de los apiques realizados, A1 al A14…...…....(Pág. 11).

Figura 5. Norma, cantidad y resumen de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada apique realizado, A1 al A14……(Pág. 12).

Figuras 6 a 61. Perfiles de resistencias y propiedades geotécnicas de los apiques 1 al 14, 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 MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, 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.

- 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.

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

- 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 MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, 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 O PERFORACIONES REALIZADAS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO

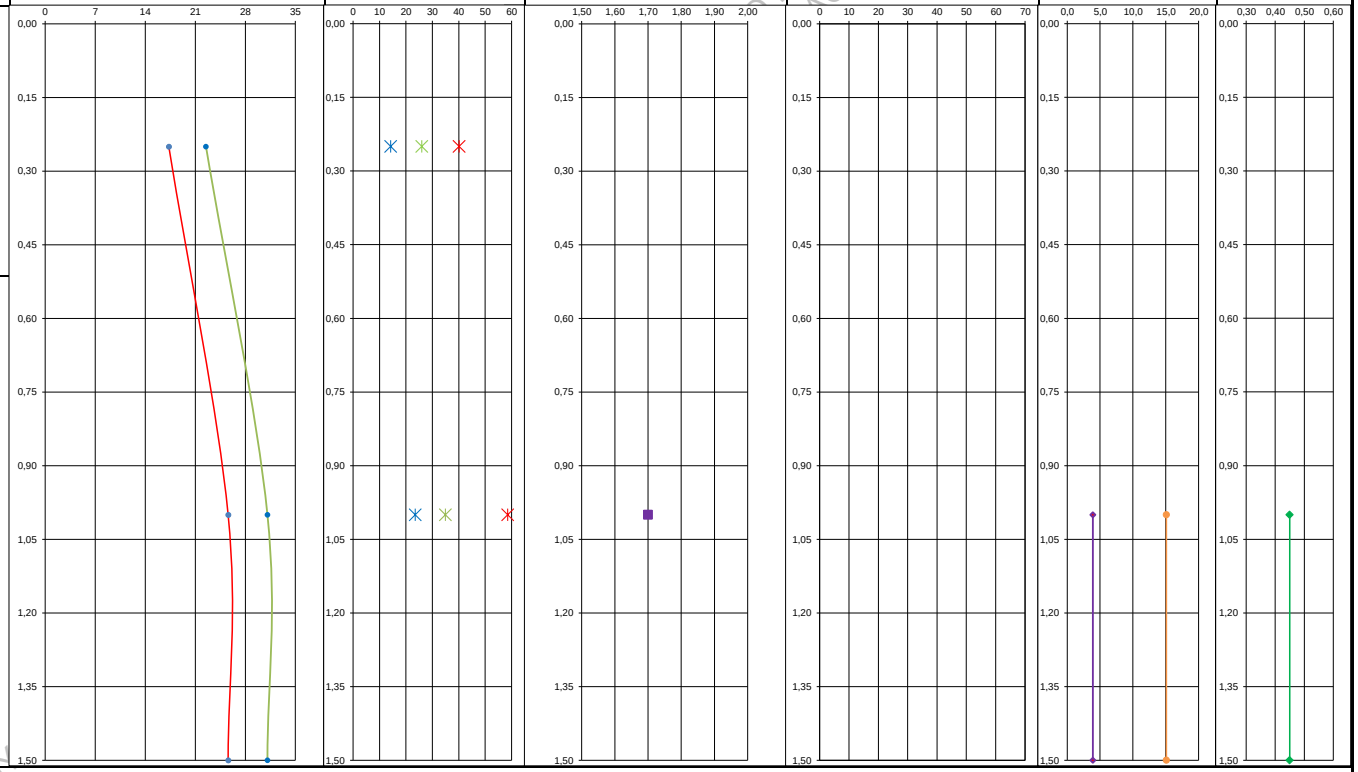
PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL CABECERA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 6. 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	0,50	17,3	22,5	40,1	26,0	14,2	-	-	-	-	-	27,4	GC	A	1,5
M2	0,50	1,50	25,6	31,1	58,5	34,9	23,5	1,70	1,35	15,1	3,9	0,45	97,1	MH	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,50			GC	Grava arcillosa, color café.	A
0,55 – 1,50			MH	Limo inorgánico, color café y gris.	B



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 (%)

PROY... DE SOGAMOSO ...ACÁ)

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

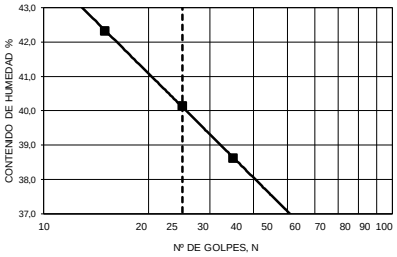
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 26 ENTRE VÍA FÉRREA Y CARRERA 12, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A1. MUESTRA: A1/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,50 m.
CAPA: AFRIMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava arcillosa mal gradada, color café, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias forma subangular, composición desechos de construcción y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD MEDIA.

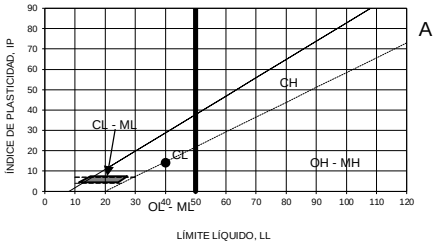
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	209
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	63,02
Suelo seco + Cap. (g)	54,46
Peso cápsula (g)	4,87
Contenido de humedad (%)	17,26

Limite líquido		
15	25	35
88	105	92
25,48	30,38	35,37
20,10	23,75	27,48
7,39	7,23	7,05
42,33	40,13	38,62

Límite Plástico	
206	222
20,52	19,40
17,33	16,45
5,06	5,07
26,00	25,92

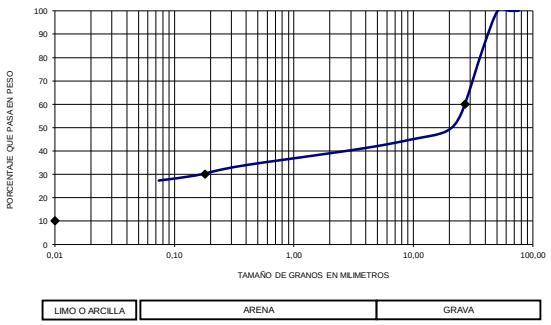




TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,0	488,7	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,0	495,3	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,8	495,7	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,1	530,8	693,3	162,5	16,3	16,3	83,7
1	25,4	488,1	759,0	270,9	27,1	43,4	56,6
3/4	19,0	469,3	549,7	80,4	8,0	51,4	48,6
3/8	9,5	475,4	511,8	36,4	3,6	55,1	44,9
4	4,8	480,0	509,6	29,6	3,0	58,0	42,0
10	2,0	403,5	432,5	29,0	2,9	61,0	39,0
20	0,8	384,2	411,0	26,8	2,7	63,6	36,4
40	0,4	370,2	392,0	21,8	2,2	65,8	34,2
60	0,3	336,4	356,9	20,5	2,1	67,9	32,1
100	0,1	317,6	343,7	26,1	2,6	70,5	29,5
200	0,1	308,3	329,7	21,4	2,1	72,6	27,4
FONDO	0,0	282,1	282,6	0,5	27,4	100,0	0,0

725,9

D10: 0,01 D30: 0,18 D60: 27,00 CU: 2700,00 CG: 0,12



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	17,3 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	22,5 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	40,1 %
LIMITE PLASTICO (LP):	26,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	14,2 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	1.160,6
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	887,7
Peso Recipiente	161,8
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	998,8
Peso Suelo Seco Lavado	725,9

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	58,0
% ARENAS	14,6
% FINOS	27,4

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GC

FIGURA 7. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

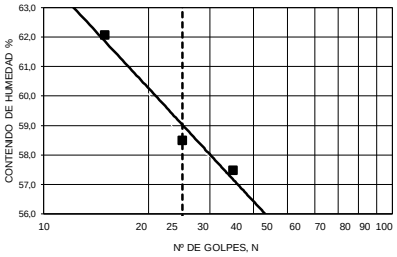
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 26 ENTRE VÍA FÉRREA Y CARRERA 12, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A1. MUESTRA: A1/M2. PROFUNDIDAD: 0,50 m - 1,50 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Limo inorgánico de plasticidad alta, color gris con café y manchas de oxidación, y consistencia media.

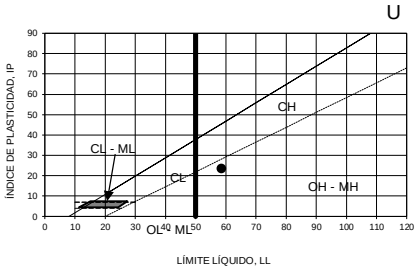
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	67
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	90,32
Suelo seco + Cap. (g)	73,77
Peso cápsula (g)	9,24
Contenido de humedad (%)	25,65

Limite líquido		
15	25	35
130	44	26
25,61	30,64	35,43
18,64	22,13	25,21
7,41	7,58	7,43
62,07	58,49	57,48

Límite Plástico	
240	235
16,48	15,53
13,52	12,82
5,01	5,10
34,78	35,10





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	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
10	2,0	407,1	407,1	0,0	0,0	0,0	100,0
20	0,8	373,0	373,2	0,2	0,0	0,0	100,0
40	0,4	335,1	338,0	2,9	0,4	0,5	99,5
60	0,3	287,0	291,7	4,7	0,7	1,2	98,8
100	0,1	298,9	304,5	5,6	0,9	2,1	97,9
200	0,1	282,9	288,5	5,6	0,9	2,9	97,1
FONDO	0,0	257,5	258,6	1,1	97,1	100,0	0,0

20,1

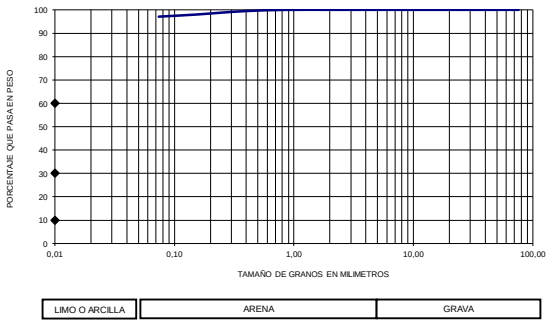
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,01 CU: 1,00 CG: 1,00

HUMEDAD NATURAL (HN):	25,6 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	31,1 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	58,5 %
LIMITE PLASTICO (LP):	34,9 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	23,5 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	856,7
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	225,0
Peso Recipiente	204,9
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	651,8
Peso Suelo Seco Lavado	20,1

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,0
% ARENAS	2,9
% FINOS	97,1



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	MH

FIGURA 8. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO LOCALIZACIÓN:CALLE 26 ENTRE VÍA FÉRREA Y CARRERA 12, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ). SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A1. MUESTRA: A1/M2. PROFUNDIDAD: 0,50 m - 1,50 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.

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

Molde No.	23
Diametro del molde (cm)	15,50
Altura del molde (cm)	18,20
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.434,2
Peso del Molde (g)	4.514
Peso del Molde + Muestra (g)	10.368
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,70

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	559	640
Expansión Total (mm) 10^-2		81
Expansión Total %		0,45%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	67	9
W Cap + mat humedo (gr)	90,32	90,40
W Cap + mat Seco (gr)	73,77	72,36
W Cápsula (gr)	9,24	9,62
Humedad %	25,65	28,75
Humedad promedio %	27,20	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	343	379
W Cap + mat humedo (gr)	67,45	60,62
W Cap + mat Seco (gr)	48,46	43,38
W Cápsula (gr)	5,73	5,60
Humedad %	44,44	45,63
Humedad promedio %	45,04	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	23	
W Muestra (g)	5.854	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	35,74	11,4
0,025	113,53	36,3
0,050	249,31	79,7
0,075	379,93	121,4
0,100	459,86	147,0
0,125	565,84	180,8
0,150	620,70	198,4
0,200	709,72	226,8
0,300	850,90	271,9
0,400	966,45	308,8
0,500	1 070,09	342,0
CBR corregido 0,1"	14,7	
CBR corregido 0,2"	15,1	
CBR ESCOGIDO(%)	**15,1**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	23	
W Muestra (g)	6.294	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	9,89	3,2
0,025	31,92	10,2
0,050	62,05	19,8
0,075	92,17	29,5
0,100	118,92	38,0
0,125	140,28	44,8
0,150	157,14	50,2
0,200	184,34	58,9
0,300	228,18	72,9
0,400	257,18	82,2
0,500	281,01	89,8
CBR corregido 0,1"	3,8	
CBR corregido 0,2"	3,9	
CBR ESCOGIDO(%)	**3,9**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

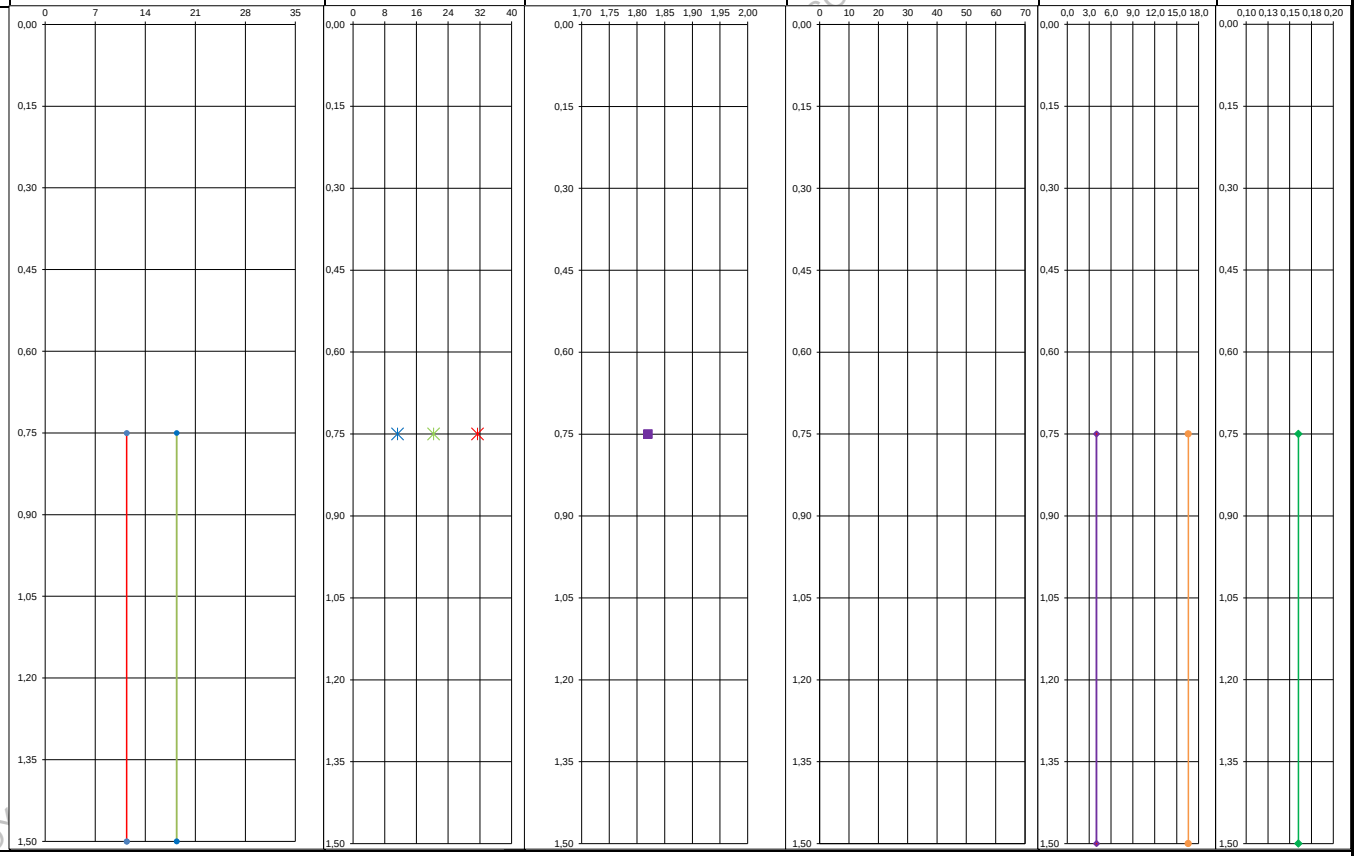
FIGURA 9. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 10. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A2.

MUESTRA	Prof (m) DE	Prof (m) 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	1,50	11,4	18,4	31,4	20,3	11,2	1,82	1,63	16,6	4,0	0,16	37,9	SC	A	1,5

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 1,50			SC	Arena arcillosa, color café con gris.	B



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

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

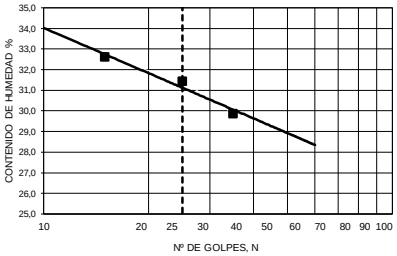
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 26 ENTRE VÍA FÉRREA Y CARRERA 12, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A2. MUESTRA: A2/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 1,50 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCIÓN: Arena arcillosa mal gradada, de grano muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso, color café y gris con manchas de oxidación, forma subangular, composición cuarzosa y compacidad media.
LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD MEDIA.

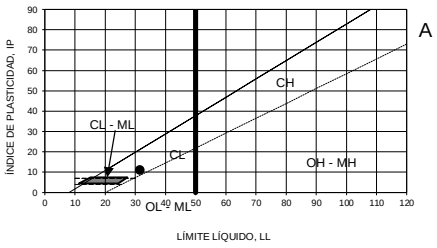
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	82
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	109,48
Suelo seco + Cap. (g)	99,33
Peso cápsula (g)	10,27
Contenido de humedad (%)	11,40

Limite líquido		
15	25	35
89	32	42
25,39	30,59	35,48
21,00	24,95	29,05
7,54	7,01	7,52
32,62	31,44	29,87

Límite Plástico	
209	218
17,44	17,40
15,32	15,28
4,86	4,83
20,27	20,29





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	459,8	19,7	2,3	2,3	97,7
3/8	9,5	452,0	506,7	54,7	6,5	8,8	91,2
4	4,8	436,4	496,1	59,7	7,1	15,9	84,1
10	2,0	407,1	448,9	41,8	4,9	20,8	79,2
20	0,8	373,0	410,2	37,2	4,4	25,2	74,8
40	0,4	335,1	399,9	64,8	7,7	32,9	67,1
60	0,3	287,0	377,6	90,6	10,7	43,6	56,4
100	0,1	298,9	380,0	81,1	9,6	53,2	46,8
200	0,1	282,9	357,8	74,9	8,9	62,1	37,9
FONDO	0,0	257,5	259,8	2,3	37,9	100,0	0,0

526,8

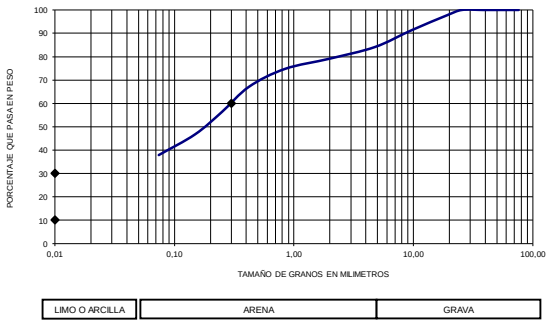
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,30 CU: 30,00 CG: 0,03

HUMEDAD NATURAL (HN):	11,4 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	18,4 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	31,4 %
LIMITE PLASTICO (LP):	20,3 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	11,2 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	1.042,5
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	724,6
Peso Recipiente	197,8
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	844,7
Peso Suelo Seco Lavado	526,8

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	15,9
% ARENAS	46,2
% FINOS	37,9



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	SC

FIGURA 11. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 26 ENTRE VÍA FÉRREA Y CARRERA 12, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A2. MUESTRA: A2/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 1,50 m.

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

Molde No.	25
Diametro del molde (cm)	15,60
Altura del molde (cm)	18,45
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.526,4
Peso del Molde (g)	4.521
Peso del Molde + Muestra (g)	10.939
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,82

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	726	755
Expansión Total (mm) 10^-2		29
Expansión Total %		0,16%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	82	56
W Cap + mat humedo (gr)	109,48	115,59
W Cap + mat Seco (gr)	99,33	102,69
W Cápsula (gr)	10,27	10,09
Humedad %	11,40	13,93
Humedad promedio %	12,66	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	305	24
W Cap + mat humedo (gr)	94,71	75,54
W Cap + mat Seco (gr)	80,51	64,91
W Cápsula (gr)	5,93	7,58
Humedad %	19,04	18,54
Humedad promedio %	18,79	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	25	
W Muestra (g)	6.418	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	28,55	9,1
0,025	97,34	31,1
0,050	249,54	79,7
0,075	404,88	129,4
0,100	512,23	163,7
0,125	603,39	192,8
0,150	671,05	214,4
0,200	781,43	249,7
0,300	941,95	301,0
0,400	1 075,03	343,5
0,500	1 193,51	381,4
CBR corregido 0,1"	16,4	
CBR corregido 0,2"	16,6	
CBR ESCOGIDO(%)	**16,6**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	25	
W Muestra (g)	6.845	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	9,22	2,9
0,025	20,46	6,5
0,050	42,71	13,6
0,075	68,57	21,9
0,100	98,02	31,3
0,125	127,24	40,7
0,150	155,57	49,7
0,200	189,56	60,6
0,300	279,44	89,3
0,400	344,18	110,0
0,500	398,14	127,2
CBR corregido 0,1"	3,1	
CBR corregido 0,2"	4,0	
CBR ESCOGIDO(%)	**4,0**	

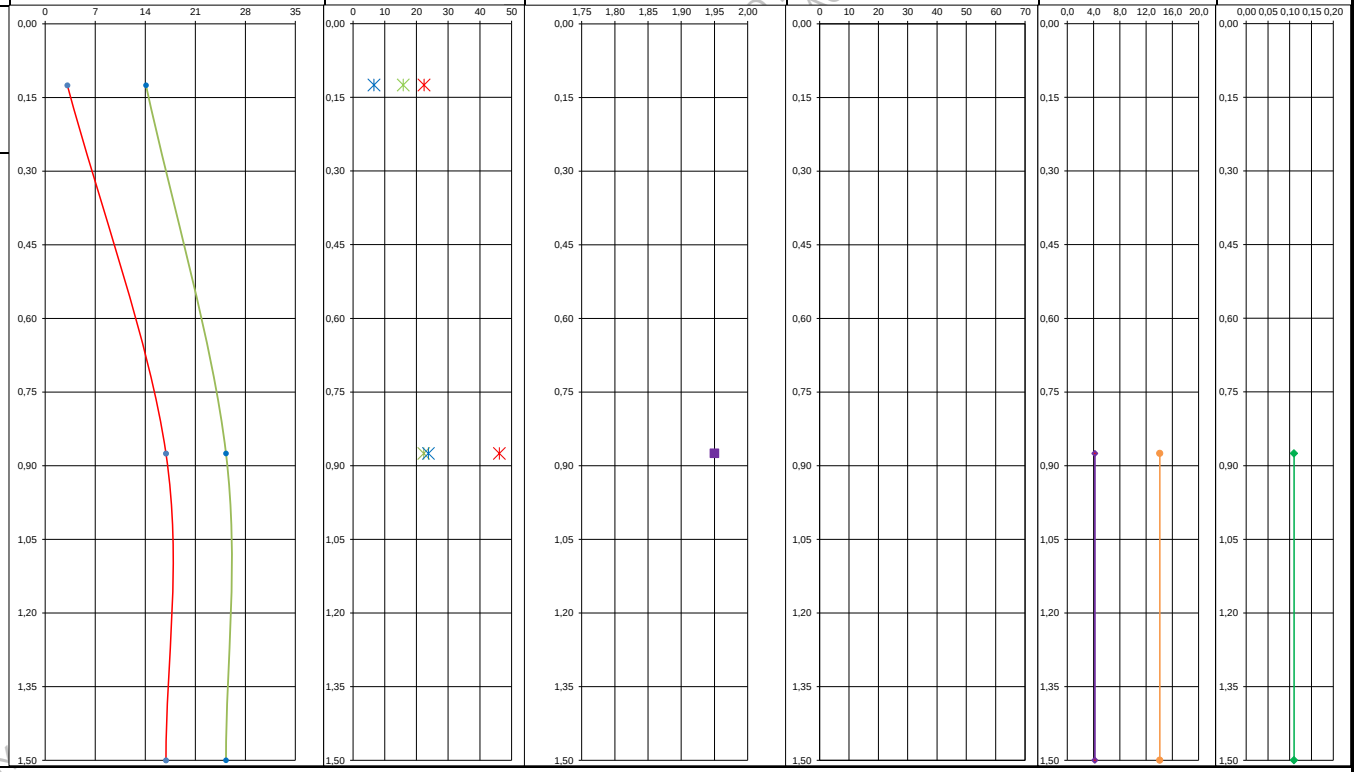
FIGURA 12. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 13. 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	0,00	0,25	3,1	14,1	22,4	15,8	6,6	-	-	-	-	-	16,0	GM-GC	A	1,5
M2	0,25	1,50	16,9	25,3	46,1	22,3	23,8	1,95	1,67	14,1	4,2	0,11	95,4	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,25			GM-GC	Grava limo-arcillosa, color café.	A
0,30 – 1,50			CL	Arcilla inorgánica, color gris con café.	B



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 (%)

PROY... DE SOGAMOSO ...ACÁ)

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

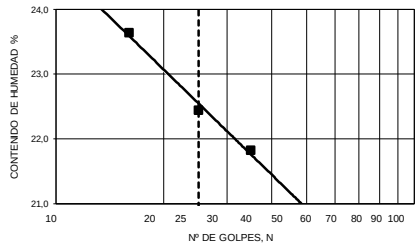
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 34 ENTRE CARRERA 10A Y CARRERA 10C, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A3. MUESTRA: A3/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,25 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE 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 BAJA.

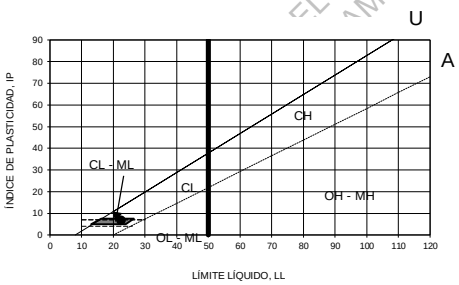
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	15
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	98,93
Suelo seco + Cap. (g)	96,22
Peso cápsula (g)	9,73
Contenido de humedad (%)	3,13

Limite líquido		
16	25	35
375	347	340
25,76	30,59	35,68
21,86	26,01	30,29
5,36	5,60	5,59
23,64	22,44	21,82

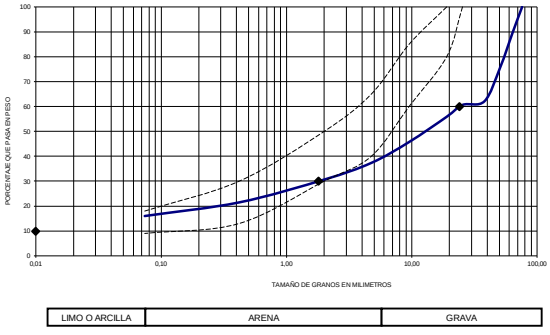
Límite Plástico	
236	244
16,66	16,32
15,06	14,78
4,94	5,08
15,81	15,88





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	847,1	358,6	10,1	10,1	89,9	(A-38)
2	50,800	472,9	974,6	501,7	14,2	24,3	75,7	
1 1/2	38,100	475,0	955,1	480,1	13,6	37,9	62,1	
1	25,400	450,0	503,4	53,4	1,5	39,4	60,6	100
3/4	19,000	439,7	608,2	168,5	4,8	44,1	55,9	80 - 100
3/8	9,525	451,5	810,3	358,8	10,1	54,3	45,7	60 - 85
4	4,760	436,3	733,3	297,0	8,4	62,7	37,3	40 - 65
10	2,000	406,8	644,2	237,4	6,7	69,4	30,6	30 - 50
40	0,420	335,0	659,1	324,1	9,2	78,5	21,5	13 - 30
200	0,074	283,0	477,0	194,0	5,5	84,0	16,0	9 18
FONDO	0,000	257,5	259,1	1,6	16,0	100,0	0,0	
				2975,2				

D10: 0,01	D30: 1,80	D60: 24,00	CU: 2400,00	CG: 13,50



Curva Ensayo
Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	3,1 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	14,1 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	22,4 %
LIMITE PLASTICO (LP):	15,8 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	6,6 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	3.740,1
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	3.175,3
Peso Recipiente	200,1
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	3.540,0
Peso Suelo Seco Lavado	2.975,2

% GRAVAS	62,7
% ARENAS	21,3
% FINOS	16,0

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GM-GC

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

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

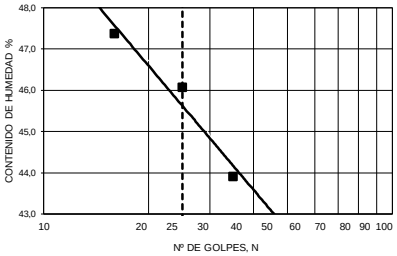
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 34 ENTRE CARRERA 10A Y CARRERA 10C, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A3. MUESTRA: A3/M2. PROFUNDIDAD: 0,25 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad alta, color gris con café y manchas de oxidación, y consistencia media.

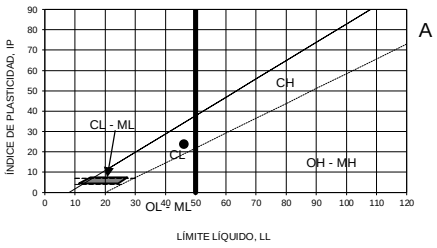
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	80
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	103,17
Suelo seco + Cap. (g)	89,66
Peso cápsula (g)	9,94
Contenido de humedad (%)	16,95

Limite líquido		
16	25	35
36	50	40
25,28	30,40	35,54
19,43	23,07	26,82
7,08	7,16	6,96
47,37	46,07	43,91

Límite Plástico	
238	225
17,53	17,70
15,26	15,41
5,12	5,12
22,39	22,25

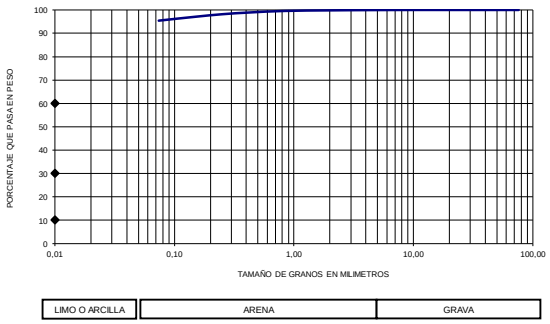




TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,0	488,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,0	494,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,8	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,1	474,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,4	450,0	0,0	0,0	0,0	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	436,7	0,3	0,0	0,0	100,0
10	2,0	407,1	407,9	0,8	0,1	0,2	99,8
20	0,8	373,0	374,6	1,6	0,2	0,4	99,6
40	0,4	335,1	339,5	4,4	0,7	1,1	98,9
60	0,3	287,0	291,9	4,9	0,8	1,8	98,2
100	0,1	298,9	305,9	7,0	1,1	2,9	97,1
200	0,1	282,9	293,7	10,8	1,7	4,6	95,4
FONDO	0,0	257,5	257,5	0,0	95,4	100,0	0,0

29,8

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



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	16,9 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	25,3 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	46,1 %
LIMITE PLASTICO (LP):	22,3 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	23,8 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	858,9
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	237,1
Peso Recipiente	207,3
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	651,6
Peso Suelo Seco Lavado	29,8

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,0
% ARENAS	4,5
% FINOS	95,4

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍA URBANA MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

FIGURA 15. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 34 ENTRE CARRERA 10A Y CARRERA 10C, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A3. MUESTRA: A3/M2. PROFUNDIDAD: 0,25 m - 1,5 m.

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

Molde No.	21
Diametro del molde (cm)	15,50
Altura del molde (cm)	18,70
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.528,5
Peso del Molde (g)	4.510
Peso del Molde + Muestra (g)	11.378
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,95

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	700	720
Expansión Total (mm) 10^-2		20
Expansión Total %		0,11%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	80	77
W Cap + mat humedo (gr)	103,17	102,87
W Cap + mat Seco (gr)	89,66	89,30
W Cápsula (gr)	9,94	9,76
Humedad %	16,95	17,06
Humedad promedio %	17,00	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	112	111
W Cap + mat humedo (gr)	74,15	84,32
W Cap + mat Seco (gr)	61,87	70,3
W Cápsula (gr)	5,77	6,92
Humedad %	21,89	22,12
Humedad promedio %	22,01	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	21	
W Muestra (g)	6.868	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	40,47	12,9
0,025	111,28	35,6
0,050	216,49	69,2
0,075	320,13	102,3
0,100	412,75	131,9
0,125	496,83	158,8
0,150	558,65	178,5
0,200	660,71	211,1
0,300	813,13	259,9
0,400	930,93	297,5
0,500	1 033,22	330,2
CBR corregido 0,1"	13,2	
CBR corregido 0,2"	14,1	
CBR ESCOGIDO(%)	**14,1**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	21	
W Muestra (g)	6.760	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	10,34	3,3
0,025	48,78	15,6
0,050	100,04	32,0
0,075	121,17	38,7
0,100	132,86	42,5
0,125	140,73	45,0
0,150	149,50	47,8
0,200	165,23	52,8
0,300	195,36	62,4
0,400	222,34	71,1
0,500	247,29	79,0
CBR corregido 0,1"	4,2	
CBR corregido 0,2"	3,5	
CBR ESCOGIDO(%)	**4,2**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

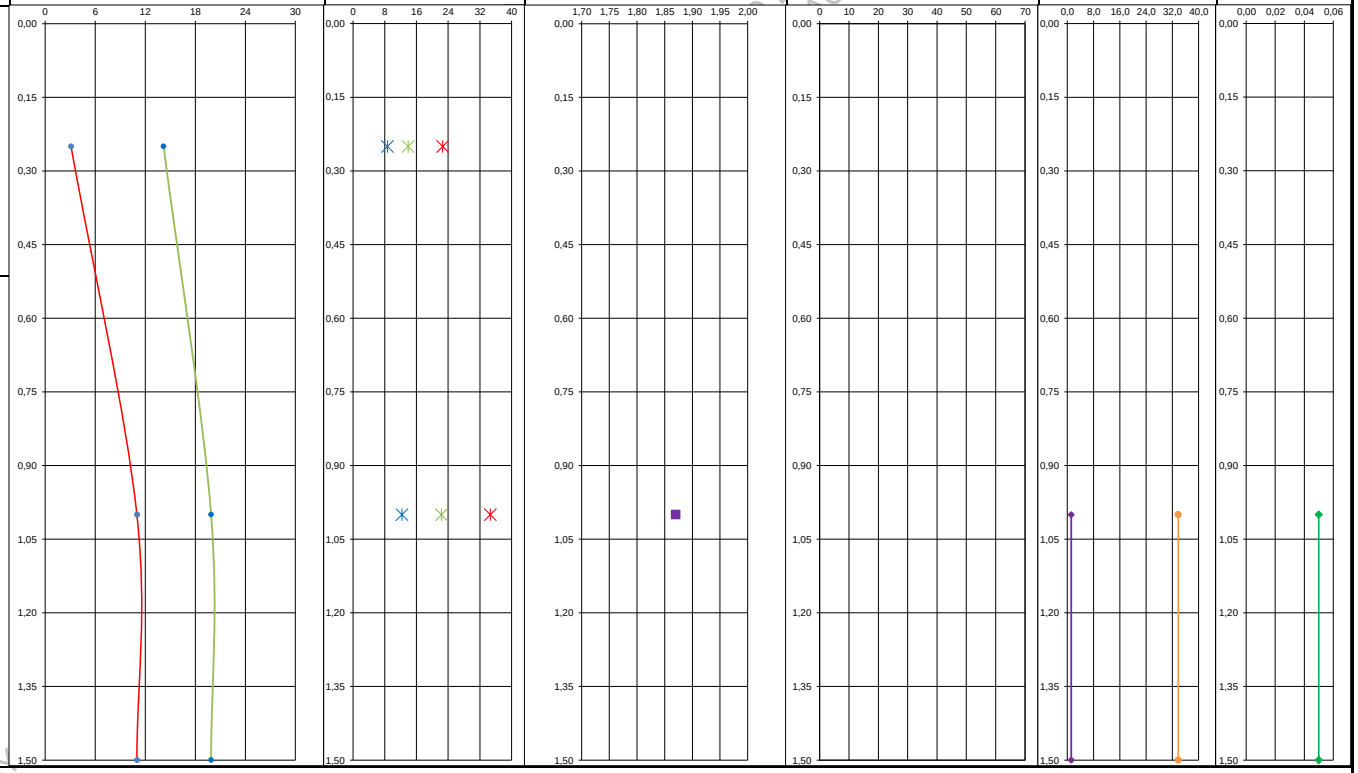
FIGURA 16. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 17. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A4.

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	0,50	3,1	14,2	22,6	13,9	8,7	-	-	-	-	-	17,3	GC	A	1,5
M2	0,50	1,50	11,0	19,9	34,6	22,3	12,3	1,87	1,68	33,8	1,2	0,05	83,7	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,50			GC	Grava arcillosa, color café.	A
0,55 – 1,50			CL	Arcilla inorgánica, color café claro.	B



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 (%)

PROY... DE SOGAMOSO ...LCÁ)

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 34 ENTRE CARRERA 10A Y CARRERA 10C, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A4. MUESTRA: A4/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,50 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE 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	51
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	101,35
Suelo seco + Cap. (g)	98,63
Peso cápsula (g)	9,82
Contenido de humedad (%)	3,06

Limite líquido		
15	25	35
355	386	387
25,77	30,63	35,64
21,74	25,98	30,47
5,38	5,44	5,70
24,63	22,64	20,87

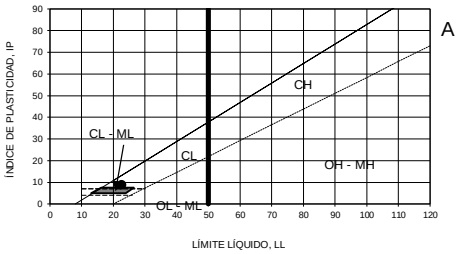
Límite Plástico	
247	228
15,39	15,31
14,13	14,06
5,08	5,06
13,92	13,89

A



U

A



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	1.377,1	893,9	17,5	17,5	82,5	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5	946,0	457,5	9,0	26,5	73,5	(A-38)
2	50,800	472,9	1.122,8	649,9	12,7	39,2	60,8	
1 1/2	38,100	475,0	602,8	127,8	2,5	41,7	58,3	
1	25,400	450,0	769,3	319,3	6,3	47,9	52,1	100
3/4	19,000	439,7	551,3	111,6	2,2	50,1	49,9	80 - 100
3/8	9,525	451,5	802,5	351,0	6,9	57,0	43,0	60 - 85
4	4,760	436,3	713,8	277,5	5,4	62,4	37,6	40 - 65
10	2,000	406,8	687,0	280,2	5,5	67,9	32,1	30 - 50
40	0,420	335,0	768,9	433,9	8,5	76,4	23,6	13 - 30
200	0,074	283,0	603,9	320,9	6,3	82,7	17,3	9 18
FONDO	0,000	257,5	260,3	2,8	17,3	100,0	0,0	

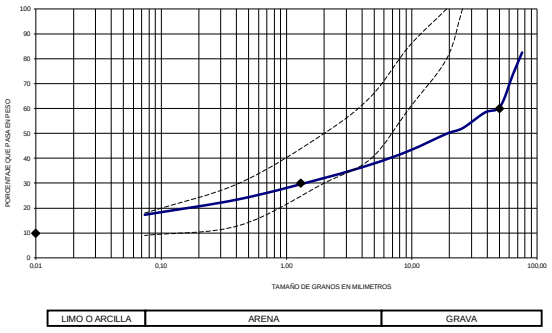
4226,3

D10: 0,01	D30: 1,30	D60: 50,00	CU: 5000,00	CG: 3,38

HUMEDAD NATURAL (HN):	3,1 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	14,2 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	22,6 %
LIMITE PLASTICO (LP):	13,9 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	8,7 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	5.304,8
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	4.424,2
Peso Recipiente	197,9
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	5.106,9
Peso Suelo Seco Lavado	4.226,3

% GRAVAS	62,4
% ARENAS	20,3
% FINOS	17,3



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GC

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

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

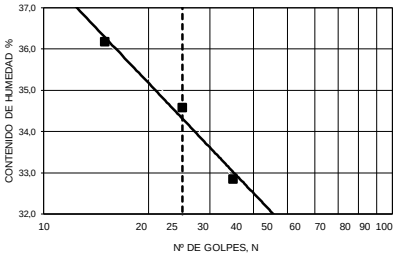
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 34 ENTRE CARRERA 10A Y CARRERA 10C, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A4. MUESTRA: A4/M2. PROFUNDIDAD: 0,5 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, color café claro, y consistencia media.

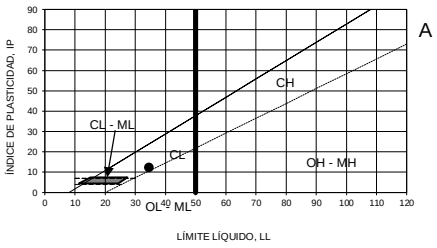
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	57
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	96,59
Suelo seco + Cap. (g)	87,99
Peso cápsula (g)	9,94
Contenido de humedad (%)	11,02

Limite líquido		
15	25	35
369	384	386
25,74	30,48	35,85
20,35	24,02	28,33
5,45	5,34	5,44
36,17	34,58	32,85

Límite Plástico	
238	225
17,53	17,70
15,26	15,41
5,12	5,12
22,39	22,25





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	454,2	2,2	0,3	0,3	99,7
4	4,8	436,4	445,9	9,5	1,4	1,8	98,2
10	2,0	407,1	413,6	6,5	1,0	2,8	97,2
20	0,8	373,0	377,6	4,6	0,7	3,5	96,5
40	0,4	335,1	345,3	10,2	1,6	5,0	95,0
60	0,3	287,0	299,9	12,9	2,0	7,0	93,0
100	0,1	298,9	322,8	23,9	3,6	10,6	89,4
200	0,1	282,9	320,4	37,5	5,7	16,3	83,7
FONDO	0,0	257,5	258,9	1,4	83,7	100,0	0,0

108,7

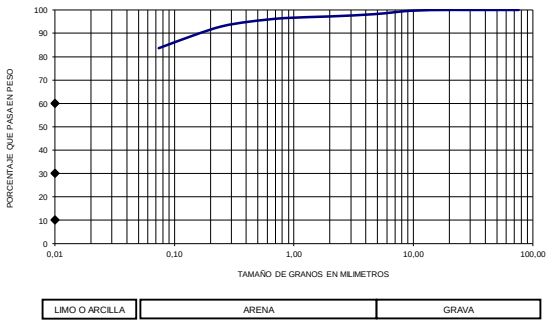
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,01 CU: 1,00 CG: 1,00

HUMEDAD NATURAL (HN):	11,0 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	19,9 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	34,6 %
LIMITE PLASTICO (LP):	22,3 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	12,3 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	824,3
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	276,6
Peso Recipiente	167,9
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	656,4
Peso Suelo Seco Lavado	108,7

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	1,8
% ARENAS	14,6
% FINOS	83,7



Curva Ensayo
Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

FIGURA 19. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 34 ENTRE CARRERA 10A Y CARRERA 10C, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A4. MUESTRA: A4/M2. PROFUNDIDAD: 0,5 m - 1,5 m.

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

Molde No.	70
Diametro del molde (cm)	15,31
Altura del molde (cm)	17,61
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.241,9
Peso del Molde (g)	4.627
Peso del Molde + Muestra (g)	10.684
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,87

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	791	800
Expansión Total (mm) 10^-2		9
Expansión Total %		0,05%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	57	18
W Cap + mat humedo (gr)	96,59	89,34
W Cap + mat Seco (gr)	87,99	81,36
W Cápsula (gr)	9,94	9,84
Humedad %	11,02	11,16
Humedad promedio %	11,09	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	300	354
W Cap + mat humedo (gr)	91,46	98,6
W Cap + mat Seco (gr)	71,65	77,78
W Cápsula (gr)	5,87	5,68
Humedad %	30,12	28,88
Humedad promedio %	29,50	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	70	
W Muestra (g)	6.057	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	44,51	14,2
0,025	151,97	48,6
0,050	377,68	120,7
0,075	720,74	230,3
0,100	1 035,92	331,0
0,125	1 263,87	403,9
0,150	1 398,31	446,9
0,200	1 584,90	506,5
0,300	1 825,00	583,2
0,400	2 011,81	642,9
0,500	2 181,32	697,1
CBR corregido 0,1"	33,1	
CBR corregido 0,2"	33,8	
CBR ESCOGIDO(%)	**33,8**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	70	
W Muestra (g)	6.535	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	8,99	2,9
0,025	14,84	4,7
0,050	23,60	7,5
0,075	30,12	9,6
0,100	43,74	14,0
0,125	54,47	17,4
0,150	69,64	22,3
0,200	93,53	29,9
0,300	104,41	33,4
0,400	112,62	36,0
0,500	116,40	37,2
CBR corregido 0,1"	1,4	
CBR corregido 0,2"	2,0	
CBR ESCOGIDO(%)	**2,0**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

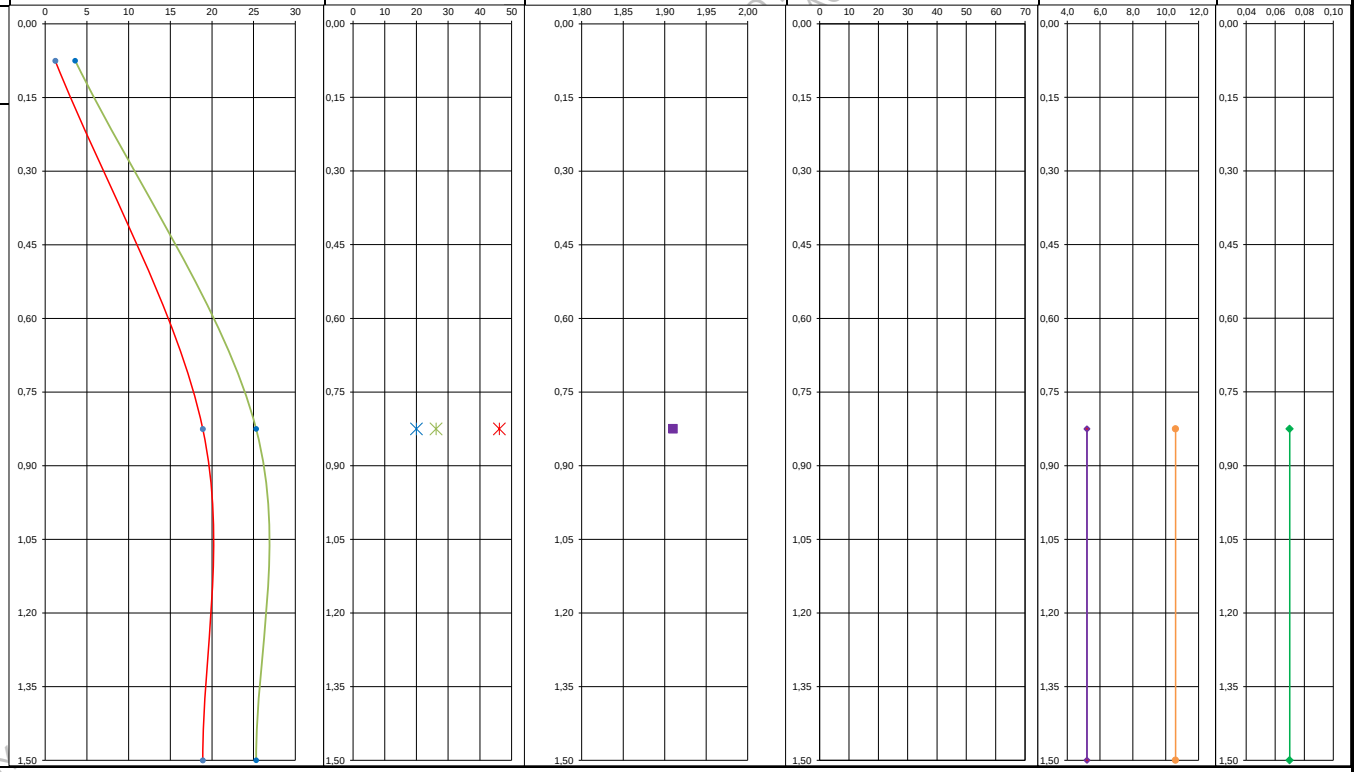
FIGURA 20. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 21. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A5.

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	1,2	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-	7,7	GW-GM	A	1,5
M2	0,15	1,50	18,9	25,3	46,1	26,2	20,0	1,91	1,61	10,6	5,2	0,07	79,0	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,15			GW-GM	Grava limosa, color habano.	A
0,20 – 1,50			CL	Arcilla inorgánica, color café oscuro.	B



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

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 43 ENTRE VÍA FÉRREA Y CARRERA 14, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A5. MUESTRA: A5/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,15 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava limosa bien gradada, color habano, tamaño grandulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA NO PRESENTA PLASTICIDAD.

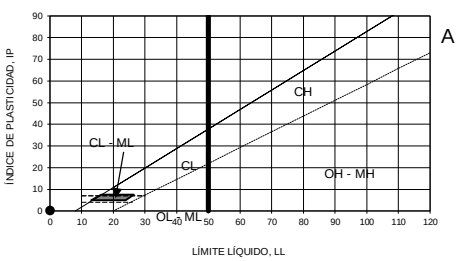
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	34
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	143,50
Suelo seco + Cap. (g)	141,90
Peso cápsula (g)	9,92
Contenido de humedad (%)	1,21

Limite líquido		
15	25	35
0,00	0,00	0,00

Límite Plástico	
0,00	0,00





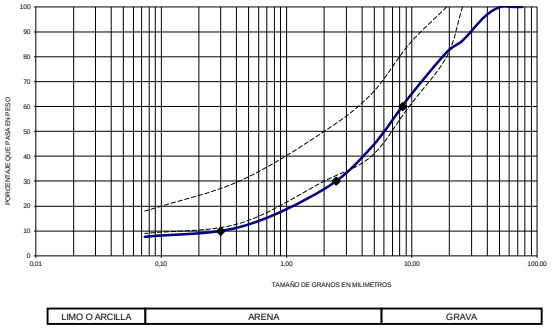
TAMIZADO								
MALLA		Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa	Norma % Que Pasa
No.	Dimension (mm)							
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	(A-38)
2	50,800	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2	38,100	475,0	576,1	101,1	4,0	4,0	96,0	
1	25,400	450,0	696,1	246,1	9,6	13,6	86,4	100
3/4	19,000	439,7	558,5	118,8	4,6	18,2	81,8	80 - 100
3/8	9,525	451,5	912,4	460,9	18,0	36,2	63,8	60 - 85
4	4,760	436,3	953,5	517,2	20,2	56,4	43,6	40 - 65
10	2,000	406,8	834,9	428,1	16,7	73,2	26,8	30 - 50
40	0,420	335,0	727,0	392,0	15,3	88,5	11,5	13 - 30
200	0,074	283,0	381,8	98,8	3,9	92,3	7,7	9 18
FONDO	0,000	257,5	258,7	1,2	7,7	100,0	0,0	
				2364,2				

HUMEDAD NATURAL (HN):	1,2 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	3,6 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	0,0 %
LIMITE PLASTICO (LP):	0,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	0,0 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	2.739,9
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	2.545,1
Peso Recipiente	180,9
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	2.559,0
Peso Suelo Seco Lavado	2.364,2

% GRAVAS	56,4
% ARENAS	35,9
% FINOS	7,7

D10: 0,30 D30: 2,50 D60: 8,50 CU: 28,33 CG: 2,45



Curva Ensayo
Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GW-GM

FIGURA 22. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

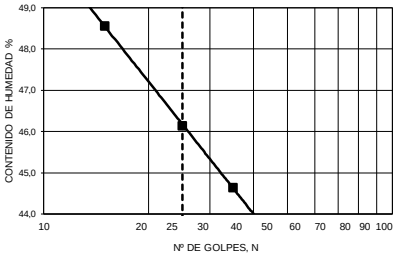
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 43 ENTRE VÍA FÉRREA Y CARRERA 14, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A5. MUESTRA: A5/M2. PROFUNDIDAD: 0,15 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad alta, color café oscuro, y consistencia media.

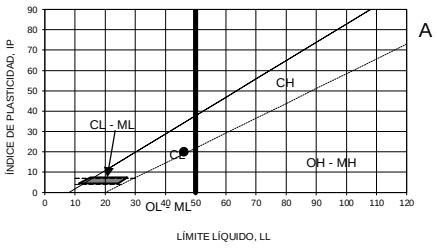
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	40
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	93,20
Suelo seco + Cap. (g)	79,94
Peso cápsula (g)	9,95
Contenido de humedad (%)	18,95

Limite líquido		
15	25	35
380	350	376
25,48	30,75	35,45
18,92	22,82	26,20
5,41	5,63	5,48
48,56	46,13	44,64

Límite Plástico	
204	217
17,35	17,10
14,82	14,57
5,07	4,98
25,95	26,38





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	482,4	30,4	3,3	3,3	96,7
4	4,8	436,4	449,1	12,7	1,4	4,7	95,3
10	2,0	407,1	424,6	17,5	1,9	6,7	93,3
20	0,8	373,0	389,6	16,6	1,8	8,5	91,5
40	0,4	335,1	354,6	19,5	2,1	10,6	89,4
60	0,3	287,0	312,2	25,2	2,8	13,4	86,6
100	0,1	298,9	330,6	31,7	3,5	16,9	83,1
200	0,1	282,9	320,6	37,7	4,1	21,0	79,0
FONDO	0,0	257,5	259,2	1,7	79,0	100,0	0,0

193,0

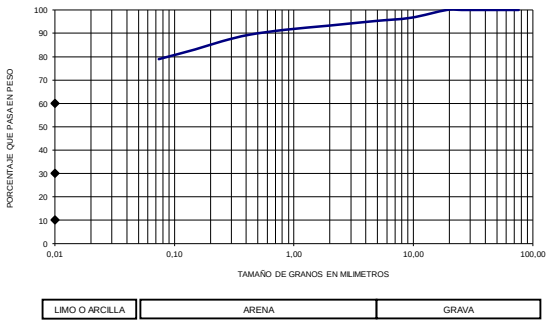
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,01 CU: 1,00 CG: 1,00

HUMEDAD NATURAL (HN):	18,9 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	25,3 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	46,1 %
LIMITE PLASTICO (LP):	26,2 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	20,0 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	1.042,2
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	326,1
Peso Recipiente	133,1
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	909,1
Peso Suelo Seco Lavado	193,0

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	4,7
% ARENAS	16,3
% FINOS	79,0



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

FIGURA 23. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 43 ENTRE VÍA FÉRREA Y CARRERA 14, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A5. MUESTRA: A5/M2. PROFUNDIDAD: 0,15 m - 1,5 m.

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

Molde No.	60
Diametro del molde (cm)	15,50
Altura del molde (cm)	17,70
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.339,8
Peso del Molde (g)	4.646
Peso del Molde + Muestra (g)	11.036
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,91

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	666	678
Expansión Total (mm) 10^-2		12
Expansión Total %		0,07%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	40	70
W Cap + mat humedo (gr)	93,20	90,16
W Cap + mat Seco (gr)	79,94	76,52
W Cápsula (gr)	9,95	10,51
Humedad %	18,95	20,66
Humedad promedio %	19,80	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	352	367
W Cap + mat humedo (gr)	80,88	73,33
W Cap + mat Seco (gr)	63,2	58,79
W Cápsula (gr)	5,28	5,65
Humedad %	30,52	27,36
Humedad promedio %	28,94	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	60	
W Muestra (g)	6.390	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	44,51	14,2
0,025	79,63	25,4
0,050	113,48	36,3
0,075	151,97	48,6
0,100	226,48	72,4
0,125	377,68	120,7
0,150	412,42	131,8
0,200	498,76	159,4
0,300	538,46	172,1
0,400	611,71	195,5
0,500	720,74	230,3
CBR corregido 0,1"	7,2	
CBR corregido 0,2"	10,6	
CBR ESCOGIDO(%)	**10,6**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	60	
W Muestra (g)	6.517	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	20,91	6,7
0,025	49,68	15,9
0,050	87,45	27,9
0,075	119,82	38,3
0,100	148,60	47,5
0,125	176,47	56,4
0,150	197,61	63,1
0,200	242,34	77,4
0,300	312,93	100,0
0,400	370,48	118,4
0,500	426,91	136,4
CBR corregido 0,1"	4,7	
CBR corregido 0,2"	5,2	
CBR ESCOGIDO(%)	**5,2**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

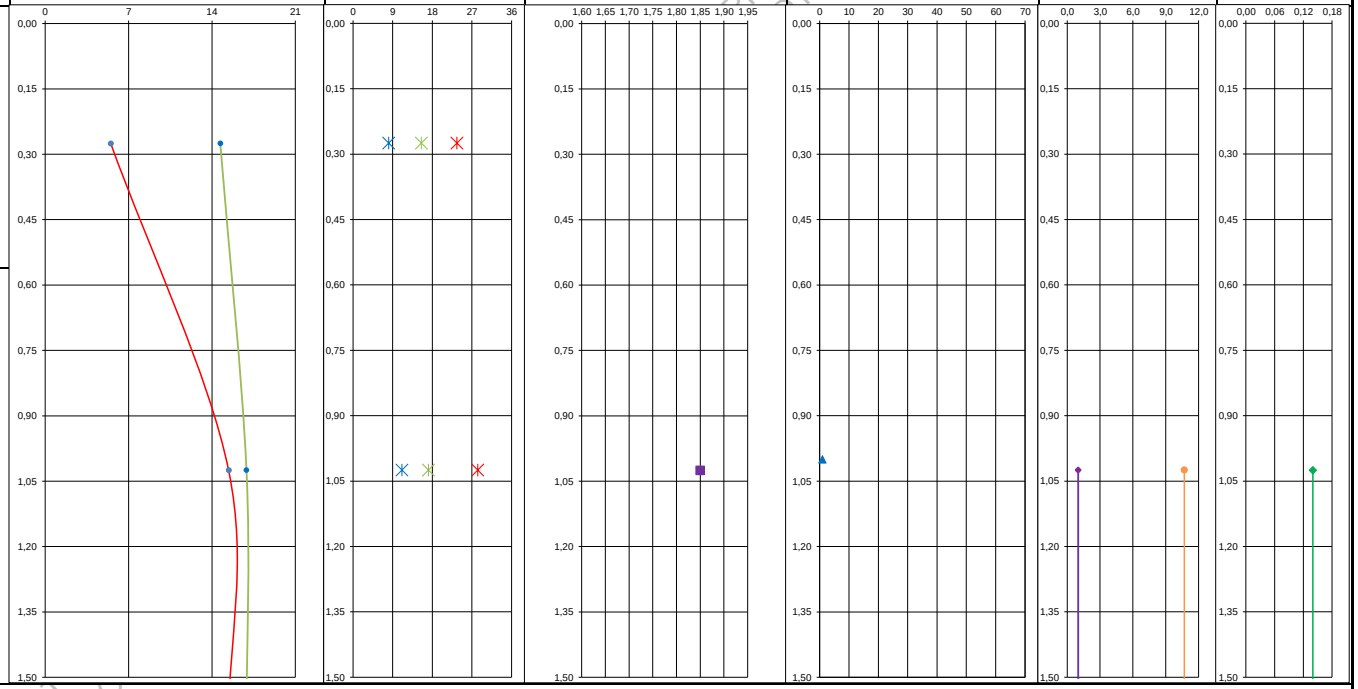
FIGURA 24. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 25. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A6.

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	0,55	5,5	14,7	23,6	15,5	8,1	-	-	-	-	-	30,0	GC	A	1,5
M2	0,55	1,50	15,4	16,9	28,3	17,1	11,1	1,85	1,60	10,7	1,0	0,14	70,6	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,55			GC	Grava arcillosa, color café oscuro.	A
0,60 – 1,50			CL	Arcilla inorgánica, color café oscuro.	B



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 (%)

PROYECTO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)

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

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

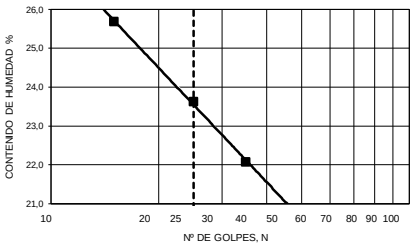
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 43 ENTRE VÍA FÉRREA Y CARRERA 14, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A6. MUESTRA: A6/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,55 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava arcillosa mal gradada, color café oscuro, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD MEDIA.

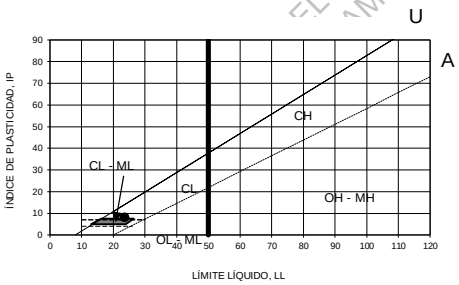
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	25
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	95,09
Suelo seco + Cap. (g)	90,66
Peso cápsula (g)	10,10
Contenido de humedad (%)	5,50

Limite líquido		
15	25	35
24	108	26
25,68	30,71	35,68
21,98	26,28	30,57
7,57	7,53	7,42
25,68	23,63	22,07

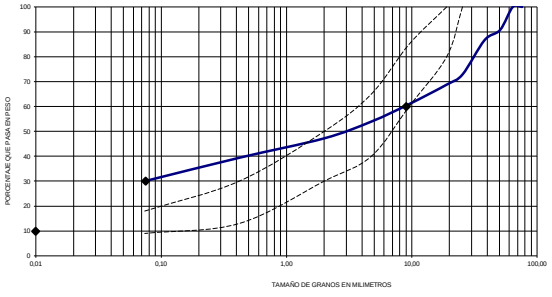
Límite Plástico	
231	225
18,18	18,16
16,43	16,40
5,07	5,12
15,40	15,60





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	779,0	306,1	9,2	9,2	90,8	
1 1/2	38,100	475,0	612,5	137,5	4,1	13,4	86,6	
1	25,400	450,0	908,4	458,4	13,8	27,1	72,9	100
3/4	19,000	439,7	575,1	135,4	4,1	31,2	68,8	80 - 100
3/8	9,525	451,5	711,6	260,1	7,8	39,0	61,0	60 - 85
4	4,760	436,3	669,2	232,9	7,0	46,1	53,9	40 - 65
10	2,000	406,8	630,7	223,9	6,7	52,8	47,2	30 - 50
40	0,420	335,0	594,1	259,1	7,8	60,6	39,4	13 - 30
200	0,074	283,0	595,5	312,5	9,4	70,0	30,0	9 18
FONDO	0,000	257,5	260,6	3,1	30,0	100,0	0,0	
				2329,0				

D10:	0,01	D30:	0,08	D60:	9,00
CU:	900,00	CG:	0,06		



LIMO O ARCILLA	ARENA	GRAVA

HUMEDAD NATURAL (HN):	5,5 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	14,7 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	23,6 %
LIMITE PLASTICO (LP):	15,5 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	8,1 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	3.530,1
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	2.536,3
Peso Recipiente	207,3
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	3.322,8
Peso Suelo Seco Lavado	2.329,0

% GRAVAS	46,1
% ARENAS	23,9
% FINOS	30,0

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GC

FIGURA 26. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

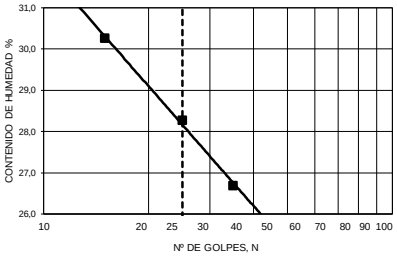
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 43 ENTRE VÍA FÉRREA Y CARRERA 14, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A6. MUESTRA: A6/M2. PROFUNDIDAD: 0,55 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, color café oscuro, y consistencia media.

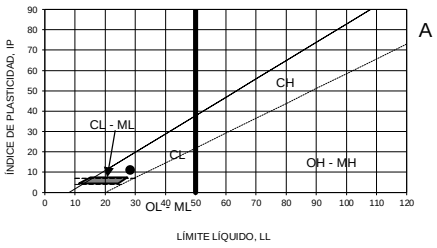
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	28
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	96,61
Suelo seco + Cap. (g)	85,03
Peso cápsula (g)	9,75
Contenido de humedad (%)	15,38

Limite líquido		
15	25	35
341	377	381
25,76	30,69	35,70
21,07	25,12	29,40
5,57	5,42	5,79
30,26	28,27	26,68

Límite Plástico	
249	215
18,07	17,66
16,17	15,83
5,14	5,08
17,23	17,02





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	438,2	1,8	0,3	0,3	99,7
10	2,0	407,1	411,4	4,3	0,6	0,9	99,1
20	0,8	373,0	379,6	6,6	0,9	1,8	98,2
40	0,4	335,1	346,9	11,8	1,7	3,5	96,5
60	0,3	287,0	313,5	26,5	3,8	7,3	92,7
100	0,1	298,9	355,7	56,8	8,1	15,4	84,6
200	0,1	282,9	380,9	98,0	14,0	29,4	70,6
FONDO	0,0	257,5	265,1	7,6	70,6	100,0	0,0

213,4

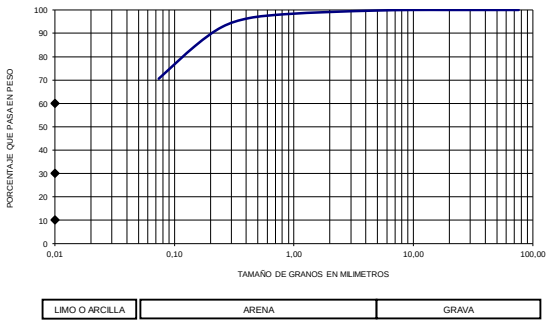
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,01 CU: 1,00 CG: 1,00

HUMEDAD NATURAL (HN):	15,4 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	16,9 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	28,3 %
LIMITE PLASTICO (LP):	17,1 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	11,1 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	866,1
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	379,8
Peso Recipiente	166,4
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	699,7
Peso Suelo Seco Lavado	213,4

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,3
% ARENAS	29,2
% FINOS	70,6



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍA URBANA MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO

FIGURA 27. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 43 ENTRE VÍA FÉRREA Y CARRERA 14, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A6. MUESTRA: A6/M2. PROFUNDIDAD: 0,55 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)	18,17
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.433,0
Peso del Molde (g)	4.512
Peso del Molde + Muestra (g)	10.869
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,85

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	580	605
Expansión Total (mm) 10^-2		25
Expansión Total %		0,14%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	28	109
W Cap + mat humedo (gr)	96,61	84,64
W Cap + mat Seco (gr)	85,03	74,60
W Cápsula (gr)	9,75	7,51
Humedad %	15,38	14,96
Humedad promedio %	15,17	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	306	349
W Cap + mat humedo (gr)	99,32	89,64
W Cap + mat Seco (gr)	79,35	71,99
W Cápsula (gr)	5,91	5,46
Humedad %	27,19	26,53
Humedad promedio %	26,86	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	22	
W Muestra (g)	6.357	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	31,47	10,1
0,025	81,16	25,9
0,050	166,81	53,3
0,075	262,80	84,0
0,100	334,52	106,9
0,125	392,74	125,5
0,150	435,45	139,2
0,200	489,63	156,5
0,300	548,08	175,1
0,400	597,54	191,0
0,500	642,50	205,3
CBR corregido 0,1"	10,7	
CBR corregido 0,2"	10,4	
CBR ESCOGIDO(%)	**10,7**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	22	
W Muestra (g)	7.006	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	9,99	3,2
0,025	18,99	6,1
0,050	23,26	7,4
0,075	37,31	11,9
0,100	51,58	16,5
0,125	66,98	21,4
0,150	71,92	23,0
0,200	98,43	31,5
0,300	103,18	33,0
0,400	124,77	39,9
0,500	164,56	52,6
CBR corregido 0,1"	1,6	
CBR corregido 0,2"	2,1	
CBR ESCOGIDO(%)	**2,1**	

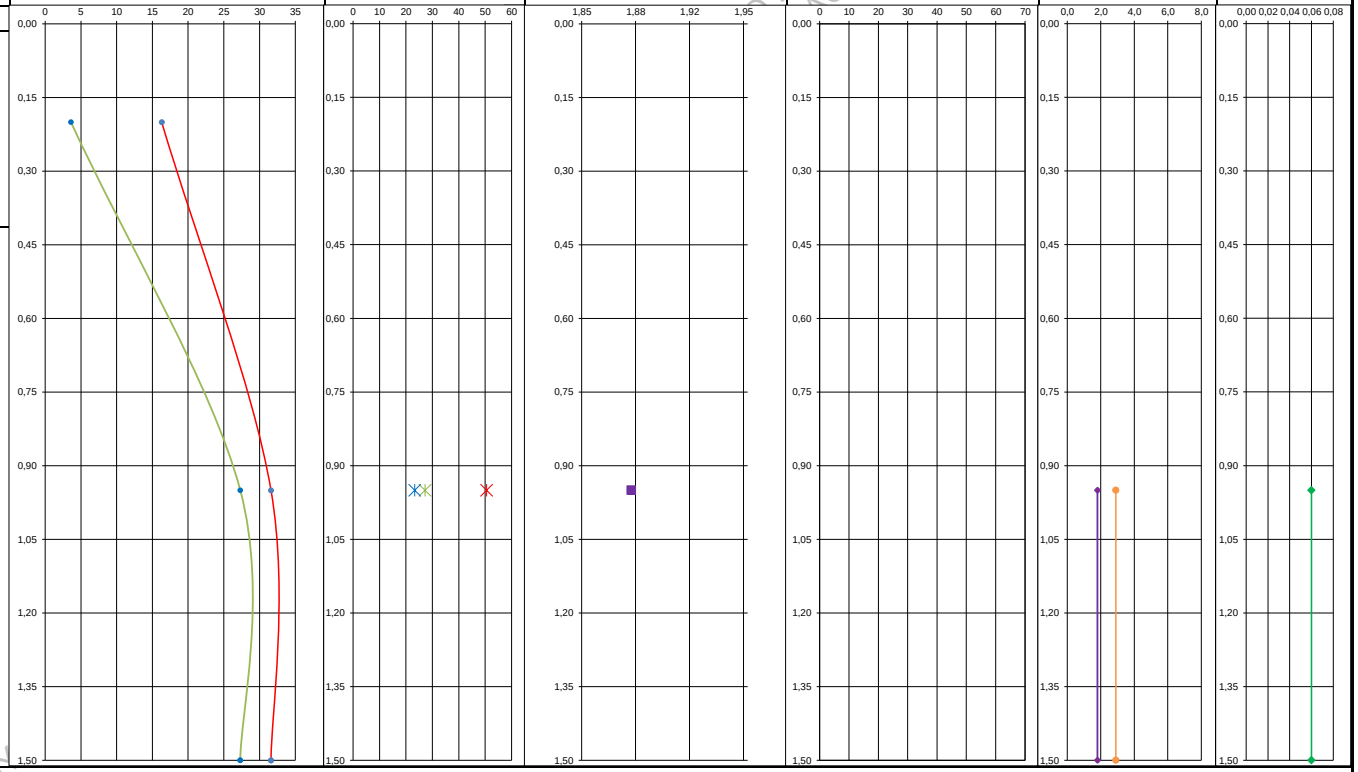
FIGURA 28. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 29. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A7.

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	0,40	16,3	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-	15,7	GM	A	1,5
M2	0,40	1,50	31,6	27,3	50,5	27,2	23,3	1,88	1,43	2,9	1,8	0,06	84,7	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00				Asfalto	
0,05			GM	Grava limosa, color café.	A
0,10					
0,15					
0,20					
0,25					
0,30					
0,35					
0,40					
0,45			CL	Arcilla inorgánica, color café con gris.	B
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					



CONVENCIONES

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

PROY... DE SOGAMOSO ...ACÁ)

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

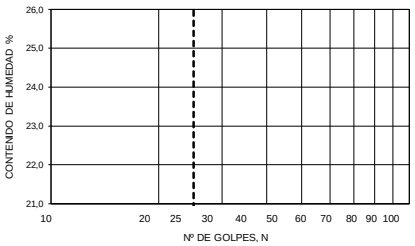
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 14 CON CRA. 29 PARQUE LIBERTADOR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A7. MUESTRA: A7/M1. PROFUNDIDAD: 0,05 m - 0,40 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava limosa mal gradada, color café, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA NO PRESENTA PLASTICIDAD.

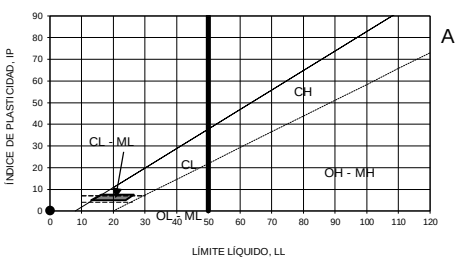
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	49
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	82,82
Suelo seco + Cap. (g)	72,60
Peso cápsula (g)	10,04
Contenido de humedad (%)	16,34

Limite líquido		
15	25	35
0,00	0,00	0,00

Límite Plástico	
0,00	0,00

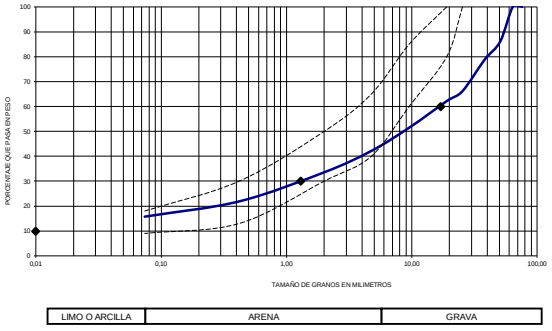




TAMIZADO								
MALLA		Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa	Norma % Que Pasa
No.	Dimension (mm)							
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	(A-38)
2	50,800	472,9	809,9	337,0	13,9	13,9	86,1	
1 1/2	38,100	475,0	651,9	176,9	7,3	21,2	78,8	
1	25,400	450,0	755,6	305,6	12,6	33,8	66,2	100
3/4	19,000	439,7	536,8	97,1	4,0	37,9	62,1	80 - 100
3/8	9,525	451,5	709,9	258,4	10,7	48,5	51,5	60 - 85
4	4,760	436,3	661,9	225,6	9,3	57,8	42,2	40 - 65
10	2,000	406,8	614,7	207,9	8,6	66,4	33,6	30 - 50
40	0,420	335,0	617,8	282,8	11,7	78,1	21,9	13 - 30
200	0,074	283,0	431,8	148,8	6,1	84,3	15,7	9 18
FONDO	0,000	257,5	259,6	2,1	15,7	100,0	0,0	

2042,2

D10: 0,01 D30: 1,30 D60: 17,00 CU: 1700,00 CG: 9,94



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	16,3 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	3,6 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	0,0 %
LIMITE PLASTICO (LP):	0,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	0,0 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	2.626,7
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	2.247,7
Peso Recipiente	205,5
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	2.421,2
Peso Suelo Seco Lavado	2.042,2

% GRAVAS	57,8
% ARENAS	26,4
% FINOS	15,7

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GM

FIGURA 30. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

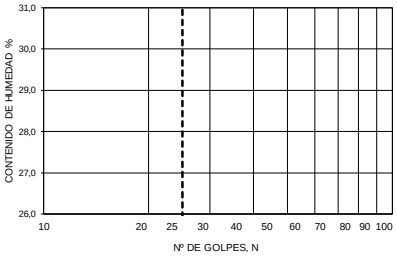
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 14 CON CRA. 29 PARQUE LIBERTADOR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A7. MUESTRA: A7/M2. PROFUNDIDAD: 0,4 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, color café con gris, y consistencia media.

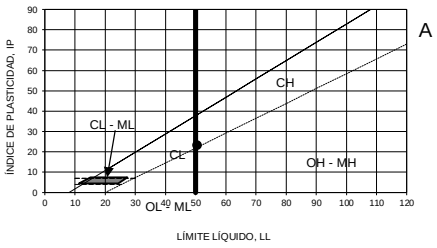
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	370
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	84,39
Suelo seco + Cap. (g)	65,46
Peso cápsula (g)	5,61
Contenido de humedad (%)	31,63

Limite líquido		
15	25	35
71	101	41
25,52	30,77	35,62
19,39	22,89	26,25
7,65	7,28	7,34
52,21	50,48	49,55

Límite Plástico	
236	228
17,54	17,38
14,85	14,74
4,94	5,05
27,14	27,24

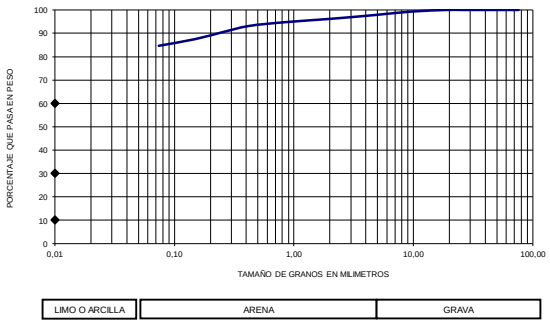




TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,0	488,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,0	494,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,8	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,1	474,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,4	450,0	0,0	0,0	0,0	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	455,1	3,1	0,7	0,7	99,3
4	4,8	436,4	442,8	6,4	1,5	2,2	97,8
10	2,0	407,1	414,3	7,2	1,6	3,8	96,2
20	0,8	373,0	379,2	6,2	1,4	5,2	94,8
40	0,4	335,1	342,2	7,1	1,6	6,9	93,1
60	0,3	287,0	298,9	11,9	2,7	9,6	90,4
100	0,1	298,9	311,6	12,7	2,9	12,5	87,5
200	0,1	282,9	295,4	12,5	2,9	15,3	84,7
FONDO	0,0	257,5	257,5	0,0	84,7	100,0	0,0

67,1

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



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	31,6 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	27,3 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	50,5 %
LIMITE PLASTICO (LP):	27,2 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	23,3 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	644,6
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	274,2
Peso Recipiente	207,1
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	437,5
Peso Suelo Seco Lavado	67,1

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	2,2
% ARENAS	13,2
% FINOS	84,7

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

FIGURA 31. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 14 CON CRA. 29 PARQUE LIBERTADOR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A7. MUESTRA: A7/M2. PROFUNDIDAD: 0,4 m - 1,5 m.

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

Molde No.	40
Diametro del molde (cm)	15,26
Altura del molde (cm)	17,45
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.191,5
Peso del Molde (g)	4.656
Peso del Molde + Muestra (g)	10.656
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,88

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	577	587
Expansión Total (mm) 10^-2		10
Expansión Total %		0,06%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	370	361
W Cap + mat humedo (gr)	84,39	75,16
W Cap + mat Seco (gr)	65,46	57,85
W Cápsula (gr)	5,61	5,29
Humedad %	31,63	32,93
Humedad promedio %	32,28	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	396	277
W Cap + mat humedo (gr)	104,54	73,71
W Cap + mat Seco (gr)	86,74	63,44
W Cápsula (gr)	5,62	5,14
Humedad %	21,94	17,62
Humedad promedio %	19,78	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	40	
W Muestra (g)	6.000	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	33,27	10,6
0,025	49,68	15,9
0,050	66,09	21,1
0,075	79,58	25,4
0,100	91,50	29,2
0,125	102,51	32,8
0,150	111,95	35,8
0,200	127,92	40,9
0,300	151,30	48,3
0,400	166,81	53,3
0,500	180,97	57,8
CBR corregido 0,1"	2,9	
CBR corregido 0,2"	2,7	
CBR ESCOGIDO(%)	**2,9**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	40	
W Muestra (g)	6.087	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	15,29	4,9
0,025	26,75	8,5
0,050	38,22	12,2
0,075	46,54	14,9
0,100	55,75	17,8
0,125	63,17	20,2
0,150	69,69	22,3
0,200	80,26	25,6
0,300	95,99	30,7
0,400	107,01	34,2
0,500	118,02	37,7
CBR corregido 0,1"	1,8	
CBR corregido 0,2"	1,7	
CBR ESCOGIDO(%)	**1,8**	

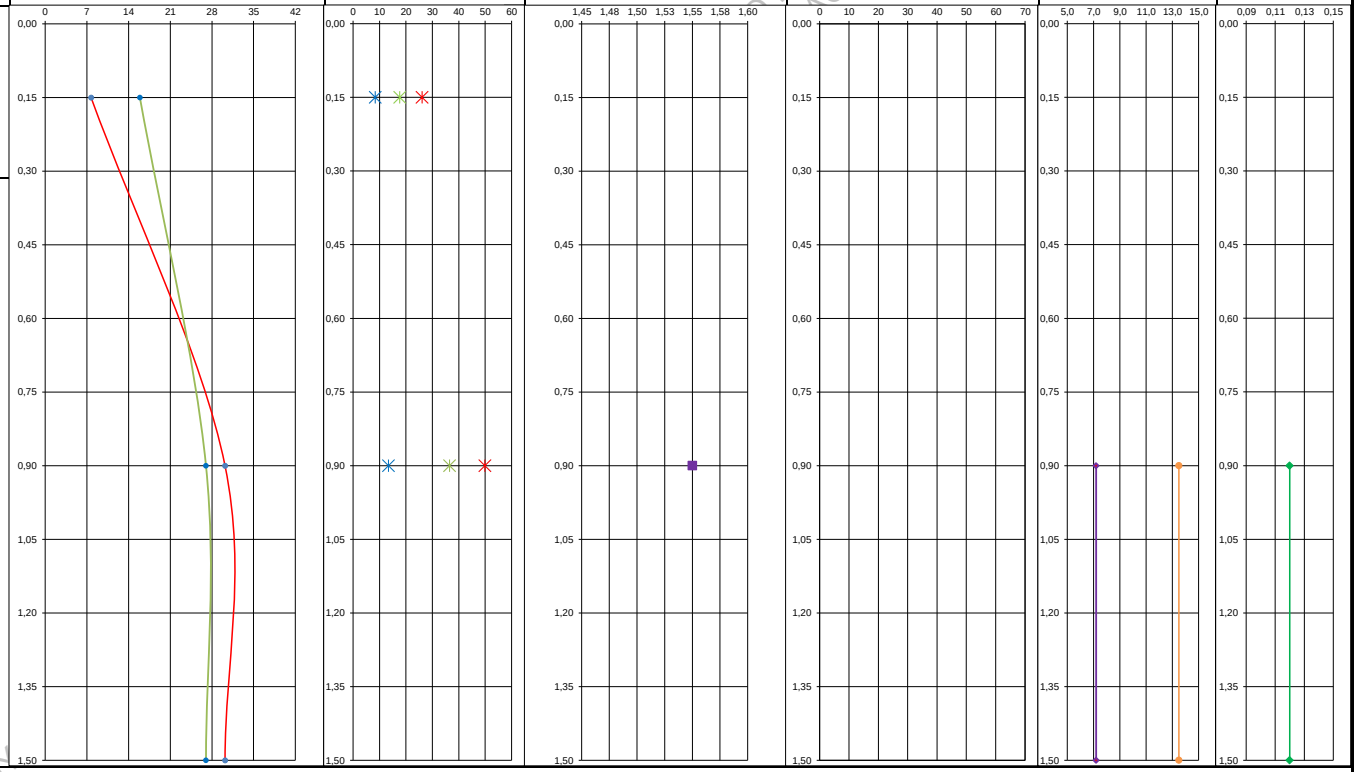
FIGURA 32. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 33. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A8.

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	0,30	7,7	15,9	26,1	17,7	8,4	-	-	-	-	-	23,9	SC	A	1,5
M2	0,30	1,50	30,2	27,0	49,9	36,5	13,4	1,55	1,19	13,5	7,2	0,12	72,5	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,30			SC	Arena arcillosa, color amarillo con café.	A
0,35 – 1,50			CL	Arcilla inorgánica, color negro.	B



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

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

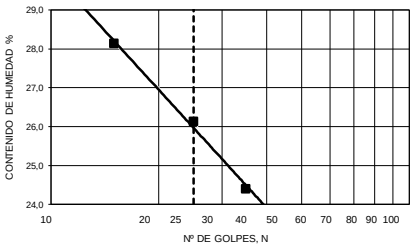
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 8 ENTRE CRA. 3 Y CRA. 4, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A8. MUESTRA: A8/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,30 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arena arcillosa mal gradada, color café, de grano muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso, forma subangular, composición cuarzosa y compacidad suelta. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD MEDIA.

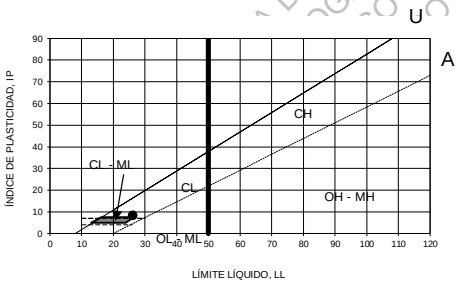
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	53
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	105,45
Suelo seco + Cap. (g)	98,63
Peso cápsula (g)	10,04
Contenido de humedad (%)	7,70

Limite líquido		
15	25	35
343	367	383
25,87	30,46	35,62
21,45	25,32	29,71
5,74	5,65	5,48
28,13	26,13	24,39

Límite Plástico	
216	248
16,07	17,00
14,41	15,18
4,98	4,99
17,60	17,86

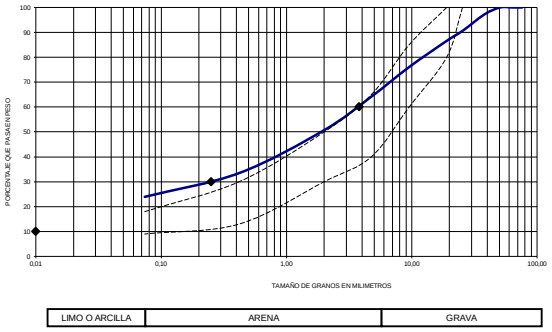




TAMIZADO								
MALLA		Peso	Peso	Peso	%	%Retenido	%	Norma
No.	Dimension (mm)	Malla (g)	Malla +Suelo	Suelo Rete(g)	Retenido	Acumulado	Pasa	% Que Pasa
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	(A-38)
2	50,800	472,9		0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2	38,100	475,0	534,9	59,9	2,8	2,8	97,2	
1	25,400	450,0	594,4	144,4	6,7	9,4	90,6	100
3/4	19,000	439,7	526,6	86,9	4,0	13,4	86,6	80 - 100
3/8	9,525	451,5	679,6	228,1	10,5	23,9	76,1	60 - 85
4	4,760	436,3	693,8	257,5	11,9	35,8	64,2	40 - 65
10	2,000	406,8	698,7	291,9	13,5	49,3	50,7	30 - 50
40	0,420	335,0	708,9	373,9	17,2	66,5	33,5	13 - 30
200	0,074	283,0	490,2	207,2	9,6	76,1	23,9	9 18
FONDO	0,000	257,5	259,0	1,5	23,9	100,0	0,0	

1651,3

D10: 0,01 D30: 0,25 D60: 3,80 CU: 380,00 CG: 1,64



Curva Ensayo
Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	7,7 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	15,9 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	26,1 %
LIMITE PLASTICO (LP):	17,7 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	8,4 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	2.367,0
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	1.849,9
Peso Recipiente	198,6
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	2.168,4
Peso Suelo Seco Lavado	1.651,3

% GRAVAS	35,8
% ARENAS	40,3
% FINOS	23,9

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	SC

FIGURA 34. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

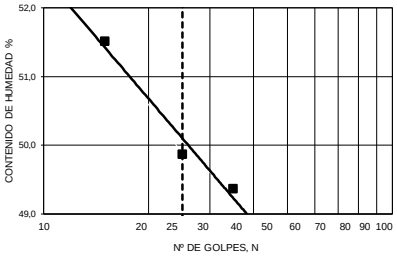
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 8 ENTRE CRA. 3 Y CRA. 4, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A8. MUESTRA: A8/M2. PROFUNDIDAD: 0,3 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, color negro, y consistencia media.

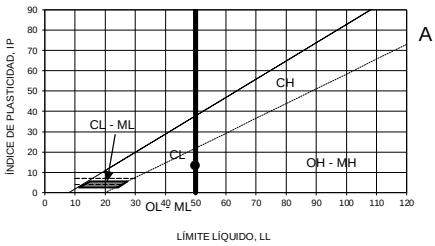
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	6
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	78,35
Suelo seco + Cap. (g)	62,39
Peso cápsula (g)	9,48
Contenido de humedad (%)	30,16

Limite líquido		
15	25	35
26	51	48
25,70	30,64	35,72
19,39	22,89	26,34
7,14	7,35	7,34
51,51	49,87	49,37

Límite Plástico	
247	219
15,82	15,04
12,94	12,40
5,08	5,14
36,64	36,36

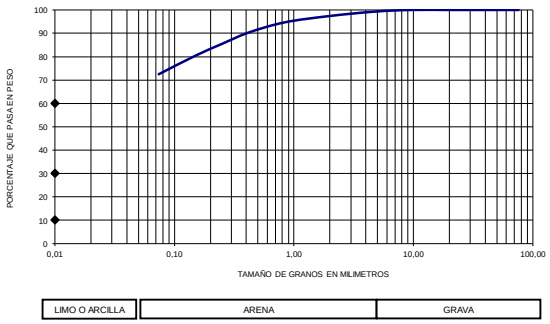




TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,0	488,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,0	494,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,8	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,1	474,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,4	450,0	0,0	0,0	0,0	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	438,5	2,1	0,7	0,7	99,3
10	2,0	407,1	412,7	5,6	1,9	2,6	97,4
20	0,8	373,0	381,1	8,1	2,7	5,3	94,7
40	0,4	335,1	348,1	13,0	4,3	9,6	90,4
60	0,3	287,0	301,6	14,6	4,9	14,5	85,5
100	0,1	298,9	314,2	15,3	5,1	19,6	80,4
200	0,1	282,9	306,4	23,5	7,9	27,5	72,5
FONDO	0,0	257,5	258,8	1,3	72,5	100,0	0,0

83,5

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



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	30,2 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	27,0 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	49,9 %
LIMITE PLASTICO (LP):	36,5 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	13,4 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	462,5
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	247,1
Peso Recipiente	163,6
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	298,9
Peso Suelo Seco Lavado	83,5

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,7
% ARENAS	26,8
% FINOS	72,5

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

FIGURA 35. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 8 ENTRE CRA. 3 Y CRA. 4, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A8. MUESTRA: A8/M2. PROFUNDIDAD: 0,3 m - 0,7 m.

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

Molde No.	28
Diametro del molde (cm)	15,42
Altura del molde (cm)	18,13
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.385,8
Peso del Molde (g)	4.497
Peso del Molde + Muestra (g)	9.761
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,55

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	932	954
Expansión Total (mm) 10^-2		22
Expansión Total %		0,12%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	6	10
W Cap + mat humedo (gr)	78,35	74,57
W Cap + mat Seco (gr)	62,39	59,19
W Cápsula (gr)	9,48	8,99
Humedad %	30,16	30,64
Humedad promedio %	30,40	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	92	344
W Cap + mat humedo (gr)	71,53	68,78
W Cap + mat Seco (gr)	58,97	52,68
W Cápsula (gr)	7,02	5,56
Humedad %	24,18	34,17
Humedad promedio %	29,17	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	28	
W Muestra (g)	5.264	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	59,57	19,0
0,025	147,25	47,1
0,050	277,19	88,6
0,075	379,93	121,4
0,100	423,09	135,2
0,125	440,18	140,7
0,150	452,76	144,7
0,200	473,45	151,3
0,300	515,71	164,8
0,400	549,88	175,7
0,500	588,55	188,1
CBR corregido 0,1"	13,5	
CBR corregido 0,2"	10,1	
CBR ESCOGIDO(%)	**13,5**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	28	
W Muestra (g)	5.619	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	8,99	2,9
0,025	27,20	8,7
0,050	58,23	18,6
0,075	96,44	30,8
0,100	139,61	44,6
0,125	186,59	59,6
0,150	238,75	76,3
0,200	340,14	108,7
0,300	472,10	150,9
0,400	511,44	163,4
0,500	532,35	170,1
CBR corregido 0,1"	4,5	
CBR corregido 0,2"	7,2	
CBR ESCOGIDO(%)	**7,2**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

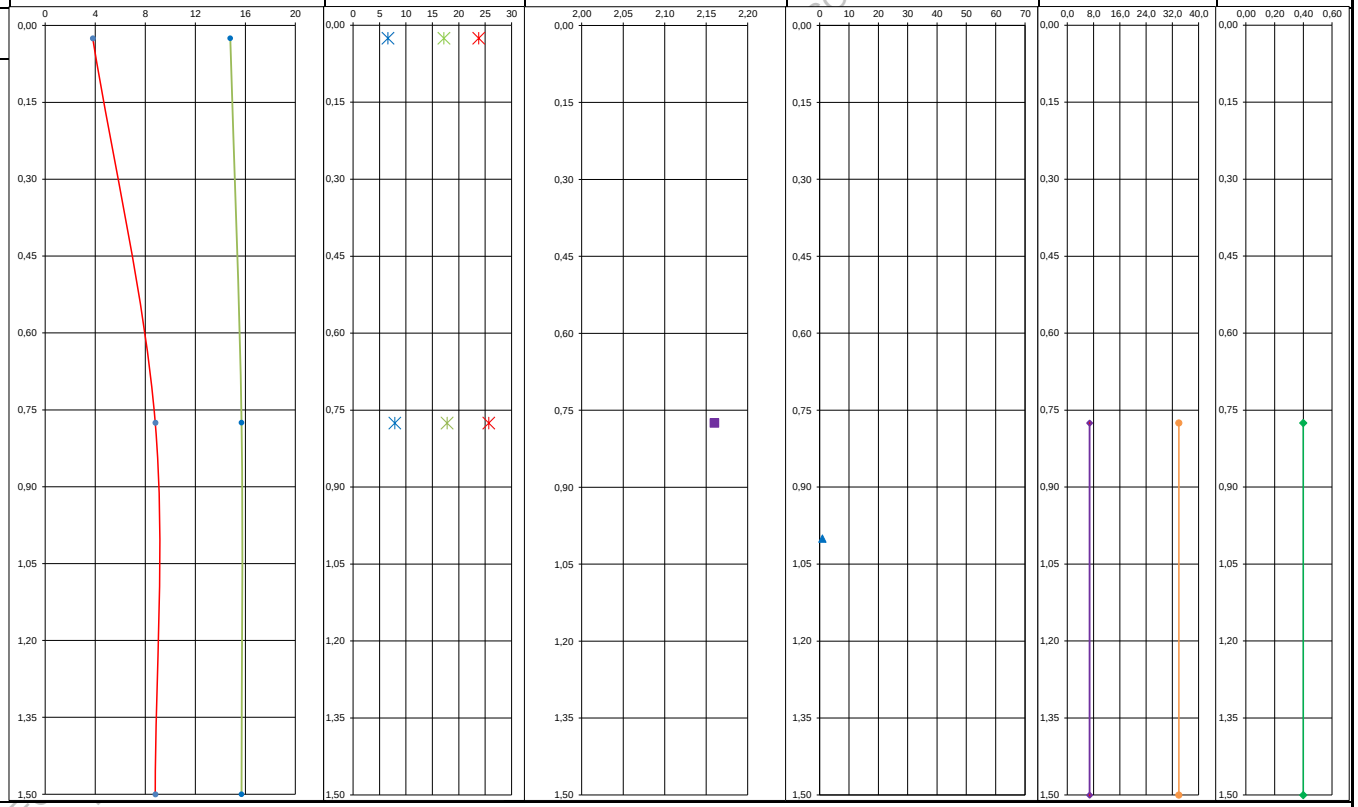
FIGURA 36. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 37. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A9.

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	0,05	3,8	14,8	23,8	17,2	6,6	-	-	-	-	-	22,3	SM-SC	A	1,5
M2	0,05	1,50	8,8	15,7	25,7	17,8	7,9	2,16	1,99	34,0	6,8	0,40	84,5	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00			SM-SC	Arena limo-arcillosa, color café.	A
0,05					
0,10					
0,15					
0,20					
0,25					
0,30					
0,35					
0,40					
0,45					
0,50					
0,55					
0,60					
0,65					
0,70					
0,75					
0,80			CL	Arcilla inorgánica, color rojo.	B
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					



CONVENCIONES

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

PROYE... OGAMOSO

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

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

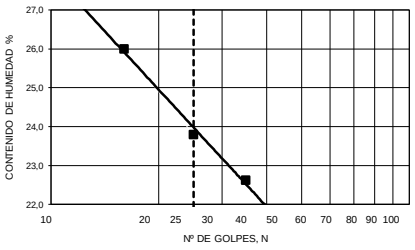
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CARRERA 7, BARRIO SANTA BÁRBARA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A9. MUESTRA: A9/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,05 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arena limo-arcillosa bien gradada, color café, de grano muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso, forma subangular, composición cuarzosa y compacidad suelta. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD BAJA.

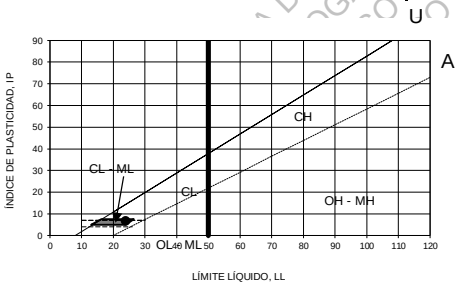
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	34
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	107,01
Suelo seco + Cap. (g)	103,49
Peso cápsula (g)	9,90
Contenido de humedad (%)	3,76

Limite líquido		
16	25	35
372	380	307
25,76	30,58	35,63
21,56	25,74	30,14
5,40	5,40	5,87
25,99	23,80	22,62

Límite Plástico	
235	215
16,30	16,17
14,65	14,54
5,09	5,07
17,26	17,21

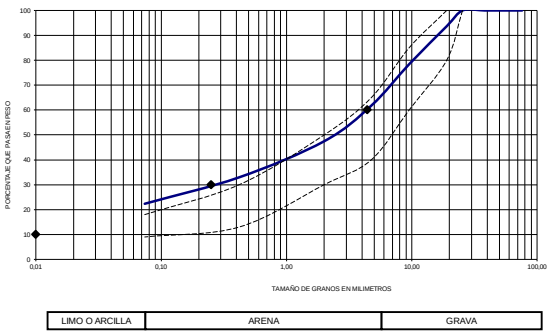




TAMIZADO								
MALLA		Peso	Peso	Peso	%	%Retenido	%	Norma
No.	Dimension (mm)	Malla (g)	Malla +Suelo	Suelo Rete(g)	Retenido	Acumulado	Pasa	% Que Pasa
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	(A-38
2	50,800	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2	38,100	475,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1	25,400	450,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100
3/4	19,000	439,7	513,1	73,4	6,3	6,3	93,7	80 - 100
3/8	9,525	451,5	628,4	176,9	15,3	21,6	78,4	60 - 85
4	4,760	436,3	628,5	192,2	16,6	38,2	61,8	40 - 65
10	2,000	406,8	572,7	165,9	14,3	52,5	47,5	30 - 50
40	0,420	335,0	502,8	167,8	14,5	67,0	33,0	13 - 30
200	0,074	283,0	406,0	123,0	10,6	77,7	22,3	9 18
FONDO	0,000	257,5	258,4	0,9	22,3	100,0	0,0	

900,1

D10: 0,01 D30: 0,25 D60: 4,40 CU: 440,00 CG: 1,42



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	3,8 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	14,8 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	23,8 %
LIMITE PLASTICO (LP):	17,2 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	6,6 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	1.365,4
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	1.107,5
Peso Recipiente	207,4
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	1.158,0
Peso Suelo Seco Lavado	900,1

% GRAVAS	38,2
% ARENAS	39,4
% FINOS	22,3

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	SM-SC

FIGURA 38. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

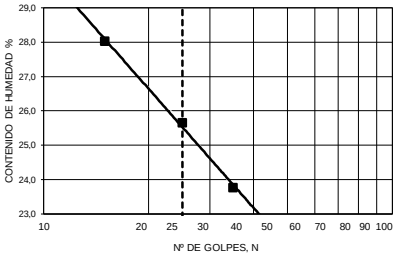
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CARRERA 7, BARRIO SANTA BÁRBARA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A9. MUESTRA: A9/M2. PROFUNDIDAD: 0,05 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, color rojo, con arenas y consistencia media.

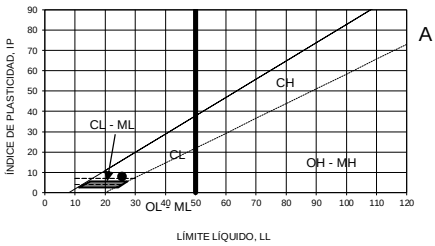
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	74
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	103,90
Suelo seco + Cap. (g)	96,08
Peso cápsula (g)	6,92
Contenido de humedad (%)	8,77

Limite líquido		
15	25	35
366	304	360
25,72	30,47	35,51
21,28	25,47	29,78
5,44	5,98	5,67
28,03	25,65	23,77

Límite Plástico	
226	209
15,29	16,18
13,77	14,47
5,20	4,87
17,74	17,81





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	447,9	11,5	1,5	1,5	98,5
10	2,0	407,1	422,8	15,7	2,1	3,6	96,4
20	0,8	373,0	387,7	14,7	2,0	5,6	94,4
40	0,4	335,1	360,5	25,4	3,4	8,9	91,1
60	0,3	287,0	300,4	13,4	1,8	10,7	89,3
100	0,1	298,9	307,6	8,7	1,2	11,9	88,1
200	0,1	282,9	310,1	27,2	3,6	15,5	84,5
FONDO	0,0	257,5	257,9	0,4	84,5	100,0	0,0

117,0

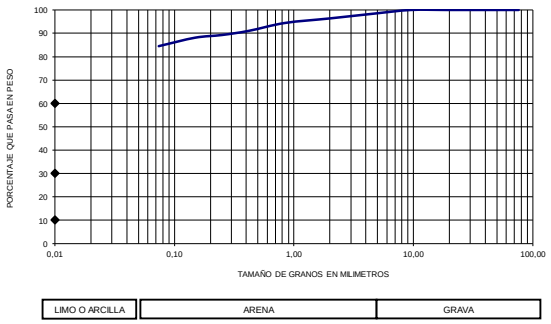
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,01 CU: 1,00 CG: 1,00

HUMEDAD NATURAL (HN):	8,8 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	15,7 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	25,7 %
LIMITE PLASTICO (LP):	17,8 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	7,9 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	954,5
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	318,5
Peso Recipiente	201,5
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	753,0
Peso Suelo Seco Lavado	117,0

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	1,5
% ARENAS	14,0
% FINOS	84,5



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

FIGURA 39. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CARRERA 7, BARRIO SANTA BÁRBARA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A9. MUESTRA: A9/M2. PROFUNDIDAD: 0,05 m - 1,5 m.

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

Molde No.	40
Diametro del molde (cm)	15,40
Altura del molde (cm)	17,50
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.259,6
Peso del Molde (g)	4.656
Peso del Molde + Muestra (g)	11.687
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	2,16

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	910	980
Expansión Total (mm) 10^-2		70
Expansión Total %		0,40%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	71	74
W Cap + mat humedo (gr)	98,24	103,90
W Cap + mat Seco (gr)	91,34	96,08
W Cápsula (gr)	7,64	6,92
Humedad %	8,24	8,77
Humedad promedio %	8,51	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	3	53
W Cap + mat humedo (gr)	89,31	102,3
W Cap + mat Seco (gr)	75,39	88,11
W Cápsula (gr)	9,27	10,02
Humedad %	21,05	18,17
Humedad promedio %	19,61	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	40	
W Muestra (g)	7.031	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	249,09	79,6
0,025	421,97	134,8
0,050	682,07	218,0
0,075	901,26	288,0
0,100	1 065,37	340,5
0,125	1 189,69	380,2
0,150	1 274,67	407,3
0,200	1 418,32	453,2
0,300	1 624,47	519,1
0,400	1 794,42	573,4
0,500	1 941,45	620,4
CBR corregido 0,1"	34,0	
CBR corregido 0,2"	30,2	
CBR ESCOGIDO(%)	**34,0**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	40	
W Muestra (g)	7.232	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	35,29	11,3
0,025	69,92	22,3
0,050	107,68	34,4
0,075	146,80	46,9
0,100	186,37	59,6
0,125	225,71	72,1
0,150	258,98	82,8
0,200	321,48	102,7
0,300	427,59	136,6
0,400	511,44	163,4
0,500	591,70	189,1
CBR corregido 0,1"	6,0	
CBR corregido 0,2"	6,8	
CBR ESCOGIDO(%)	**6,8**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

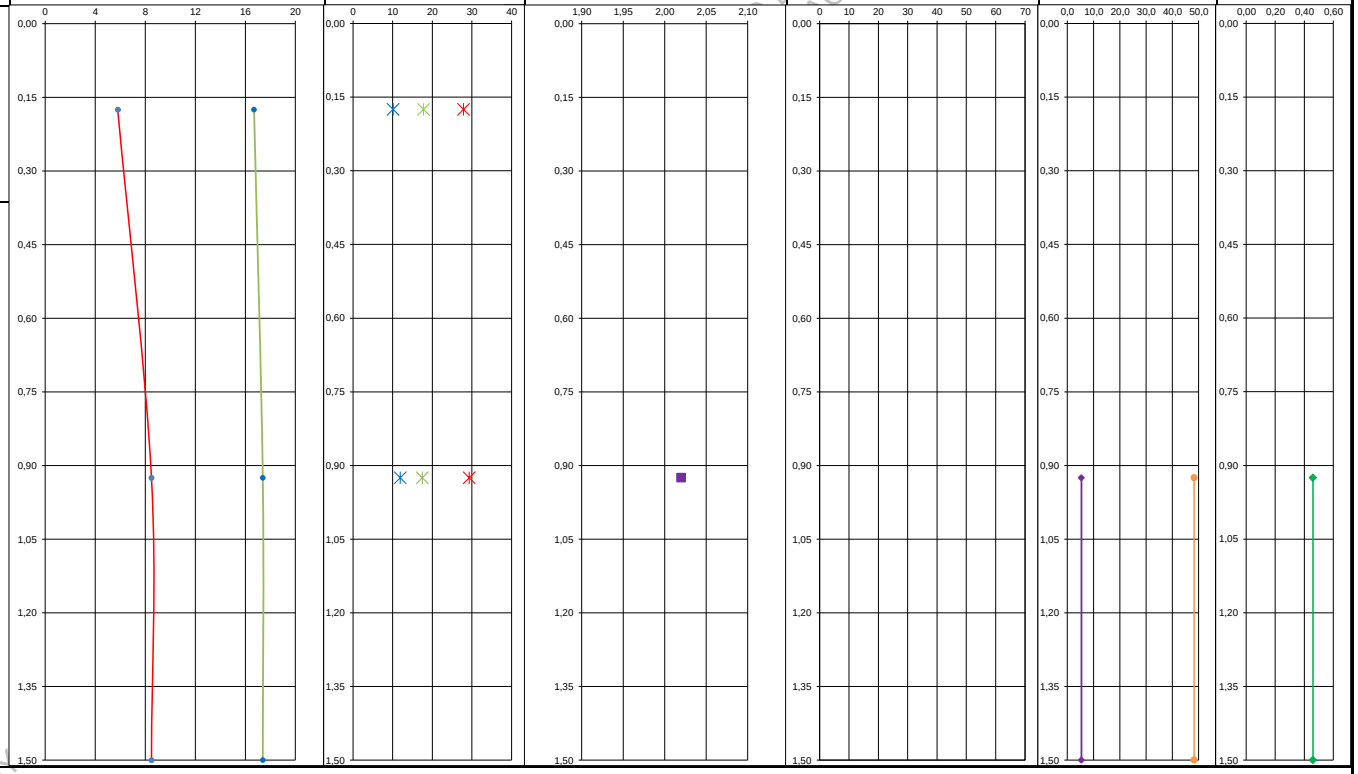
FIGURA 40. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 41. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A10.

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	0,35	5,8	16,7	27,9	17,8	10,1	-	-	-	-	-	31,2	GC	A	1,5
M2	0,35	1,50	8,5	17,4	29,3	17,5	11,9	2,02	1,86	48,3	5,4	0,46	70,1	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,35			GC	Grava arcillosa, color habano.	A
0,40 – 1,50			CL	Arcilla inorgánica, color café con óxidos de hierro.	B



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 (%)

PROV DE SOGAMOSO (BOYACÁ)

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

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

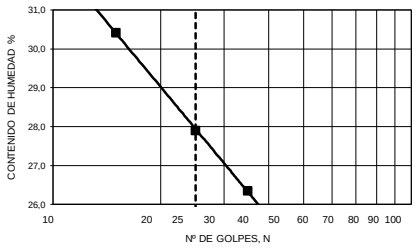
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CARRERA 3 CON CALLE 1 SUR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A10. MUESTRA: A10/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,35 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava arcillosa mal gradada, color habano, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD MEDIA.

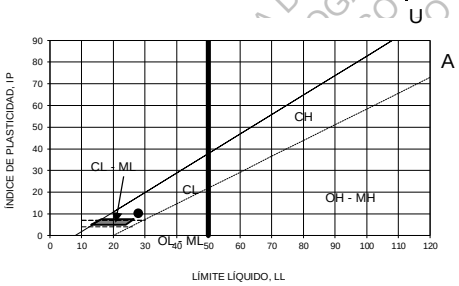
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	82
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	107,95
Suelo seco + Cap. (g)	102,57
Peso cápsula (g)	10,26
Contenido de humedad (%)	5,83

Limite líquido		
15	25	35
40	16	6
25,43	30,51	35,63
21,82	26,01	30,18
9,95	9,88	9,49
30,41	27,90	26,34

Límite Plástico	
248	201
15,78	16,33
14,15	14,62
4,98	4,98
17,78	17,74

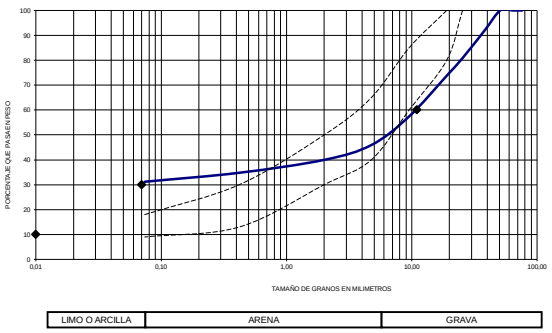




TAMIZADO								
MALLA		Peso	Peso	Peso	%	%Retenido	%	Norma
No.	Dimension (mm)	Malla (g)	Malla +Suelo	Suelo Rete(g)	Retenido	Acumulado	Pasa	% Que Pasa
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	(A-38
2	50,800	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2	38,100	475,0	695,7	220,7	8,1	8,1	91,9	
1	25,400	450,0	752,9	302,9	11,1	19,2	80,8	100
3/4	19,000	439,7	632,9	193,2	7,1	26,2	73,8	80 - 100
3/8	9,525	451,5	898,2	446,7	16,4	42,6	57,4	60 - 85
4	4,760	436,3	749,6	313,3	11,5	54,1	45,9	40 - 65
10	2,000	406,8	569,6	162,8	6,0	60,0	40,0	30 - 50
40	0,420	335,0	476,7	141,7	5,2	65,2	34,8	13 - 30
200	0,074	283,0	381,3	98,3	3,6	68,8	31,2	9 18
FONDO	0,000	257,5	261,3	3,8	31,2	100,0	0,0	

1883,4

D10: 0,01 D30: 0,07 D60: 11,00 CU: 1100,00 CG: 0,04



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	5,8 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	16,7 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	27,9 %
LIMITE PLASTICO (LP):	17,8 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	10,1 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	2.933,2
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	2.084,9
Peso Recipiente	201,5
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	2.731,7
Peso Suelo Seco Lavado	1.883,4

% GRAVAS	54,1
% ARENAS	14,7
% FINOS	31,2

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GC

FIGURA 42. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

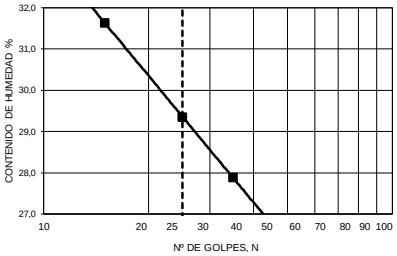
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CARRERA 3 CON CALLE 1 SUR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A10. MUESTRA: A10/M2. PROFUNDIDAD: 0,35 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, color café con óxido de hierro, con arenas y consistencia media.

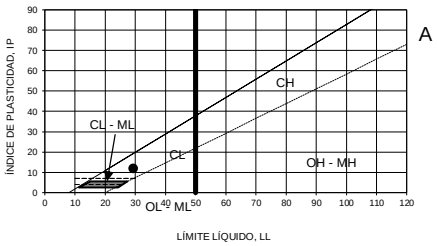
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	70
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	86,95
Suelo seco + Cap. (g)	80,96
Peso cápsula (g)	10,51
Contenido de humedad (%)	8,50

Limite líquido		
15	25	35
130	119	41
25,72	30,45	35,57
21,32	25,13	29,42
7,41	7,00	7,36
31,63	29,34	27,88

Límite Plástico	
219	249
15,20	15,23
13,70	13,73
5,14	5,14
17,52	17,46





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	455,4	19,0	2,8	2,8	97,2
10	2,0	407,1	428,8	21,7	3,2	5,9	94,1
20	0,8	373,0	398,0	25,0	3,7	9,6	90,4
40	0,4	335,1	371,9	36,8	5,4	15,0	85,0
60	0,3	287,0	314,9	27,9	4,1	19,1	80,9
100	0,1	298,9	328,1	29,2	4,3	23,3	76,7
200	0,1	282,9	328,3	45,4	6,6	29,9	70,1
FONDO	0,0	257,5	258,3	0,8	70,1	100,0	0,0

205,8

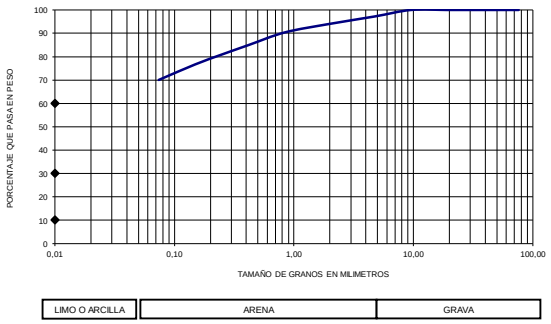
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,01 CU: 1,00 CG: 1,00

HUMEDAD NATURAL (HN):	8,5 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	17,4 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	29,3 %
LIMITE PLASTICO (LP):	17,5 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	11,9 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	851,1
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	372,4
Peso Recipiente	166,6
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	684,5
Peso Suelo Seco Lavado	205,8

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	2,8
% ARENAS	27,2
% FINOS	70,1



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

FIGURA 43. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CARRERA 3 CON CALLE 1 SUR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A10. MUESTRA: A10/M2. PROFUNDIDAD: 0,35 m - 1,5 m.

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

Molde No.	20
Diametro del molde (cm)	15,30
Altura del molde (cm)	17,70
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.254,2
Peso del Molde (g)	4.790
Peso del Molde + Muestra (g)	11.354
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	2,02

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	828	910
Expansión Total (mm) 10^-2		82
Expansión Total %		0,46%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	109	70
W Cap + mat humedo (gr)	92,30	86,95
W Cap + mat Seco (gr)	85,44	80,96
W Cápsula (gr)	7,51	10,51
Humedad %	8,80	8,50
Humedad promedio %	8,65	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	51	80
W Cap + mat humedo (gr)	106	78,04
W Cap + mat Seco (gr)	87,73	65,31
W Cápsula (gr)	9,84	9,95
Humedad %	23,46	22,99
Humedad promedio %	23,23	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	20	
W Muestra (g)	6.564	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	143,88	46,0
0,025	293,82	93,9
0,050	702,30	224,4
0,075	1 143,15	365,3
0,100	1 512,51	483,3
0,125	1 771,04	566,0
0,150	1 894,24	605,3
0,200	2 074,53	663,0
0,300	2 418,27	772,8
0,400	2 785,15	890,0
0,500	3 161,26	1.010,2
CBR corregido 0,1"	48,3	
CBR corregido 0,2"	44,2	
CBR ESCOGIDO(%)	**48,3**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	20	
W Muestra (g)	6.954	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	8,99	2,9
0,025	30,12	9,6
0,050	60,92	19,5
0,075	95,32	30,5
0,100	131,06	41,9
0,125	169,51	54,2
0,150	198,51	63,4
0,200	252,01	80,5
0,300	322,38	103,0
0,400	381,73	122,0
0,500	433,66	138,6
CBR corregido 0,1"	4,2	
CBR corregido 0,2"	5,4	
CBR ESCOGIDO(%)	**5,4**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

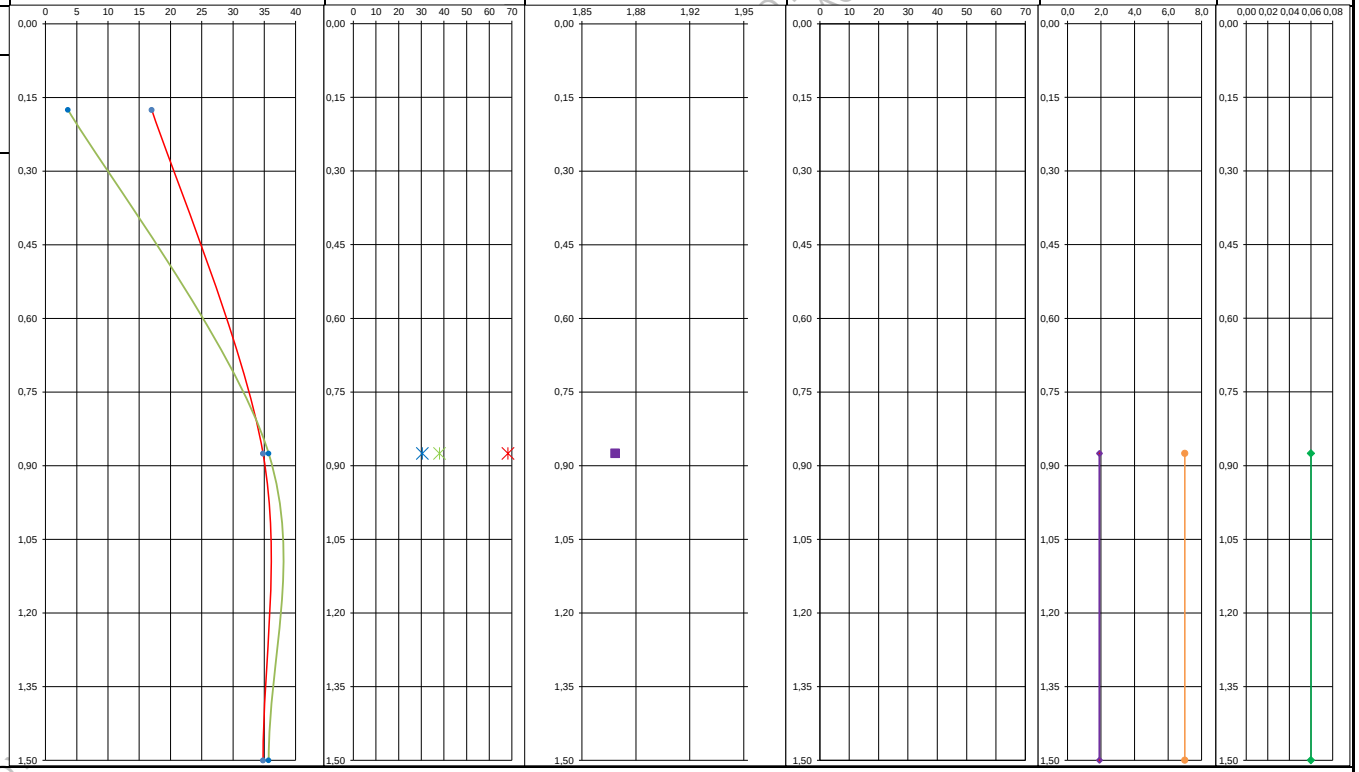
FIGURA 44. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 45. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A11.

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	0,10	0,25	17,0	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-	19,0	GM	A	1,5
M2	0,25	1,50	34,8	35,7	68,3	38,0	30,4	1,87	1,39	7,0	1,9	0,06	72,4	MH	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00				Asfalto	
0,05					
0,10			GM	Grava limosa, color amarillo.	A
0,15					
0,20					
0,25					
0,30			MH	Limo inorgánico, color café.	B
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					



CONVENCIONES

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

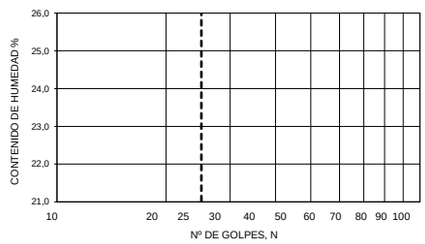
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 14 CON CARRERA 30, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A11. MUESTRA: A11/M1. PROFUNDIDAD: 0,1 m - 0,25 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava limosa mal gradada, color amarillo, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA NO PRESENTA PLASTICIDAD.

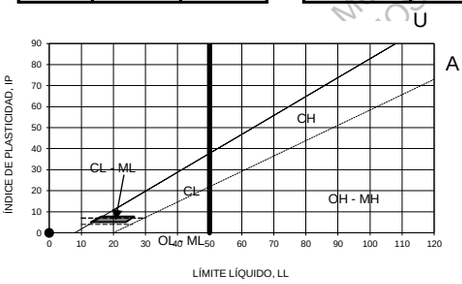
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	55
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	84,23
Suelo seco + Cap. (g)	73,46
Peso cápsula (g)	10,11
Contenido de humedad (%)	17,00

Limite líquido		
15	25	35
0,00	0,00	0,00

Límite Plástico	
0,00	0,00





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-1)
2	50,800	472,9	809,9	337,0	13,4	13,4	86,6	
1 1/2	38,100	475,0	651,9	176,9	7,0	20,4	79,6	
1	25,400	450,0	755,6	305,6	12,1	32,6	67,4	100
3/4	19,000	439,7	536,8	97,1	3,9	36,4	63,6	80 - 100
3/8	9,525	451,5	709,9	258,4	10,3	46,7	53,3	60 - 85
4	4,760	436,3	661,9	225,6	9,0	55,6	44,4	40 - 65
10	2,000	406,8	614,7	207,9	8,3	63,9	36,1	30 - 50
40	0,420	335,0	617,8	282,8	11,2	75,1	24,9	13 - 30
200	0,074	283,0	431,8	148,8	5,9	81,0	19,0	9 18
FONDO	0,000	257,5	259,6	2,1	19,0	100,0	0,0	

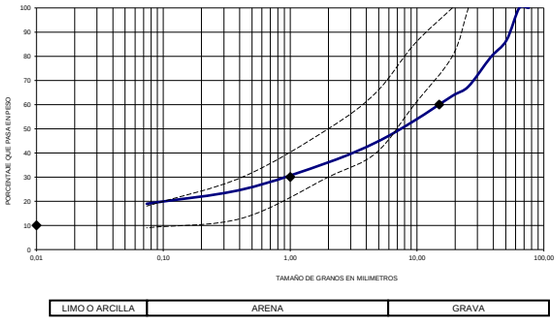
2042,2

D10: 0,01 D30: 1,00 D60: 15,00 CU: 1500,00 CG: 6,67

HUMEDAD NATURAL (HN):	17,0 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	3,6 %
LIMITE LÍQUIDO (LL):	0,0 %
LIMITE PLASTICO (LP):	0,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	0,0 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	2.723,0
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	2.247,7
Peso Recipiente	205,5
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	2.517,5
Peso Suelo Seco Lavado	2.042,2

% GRAVAS	55,6
% ARENAS	25,4
% FINOS	19,0



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GM

FIGURA 46. 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

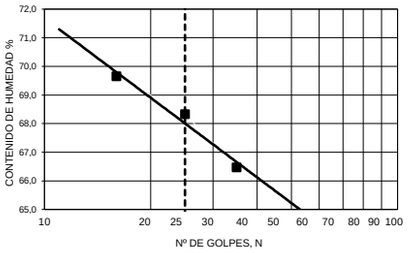
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 14 CON CARRERA 30, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A11. MUESTRA: A11/M2. PROFUNDIDAD: 0,25 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Limo inorgánico de plasticidad alta, color café con, con arenas y consistencia media.

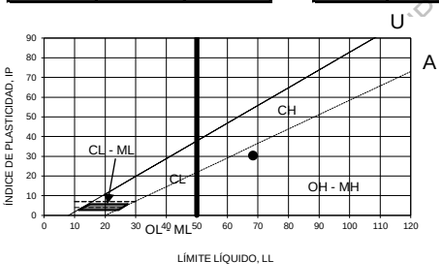
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	49
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	83,14
Suelo seco + Cap. (g)	64,28
Peso cápsula (g)	10,01
Contenido de humedad (%)	34,75

Limite líquido		
16	25	35
203	238	206
20,69	25,38	30,61
14,24	17,16	20,40
4,98	5,13	5,04
69,65	68,33	66,47

Límite Plástico	
248	204
16,52	16,25
13,36	13,16
4,98	5,08
37,71	38,24





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	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
10	2,0	407,1	407,4	0,3	1,4	1,4	98,6
20	0,8	373,0	373,8	0,8	3,7	5,1	94,9
40	0,4	335,1	336,2	1,1	5,1	10,1	89,9
60	0,3	287,0	288,0	1,0	4,6	14,7	85,3
100	0,1	298,9	300,2	1,3	6,0	20,7	79,3
200	0,1	282,9	284,4	1,5	6,9	27,6	72,4
FONDO	0,0	257,5	257,6	0,1	72,4	100,0	0,0

6,1

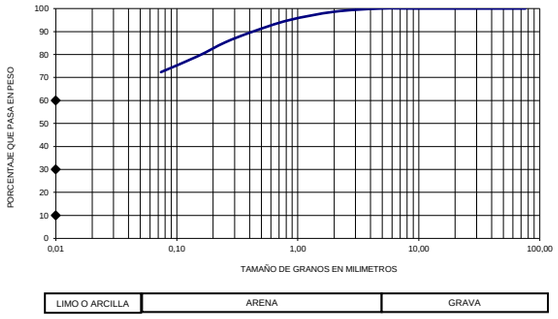
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,01 CU: 1,00 CG: 1,00

HUMEDAD NATURAL (HN):	34,8 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	35,7 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	68,3 %
LIMITE PLASTICO (LP):	38,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	30,4 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	226,6
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	211,0
Peso Recipiente	204,9
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	21,7
Peso Suelo Seco Lavado	6,1

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,0
% ARENAS	27,6
% FINOS	72,4



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	MH

FIGURA 47. 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 MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 14 CON CARRERA 30, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A11. MUESTRA: A11/M2. PROFUNDIDAD: 0,25 m - 1,5 m.

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

Molde No.	20
Diametro del molde (cm)	15,25
Altura del molde (cm)	17,60
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.214,7
Peso del Molde (g)	4.790
Peso del Molde + Muestra (g)	10.801
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,87

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	617	628
Expansión Total (mm) 10^-2		11
Expansión Total %		0,06%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	49	104
W Cap + mat humedo (gr)	83,14	91,72
W Cap + mat Seco (gr)	64,28	70,54
W Cápsula (gr)	10,01	7,05
Humedad %	34,75	33,36
Humedad promedio %	34,06	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	267	215
W Cap + mat humedo (gr)	102,4	75,11
W Cap + mat Seco (gr)	85,41	64,38
W Cápsula (gr)	5,13	5,07
Humedad %	21,16	18,09
Humedad promedio %	19,63	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	20	
W Muestra (g)	6.011	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	28,55	9,1
0,025	73,96	23,6
0,050	128,37	41,0
0,075	176,47	56,4
0,100	219,64	70,2
0,125	247,96	79,2
0,150	271,79	86,9
0,200	310,01	99,1
0,300	362,62	115,9
0,400	398,59	127,4
0,500	423,99	135,5
CBR corregido 0,1"	7,0	
CBR corregido 0,2"	6,6	
CBR ESCOGIDO(%)	**7,0**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	20	
W Muestra (g)	6.954	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	17,99	5,7
0,025	29,45	9,4
0,050	40,92	13,1
0,075	49,24	15,7
0,100	58,45	18,7
0,125	65,87	21,1
0,150	72,39	23,1
0,200	82,96	26,5
0,300	98,69	31,5
0,400	109,71	35,1
0,500	120,72	38,6
CBR corregido 0,1"	1,9	
CBR corregido 0,2"	1,8	
CBR ESCOGIDO(%)	**1,9**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VIAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

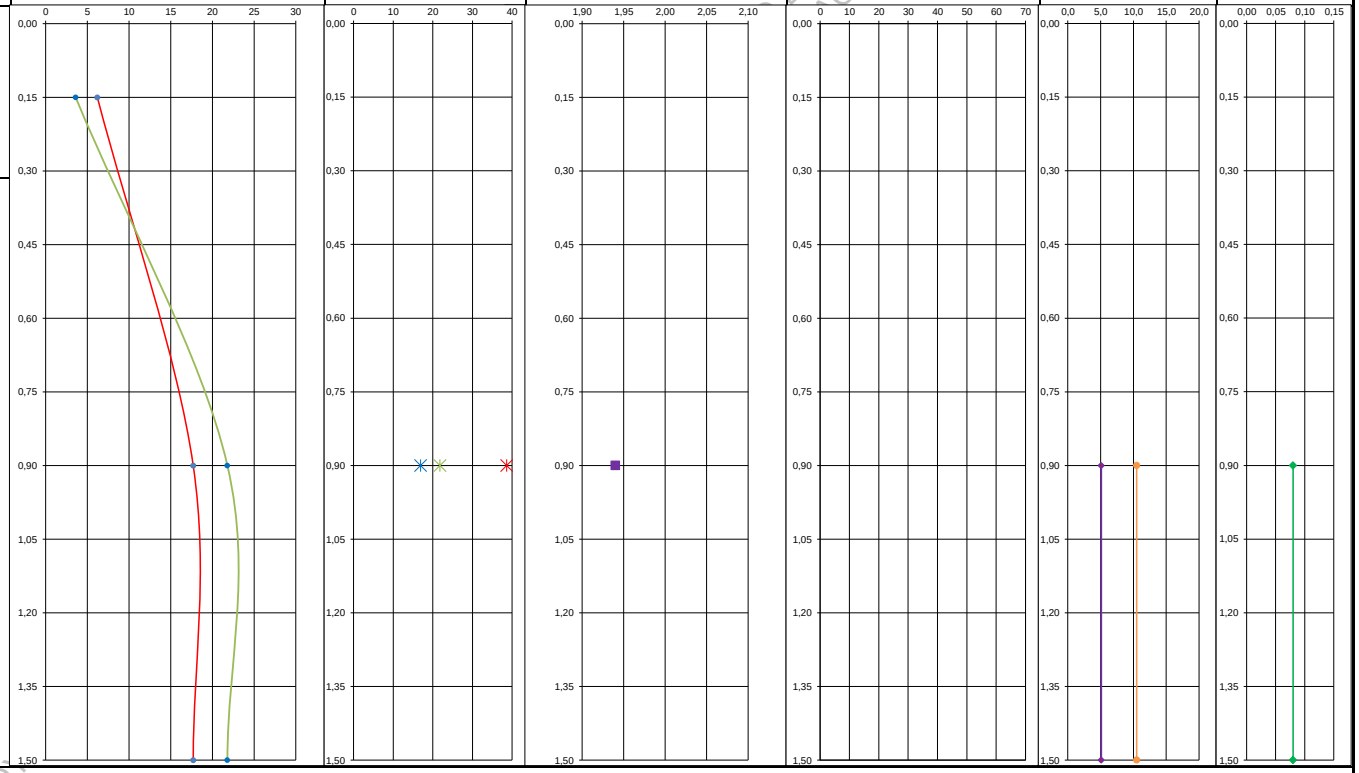
FIGURA 48. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 49. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A12.

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	0,30	6,2	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-	6,1	GW-GM	A	1,5
M2	0,30	1,50	17,7	21,8	38,6	21,8	16,9	1,94	1,65	10,5	5,1	0,08	78,6	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,30			GW-GM	Grava arcillosa, color habano.	A
0,35 – 1,50			CL	Arcilla inorgánica, color café con manchas de oxidación.	B



CONVENCIONES

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

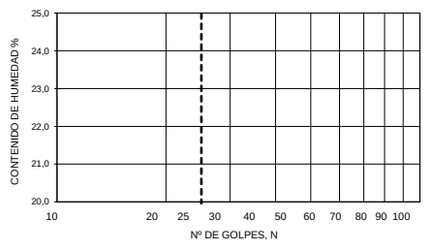
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 44 FRENTE NUEVO VOLEGIO GUSTAVO JIMENEZ, MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A12. MUESTRA: A12/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,3 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava limosa bien gradada, color gris y café, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA NO PRESENTA PLASTICIDAD.

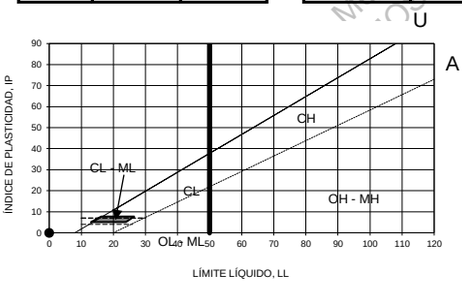
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	71
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	146,38
Suelo seco + Cap. (g)	138,40
Peso cápsula (g)	10,03
Contenido de humedad (%)	6,22

Limite líquido		
15	25	35
0,00	0,00	0,00

Límite Plástico	
0,00	0,00





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-1)
2	50,800	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2	38,100	475,0	576,1	101,1	4,0	4,0	96,0	
1	25,400	450,0	696,1	246,1	9,8	13,8	86,2	100
3/4	19,000	439,7	558,5	118,8	4,7	18,5	81,5	80 - 100
3/8	9,525	451,5	912,4	460,9	18,3	36,8	63,2	60 - 85
4	4,760	436,3	953,5	517,2	20,5	57,4	42,6	40 - 65
10	2,000	406,8	834,9	428,1	17,0	74,4	25,6	30 - 50
40	0,420	335,0	727,0	392,0	15,6	89,9	10,1	13 - 30
200	0,074	283,0	381,8	98,8	3,9	93,9	6,1	9 18
FONDO	0,000	257,5	258,7	1,2	6,1	100,0	0,0	

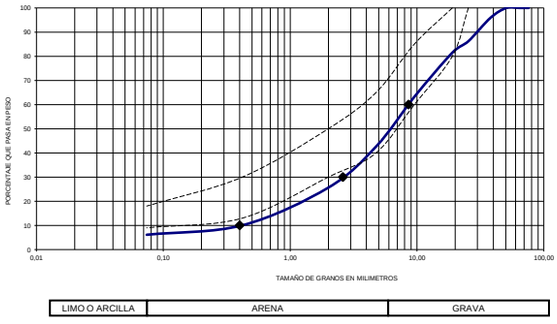
2364,2

D10: 0,40 D30: 2,60 D60: 8,60 CU: 21,50 CG: 1,97

HUMEDAD NATURAL (HN):	6,2 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	3,6 %
LIMITE LÍQUIDO (LL):	0,0 %
LIMITE PLASTICO (LP):	0,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	0,0 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	2.698,2
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	2.545,1
Peso Recipiente	180,9
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	2.517,3
Peso Suelo Seco Lavado	2.364,2

% GRAVAS	57,4
% ARENAS	36,5
% FINOS	6,1



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GW-GM

FIGURA 50. 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

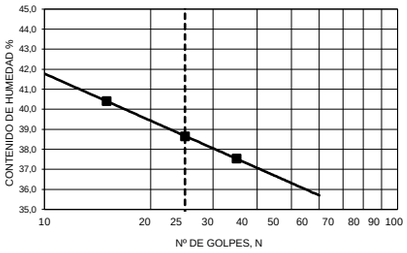
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 44 FRENTE NUEVO VOLEGIO GUSTAVO JIMENEZ, MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A12. MUESTRA: A12/M2. PROFUNDIDAD: 0,3 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad alta, color café oscuro con manchas de oxidación, con arenas y consistencia media.

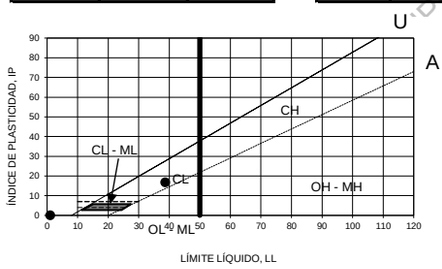
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	305
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	94,10
Suelo seco + Cap. (g)	80,84
Peso cápsula (g)	5,93
Contenido de humedad (%)	17,70

Limite líquido		
15	25	35
300	360	377
25,70	30,70	35,39
19,99	23,72	27,21
5,86	5,66	5,42
40,41	38,65	37,54

Límite Plástico	
236	245
16,88	16,77
14,76	14,67
4,94	5,10
21,59	21,94





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	437,4	1,0	0,3	0,3	99,7
10	2,0	407,1	408,5	1,4	0,4	0,7	99,3
20	0,8	373,0	375,1	2,1	0,6	1,3	98,7
40	0,4	335,1	338,5	3,4	1,0	2,3	97,7
60	0,3	287,0	298,4	11,4	3,4	5,7	94,3
100	0,1	298,9	318,8	19,9	5,9	11,5	88,5
200	0,1	282,9	316,5	33,6	9,9	21,4	78,6
FONDO	0,0	257,5	257,8	0,3	78,6	100,0	0,0

73,1

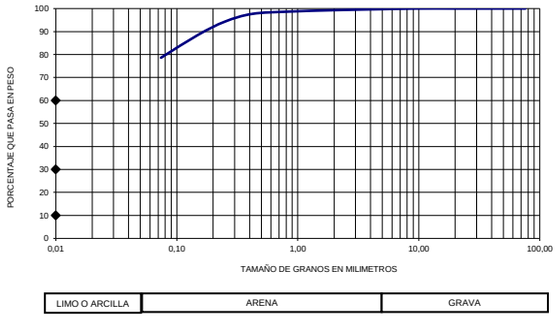
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,01 CU: 1,00 CG: 1,00

HUMEDAD NATURAL (HN):	17,7 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	21,8 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	38,6 %
LIMITE PLASTICO (LP):	21,8 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	16,9 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	541,3
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	274,4
Peso Recipiente	201,3
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	340,0
Peso Suelo Seco Lavado	73,1

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,3
% ARENAS	21,1
% FINOS	78,6



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

FIGURA 51. 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 MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CALLE 44 FRENTE NUEVO VOLEGIO GUSTAVO JIMENEZ, MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A12. MUESTRA: A12/M2. PROFUNDIDAD: 0,3 m - 1,5 m.

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

Molde No.	21
Diametro del molde (cm)	15,60
Altura del molde (cm)	18,25
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.488,2
Peso del Molde (g)	4.570
Peso del Molde + Muestra (g)	11.332
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,94

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	638	653
Expansión Total (mm) 10^-2		15
Expansión Total %		0,08%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	305	361
W Cap + mat humedo (gr)	94,10	72,15
W Cap + mat Seco (gr)	80,84	62,07
W Cápsula (gr)	5,93	5,29
Humedad %	17,70	17,75
Humedad promedio %	17,73	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	311	259
W Cap + mat humedo (gr)	78,62	69,48
W Cap + mat Seco (gr)	59,63	55,61
W Cápsula (gr)	5,14	5,53
Humedad %	34,85	27,70
Humedad promedio %	31,27	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	21	
W Muestra (g)	6.762	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	26,53	8,5
0,025	88,80	28,4
0,050	171,75	54,9
0,075	240,77	76,9
0,100	308,89	98,7
0,125	364,64	116,5
0,150	414,32	132,4
0,200	494,35	158,0
0,300	607,21	194,0
0,400	680,72	217,5
0,500	732,65	234,1
CBR corregido 0,1"	9,9	
CBR corregido 0,2"	10,5	
CBR ESCOGIDO(%)	**10,5**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	21	
W Muestra (g)	7.318	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	18,31	5,9
0,025	47,08	15,0
0,050	84,85	27,1
0,075	117,22	37,5
0,100	146,00	46,7
0,125	173,87	55,6
0,150	195,01	62,3
0,200	239,74	76,6
0,300	310,33	99,2
0,400	367,88	117,6
0,500	424,31	135,6
CBR corregido 0,1"	4,7	
CBR corregido 0,2"	5,1	
CBR ESCOGIDO(%)	**5,1**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VIAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

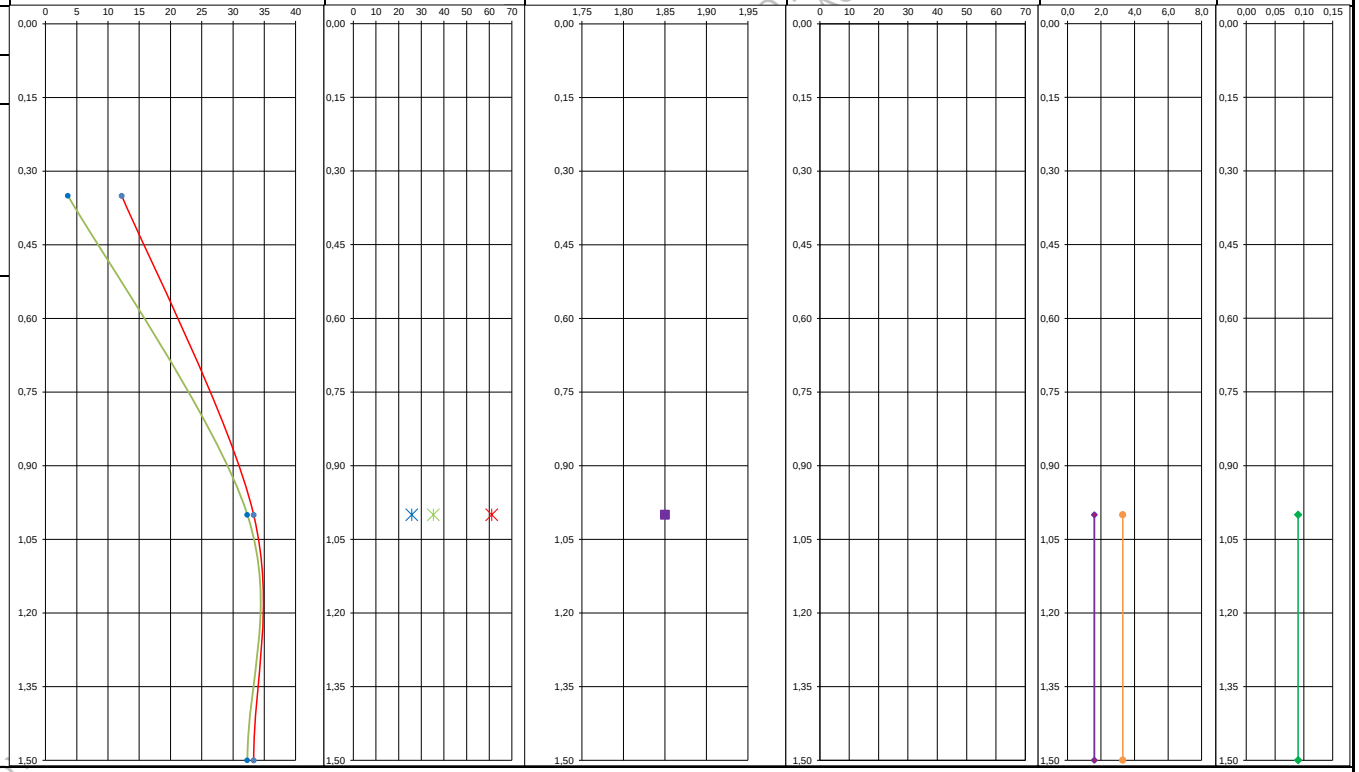
FIGURA 52. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 53. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A13.

MUESTRA	Prof (m) DE	Prof (m) 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	0,20	0,50	12,2	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-	18,7	GM	A	1,5
M2	0,50	1,50	33,3	32,3	61,1	35,3	25,8	1,85	1,39	3,3	1,6	0,09	95,4	MH	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00					
0,05					
0,10				Asfalto	
0,15					
0,20					
0,25					
0,30					
0,35			GM	Grava limosa, color naranja.	A
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			MH	Limo inorgánico, color café oscuro.	B
1,05					
1,10					
1,15					
1,20					
1,25					
1,30					
1,35					
1,40					
1,45					
1,50					



CONVENCIONES

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

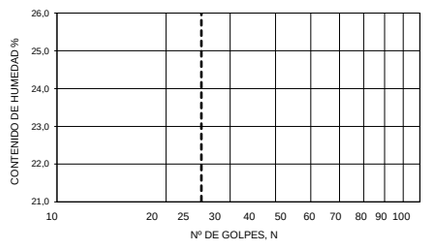
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CARRERA 25 CON CALLE 17, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A13. MUESTRA: A13/M1. PROFUNDIDAD: 0,2 m - 0,5 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava limosa mal gradada, color naranja, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, cuarzosa y compacidad media. LA FRACCIÓN FINA NO PRESENTA PLASTICIDAD.

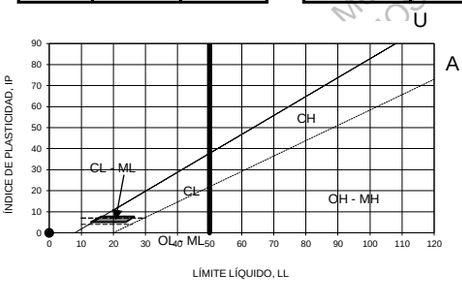
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	31
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	76,59
Suelo seco + Cap. (g)	69,23
Peso cápsula (g)	9,13
Contenido de humedad (%)	12,25

Limite líquido		
15	25	35
0,00	0,00	0,00

Límite Plástico	
0,00	0,00





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-1)
2	50,800	472,9	809,9	337,0	13,4	13,4	86,6	
1 1/2	38,100	475,0	651,9	176,9	7,0	20,4	79,6	
1	25,400	450,0	755,9	305,9	12,2	32,6	67,4	100
3/4	19,000	439,7	538,8	99,1	3,9	36,5	63,5	80 - 100
3/8	9,525	451,5	709,9	258,4	10,3	46,8	53,2	60 - 85
4	4,760	436,3	664,9	228,6	9,1	55,9	44,1	40 - 65
10	2,000	406,8	614,8	208,0	8,3	64,1	35,9	30 - 50
40	0,420	335,0	617,8	282,8	11,2	75,4	24,6	13 - 30
200	0,074	283,0	432,8	149,8	6,0	81,3	18,7	9 18
FONDO	0,000	257,5	259,9	2,4	18,7	100,0	0,0	

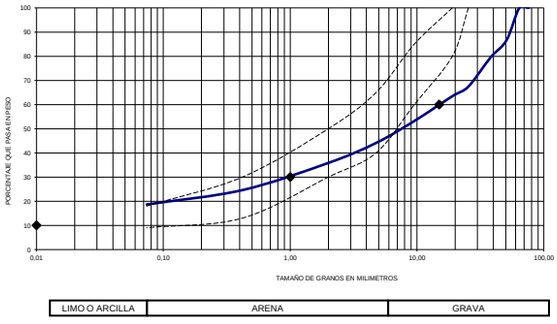
2048,9

D10: 0,01 D30: 1,00 D60: 15,00 CU: 1500,00 CG: 6,67

HUMEDAD NATURAL (HN):	12,2 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	3,6 %
LIMITE LÍQUIDO (LL):	0,0 %
LIMITE PLASTICO (LP):	0,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	0,0 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	2.718,3
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	2.251,3
Peso Recipiente	202,4
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	2.515,9
Peso Suelo Seco Lavado	2.048,9

% GRAVAS	55,9
% ARENAS	25,5
% FINOS	18,7



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GM

FIGURA 54. 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

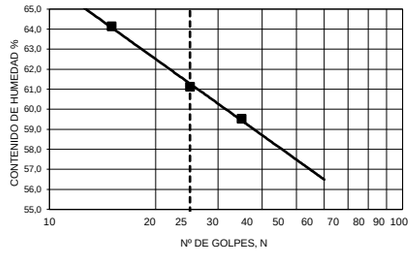
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CARRERA 25 CON CALLE 17, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A13. MUESTRA: A13/M2. PROFUNDIDAD: 0,5 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Limo inorgánico de plasticidad alta, color café oscuro, y consistencia media.

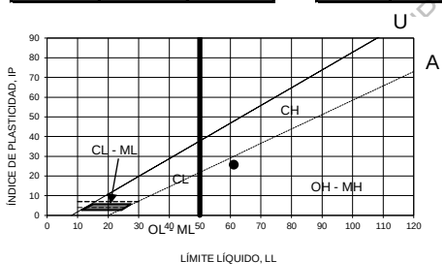
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	32
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	71,08
Suelo seco + Cap. (g)	55,08
Peso cápsula (g)	7,03
Contenido de humedad (%)	33,30

Limite líquido		
15	25	35
357	372	370
20,40	25,45	30,88
14,57	17,84	21,45
5,48	5,39	5,61
64,14	61,12	59,53

Límite Plástico	
216	200
15,95	16,23
13,09	13,30
4,97	5,04
35,22	35,47





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	0,1	0,1	99,9
4	4,8	436,4	439,4	3,0	0,6	0,7	99,3
10	2,0	407,1	410,0	2,9	0,6	1,3	98,7
20	0,8	373,0	375,6	2,6	0,5	1,8	98,2
40	0,4	335,1	337,2	2,1	0,4	2,3	97,7
60	0,3	287,0	289,7	2,7	0,6	2,8	97,2
100	0,1	298,9	303,8	4,9	1,0	3,8	96,2
200	0,1	282,9	286,6	3,7	0,8	4,6	95,4
FONDO	0,0	257,5	257,5	0,0	95,4	100,0	0,0

22,2

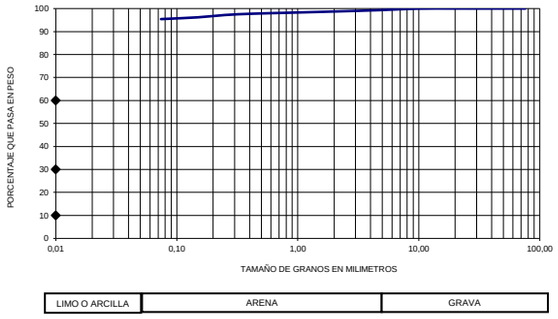
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,01 CU: 1,00 CG: 1,00

HUMEDAD NATURAL (HN):	33,3 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	32,3 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	61,1 %
LIMITE PLASTICO (LP):	35,3 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	25,8 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	681,3
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	219,8
Peso Recipiente	197,6
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	483,7
Peso Suelo Seco Lavado	22,2

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,7
% ARENAS	3,9
% FINOS	95,4



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	MH

FIGURA 55. 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 MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CARRERA 25 CON CALLE 17, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A13. MUESTRA: A13/M2. PROFUNDIDAD: 0,5 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)	15,45
Altura del molde (cm)	18,15
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.402,7
Peso del Molde (g)	4.523
Peso del Molde + Muestra (g)	10.817
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,85

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	597	613
Expansión Total (mm) 10^-2		16
Expansión Total %		0,09%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	32	108
W Cap + mat humedo (gr)	71,08	73,98
W Cap + mat Seco (gr)	55,08	57,61
W Cápsula (gr)	7,03	7,55
Humedad %	33,30	32,70
Humedad promedio %	33,00	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	401	364
W Cap + mat humedo (gr)	101,23	70,21
W Cap + mat Seco (gr)	84,36	61,59
W Cápsula (gr)	5,59	5,08
Humedad %	21,42	15,25
Humedad promedio %	18,34	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	22	
W Muestra (g)	6.294	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	9,22	2,9
0,025	27,88	8,9
0,050	54,85	17,5
0,075	79,36	25,4
0,100	100,04	32,0
0,125	114,43	36,6
0,150	129,71	41,5
0,200	155,12	49,6
0,300	196,93	62,9
0,400	265,95	85,0
0,500	287,98	92,0
CBR corregido 0,1"	3,2	
CBR corregido 0,2"	3,3	
CBR ESCOGIDO(%)	**3,3**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	22	
W Muestra (g)	7.365	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	10,19	3,3
0,025	21,65	6,9
0,050	33,12	10,6
0,075	41,44	13,2
0,100	50,65	16,2
0,125	58,07	18,6
0,150	64,59	20,6
0,200	75,16	24,0
0,300	90,89	29,0
0,400	101,91	32,6
0,500	112,92	36,1
CBR corregido 0,1"	1,6	
CBR corregido 0,2"	1,6	
CBR ESCOGIDO(%)	**1,6**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VIAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

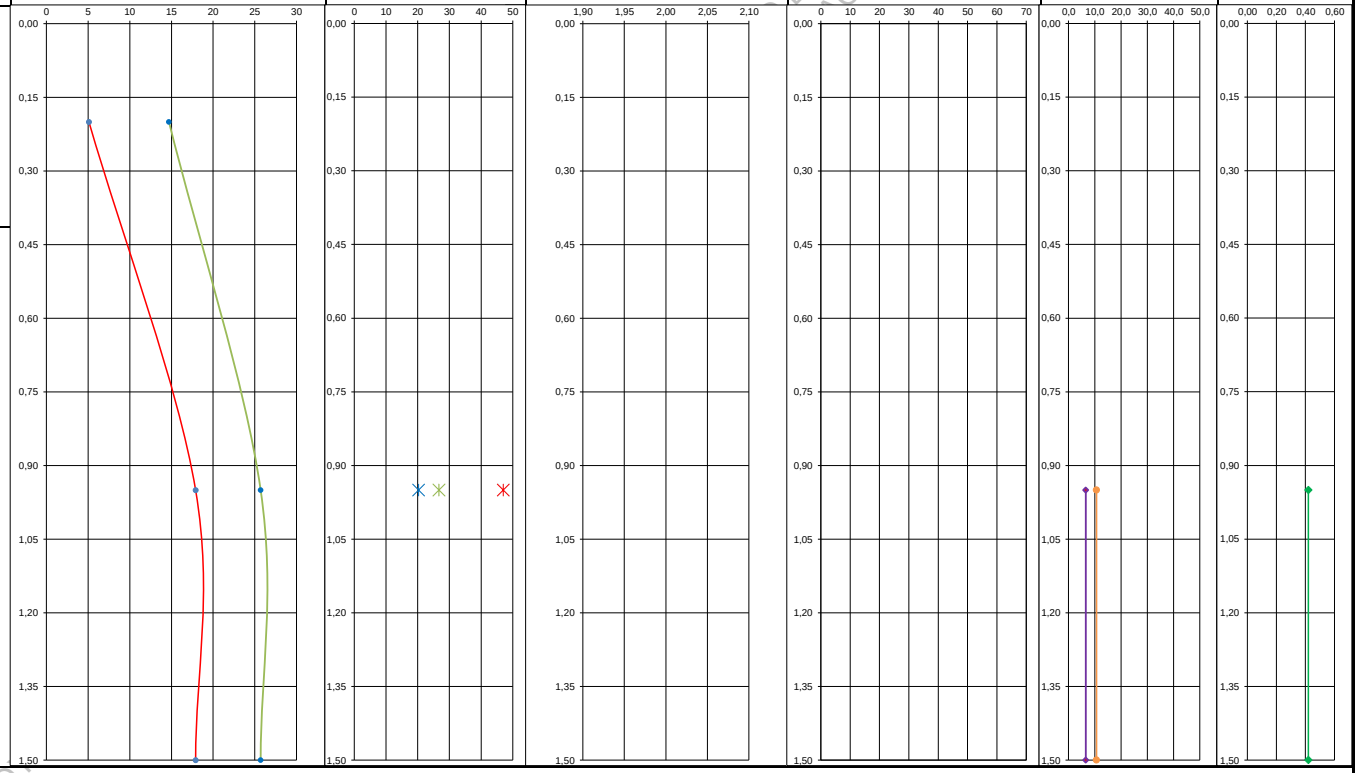
FIGURA 56. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 57. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL APIQUE A14.

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	0,40	5,1	14,7	23,7	16,8	6,8	-	-	-	-	-	23,2	SM-SC	A	1,5
M2	0,40	1,50	17,9	25,7	47,0	26,7	20,3	1,63	1,38	10,7	6,6	0,42	83,5	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,40			SM-SC	Arena limo-arcillosa, color café.	A
0,45 – 1,50			CL	Arcilla inorgánica, color café.	B



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 (%)

PROFESIONAL DE SOGAMOSO (BOYACÁ)

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

LOCALIZACIÓN:CARRERA 27 CON CALLE 2A SUR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).

SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

APIQUE: A14. MUESTRA: A14/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,4 m.

CAPA: AFIRMADO. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.

DESCRIPCION: Arena limo-arcillosa bien gradada, color café, de grano muy fino, fino, medio, grueso y muy grueso, forma subangular, composición cuarzosa y compacidad suelta. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD BAJA.

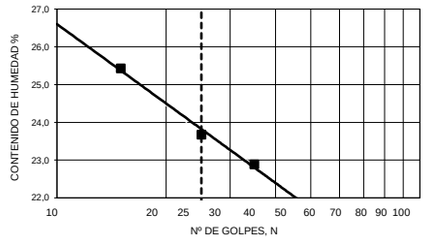
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: CARRERA 27 CON CALLE 2A SUR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
RESULTADOS VÁLIDOS ÚNICAMENTE PARA EL MATERIAL ENSAYADO
COPIA CONTROLADA

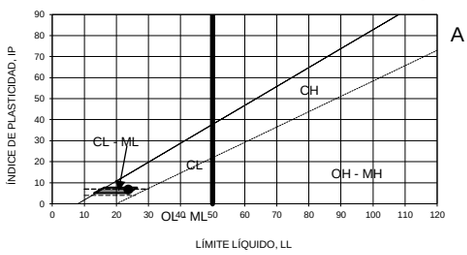
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	66
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	105,10
Suelo seco + Cap. (g)	100,50
Peso cápsula (g)	9,87
Contenido de humedad (%)	5,08

Limite líquido		
15	25	35
411	398	388
25,74	30,42	34,99
21,61	25,61	29,48
5,37	5,29	5,41
25,43	23,67	22,89

Límite Plástico	
212	204
16,30	17,23
14,73	15,42
5,02	5,09
16,17	17,52

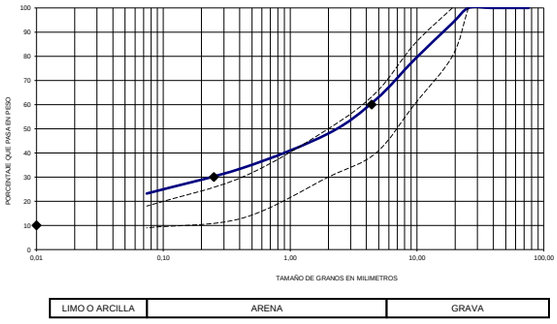




TAMIZADO								
MALLA		Peso	Peso	Peso	%	%Retenido	%	Norma
No.	Dimension (mm)	Malla (g)	Malla +Suelo	Suelo Rete(g)	Retenido	Acumulado	Pasa	% Que Pasa
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	(A-1)
2	50,800	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1 1/2	38,100	475,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	
1	25,400	450,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100
3/4	19,000	439,7	513,9	74,2	6,3	6,3	93,7	80 - 100
3/8	9,525	451,5	628,9	177,4	15,1	21,4	78,6	60 - 85
4	4,760	436,3	628,8	192,5	16,4	37,8	62,2	40 - 65
10	2,000	406,8	572,7	165,9	14,1	52,0	48,0	30 - 50
40	0,420	335,0	502,8	167,8	14,3	66,3	33,7	13 - 30
200	0,074	283,0	406,9	123,9	10,6	76,8	23,2	9 18
FONDO	0,000	257,5	258,7	1,2	23,2	100,0	0,0	

902,9

D10: 0,01 D30: 0,25 D60: 4,40 CU: 440,00 CG: 1,42



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	5,1 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	14,7 %
LIMITE LIQUIDO (LL):	23,7 %
LIMITE PLASTICO (LP):	16,8 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	6,8 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Recip	1.379,4
Peso Suelo Total Lavado + Recipiente	1.108,5
Peso Recipiente	205,6
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	1.173,8
Peso Suelo Seco Lavado	902,9

% GRAVAS	37,8
% ARENAS	39,0
% FINOS	23,2

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	SM-SC

FIGURA 58. 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

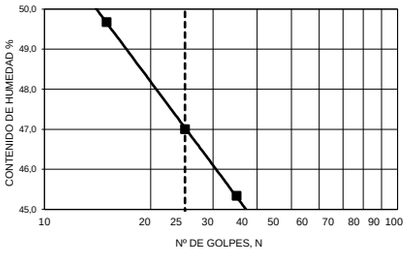
PROYECTO: REHABILITACIÓN MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CARRERA 27 CON CALLE 2A SUR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A14. MUESTRA: A14/M2. PROFUNDIDAD: 0,4 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, color café, con algo de arenas y consistencia media.

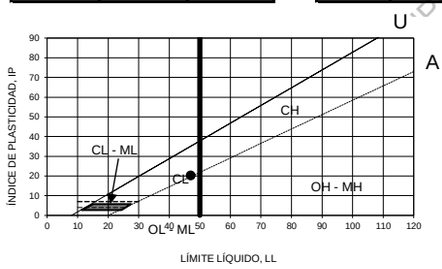
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	65
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	97,06
Suelo seco + Cap. (g)	83,89
Peso cápsula (g)	10,36
Contenido de humedad (%)	17,91

Limite líquido		
15	25	35
130	26	88
25,83	30,69	35,72
19,72	23,25	26,87
7,42	7,42	7,35
49,67	47,00	45,34

Límite Plástico	
205	224
15,46	17,05
13,26	14,52
5,01	5,04
26,67	26,69





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	467,3	15,3	4,3	4,3	95,7
4	4,8	436,4	441,9	5,5	1,5	5,8	94,2
10	2,0	407,1	412,9	5,8	1,6	7,5	92,5
20	0,8	373,0	378,4	5,4	1,5	9,0	91,0
40	0,4	335,1	340,5	5,4	1,5	10,5	89,5
60	0,3	287,0	294,5	7,5	2,1	12,6	87,4
100	0,1	298,9	305,5	6,6	1,9	14,5	85,5
200	0,1	282,9	289,9	7,0	2,0	16,5	83,5
FONDO	0,0	257,5	257,7	0,2	83,5	100,0	0,0
				58,7			

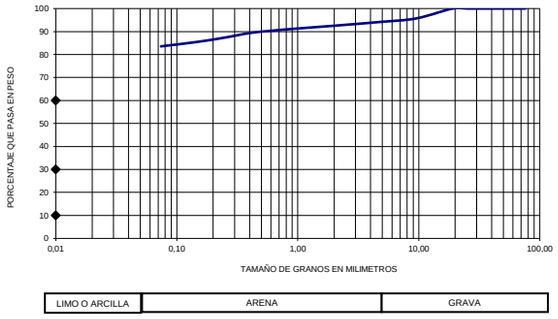
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,01 CU: 1,00 CG: 1,00

HUMEDAD NATURAL (HN):	17,9 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	25,7 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	47,0 %
LIMITE PLASTICO (LP):	26,7 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	20,3 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	558,8
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	261,9
Peso Recipiente	203,2
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	355,6
Peso Suelo Seco Lavado	58,7

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	5,8
% ARENAS	10,6
% FINOS	83,5



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

FIGURA 59. 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 MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
LOCALIZACIÓN:CARRERA 27 CON CALLE 2A SUR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A14. MUESTRA: A14/M2. PROFUNDIDAD: 0,4 m - 1,5 m.

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

Molde No.	40
Diametro del molde (cm)	15,15
Altura del molde (cm)	17,70
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.190,7
Peso del Molde (g)	4.656
Peso del Molde + Muestra (g)	9.841
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,63

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	879	953
Expansión Total (mm) 10^-2		74
Expansión Total %		0,42%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	65	363
W Cap + mat humedo (gr)	97,06	82,07
W Cap + mat Seco (gr)	83,89	70,95
W Cápsula (gr)	10,36	5,61
Humedad %	17,91	17,02
Humedad promedio %	17,46	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	59	87
W Cap + mat humedo (gr)	90,56	105,64
W Cap + mat Seco (gr)	77,84	91,47
W Cápsula (gr)	10,15	11,27
Humedad %	18,79	17,67
Humedad promedio %	18,23	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	40	
W Muestra (g)	5.185	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	100,71	32,2
0,025	171,98	55,0
0,050	243,69	77,9
0,075	296,97	94,9
0,100	334,29	106,8
0,125	357,67	114,3
0,150	372,28	119,0
0,200	389,37	124,4
0,300	432,53	138,2
0,400	467,15	149,3
0,500	508,29	162,4
CBR corregido 0,1"	10,7	
CBR corregido 0,2"	8,3	
CBR ESCOGIDO(%)	**10,7**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	40	
W Muestra (g)	7.232	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	25,59	8,2
0,025	60,22	19,2
0,050	97,98	31,3
0,075	137,10	43,8
0,100	176,67	56,5
0,125	216,01	69,0
0,150	249,28	79,7
0,200	311,78	99,6
0,300	417,89	133,5
0,400	501,74	160,3
0,500	582,00	186,0
CBR corregido 0,1"	5,6	
CBR corregido 0,2"	6,6	
CBR ESCOGIDO(%)	**6,6**	

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VIAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

FIGURA 60. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

Figura 61. Registro fotográfico de las muestras extraídas en campo y laboratorio.

Fotos No. 1 y 2. Localización Apique 1, Calle 26 entre vía férrea y carrera 12.




Fotos No. 3 y 4. Localización Apique 2, Calle 26 entre vía férrea y carrera 12.




Fotos No. 5 y 6. Localización Apique 3, Calle 34 entre carrera 10A y carrera 10C.




Fotos No. 7 y 8. Localización Apique 4, Calle 34 entre carrera 10A y carrera 10C.




Fotos No. 9 y 10. Localización Apique 5, Calle 43 entre vía férrea y carrera 14.




Fotos No. 11 y 12. Localización Apique 6, Calle 43 entre vía férrea y carrera 14.




Fotos No. 13 y 14. Localización Apique 7, Calle 14 con carrera 29 Parque Libertador.



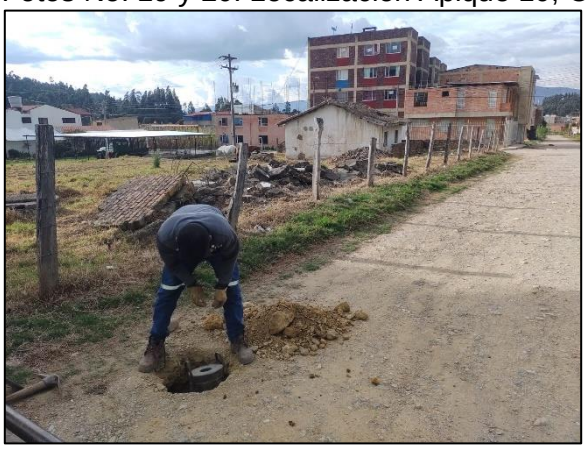

Fotos No. 15 y 16. Localización Apique 8, Calle 8 entre carrera 3 y carrera 4.




Fotos No. 17 y 18. Localización Apique 9, Carrera 7 Barrio Santa Bárbara.




Fotos No. 19 y 20. Localización Apique 10, Carrera 3 con calle 1 sur.



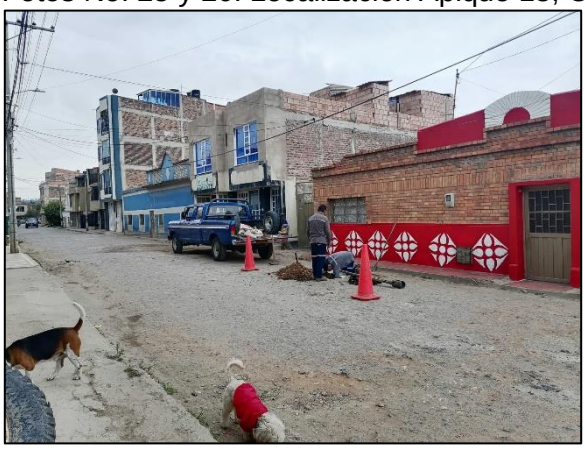

Fotos No. 21 y 22. Localización Apique 11, Calle 14 con carrera 30.




Fotos No. 23 y 24. Localización Apique 12, Calle 44 frente nuevo Colegio Gustavo Jiménez.



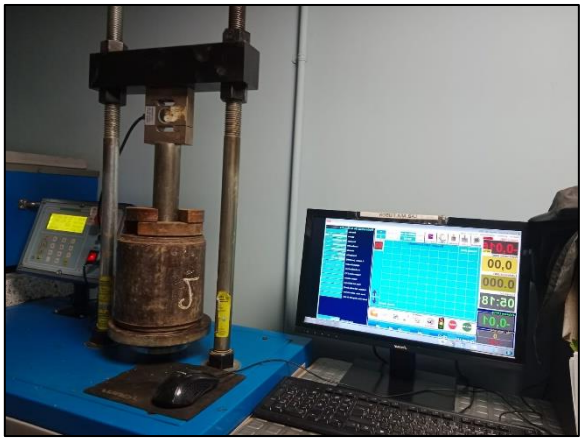

Fotos No. 25 y 26. Localización Apique 13, Carrera 25 con calle 17.




Fotos No. 27 y 28. Localización Apique 14, Carrera 27 con calle 2ª sur.




Fotos No. 29 y 30. Ensayos de laboratorio.

Fotos No. 31 y 32 Ensayos de laboratorio.





PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
LOCALIZACIÓN: VÍAS URBANAS, MUNICIPIO DE SOGAMOSO
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Yo Cipriano Beltrán Lemus, Ing. Geólogo Especialista en Geotécnia Vial, con MP. Nº 15223-36994 BYC presento el estudio de suelos para el proyecto denominado: **REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO** el cual ha sido elaborado teniendo en cuenta las normas NSR-10 y Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, adoptadas por el Ministerio de Transporte, y declaro que asumo la responsabilidad por perjuicios que a causa de ellos puedan deducirse, excepto cuando en la construcción de la presente obra sea utilizado un diseño que no concuerde con lo expuesto en las correspondientes memorias anexas y por una mala ejecución de este,

Atentamente,



CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
DIRECTOR DE CONSULTORÍA

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-2322964

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que CIPRIANO BELTRAN LEMUS, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 9525420, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA GEOLOGICA con MATRICULA PROFESIONAL 15223-36994 desde el 22 de Noviembre de 1990, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 124.

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 trece (13) días del mes de Octubre del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal 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.

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Yo Mónica Ximena Pérez Patiño, Ing. Geólogo con M. P Nº 15223-414988 BYC presento el estudio de suelos para el proyecto denominado: **REHABILITACIÓN DE LA MALLA VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO,** el cual ha sido elaborado teniendo en cuenta las normas NSR-10 y Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, adoptadas por el Ministerio de Transporte, y declaro que asumo la responsabilidad por perjuicios que a causa de ellos puedan deducirse, excepto cuando en la construcción de la presente obra sea utilizado un diseño que no concuerde con lo expuesto en las correspondientes memorias anexas y por una mala ejecución de este,

Atentamente,



MONICA XIMENA PÉREZ PATIÑO
Ingeniero Geólogo - Especialista en Geotécnia

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-2322968

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que MONICA XIMENA PEREZ PATIÑO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1057596529, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA GEOLOGICA con MATRICULA PROFESIONAL 15223-414988 desde el 21 de Febrero de 2019, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 256.

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 trece (13) días del mes de Octubre del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal 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.

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

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

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, 22 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 Arquitectónicas y Estructurales....4
1.2.2 Aspectos Geotécnicos Del Área De Fundación....4
1.3 GEOLOGÍA....7
1.3.1 Estratigrafía Regional....7
1.3.2 Estratigrafía Local....7
1.3.3 Estructuras y Tectónica Regional....7
1.3.4 Características Geomorfológicas....8
2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO....9
2.1 PERFORACIONES, MUESTREO Y ENSAYOS DE CAMPO....9
2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO....9
3. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO EXPLORADO....10
3.1 NIVEL FREÁTICO....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....14
3.5 POTENCIAL DE LICUACIÓN....16
3.6 GRADO DE COLAPSIBILIDAD....16
3.7 SUELOS DISPERSIVOS O ERODABLES....16
3.8 DRENAJES....16
3.9 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA....16
4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMACIÓN....17
4.1 NIVEL DE FUNDACIÓN Y TIPO DE CIMENTACIÓN....17
4.2 CAPACIDAD PORTANTE CAPA B DE FUNDACIÓN....18
4.2.1 Cimientos Continuos....18
4.3 PREDIMENSIONAMIENTO DE CIMIENTOS....19
4.4 CÁLCULO DE ESFUERZOS INDUCIDOS AL SUELO DE FUNDACIÓN....19
4.5 ASENTAMIENTOS TOTALES....19
4.6 MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL (Ksv) DEL SUELO....21
4.7 MÓDULO DE REACCIÓN HORIZONTAL (Ksh) DEL SUELO....21
5. CONCLUSIONES....23
6. RECOMENDACIONES....25
6.1 PROFUNDIDAD Y TIPO DE CIMENTACIÓN....25
6.2 CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS....25
6.3 PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE....25
6.4 PARÁMETROS GEOMECÁNICOS PARA DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN DEL MURO....25
6.5 DIAGRAMA DE PRESIONES PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN DEL MURO....26
6.5.1 Empuje Pasivo de Tierra de Rankine (Ep)....26
6.5.2 Empuje Activo de Tierra de Rankine (Ea)....27
6.6 EXPANSIVIDAD DEL SUELO....29
6.7 DESCAPOTES, EXCAVACIONES Y RELLENOS....29
6.8 IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE....30
6.9 RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN....30
7. LIMITACIONES....32
LISTA DE FIGURAS....33
REFERENCIAS....34
ANEXO DE FIGURAS O RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO DE LA PERFORACIÓN REALIZADA....35

PROYECTO: MEJORAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
UBICACIÓN: CARRERA 10 No. 14 - 75, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
ING. INVESTIGACIÓN Y GEOTECNIA: POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

INTRODUCCIÓN

La Institución Educativa Politécnico Álvaro González Santana, requiere realizar la reconstrucción del muro de cerramiento del centro educativo Campo amor, mediante el diseño y construcción de un nuevo muro de cerramiento, para lo cual, se realizó este estudio geotécnico o de suelos.

Este estudio y memorias de cálculo, fue realizado 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 de la alcaldía de Sogamoso, administradora del proyecto.

El informe contiene los resultados del estudio Geotécnico o de Suelos y Fundaciones para el proyecto MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR, localizado en el sector nor-oriental, área urbana, carrera 8 No. 14 - 73, Centro Educativo Campo Amor, del municipio de Sogamoso, propiedad de la Institución Educativa Politécnico Álvaro González Santana.

El trabajo incluye un reconocimiento Geológico y Geotécnico preliminar del área del proyecto y sus zonas perimetrales, la exploración del subsuelo mediante 1 perforación con barreno manual a una profundidad de 6 m, efectuando ensayos de campo y un muestreo sistemático de acuerdo con las normas A.S.T.M. D1586-67 y NSR-10; para realizar posteriormente los ensayos de laboratorio requeridos en la determinación de las características de resistencia y compresibilidad del subsuelo, propiedades necesarias en el análisis de estabilidad y deformación, y con este análisis definir la alternativa de cimentación más conveniente.

El informe presenta detalladamente los resultados del estudio, memorias de la investigación del subsuelo (ensayos de campo y laboratorio), cálculos de capacidad portante, esfuerzos inducidos, asentamientos totales, los parámetros sísmicos del perfil de suelo, las conclusiones y recomendaciones que se deben tener en cuenta para el diseño y construcción de la cimentación más adecuada desde el punto de vista técnico y económico.

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

1. GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El área del proyecto está ubicada en el sector nor-oriental, área urbana, carrera 8 No. 14 - 73, Centro Educativo Campo Amor, del municipio de Sogamoso, conformando una geometría rectangular, con frente por vía de acceso pavimentada (carrera 8).

Las Figuras 1 y 2, muestran esquemáticamente el área para el muro a construirse, equivalente a una parte del área total del lote, incluyen las características de los límites, detalles del área del proyecto, la ubicación de la perforación realizada para la investigación del subsuelo, pendiente topográfica y la probable modulación estructural del muro a construirse.

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

1.2.1 Características Arquitectónicas y Estructurales

El proyecto contempla la construcción de un muro en el centro educativo Campo Amor, paralelo a la vía de acceso (carrera 8); el cual tiene una longitud aproximada de 20 m, medido paralelo a la vía de acceso, este muro, cumplirá la función de cerramiento para el centro educativo.

El muro tendrá una altura aproximada de 3 m, a partir de la viga de cimentación, propuesto en planos estructurales, cumpliendo con los lineamientos establecidos para este tipo de estructuras en la norma NSR-10.

La carga real, que se transmitirá a la cimentación con mayor frecuencia es de 10 t/m, según datos suministrados por el Ing. Juan Pablo Arámbula Contreras, estructuralista del proyecto. Los pedestales estarán unidos entre sí formando un anillo de rigidez, diseñadas para una transferencia del 15% de la máxima carga vertical y una deformación máxima de L/300, donde L es la luz entre columnas contiguas.

1.2.2 Aspectos Geotécnicos Del Área De Fundación

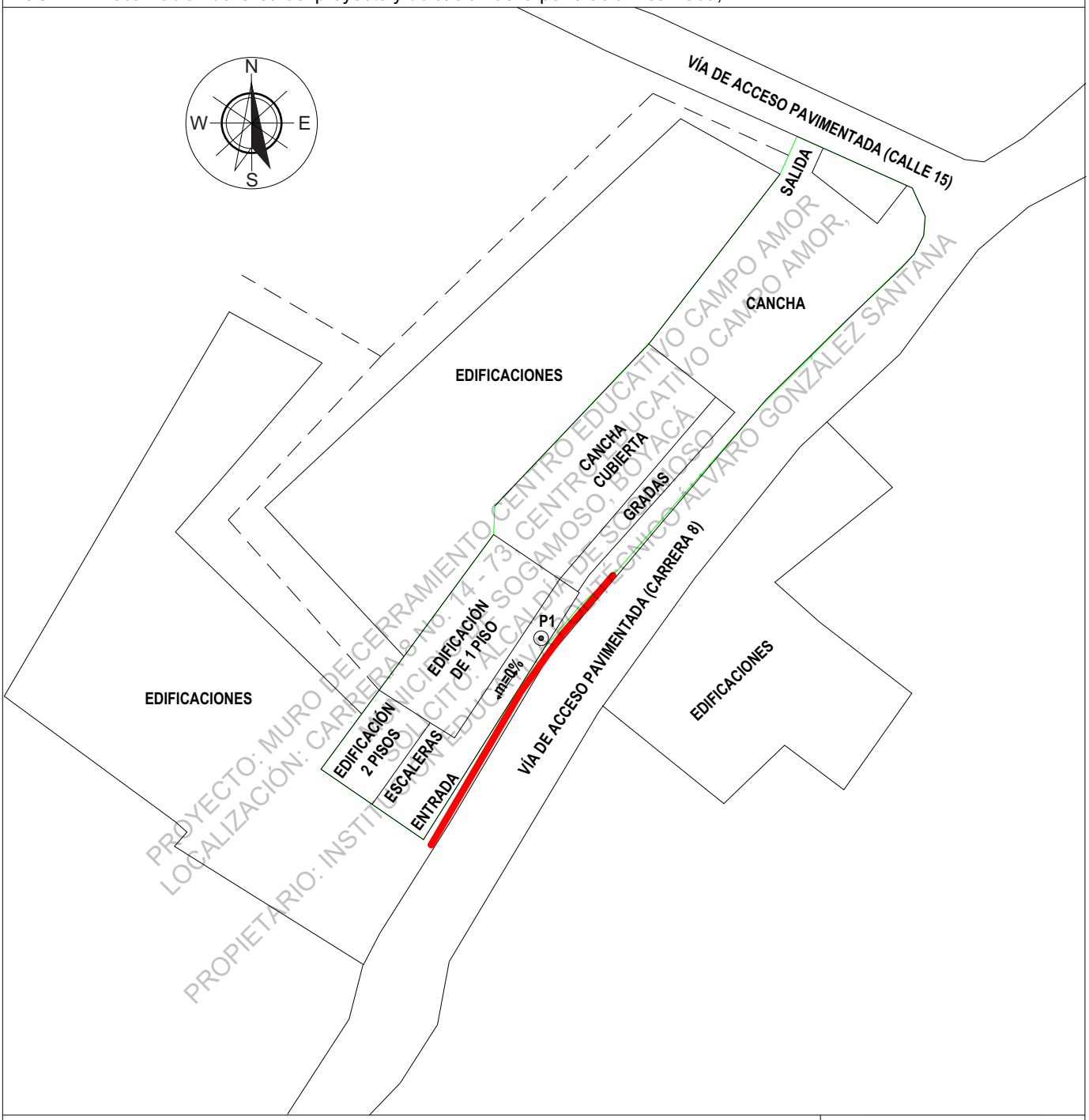
En el área para la construcción del proyecto se encuentra actualmente el centro educativo Campo Amor, apto para la construcción, por debajo 2,9 m del nivel topográfico de la rasante de la vía de acceso pavimentada (carrera 8), tiene un área de 40 m^2, dentro de una zona escolar, posee forma rectangular, geomorfología de valle, la topografía es plana de pendiente 0%, mal drenado superficialmente y la escorrentía superficial media hacia el área del proyecto; por lo tanto, pueden existir problemas de acumulación de aguas de escorrentía superficial.

Los límites del lote son los siguientes: por el costado norte cancha y gradas; por el sur, edificación de 2 pisos y escaleras; por el oriente vía de acceso pavimentada (carrera 8); y por el occidente edificación de 1 piso. Las características de los límites en el 100% del área de fundación del proyecto, corresponden a edificaciones de 1 y 2 pisos, cancha, gradas, escaleras y vía de acceso pavimentada (carrera 8), situación que implica un manejo técnico cuidadoso durante la etapa de construcción de los cimientos medianeros del muro.

PROYECTO MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITUD ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

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

FIGURA 1. Localización del área del proyecto y ubicación de la perforación realizada, P1.



	CONVENCIONES
PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.	⊙ Perforación manual (P2)
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.	Área del proyecto
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO.	
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA.	→ m Pendiente topográfica

Figura 2. Características del área del proyecto y ubicación de la perforación P1.





El área del proyecto 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.

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 proyecto, son el resultado de una serie de eventos geológicos complejos que se pueden considerar a grandes rasgos mediante los siguientes aspectos:

1.3.1 Estratigrafía Regional

Adyacente al área del proyecto, en el municipio de Sogamoso, afloran Formaciones Geológicas conformadas por rocas sedimentarias, las cuales se pueden ver en la Figura 3, y se describen a continuación, así:

- Formación Guaduas (KPgg): Está conformada por arcillolitas, arcillas abigarradas con intercalaciones de areniscas en la parte inferior y en la parte media presenta frecuentes mantos de carbón.

- Formación Areniscas de Socha (Pgars): Esta formación está compuesta por areniscas de grano fino a grueso, localmente conglomeráticas con pequeñas intercalaciones de limolitas.

- Formación Arcillas de Socha (Pgas): Esta formación está conformada por arcillolitas abigarradas con intercalaciones de areniscas de poco espesor.

- Formación Picacho (Pgp): Compuesta por areniscas de grano grueso, feldespáticas con frecuentes líneas de guijos de cuarzo de pocos centímetros de diámetro.

- Formación Concentración (Pgc): Esta formación está conformada por arcilla y limolitas con intercalaciones de areniscas, en la parte basal localmente presenta una capa de hierro oolítico de pocos metros.

- Cuaternario Fluviolacustre (Qfl): Este cuaternario está constituido por niveles arcillosos, limosos, arenosos, gravosos y combinaciones de estos niveles, de espesores variables.

1.3.2 Estratigrafía Local

En el sitio del proyecto aparece un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl). La estratigrafía local corresponde a un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl), constituido por capas arcillosas.

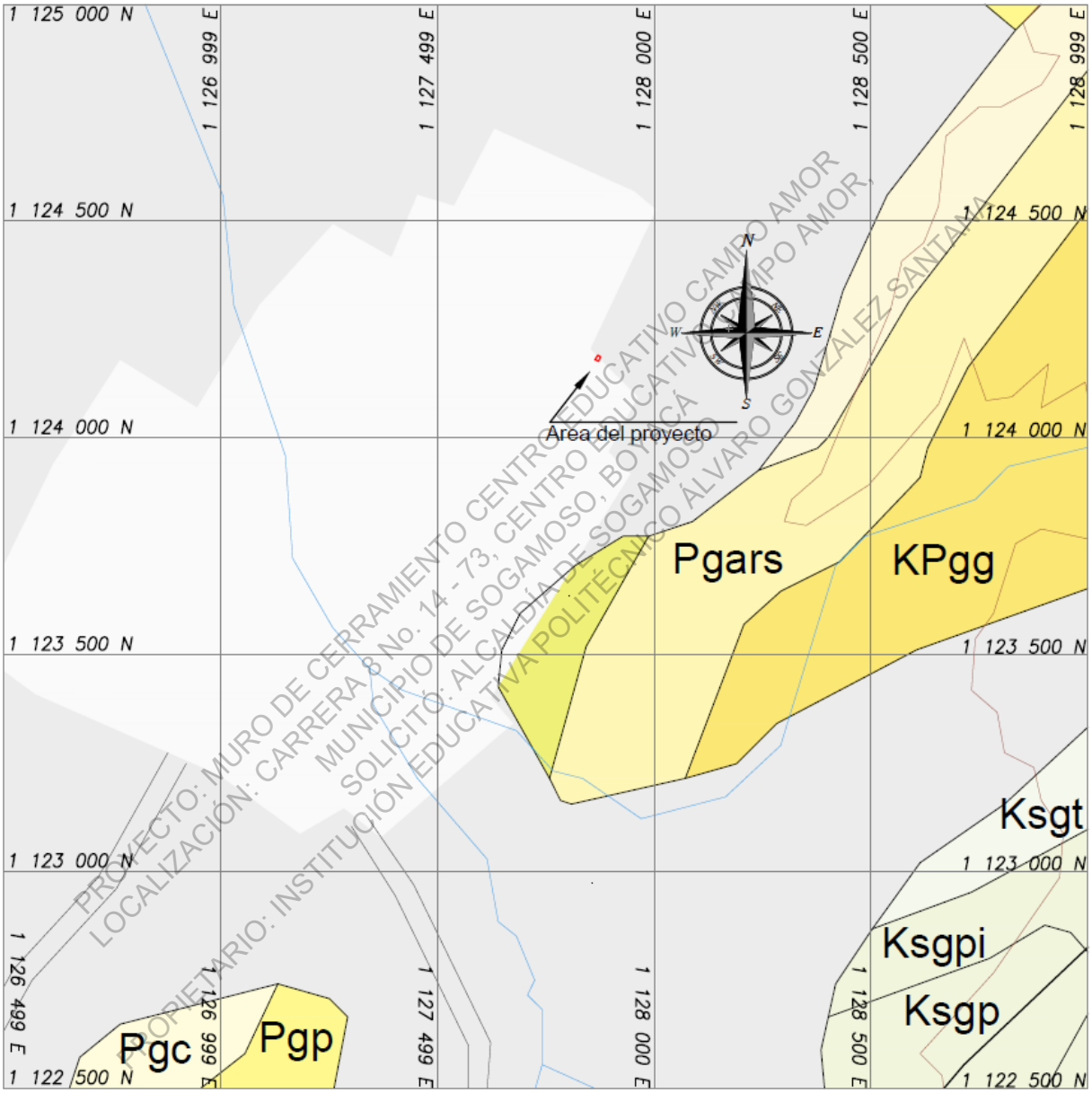
1.3.3 Estructuras y Tectónica Regional

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; 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 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.

PROYECTO MICRO DE CERAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN CARRERA 3 No. 14 - 71 CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
INSTITUCIÓN EDUCATIVA: POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SALAMANCA

Debido a la disposición de los ejes de plegamiento, los cuales siguen una tendencia de dirección Norte-Sur, se espera que las ondas sísmicas más peligrosas sean las que siguen en dirección paralela a los esfuerzos principales de plegamiento, los cuales actuaron en dirección aproximada Este - Oeste; el análisis estructural del proyecto deberá considerar la aplicación del sismo más crítico sobre esa dirección y por lo tanto modular la estructura con la mayor rigidez en ese mismo sentido.

Figura 3. Mapa geológico del área del proyecto.



Fuente: Plancha 172, Servicio Geológico Colombiano.

1.3.4 Características Geomorfológicas

El área de fundación del proyecto se localiza sobre terrenos planos con paisaje de valle, que contrasta con las montañas de los alrededores, el sitio comprende alturas aproximadas de 2 505 m.s.n.m., con temperatura promedio de 18° Celsius. El drenaje local corresponde a la vertiente del río Chicamocha, a través de una serie de canales naturales y principalmente de desecación; es característica primordial de estos suelos la permeabilidad baja, mal drenados superficialmente, escorrentía superficial media hacia el área del proyecto, y la zona presenta pendiente topográfica plana; por lo tanto, pueden existir problemas de acumulación de aguas de escorrentía superficial, lo que se constituye en un factor desfavorable geotécnicamente, debido a la saturación de los suelos.

2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

2.1 PERFORACIONES, MUESTREO Y ENSAYOS DE CAMPO

Para conocer el perfil litológico, las propiedades geomecánicas de las capas, la posición y características del nivel freático; se realizó 1 perforación con barreno manual, de acuerdo con las normas (D1586-67) de ASTM y NSR-10, en condiciones de tiempo lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de exploración de 6 m. La disposición de la perforación se planeó de la forma que se indica en la Figura 1 con el propósito de lograr una correlación tridimensional del perfil de suelo explorado del área del proyecto. En cada perforación se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa), muestras semialteradas con Split Spoon (cuchara partida) y muestras inalteradas con tubo de pared delgada (Shelby). Simultáneamente con la exploración y el muestreo, se efectuaron los siguientes ensayos de campo, así:

- Penetración estándar (SPT) para medir la resistencia al corte del suelo.
- Penetración dinámica (DCPT), mediante penetrómetro de Borros.
- 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.
- Resistencia a la compresión uniaxial.
- Límites de Atterberg.
- Granulometría y gradación por tamizado mecánico.
- Corte directo no consolidado no drenado (UU).
- Consolidación unidimensional.

En la sección de Anexo de Figuras o Resultados de Ensayos de Campo y Laboratorio, se muestran los registros de campo y los resultados de ensayos de laboratorio de la perforación realizada con sus respectivas muestras, de la siguiente manera:

- Figuras 13 a 24. Perfiles de resistencias de campo, con los resultados de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada perforación realizada.

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRETERA 3 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
DIRIGIDO A: ÁLVARO GONZÁLEZ SANTAMARÍA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTAMARÍA

3. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO EXPLORADO

3.1 NIVEL FREÁTICO

El nivel freático no se encontró en la perforación realizada hasta la profundidad promedio explorada de 6 m respecto de la topografía actual del terreno, este comportamiento obedece a la presencia de niveles arcillosos en el perfil de suelo explorado; sin embargo, el suelo presenta tendencia a la saturación, con la consecuente resistencia al corte del suelo media y asentamientos totales medios cuando se produzcan variaciones de humedad importantes.

Dadas las características descritas, durante la etapa constructiva de la cimentación no existirán dificultades relacionadas con aguas freáticas, pero si con aguas superficiales; por lo tanto, para evitar problemas durante la construcción y vida útil del proyecto, se deberá diseñar y construir el sistema de drenaje más conveniente 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 (nivel freático y lluvias) como provocadas, y/o impermeabilizar con polietileno totalmente la base de la cimentación, para así evitar humedades en el muro.

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 pertenece al grupo CL, y su historia geológica permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl), estratificado, ligeramente sobreconsolidado; con una relación de preconsolidación (RSC) de 3,0 para la capa de fundación arcillosa.

El subsuelo explorado en el área del proyecto muestra características litológicas homogéneas para el perfil tridimensional, las capas encontradas presentan continuidad, sólo con variaciones en los espesores y están compuestas por suelos arcillosos.

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

- Capa A: De 0,0 m a 0,2 m de profundidad promedio, se encontró la placa de contrapiso existente.

- Capa B: Entre 0,2 m y 2,3 m de profundidad promedio, se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad media (CL) con 14% de arenas y 1% de gravas, color gris con manchas amarillas, consistencia media y contenido de humedad medio; es una capa continua, pero de espesor variable.

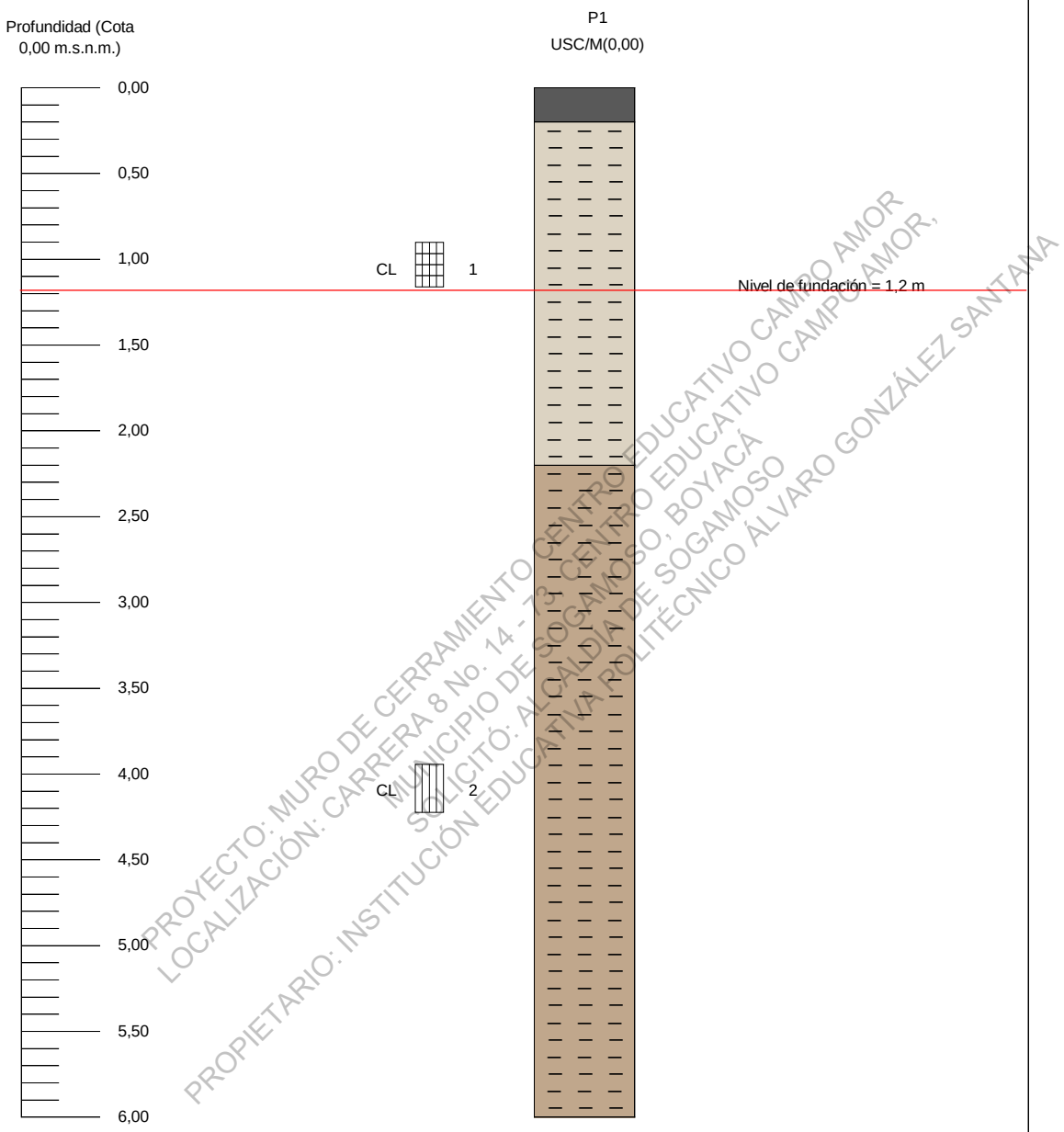
- Capa C: Finalmente entre 2,3 m y 6 m de profundidad promedio, se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad media (CL) con 16% de arenas y 0% de gravas, color café con gris con manchas naranjas y blancas, consistencia compacta y contenido de humedad medio; es una capa continua, pero de espesor variable.

PROYECTO: MUROS DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO AMPLIACIÓN
LOCALIZACIÓN: CARRERA 6 No. 1-13 CENTRO EDUCATIVO
PROPIETARIO: ESTABLECIMIENTO MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ
SOLICITO: ALCALDÍA MUNICIPAL SOGAMOSO
EDUARDO ALVARO GONZÁLEZ CARVAJAL
POLITÉCNICO

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

FIGURA 4. Correlación Litológica Planar de la perforación realizada, P1.



CONVENCIONES GENERALES		CONVECIONES ESPECIFICAS	
CL	Clasificación de la U. S. C.		
M	Muestra del sondeo		Placa existente
(0,00)	Cota Topografica		
N.F.	Nivel Freatico		Arcilla inorgánica
	Muestra en bolsa(alterada)		
	Muestra Split - Spoom (semialterada)		Arcilla inorgánica
	Muestra Shelby (semialterada)		

FIGURA 5. Norma, cantidad y resumen de ensayos de campo y laboratorio por muestra de la perforación realizada, P1.

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	6
Humedad natural	ASTM D2216-71 - INVE 122-13	Un	3
Límites de Atterberg	ASTM 423-66 y D424-59 - INVE 125-13	Un	3
Granulometría por tamizado	ASTM D421-58 y D422-63 - INVE 123-13	Un	3
Peso unitario total y seco	ASTM D2937-71 - INVE 146-13	Un	2
Peso especifico (Gs)	ASTM D854-58 - INVE 128-13	Un	1
Consolidación unidimensional	ASTM D2435-70 - INVE 151-13	Un	1
Corte directo	ASTM D3080-72 - INVE 154-13	Un	1
Compresión inconfinada	13ASTM D2166-66 - INVE 152-13	Un	1

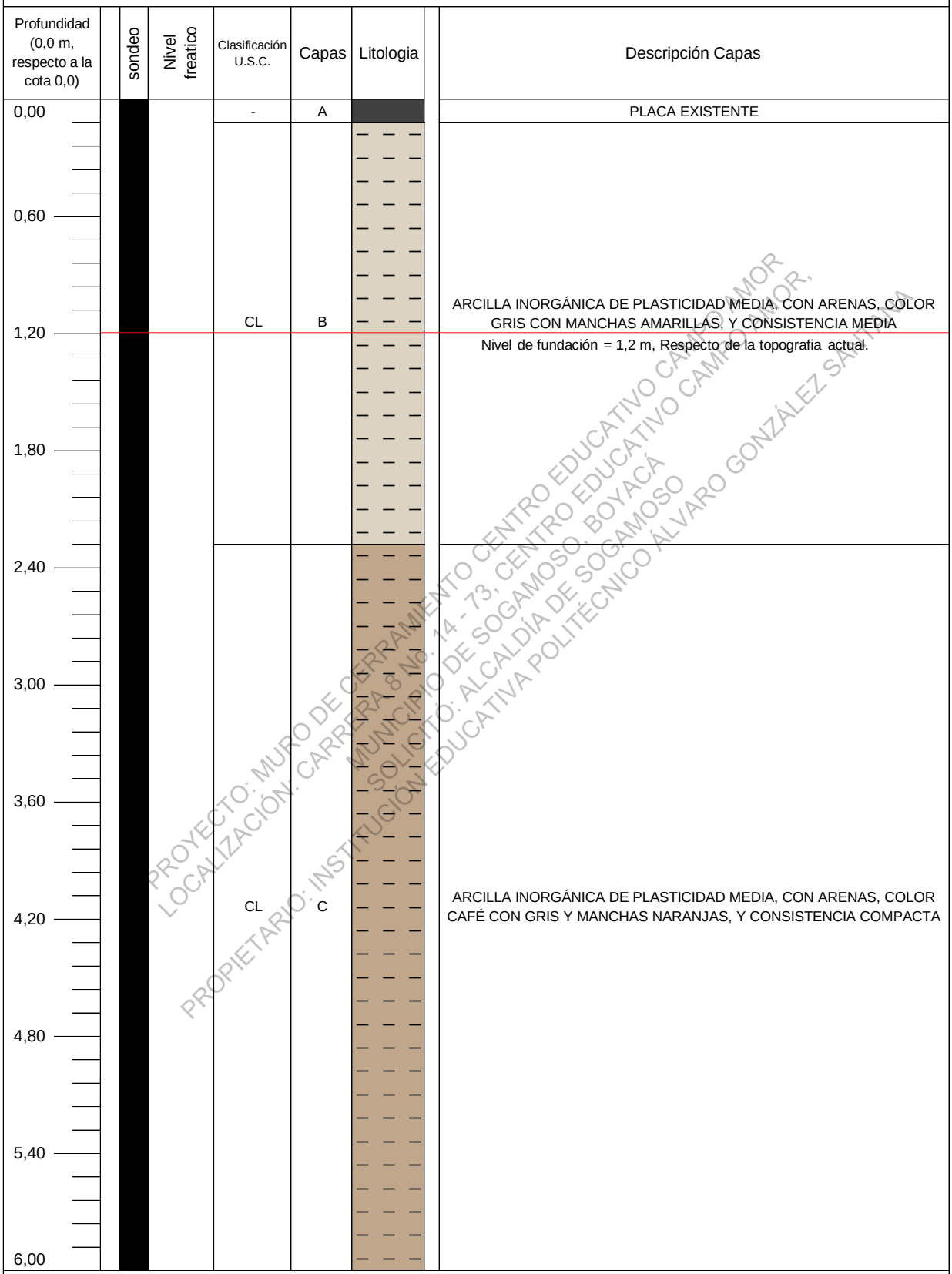
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO POR MUESTRA DE CADA PERFORACIÓN REALIZADA

Sondeo No.	Muestra No.	Espesor muestra (m)		Espesor total de la capa (m)		Capas definidas	Profundidad total del sondeo (m)	Pasa 200 (0,074 mm)	Clasificación S.U.C.S.	Wn (%)	Weq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m³)	γd (t/m³)	Compresión inconfinada (Cu) (t/m²)	Peso especifico (Gs)	Consolidación Unidimensional (eo) - (p´c)	Consolidación Unidimensional (Cc) - (Cs)	Corte directo (Cu) (t/m²)	Corte directo (ϕ) (°)	SPT (Cu) (t/m²)	SPT (ϕ) (°)
		De	Hasta	De	Hasta																			
P1	M1	0,93	1,53	0,2	2,25	B	6,0	85,9	CL	18,7	15,7	25,7	15,3	10,4	1,92	1,62	7,0	2,53	0,46 - 0,6	0,12 - 0,01	8,2	2,6	8,0	3
	M2	2,93	3,53	2,25	6,0	C		83,2	CL	15,5	17,5	29,6	16,8	12,8	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0	4
	M3	4,8	5,4					83,7	CL	14,5	18,6	31,9	17,6	14,3	2,03	1,77	-	-	-	-	-	-	10,0	4

PROYECTO: MUDO DE CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 4 No 4 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR, SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITADO: ALCALDIA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA PROTÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA
DOCUMENTO DE CONSULTA

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

FIGURA 6. Columa litológica del perfil promedio explorado.



PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTOS

De acuerdo con las tablas H.3.1-1 (Clasificación de las unidades de construcción por categorías), la categoría de la unidad de construcción del proyecto se clasifica como baja, y H.3.2-1 (Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción), se realizó 1 perforación con barreno manual a una profundidad de 6 m, cumpliendo con lo establecido en la NSR-10.

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, resistencia a la compresión uniaxial, los resultados del ensayo de corte directo y resistencia al corte comparativo con base en el ensayo de penetrómetro dinámico. Sobresale el comportamiento de los valores de resistencia a la penetración dinámica mediante los ensayos SPT y DCPT; los valores de resistencia son uniformes, con la misma tendencia en la perforación de aumentar la resistencia al corte del suelo hacia profundidad.

La Figura 7, presenta las propiedades geomecánicas e índices por capas del perfil de subsuelo encontrado, las cuales para la Capa B de fundación se resumen así: valores bajos de humedad natural (HN) y por encima de la humedad de equilibrio (Heq), cohesión última no drenada (Cu) media en t/m^2, ángulo de fricción interna no drenada (ϕ) bajo, presión de expansión probable en campo (P_{ex}) baja en t/m^2, límites de Atterberg (LL, LP e IP) medios, pesos unitarios o gamma (γt) medios en t/m^3, relación de vacíos (e) media, pesos específicos (Gs) medios, esfuerzos verticales efectivos de sobrecarga actual ($\sigma'v$) bajos en t/m^2, y compresibilidad baja manifestada en el índice de rigidez reducido (Irr) y coeficiente de compresibilidad (Cc). 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 fundación del proyecto, relacionadas con la resistencia al corte y las condiciones del nivel freático. La resistencia al corte tiene un comportamiento homogéneo con la profundidad del perfil, los valores más bajos se registran entre 0,2 m y 2,3 m de profundidad promedio.

3.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO

A 1,2 m de profundidad a partir de la topografía actual del terreno donde probablemente se apoyará directamente la cimentación del proyecto, se encuentra una capa de arcilla inorgánica, presenta plasticidad media, esto permite clasificar el suelo con un potencial de expansión bajo, esperándose cambios volumétricos del orden del 19% de acuerdo con la tabla H.9.1-1 (Clasificación de suelos expansivos) de la NSR-10; por lo tanto, no afectará la estabilidad de la cimentación y muro a construirse.

La presión de expansión probable en campo (P_{ex}) para la Capa B de fundación es de 1,7 t/m^2, valor bajo, teniendo en cuenta que esta capa presenta una humedad natural por encima de la humedad de equilibrio, (Ver Figura 7).

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CUERPO EDUCATIVO CAMPO AMOR
UBICACIÓN: CARRERA 14 - 12 BARRIO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO DEPARTAMENTO DE BOYACÁ
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO SECRETARÍA DE EDUCACIÓN Y CULTURA
INGENIERO CIVIL: BOLIVAR GONZÁLEZ SANTANA

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			-	A		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,60																			
1,20			CL	B		19	16	26	15	11	1,92	8	1,7	3	0,7	2,53	0,12	0,01	2,0
			Nivel de fundación = 1,2 m, Respecto de la topografia actual.																
1,80																			
2,40																			
3,00																			
3,60																			
4,20			CL	C		16	18	31	18	13	2,03	10	3,2	4	0,5	2,71	0,19	0,04	7,8
4,80																			
5,40																			
6,00																			

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO

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; según el numeral H.9.1.4 (Humedad de Equilibrio) de la NSR-10.

3.5 POTENCIAL DE LICUACIÓN

De acuerdo al tipo de perfil de suelo explorado dentro del área del proyecto, se encontró que en su mayoría es arcilloso, de resistencia media, y no se encontró nivel freático; por lo tanto, no se presentarán problemas asociados con fenómenos de licuación; debido a que para que ocurra licuación, deben existir grandes capas o estratos de arenas que se encuentren saturadas, con compacidad suelta y de baja resistencia.

3.6 GRADO DE COLAPSIBILIDAD

Para que un suelo sea colapsable se requiere que esté formado en su mayoría por arenas saturadas; teniendo en cuenta, que el perfil de suelo explorado en su mayoría es arcilloso, no se encontró nivel freático, y el suelo presenta resistencia al corte media; por lo tanto, el perfil de suelo no corresponde a un suelo colapsable. Según la NSR-10 de la tabla H.9.3.1, presenta clasificación de severidad moderada.

3.7 SUELOS DISPERSIVOS O ERODABLES

De acuerdo a la NSR-10, se distinguen dos tipos de suelos muy sensibles a la presencia de agua y son las arcillas con alta concentración de sales de sodio (Na) en el agua intersticial, que en la zona no se encuentran dado su origen geológico; y en arenas finas, polvo de roca y depósitos eólicos, que no se encuentran en la zona; por lo anterior, se descarta la presencia de este tipo de suelos.

3.8 DRENAJES

El área del proyecto no tiene ningún sistema de drenaje superficial 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 proyecto, teniendo en cuenta que: la topografía es plana, no se encontró nivel freático, el terreno presenta un drenaje superficial desfavorable y escorrentía superficial media hacia el área del proyecto, y/o impermeabilizar con polietileno totalmente la base de la cimentación, para así evitar humedades en el muro a construirse.

3.9 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 área del proyecto.

PROYECTO: MURO DE CONFINAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 11 No 25 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
PROPIETARIO: JURISDICCIÓN DE SOGAMOSO, VEREDA DE SOGAMOSO
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

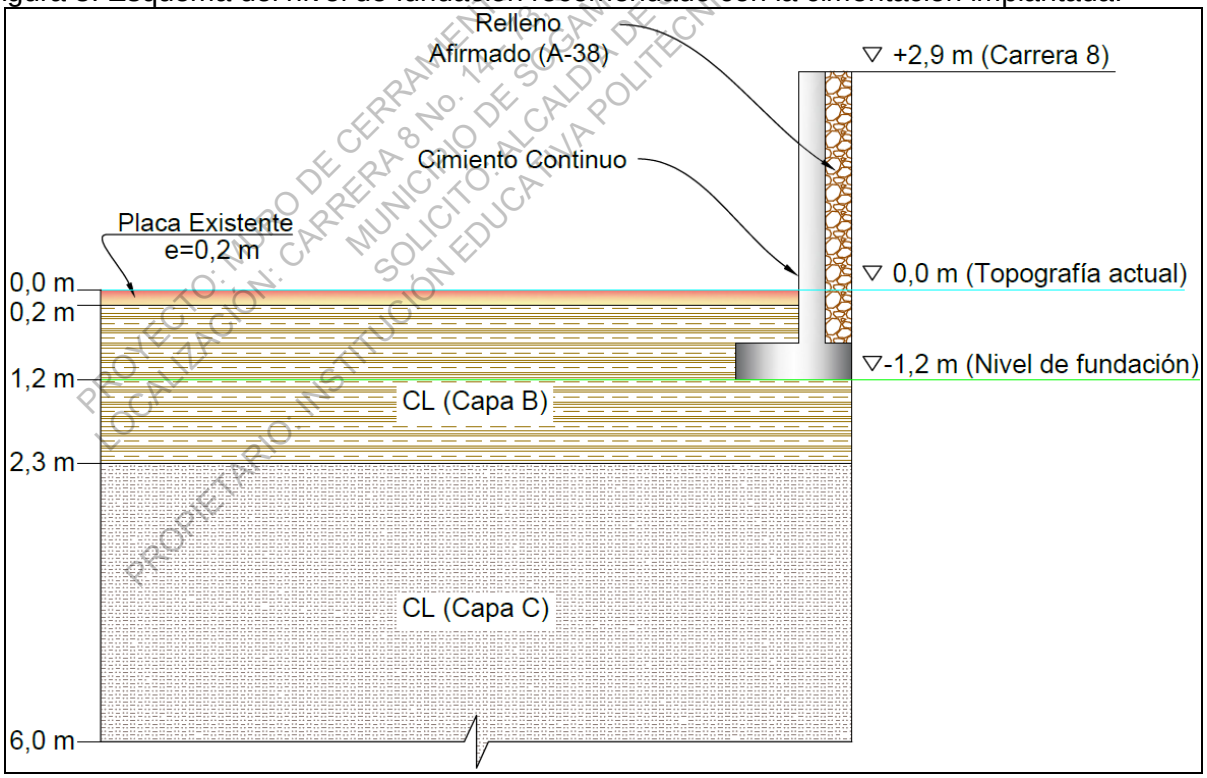
4. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMACIÓN

Con base en: la topografía del área de fundación, las características arquitectónicas y estructurales del proyecto, y los resultados de investigación del subsuelo, en cuanto a su resistencia y compresibilidad; se realizó el análisis de estabilidad (Capacidad Portante) y deformación (Asentamientos).

4.1 NIVEL DE FUNDACIÓN Y TIPO DE CIMENTACIÓN

Teniendo en cuenta: las características arquitectónicas y el tipo de sistema estructural del proyecto, la geología, la topografía del terreno, el perfil del subsuelo encontrado, compuesto por arcillas inorgánicas (Capa B, CL), de resistencia al corte media, compresibilidad baja, y no se encontró nivel freático; el nivel de fundación para el muro de cerramiento, se establece a 1,2 m de profundidad respecto de la cota 0,0 de la topografía actual del terreno donde se realizó la perforación P1, Ver Figura 8; a este nivel se encuentra la Capa B (Ver Figura 6); la cual está ubicada en el perfil con un espesor promedio de 2,1 m, entre 0,2 m y 2,3 m de profundidad respecto de la topografía actual del terreno, con resistencia al corte última no drenada Cu = 8 t/m^2, ángulo de fricción interna no drenada Φ = 3°, peso unitario total promedio γt = 1,92 t/m^3, coeficiente activo de presión de tierra Ka = 0,90 y coeficiente pasivo de presión de tierra Kp = 1,11. En la Tabla 1, se muestran las propiedades geotécnicas e índices promedio de la Capa B de fundación.

Figura 8. Esquema del nivel de fundación recomendado con la cimentación implantada.



Fuente: Ingeniería y Geología S.A.S.

Tabla 1. Propiedades geotécnicas e índices promedio de la Capa B de fundación.

CAPA	Profundidad (m)	Clasificación USC	HN (%)	Heq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m^3)	Cu (t/m^2)	P_{ex} (t/m^2)	ϕ (°)	Cc	$\sigma'v$ (t/m^2)	Ka	Kp
B	0,2 - 2,3	CL	19	16	26	15	11	1,92	8	1,7	3	0,14	2,0	0,90	1,11

Con base en: las características arquitectónicas, el tipo de sistema estructural del proyecto, la geología, la topografía del terreno, el nivel de fundación establecido, y la resistencia al corte de la Capa B de fundación; para la fundación del muro de cerramiento, se recomienda adoptar una cimentación superficial mediante un cimiento continuo, formando un anillo de rigidez como lo establece la NSR-10.

Una segunda alternativa de cimentación puede ser mediante zapatas aisladas. Si se opta por esta alternativa de fundación, se debe amarrar las zapatas con vigas portantes diseñadas para deformaciones máximas permisibles por la NSR-10. Estos elementos servirán además para soportar fuerzas horizontales por sismo.

4.2 CAPACIDAD PORTANTE CAPA B DE FUNDACIÓN

La capacidad portante se evalúa para cimientos continuos, de tal forma que el ingeniero diseñador efectúe un chequeo comparativo de la capacidad portante admisible con las dimensiones o predimensionamiento de los cimientos y así verificar su estabilidad. Por lo tanto, se establece la presión de hundimiento por falla general teniendo en cuenta los parámetros efectivos de resistencia al corte del suelo, el nivel de fundación adoptado, la litología del suelo y la topografía del terreno, según el método generalizado propuesto por Hansen (1 970), $\sigma u = CuNcScDcIcGcbcCc + \gamma tDfNqSqDqIqGqbqCq + 0{,}5\gamma tBN\gamma S\gamma D\gamma I\gamma G\gamma b\gamma C\gamma$.

4.2.1 Cimientos Continuos

- Cimientos Continuos.
- Capacidad Portante Última: $\sigma u = Cu*Nc*Sc + q*Nq$; en la Tabla 2, se muestran los parámetros geotécnicos de la capa de fundación para hallar la capacidad portante.

Tabla 2. Parámetros geotécnicos de la Capa B de fundación.

Cu (t/m^2)	8
ϕ (°)	3
Nc	5,90
Sc	1,0
Dc	1,0

q	$\gamma t*Df$
γt (t/m^3)	1,92
Df (m)	1,2
Nq	1,31
Sq	1,0
Dq	1,0

B (m)	0,63
Nγ	0,0
Sγ	0,6
Dγ	1,0

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMBOATÁ
LOCALIZACIÓN: CARRERA 10 - ASENTAMIENTO EDUCATIVO AMBOATÁ
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
DIRECTORIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ALVARO GONZÁLEZ SANTANA

- Capacidad Portante Última: $\sigma u = 8*5{,}90*1{,}0 + 1{,}92*1{,}2*1{,}31 = 48$ t/m^2.
- Capacidad Portante Admisible (σa): Adoptando factor de seguridad Fs = 3,0.

$$\underline{\sigma a = 48 \text{ t/m}^2/3 = 16 \text{ t/m}^2 \text{ o } 1{,}6 \text{ kg/cm}^2.}$$

Sin embargo, si por circunstancias de tipo técnico y económico se requiere fundar a una profundidad y tipo de cimentación diferente a la recomendada; en la Tabla 3, se encuentra: la capacidad portante admisible (σa) y el coeficiente de fricción lateral para cada una de las capas encontradas.

Tabla 3. Capacidad portante admisible (σa) y coeficiente de fricción lateral.

CAPA	Nivel de Fundación entre (m)	Clasificación USC	Capacidad Portante Admisible: σa (t/m^2) Zapatas Aisladas	Capacidad Portante Admisible: σa (t/m^2) Zapatas Continuas	Coeficiente de fricción Latéral (t/m^2)
A	0,0 - 0,2	PLACA	-	-	-
B	0,2 - 2,3	CL	19	**16**	1,8
C	2,3 - 6,0	CL	26	22	2,3

4.3 PREDIMENSIONAMIENTO DE CIMIENTOS

Tomando la condición máxima de carga real (q) de 10 t/m para el muro, según datos suministrados por el Ingeniero estructuralista, se calcula el ancho mínimo de cimiento (B), considerando la capacidad portante admisible y la fundación con base en la alternativa de cimientos continuos, la ecuación de cálculo es la siguiente: $B = q/\sigma ns$.

La Tabla 4, muestra el ancho mínimo de cimiento (B) para la condición de carga más probable y relevante en el análisis de estabilidad, utilizando cimientos continuos.

Tabla 4. Relación carga de muro (q) Vs. Ancho de cimiento (B).

q (t/m)	10
B (m)	0,63

Aunque el ancho (B) de cimiento calculado promedio es de 0,63 m, el Ing. estructuralista debe ajustar las cargas reales de la estructura, para corroborar la utilización del sistema de cimentación recomendado o de lo contrario utilizar otro tipo de cimentación.

4.4 CÁLCULO DE ESFUERZOS INDUCIDOS AL SUELO DE FUNDACIÓN

En cimientos continuos el esfuerzo transmitido al suelo dependerá en cada caso de la carga de muro aplicada y la longitud del cimiento; calculando el ancho de cimiento mínimo requerido con la presión admisible recomendada, se debe garantizar en todos los casos una condición de esfuerzos siempre por debajo de la máxima resistencia al corte del suelo de fundación. Para la condición de carga de muro (Q) con cimientos continuos y el ancho de cimiento calculado (B), se efectúa el cálculo para esfuerzos de contacto (σc), esfuerzos de descarga por excavación (Dp) y esfuerzos netos transmitidos al suelo (σn), comparados con la capacidad portante admisible (σa). La Tabla 5 muestra estos resultados.

Tabla 5. Cálculo de esfuerzos para la condición de fundación.

q (t/m)	10
B (m)	0,63
σc (t/m^2)	15,87
Dp (t/m^2)	2,30
σn (t/m^2)	13,57
σa (t/m^2)	16

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CEMENTERIO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 72 CONTIGUO AL CAMPO SANTO
MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROFESIONAL: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO OLIVARES GONZÁLEZ SANTANDER

Dónde:

σc = Esfuerzo de contacto.
Dp = Esfuerzo de descarga por excavación.
σn = Esfuerzo neto transmitido al suelo de fundación.
σa = Capacidad Portante Admisible.

Como se observa en la tabla anterior, para la condición de carga de muro con el ancho de cimiento calculado, el esfuerzo neto real (σn=13,57 t/m^2) inducido al perfil del suelo bajo la fundación, se reduce en un 15,2% con respecto a la capacidad portante admisible (σa), como resultado de la compensación de esfuerzo existente entre la carga inducida por el peso de la estructura y la capacidad portante admisible (σa=16 t/m^2) del suelo; significa que el comportamiento de la cimentación adoptada corresponde a una fundación algo subcompensada, lo cual está por el lado de la seguridad del proyecto y verifica la funcionalidad del sistema recomendado. Lo anterior permite concluir que las condiciones de estabilidad son óptimas para este sistema de cimentación.

4.5 ASENTAMIENTOS TOTALES

Debido a que el perfil de suelo hacia profundidad, bajo la fundación, es de naturaleza cohesiva

con humedad baja y permeabilidad baja, se espera una compresibilidad baja por debajo de su esfuerzo vertical efectivo de sobrecarga actual. En estas circunstancias el asentamiento o deformación total es el siguiente:

$\delta t = \delta i + \delta cp + \delta cs$; dónde:
δt = Asentamiento total.
δi = Asentamientos inmediatos o elásticos.
δcp = Asentamientos por consolidación primaria.
δcs = Asentamientos por consolidación secundaria.

- Asentamientos Inmediatos (δi): Se calcula por el método elástico, en éste se considera una deformación tridimensional producida simultáneamente con la aplicación de la carga durante la construcción, los parámetros elásticos son los siguientes:

- Módulo de Elasticidad (suelo ligeramente sobreconsolidado), Es = 4 240 t/m^2.
- Módulo de Poisson, μs = 0,33, para la capa de fundación, arcillosa.

Los asentamientos inmediatos para una cimentación superficial se calculan por la teoría de la elasticidad, tomando las mismas condiciones de cargas estructurales de las Tablas 4 y 5, la fórmula de cálculo es la siguiente:

$\delta i = [Cd*B*\sigma c*(1-\mu s^2)]/[Es]$; dónde:
Cd = factor de forma y rigidez del cimiento = 2,0.
B = Dimensión menor del cimiento (m).
σc = Esfuerzo de contacto (t/m^2).
δi = Asentamiento inmediato en (cm).

En la Tabla 6, se observa el resultado de asentamiento inmediato (δi), calculado para la carga considerada, con el ancho mínimo de cimiento requerido.

Tabla 6. Carga (Q), Ancho mínimo de cimiento (B) y Asentamiento inmediato (δi).

q (t/m)	10
B (m)	0,63
σc (t/m^2)	15,87
δi (cm)	0,46

- Asentamientos Por Consolidación Primaria (δcp): Se produce al aplicarle carga al suelo, provocando la expulsión del agua contenida en sus poros. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$\delta cp = [(H*Cs)/(1+eo)]*Log\ [(\sigma'v+\Delta P)/\sigma'v]$; dónde:
δcp = Asentamiento por consolidación primaria.
H = Espesor del estrato compresible o 2 veces el ancho del cimiento.
Cs = Índice de expansibilidad.
eo = Relación de vacíos natural.
$\sigma'v$ = Esfuerzo vertical efectivo de sobrecarga actual en el centro del estrato compresible.
ΔP = Presión inducida promedio en el centro del estrato (calculada por el sistema trapezoidal, método 2:1).

En la Tabla 7, se observa el resultado de asentamiento por consolidación primaria (δcp), calculado para la carga considerada, con el ancho mínimo de cimiento requerido.

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITUD ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

Tabla 7. Carga (Q), Ancho mínimo de cimiento (B) y Asentamiento por consolidación primaria (δcp).

q (t/m)	10
B (m)	0,63
H (m)	2,10
σ'v (t/m^2)	2,00
ΔP (t/m^2)	5,01
δcp (cm)	0,76

- Asentamientos Por Consolidación Secundaria (δcs): La cuantía de asentamiento por consolidación secundaria, será muy baja, por lo tanto, se considera despreciable dentro de la evaluación del asentamiento o deformación total.

- Asentamientos totales (δt): La Tabla 8 muestra el asentamiento total (δt), el cual es la suma del asentamiento inmediato (δi) más el asentamiento por consolidación primaria (δcp), calculado con sus respectivas formulas y para la carga considerada, con el ancho mínimo de cimiento requerido.

Tabla 8. Carga (Q), Ancho mínimo de cimiento (B) y Asentamiento total esperado (δt).

q (t/m)	10
B (m)	0,63
δi (cm)	0,46
δcp (cm)	0,67
δt (cm)	1,1

El asentamiento total es bajo de acuerdo a las tolerancias permisibles para este tipo de proyectos, proporcionales a las cargas, los totales alcanzan valores de 1,1 cm.

Con el fin de evitar inconvenientes relacionados con rebote de estratos y los esfuerzos transmitidos diferencialmente a las capas del subsuelo por la carga de la estructura con relación a la resistencia al corte, los asentamientos totales y diferenciales, es conveniente mejorar la rigidez del contacto suelo - estructura, compactándolo al 95% del proctor modificado.

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO ALMOR
UBICACIÓN: CARRERA 9 No. 17-23 CENTRO EDUCATIVO CAMPO ALMOR
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITA: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
EJECUCIÓN: U.P.T.C. FACULTAD SECCIONAL SOGAMOSO
INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

4.6 MÓDULO DE REACCIÓN VERTICAL (Ksv) DEL SUELO

Para el cálculo de vigas de cimentación y cimientos continuos, se establece el módulo de reacción vertical (Ksv) del suelo de fundación, entre 0,2 m y 2,3 m de profundidad, empleando la teoría de Vesic (1 961), el cual propuso la siguiente ecuación:

Ksv = [Es]/[B*(1-μs^2)]; dónde:
Es = Módulo de elasticidad del suelo (t/m^2).
B = Ancho de la cimentación (m).
μs = Relación de Poisson del suelo. Entonces,

Ksv = [4 240]/[0,63*(1-0,33^2)] = 7,55 kg/cm^3. El Ksv varía dependiendo del ancho de cimiento (B) que finalmente se adopte.

4.7 MÓDULO DE REACCIÓN HORIZONTAL (Ksh) DEL SUELO

Para el diseño y cálculo estructural de la cimentación del muro, en la Tabla 9, se muestra el módulo de reacción horizontal (Ksh) de cada una de las capas de suelo, el cual se obtuvo utilizando el abaco debido a Chadeisson, que obtiene el módulo de balasto horizontal (Ksh), a partir de la cohesión y el ángulo de fricción interno del perfil de suelo, así:

Tabla 9. Módulo de reacción horizontal (Ksh) de las capas de suelo A, B y C.

CAPA	Espesor de las capas (m)	Clasificación USC	Cohesión no drenada (Cu) (t/m²)	Ángulo de fricción interno (ϕ) (°)	Módulo de reacción horizontal del suelo (Ksh) (kg/cm³)
A	0,0 - 0,2	PLACA	-	-	-
B	0,2 - 2,3	CL	8	3	1,63
C	2,3 - 6,0	CL	10	4	1,97

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

5. CONCLUSIONES

1. En el área para la construcción del muro actualmente se encuentra el centro educativo Campo Amor, por debajo del nivel topográfico de la rasante de la vía de acceso pavimentada (carrera 8), dentro de una zona escolar, con capa superficial arcillosa de 2,1 m de espesor promedio con 14% de arenas y 1% de gravas, posee forma geométrica rectangular, en un área de aproximadamente 40 m^2, lo cual permite manejar una estructura simétrica, por lo menos en cuanto a ortogonalidad del muro y presenta geomorfología de valle.

2. Es característica primordial de estos suelos la permeabilidad baja, mal drenados superficialmente, debido a que la zona del proyecto presenta pendiente topográfica plana y escorrentía superficial media hacia el área del proyecto; por lo tanto, pueden existir problemas de acumulación de aguas superficiales.

3. El perímetro del área del proyecto está limitado principalmente por edificaciones de 1 y 2 pisos, cancha, gradas, escaleras y vía de acceso pavimentada (carrera 8), situación que implica un manejo técnico cuidadoso durante la etapa constructiva de la cimentación del muro. En general el área 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; por lo anterior, el área es apto para la construcción del proyecto.

4. Las condiciones topográficas del terreno del proyecto, implica manejar excelentes condiciones de drenaje tanto de aguas superficiales como subsuperficiales, para evitar infiltraciones de agua dentro del área a construir.

5. Geológicamente en el sitio del proyecto y sus alrededores se encuentra un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl), constituido por niveles arcillosos, limosos, arenosos, gravosos y combinaciones de estos, de espesores variables. La estratigrafía local corresponde a un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl), constituido principalmente por capas arcillosas.

6. El nivel freático no se encontró en la perforación realizada hasta la profundidad promedio explorada de 6 m respecto de la topografía actual del terreno, debido a la existencia de niveles arcillosos en el perfil de suelo explorado; sin embargo, el área del proyecto se debe drenar superficialmente muy bien para mantener el subsuelo lo más seco posible.

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, placa de contrapiso existente; Capa B, arcilla inorgánica tipo CL con 14% de arenas y 1% de gravas, de plasticidad media y compresibilidad baja; y Capa C, arcilla inorgánica tipo CL con 16% de arenas y 0% de gravas, de plasticidad media y compresibilidad baja.

8. El perfil de suelo a nivel de fundación 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.

9. 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 área del proyecto.

10. La Capa B de fundación tiene una humedad natural (HN) por encima de la humedad de

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
UBICACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CERRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
EJECUTIVA DE CONSTRUCCIÓN: INGENIERO CIVIL MARCO GONZÁLEZ SAFERA

equilibrio (Heq); por lo tanto, este suelo no está propenso a la expansión.

11. Aunque la Capa B de fundación presenta un potencial de expansión bajo, se debe buscar un estado constante de las condiciones de humedad del suelo construyendo perimetralmente al proyecto un sistema de drenaje adecuado y totalmente impermeabilizado, debido a que los cambios de humedad ocasionaran inestabilidad volumétrica, con la consecuente generación de presiones sobre los cimientos, tanto en sentido vertical como horizontal, lo cual puede producir serias repercusiones sobre la estructura.

12. Desde el punto de vista de las características litológicas, las propiedades geomecánicas del perfil y el comportamiento hidráulico del suelo explorado, no existen inconvenientes geotécnicos que puedan incidir desfavorablemente en la cimentación del proyecto, principalmente durante la etapa constructiva de la fundación.

13. De acuerdo con las características arquitectónicas y estructurales del proyecto, resistencia y compresibilidad del perfil de suelo explorado, y asentamientos totales, el nivel de fundación para el muro de cerramiento, se establece a 1,2 m de profundidad con respecto a la cota 0,0 de la topografía actual del terreno, por lo cual la cimentación estará apoyada en la Capa B del perfil de suelo explorado.

14. La profundidad de fundación obedece a: la expansividad media del perfil de suelo a nivel de fundación, no se encontró nivel freático, resistencia al corte media de la Capa B, asentamientos totales bajos y manejo de esfuerzos de contacto, para una adecuada interacción suelo - estructura, que garantice la estabilidad de la estructura con bajas deformaciones.

15. Las características arquitectónicas y estructurales del proyecto y las propiedades geomecánicas del suelo de fundación, permiten establecer que, para el muro a construirse, lo más adecuado es un sistema de cimentación superficial mediante la adopción de cimentos continuos.

16. Los asentamientos teóricos esperados son bajos, los totales alcanzan valores de 1,1 cm.

17. En general las características geotécnicas externas al área del proyecto, así como las propiedades geomecánicas del perfil de suelo explorado, no implica la adopción de medidas técnicas especiales tanto para el diseño de la fundación, como para el procedimiento de la construcción de la cimentación.

18. Las propiedades índices y geomecánicas encontradas en cada una de las capas del perfil del suelo explorado, presentan características favorables con relación a los requerimientos de fundación del proyecto; en cuanto a la resistencia al corte, asentamientos y condiciones del nivel freático, lo cual permite plantear una cimentación convencional; por lo tanto, el proyecto es viable técnica y económicamente.

19. Dadas las características internas y los límites externos al área del proyecto, es conveniente construir la cimentación en época de verano, para no tener que enfrentar dificultades geotécnicas de estabilidad en las excavaciones y durante el proceso constructivo de la fundación.

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO ALTO
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 13, CENTRO EDUCATIVO CAMPO ALTO
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
CONSTRUCCIÓN EDUCATIVA PÚBLICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

6. RECOMENDACIONES

6.1 PROFUNDIDAD Y TIPO DE CIMENTACIÓN

El nivel de fundación para el muro de cerramiento se define a 1,2 m de profundidad con respecto a la cota 0,0 de la topografía actual del terreno; por lo tanto, la cimentación quedara apoyada sobre la Capa B del perfil de suelo explorado, (Ver Figura 8).

Para la fundación del muro de cerramiento se recomienda adoptar una cimentación superficial mediante cimentos continuos, como lo establece la NSR-10.

6.2 CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS

Para la adopción del sistema de fundación y dimensionamiento de la misma, en la forma recomendada, se puede adoptar el siguiente valor de capacidad portante admisible: $\sigma a = 16$ t/m^2 o 1,6 kg/cm^2.

Aunque los asentamientos teóricos son bajos de 1,1 cm, y para reducir problemas de asentamientos diferenciales y cumplir las condiciones de rigidez de la cimentación; se debe compactar el suelo de fundación hasta provocar dichos asentamientos y posteriormente instalar un relleno de mínimo 5 cm con afirmado tipo A-38 compactado al 98% de su proctor modificado hasta producir los asentamientos correspondientes, de tal forma que al realizar una nivelación topografía vertical los asentamientos sean cero centímetros; además se debe armar el cimiento continuo de acuerdo con las especificaciones de la NSR-10, esto servirá para soportar fuerzas horizontales por sismo.

6.3 PARÁMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

Según las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (Ley 400 de 1 998 y decretos 1229 de 2008 y 926 del 19 de marzo de 2010) y teniendo en cuenta los criterios locales de esfuerzos activos producidos por las Fallas, se debe utilizar los siguientes parámetros:

- Zona de amenaza sísmica = Alta.
- Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva (Aa) = 0,25.
- Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva (Av) = 0,25.
- Perfil de suelo = D.
- Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos (Fa) = 1,3.
- Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios (Fv) = 1,9.
- Grupo de uso = III.
- Coeficiente de importancia = 1,25.

La orientación del sismo más peligroso se debe tomar en dirección aproximada Este - Oeste, siendo ésta la orientación del eje principal de esfuerzos tectónicos ($\sigma 1$) que plegaron y fallaron las rocas regionalmente; el efecto de la fuerza sísmica sobre la estructura debe ser aplicado en las dos direcciones.

6.4 PARÁMETROS GEOMECÁNICOS PARA DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN DEL MURO

La cimentación del muro, se debe diseñar para contrarrestar los empujes activos producidos por el perfil de suelo natural, sobrecargas, terraplenes conformados y ocasionales presiones hidrostáticas, para tal fin se debe tener en cuenta los siguientes parámetros en condiciones no drenadas, Ver Tabla 10:

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO AMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73 CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO LA ANTONIO GONZÁLEZ SANTANA

Tabla 10. Parámetros geomecánicos para el diseño de la cimentación del muro.

CAPA	Clasificación USC	Profundidad (m)	γt (t/m^3)	Cu (t/m^2)	ϕ (°)	Ka	Kp	Ko	Coeficiente de fricción contra deslizamiento
A	PLACA	0,0 - 0,2	-	-	-	-	-	-	-
B	CL	0,2 - 2,3	1,92	8	3	0,90	1,11	0,95	0,35
C	CL	2,3 - 6,0	2,03	10	4	0,87	1,15	0,93	0,38

- Condiciones de presión hidrostática hasta 1,2 m de profundidad, $\gamma w * hw = 0$ t/m^2.
- Presión de expansión del suelo = 1,7 t/m^2.
- Sobrecarga al muro por efecto de cargas o construcciones adyacentes: carga dinámica por tráfico vehicular por la vía de acceso y carga estática por el perfil de suelo.

Si por proceso constructivo se requiere relleno en el espaldar de los muros, para su diseño, se recomienda utilizar un relleno tipo afirmado (A-38), para lo cual, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros geotécnicos en condiciones no drenadas, Ver Tabla 11.

Tabla 11. Parámetros geotécnicos del relleno recomendado.

Parámetros	Valores
Peso unitario (t/m^3)	2,11
Cohesión (t/m^2)	2
Ángulo de fricción (°)	28
Ka	0,36
Kp	2,77
Ko	0,53

PROYECTO: MUROS DE CONTENCIÓN CENTRO EDUCATIVO CAMPO ALVARO
LOCALIZACIÓN: CARRERA 9 No 14 - 76 CENTRO EDUCATIVO CAMPO ALVARO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ALVARO GONZÁLEZ SANTANA

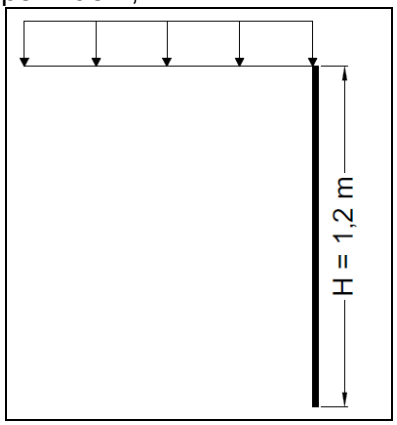
6.5 DIAGRAMA DE PRESIONES PARA EL DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN DEL MURO

Para el cálculo del empuje pasivo se efectuó con los parámetros del perfil de suelo explorado, mostrados en la Tabla 10; el cálculo del empuje activo, se realizó con los parámetros geotécnicos del relleno recomendado afirmado tipo (A-38), mostrados en la Tabla 11.

6.5.1 Empuje Pasivo de Tierra de Rankine (Ep).

Teniendo en cuenta el nivel de fundación recomendado de 1,2 m, el cálculo del empuje pasivo para el muro, se evaluó con los parámetros geotécnicos del perfil de suelo explorado, en una altura de 1,2 m, Ver Figura 9.

Figura 9. Presión pasiva para el perfil de 1,2 m.



- Cálculo del Empuje Pasivo

$$E_p = \frac{1}{2}\gamma H^2 K_p$$

Dónde:

Ep = Empuje pasivo de tierra (t/m).
γ = Peso unitario del suelo (t/m^3).
H = altura (m).
Kp = Coeficiente de presión pasiva de tierra.

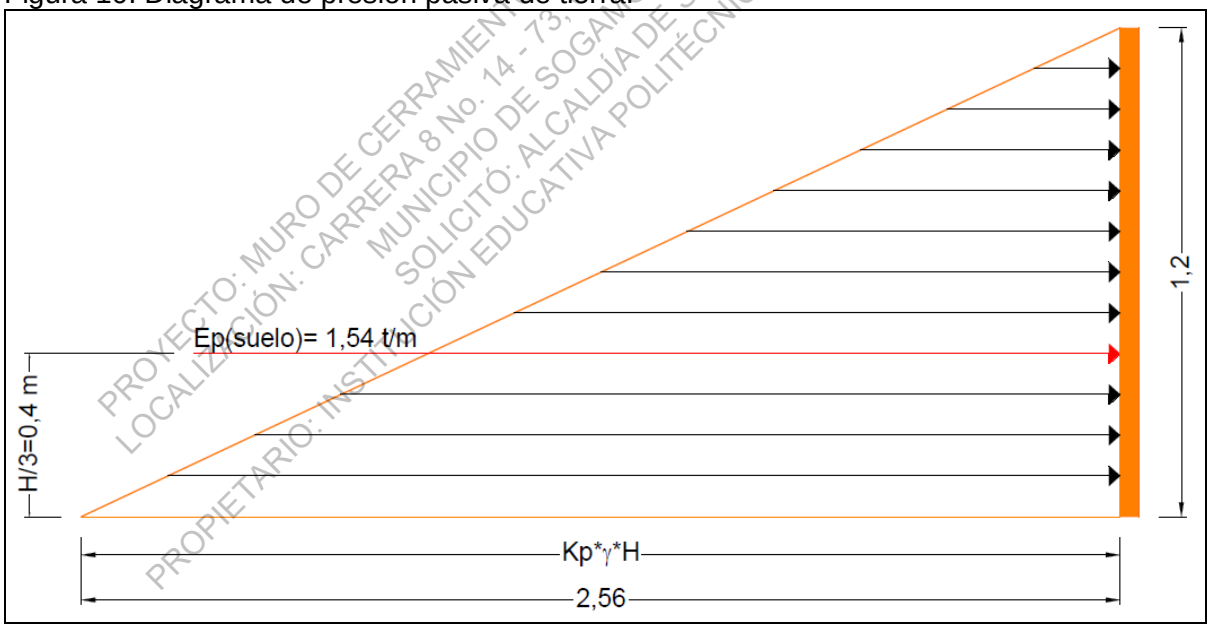
El resultado del empuje pasivo (E_p), se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Cálculo del empuje pasivo (E_p).

γ (t/m^3)	1,92
H (m)	1,2
ϕ (°)	3
Kp	1,11
E_{ptotal} (t/m)	1,54

El punto de aplicación del valor del empuje pasivo causado por el perfil de suelo al muro ($E_{pperfil}$), es a H/3, medidos respecto de la altura de 1,2 m del perfil de suelo. El valor del empuje total (E_{ptotal}) originado el perfil de suelo, se debe utilizar para el diseño de la cimentación del muro, en la Figura 10, se muestra el diagrama de empuje pasivo de tierra del proyecto.

Figura 10. Diagrama de presión pasiva de tierra.

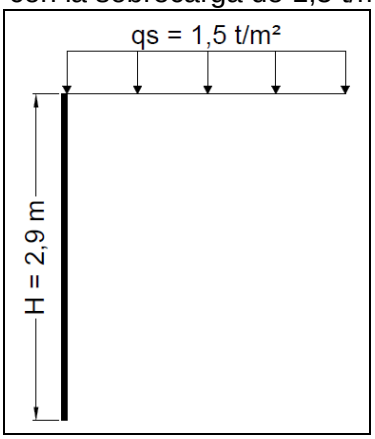


PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

6.5.2 Empuje Activo de Tierra de Rankine (Ea).

Para el cálculo del empuje activo, se tuvo en cuenta la sobrecarga producida por el tráfico vehicular de la vía de acceso (carrera 8), la cual produce una sobrecarga de 1,5 t/m^2, y con la altura de 2,9 m de diferencia entre la cota actual del terreno y la rasante de la vía de acceso (carrera 8), se calcula el empuje activo para el muro, Ver Figura 11.

Figura 11. Muro de 2,9 m de alto, con la sobrecarga de 1,5 t/m^2.



- Cálculo del Empuje Activo

$$E_a = \frac{1}{2}\gamma H^2 K_a + q_s H K_a$$

Dónde:
Ea = Empuje activo de tierra soportando una sobrecarga (t/m).
γ = Peso unitario del suelo (t/m^3).
H = altura (m).
Ka = Coeficiente de presión activa de tierra.
qs = Sobrecarga distribuida en la longitud del muro (t/m^2).

El resultado del empuje activo (E_a), con la sobrecarga de la vía de acceso, se muestra en la Tabla 13.

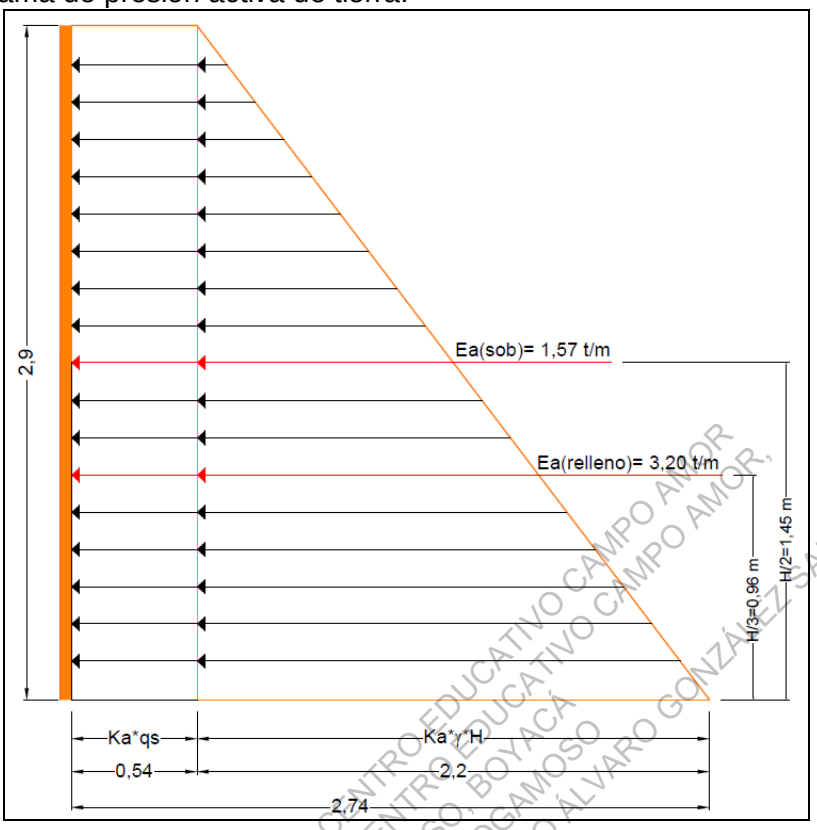
Tabla 13. Cálculo del empuje activo (E_a), con la sobrecarga de 1,5 t/m^2.

γ (t/m^3)	2,11
H (m)	2,9
ϕ (°)	28
Ka	0,36
q_s (t/m^2)	1,5
$E_{arelleno}$ (t/m)	3,20
$E_{asobrecarga}$ (t/m)	1,57
E_{atotal} (t/m)	4,77

El punto de aplicación del valor del empuje activo causado por la sobrecarga de la vía de acceso ($E_{asobrecarga}$), es a H/2, medidos respecto de la base del muro, y el punto de aplicación del valor del empuje activo causado por el relleno al espaldar del muro ($E_{arelleno}$), es a H/3, medidos respecto de la base del muro. El valor del empuje total (E_{atotal}) originado por las sobrecargas y por el relleno al espaldar del muro, se debe utilizar para el diseño de la cimentación del muro, en la Figura 12, se muestra el diagrama del empuje activo de tierra.

PROYECTO: MURO DE HERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 5 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

Figura 12. Diagrama de presión activa de tierra.



PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

6.6 EXPANSIVIDAD DEL SUELO

El perfil de suelo a nivel de fundación presenta un potencial de expansión bajo; sin embargo, se recomienda compactar el suelo de fundación al 98% de su proctor modificado e instalar un relleno de mínimo 5 cm de espesor con afirmado tipo (A-38), técnicamente compactado al 98% de su proctor modificado y seguidamente colocar un concreto de limpieza o solado, y sobre este solado apoyar la cimentación.

6.7 DESCAPOTES, EXCAVACIONES Y RELLENOS

Se requiere efectuar el descapote y remoción de los materiales sueltos del área del proyecto.

La excavación para la cimentación se debe 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 para la construcción del proyecto, se deben construir técnicamente y con materiales adecuados, la compactación se debe hacer en capas de espesor máximo de 0,15 m, totalmente niveladas y compactadas mínimo al 98% del proctor modificado, de tal forma que al nivelar topográficamente la última capa del relleno, se debe verificar que en esta capa no se estén presentado asentamientos, de lo contrario se debe aplicar más relleno y compactarlo técnicamente hasta corroborar que no se estén presentando hundimientos. Las especificaciones del relleno a utilizar son las siguientes:

MATERIAL PARA AFIRMADO TIPO A-38.
- Límite líquido menor e igual de 40%.
- Índice de plasticidad entre 4% y el 9%.
- Porcentaje que pasa el tamiz 200 entre 9% y el 18%.
- Tamaño máximo de las gravas 3,8 cm.
- Peso unitario total $\gamma t = 2{,}11\ t/m^3$.
- Angulo de fricción Interna $\phi = 28°$.
- Cohesión $Cu = 2\ t/m^2$.

- Ka = 0,36.
- Kp = 2,77.
- Nc = 25,8.
- Nq = 14,72.

6.8 IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE

Las redes hidráulicas se deben diseñar y construir flexibles y herméticas para absorber deformaciones causadas por reacomodación de la estructura y principalmente por efectos sísmicos, y para evitar infiltraciones de agua en el suelo de fundación.

Aunque no se encontró nivel freático en el área del proyecto, se debe impermeabilizar con polietileno totalmente la base de la cimentación, para así evitar humedades; también como el área del proyecto presenta una pendiente plana de 0%, es mal drenada superficialmente, y escorrentía superficial media, se recomienda diseñar y construir un sistema de evacuación de aguas superficiales, constantes o eventuales, puede ser mediante cunetas y/o andenes perimetrales totalmente impermeabilizadas y en contacto con la estructura del proyecto.

Se debe evitar infiltraciones exteriores de aguas lluvias que alteren las condiciones de humedad del suelo; para lograr este propósito se debe recoger las aguas colectadas mediante canaletas que descarguen dentro del alcantarillado.

Las obras de drenaje que se diseñen y construyan, se deben apoyar sobre una capa de relleno con espesor mínimo de 0,15 m, compactada técnicamente, y con las mismas características de un afirmado tipo A-38.

6.9 RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN

1. Si por circunstancias de tipo técnico y económico se requiere contemplar otra alternativa de cimentación, se puede considerar la siguiente: zapatas aisladas.

2. En el proceso de excavación 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.

3. Las excavaciones para la cimentación se pueden efectuar con taludes verticales, teniendo la precaución de no colocar cargas de ningún tipo en los bordes o bermas. El procedimiento de excavación debe ser lo más rápido posible con el fin de controlar el rebote de estratos en el fondo de la excavación.

4. La construcción de la cimentación se debe hacer preferiblemente en época de verano para evitar alteraciones y remoldeos en la base de la cimentación, problemas de inestabilidad en las excavaciones e incrementos de caudales de evacuación.

5. El material que resulte de cortes o excavaciones puede ser utilizado con fines de rellenos para el proyecto, siempre y cuando este se compacte técnicamente de acuerdo con las especificaciones de compactación del INVIAS.

6. Después de nivelado y compactado el suelo de fundación, se debe proceder a la colocación de una capa de material de relleno de buena calidad de afirmado tipo (A-38) de 5 cm de espesor, compactado al 98% del proctor modificado y posteriormente instalar una capa de concreto pobre de 5 cm de espesor, sobre la cual se fundirá la cimentación; o instalar únicamente el concreto pobre de mínimo 10 cm de espesor.

7. El relleno tipo afirmado (A-38), debe cumplir técnicamente con las especificaciones generales de construcción de carreteras del instituto nacional de vías (INVIAS) de 2 013.

PROYECTO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: CARRERA 13 No. 10-73 CENTRO EDUCATIVO CAMPO ALVARO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

8. El suelo natural que sirva de apoyo a la cimentación y rellenos, se debe compactar al 98% del proctor modificado efectuado en laboratorio (densidad seca máxima de laboratorio).

9. Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la descarga de aguas superficiales en las zonas aledañas al área del proyecto una vez realizada la fundación.

10. 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 y para que no se produzca erosión hídrica en el suelo de fundación por el arrastre de materiales finos.

11. Se debe realizar un inventario del estado actual del área del proyecto, vía y edificaciones vecinas, con su respectivo registro fotográfico, lo cual deberá quedar escrito y registrado en el acta de vecindad, para el caso de reclamaciones posteriores.

12. Se recomienda programar una visita del Ingeniero Geotécnista o de Suelos durante la construcción de la cimentación, con el fin de inspeccionar el proceso de excavación y aprobación del suelo de fundación.

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

7. LIMITACIONES

1. El proyecto muro de cerramiento del centro educativo Campo Amor está localizado en la carrera 8 No. 14 - 73, Centro Educativo Campo Amor, del municipio de Sogamoso, Boyacá, solicitado por la Alcaldía de Sogamoso, propiedad de la Institución Educativa Politécnico Álvaro González Santana.

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, tiempos de construcción de obra, excavaciones dejadas a la intemperie, 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 cimentación, 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 cimentación debe ser aprobado por el Ingeniero Geotécnista o de Suelos.

Realizó:

MÓNICA XIMENA PÉREZ PATIÑO
GEOTÉCNISTA
Ingeniero Geólogo - Especialista en Geotécnia

Aprobó:

CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
DIRECTOR DE CONSULTORÍA

Avaló:

EDWIN GERMÁN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Ingeniero Civil - Especialista en Geotécnia vial

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO, ESTADO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

Sogamoso, 22 de diciembre de 2 023.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área del proyecto y ubicación de la perforación realizada, P1..……..……...(Pág. 5).

Figura 2. Características del área del proyecto y ubicación de la perforación realizada, P1.……...……..……(Pág. 6).

Figura 3. Mapa geológico del área del proyecto……...…….(Pág. 8).

Figura 4. Correlación litológica planar de la perforación realizada, P1…….....…...(Pág. 11).

Figura 5. Norma, cantidad y resumen de ensayos de campo y laboratorio por muestra de la perforación realizada, P1……...……..……(Pág. 12).

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

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

Figura 8. Esquema del nivel de fundación recomendado con la cimentación implantada……...(Pág. 17).

Figura 9. Presión pasiva para el perfil de 1,2 m.……..……...(Pág. 26).

Figura 10. Diagrama de presión pasiva de tierra……..……...(Pág. 27).

Figura 11. Muro de 2,9 m de alto, con la sobrecarga de 1,5 t/m^2……..…...(Pág. 28).

Figura 12. Diagrama de presión activa de tierra…….……..…...(Pág. 29).

Figuras 13 a 24. Perfiles de resistencias y propiedades de la perforación P1, y resultados de ensayos de laboratorio por muestra de cada perforación realizada (Anexo de Figuras o Resultados de Ensayos de Campo y Laboratorio de la Perforación Realizada).

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO JULIO CESAR GONZÁLEZ SANTANA

REFERENCIAS

- 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.

- 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.

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

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
MUNICIPIO: SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

ANEXO DE FIGURAS O RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO DE LA PERFORACIÓN REALIZADA

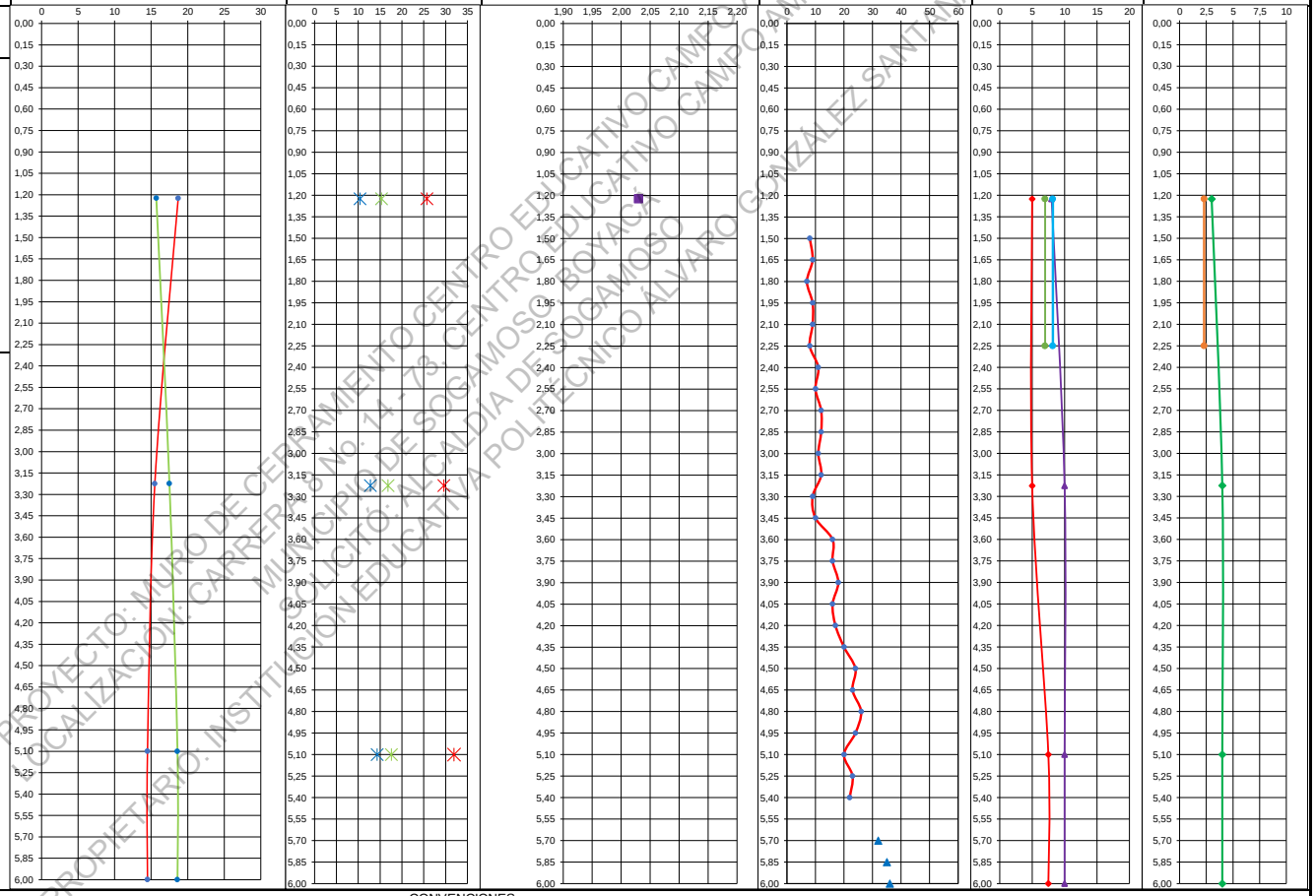
PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SUTAMARCHÁN, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SUTAMARCHÁN
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ALCIDES ALCIDES GONZÁLEZ SANTANA

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

FIGURA 13. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA LA PERFORACIÓN P1.

MUESTRA	Prof (m) DE	A	Wn (%)	Weq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m³)	γd (t/m³)	Compresion Inconfinada Cu (t/m²)	Cu (SPT) (t/m²)	ϕ (SPT) (°)	Corte directo (Cu) (t/m²)	Corte directo (ϕ) (°)	Clasificacion S.U.C.S.	Capas Definidas	Profundidad total de la perforación (m)
M1	0,93	1,53	18,7	15,7	25,7	15,3	10,4	2,03	1,71	7	8	3	8	5	CL	B	6
M2	2,93	3,53	15,5	17,5	29,6	16,8	12,8	-	-	-	10	4	-	-	CL	C	
M3	4,8	5,4	14,5	18,6	31,9	17,6	14,3	-	-	-	10	4	-	-	CL		

Profundidad (m)	Nivel Freático	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,24		-	-	Placa existente	A
0,36 – 2,28			CL	Arcilla inorgánica, color gris con manchas amarillas	B
2,40 – 6,00			CL	Arcilla inorgánica, color café con gris con manchas naranjas y blancas	C



PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 11 No. 14 - 73 CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITECNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA
SOLICITÓ: ALCALDIA DE SOGAMOSO
MUNICIPIO DE SOGAMOSO BOYACÁ

CONVENCIONES

- Muestra alterada (bolsa).
- Muestra semialterada (cuchara partida)
- Muestra corte directo
- 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
- Cu (SPT)
- Cu (compresión inconfinada)
- Cu (Corte directo (Cu)
- Cu (Penetrometro de bolsillo)
- ϕ (SPT)
- ϕ (CD (Cu))

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

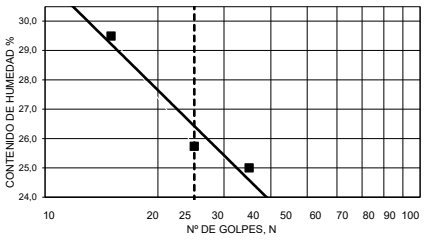
PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M1. PROFUNDIDAD: 0,925 m - 1,525 m. FECHA: 12 DE DICIEMBRE DE 2023
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, con arenas, color gris con manchas amarillas, y consistencia media.

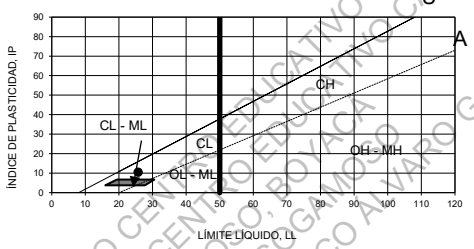
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	309
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	76,76
Suelo seco + Cap. (g)	65,6
Peso cápsula (g)	5,94
Contenido de humedad (%)	18,71

Limite líquido		
15	25	35
372	343	370
25,73	30,50	35,57
21,10	25,43	29,58
5,40	5,73	5,62
29,49	25,74	25,00

Límite Plástico	
219	228
18,34	17,68
16,59	16,00
5,15	5,05
15,30	15,34

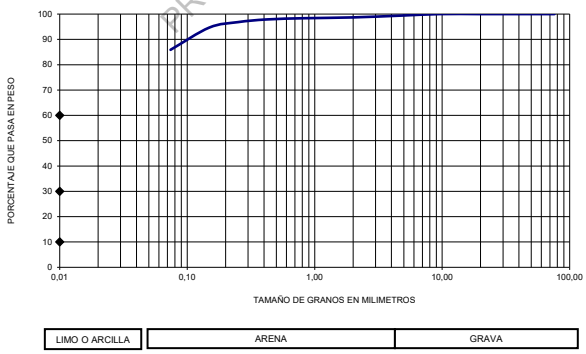




TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,000	483,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,000	498,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,800	472,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,100	474,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,400	449,6	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4	19,000	439,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8	9,525	451,6	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
4	4,760	436,4	440,2	3,8	0,6	0,6	99,4
10	2,000	407,2	411,7	4,5	0,7	1,3	98,7
20	0,841	373,0	375,0	2,0	0,3	1,6	98,4
40	0,420	335,1	338,2	3,1	0,5	2,1	97,9
60	0,250	287,1	293,8	6,7	1,1	3,2	96,8
100	0,149	299,0	312,6	13,6	2,2	5,3	94,7
200	0,074	283,1	338,6	55,5	8,8	14,1	85,9
FONDO	0,000	257,7	257,7	0,0	85,9	100,0	0,0

89,2

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



Curva Ensayc

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	18,7 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	15,7 %
LIMITE LIQUIDO (LL):	25,7 %
LIMITE PLASTICO (LP):	15,3 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	10,4 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Re	799,3
Peso Suelo Total Lavado + Recipier	256,1
Peso Recipiente	166,9
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	632,4
Peso Suelo Seco Lavado	89,2

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,6
% ARENAS	13,5
% FINOS	85,9

CLASIFICACION DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 11 # 11 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

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

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M1. PROFUNDIDAD: 0,925 m - 1,525 m. FECHA: 12 DE DICIEMBRE DE 2023

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA
NTC 1527, INVE -152-13 Y ASTM D 2166-06

CONTENIDO HUMEDAD:

CAPSULA No.	309
P. SUELO HUME+CAPS	76,76
P. SUELO SECO+CAPS	65,6
PESO CAPASULA (g)	5,94
PESO DEL AGUA (g)	11,16
PESO SUELO SECO (g)	59,66
CONT. HUMEDAD (%)	18,71

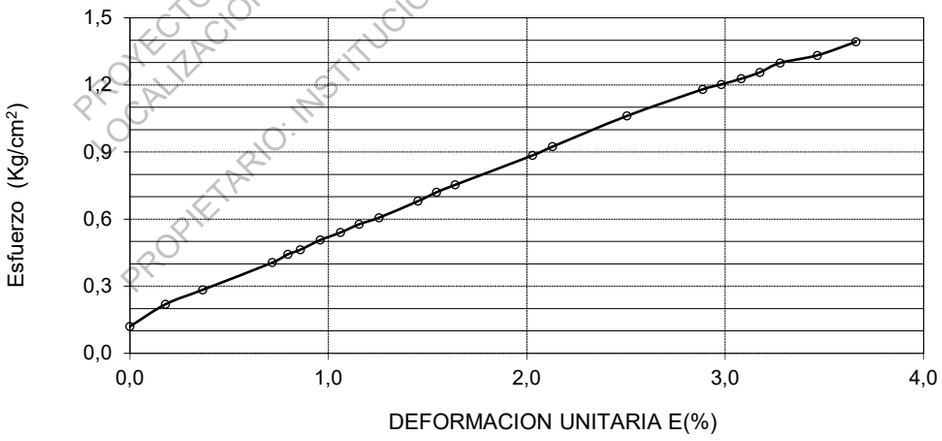
PESO UNITARIO:

DIMENSIONES DE LA PROBETA

Peso en (g)	732,4
Diámetro Superior (cm)	6,14
Diámetro Medio (cm)	6,15
Diámetro Inferior (cm)	6,16
Diámetro Promedio (cm)	6,15
Altura en (cm)	12,82
Area Incial en (cm²)	29,71
Volumen en (cm³)	380,83
Densidad Húme (g/cm³)	1,92
Densidad Seca (g/cm³)	1,62

No. Lectura	Lectura Deformación (mm)	Deformación unitaria axial (ε%)	Area Corregida (cm²)	Fuerza (KN)	Esfuerzo (KPa)	Esfuerzo (Kg/cm²)
1	0,00	0,00	29,71	0,04	12	0,12
2	0,23	0,18	29,76	0,06	22	0,22
3	0,47	0,37	29,82	0,08	28	0,28
4	0,92	0,72	29,92	0,12	40	0,41
5	1,02	0,80	29,94	0,13	43	0,44
6	1,10	0,86	29,96	0,14	45	0,46
7	1,23	0,96	29,99	0,15	50	0,51
8	1,36	1,06	30,02	0,16	53	0,54
9	1,48	1,15	30,05	0,17	57	0,58
10	1,61	1,26	30,08	0,18	60	0,61
11	1,86	1,45	30,14	0,20	67	0,68
12	1,98	1,54	30,17	0,21	71	0,72
13	2,10	1,64	30,20	0,22	74	0,75
14	2,60	2,03	30,32	0,26	87	0,88
15	2,73	2,13	30,35	0,28	91	0,92
16	3,21	2,50	30,47	0,32	104	1,06
17	3,70	2,89	30,59	0,35	116	1,18
18	3,82	2,98	30,62	0,36	118	1,20
19	3,95	3,08	30,65	0,37	120	1,23
20	4,07	3,17	30,68	0,38	123	1,26
21	4,20	3,28	30,71	0,39	127	1,30
22	4,44	3,46	30,77	0,40	131	1,33
23	4,69	3,66	30,83	0,42	137	1,39

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR, MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO



Resultados		
Resistencia última compresión inconfinada (qu)		
Kg/cm²	Kpa	t/m².
1,39	137	13,9
Cohesión (Cu)		
Kg/cm²	Kpa	t/m².
0,70	68	7,0

Tipo de falla: Cuña y grietas verticales.

FIGURA 15. Comprensión inconfinada.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M1. PROFUNDIDAD: 0,925 m - 1,525 m. FECHA: 12 DE DICIEMBRE DE 2023
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, con arenas, color gris con manchas amarillas, y consistencia media.
ENSAYOS REALIZADOS: 1 Corte directo no consolidado no drenado UU.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO NTC-1917. I. N. V E. - 154

Parámetros de la muestra	**Muestra No. 1**	**Muestra No. 2**	**Muestra No. 3**
Diámetro (mm)	50,97	50,97	50,97
Area mm^2	2.040,42	2.040,42	2.040,42
Masa M. húmeda M_{T0} + anillo (g)	205,69	205,17	205,87
Altura del anillo (mm)	21,95	21,95	21,95
Masa delanillo (g)	119,56	119,56	119,56
Densidad de la muestra (g/cm^3)	1,92	1,91	1,93
Condiciones iniciales			
Recipiente No.	Rp-1	Rp-2	rp-3
Masa M. húmeda + recipiente (g)	106,24	101,24	105,65
Masa M. seca + recipiente (g)	91,31	85,09	91,46
Masa de recipiente (g)	17,75	15,91	17,83
Humedad natural (%)	20,30	23,34	19,27
Masa muestra húmeda M_{TO} (g)	14,93	16,15	14,19
Masa muestra seca M_d (g)	73,56	76,65	77,20
Densida húmeda r_n (g/cm^3)	1,92	1,91	1,93
Densidad seca r_d (g/cm^3)	1,60	1,55	1,62
Condiciones finales			
Recipiente No.	rp-3	rp-4	rp-5
Masa M. húmeda + recipiente (g)	106,24	101,24	105,65
Masa M. seca + recipiente (g)	91,31	85,09	91,46
Masa de recipiente (g)	17,75	15,91	17,83
Humedad final (%)	20,30	23,34	19,27
Parámetros del Ensayo			
Pesas en el brazo (kg)	0,00	0,00	3,00
Carga total en la muestra (kg)	5,210	10,210	20,210
Múltiplo (5 / 10)	1,000	1,000	1,000
Esfuerzo Vertical (kPa) (Normal)	25,04	49,07	97,13
Esfuerzo Vertical (Kg/cm^2) (Normal)	0,26	0,50	0,99
Factor F para correción por área	0,91	0,91	0,94
Esfuerzo Vertical (kPa) (Normal)- corregido	27,52	53,92	103,33
Esfuerzo Vertical (Kg/cm^2) (Normal)-corregido	0,28	0,55	1,05

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO.
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

FIGURA 16. Caracteristicas de la muestra.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800 112 602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M1. PROFUNDIDAD: 0,925 m - 1,525 m. FECHA: 12 DE DICIEMBRE DE 2023
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, con arenas, color gris con manchas amarillas, y consistencia media.
ENSAYOS REALIZADOS: 1 Corte directo no consolidado no drenado UU.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO NTC-1917. I. N. V E. - 154

CORTE DE LAS MUESTRAS												
MUESTRA No.			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Def. Unitaria	Def. Horizontal		Deformación Normal			Fuerza			Esfuerzo Cortante		
(%)	(mm)	F	(mm)			(N)			(kPa)		
Esfuerzo Vertical (kPa) →		correción	27,52	53,92	103,33	27,52	53,92	103,33	27,52	53,92	103,33
0,00	0,00	1,00	0,000	0,000	0,000	57,38	41,99	8,40	28,12	20,58	4,12
0,10	0,05	1,00	0,000	0,000	0,000	59,58	43,79	10,80	29,24	21,49	5,30
0,20	0,10	1,00	0,000	0,000	0,000	60,18	50,99	13,00	29,57	25,06	6,39
0,30	0,15	1,00	0,000	0,000	0,000	60,38	50,99	24,40	29,71	25,09	12,01
0,40	0,20	0,99	0,000	0,000	0,000	71,38	60,79	34,40	35,16	29,95	16,95
0,50	0,25	0,99	0,000	0,000	0,000	78,98	67,39	42,00	38,96	33,24	20,72
0,60	0,31	0,99	0,000	0,000	0,000	82,98	74,39	48,20	40,98	36,74	23,81
0,70	0,36	0,99	0,000	0,000	0,000	85,98	78,79	54,20	42,52	38,96	26,80
0,80	0,41	0,99	0,000	0,000	0,000	88,78	83,19	59,00	43,96	41,19	29,21
0,90	0,46	0,99	0,000	0,000	0,000	91,58	87,19	62,80	45,41	43,23	31,14
1,00	0,51	0,99	0,000	0,000	0,000	93,98	90,99	65,40	46,65	45,17	32,47
1,20	0,61	0,98	0,000	0,014	0,000	98,18	97,59	73,40	48,87	48,57	36,53
1,40	0,71	0,98	0,000	0,050	0,000	100,38	102,39	81,60	50,09	51,09	40,72
1,60	0,82	0,98	0,000	0,083	0,000	104,98	107,59	89,00	52,52	53,83	44,53
1,80	0,92	0,98	0,000	0,096	0,018	108,38	112,79	95,60	54,36	56,57	47,95
2,00	1,02	0,97	0,000	0,151	0,050	111,38	117,59	102,60	56,01	59,13	51,60
2,50	1,27	0,97	0,000	0,303	0,156	118,98	128,79	119,00	60,22	65,19	60,24
3,00	1,53	0,96	0,000	0,431	0,307	126,98	137,59	132,80	64,70	70,10	67,66
3,50	1,78	0,96	0,000	0,546	0,495	134,18	144,19	144,00	68,82	73,95	73,86
4,00	2,04	0,95	0,000	0,683	0,670	139,98	149,59	153,80	72,27	77,23	79,41
4,50	2,29	0,94	0,000	0,821	0,835	145,18	152,99	161,80	75,46	79,52	84,10
5,00	2,55	0,94	0,000	0,972	1,018	149,58	155,99	166,20	78,27	81,63	86,97
5,50	2,80	0,93	0,000	1,005	1,110	152,38	157,79	165,00	80,28	83,13	86,93
6,00	3,06	0,92	0,000	1,115	1,183	153,98	158,39	160,40	81,68	84,02	85,09
6,50	3,31	0,92	0,000	1,142	1,257	155,18	158,39	154,60	82,89	84,60	82,58
7,00	3,57	0,91	0,000	1,174	1,321	154,98	158,19	149,00	83,35	85,08	80,14
7,50	3,82	0,90	0,000		1,381	153,98		143,40	83,40		77,67
8,00	4,08	0,90	0,000		1,422	152,58		137,20	83,22		74,83
8,50	4,33	0,89			1,436			132,60			72,84
9,00	4,59	0,89			1,450			128,00			70,81
9,50	4,84	0,88			1,477			124,80			69,54
10,00	5,10	0,87			1,505			121,00			67,91
10,50	5,35	0,87			1,532			118,40			66,94
11,00	5,61	0,86			1,546			115,40			65,72
11,50	5,86	0,85			1,541			113,00			64,83
12,00	6,12	0,85			1,560			110,60			63,93
12,50	6,37	0,84			1,560			110,40			64,29
Esfuerzo Cortante max (kPa)									83,40	85,08	86,97

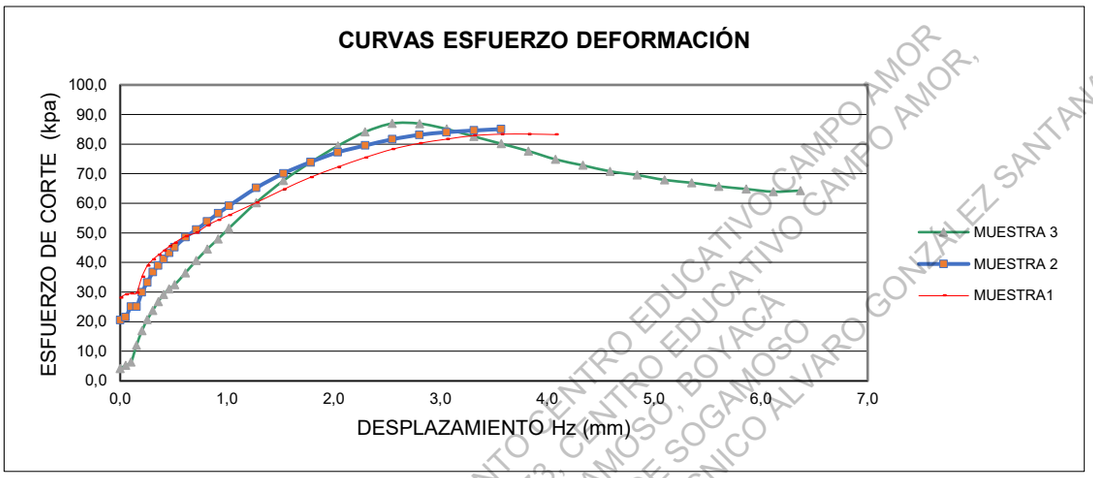
PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
REALIZADO EN: CARRERA 8D # 14-74 BARRIO ALCALDE DE SOGAMOSO
PROPIEDAD DE INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

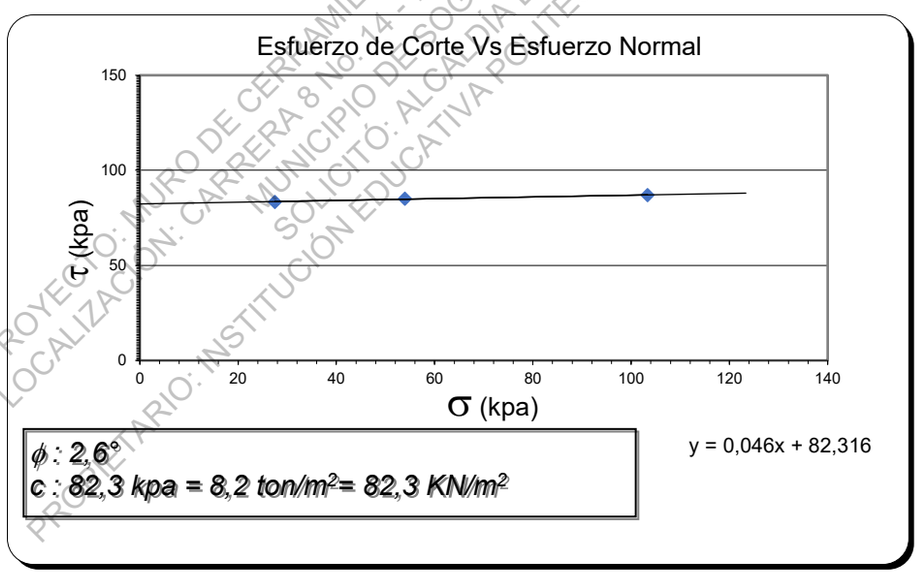
FIGURA 17. Datos de laboratorio.

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M1. PROFUNDIDAD: 0,925 m - 1,525 m. FECHA: 12 DE DICIEMBRE DE 2023
ENSAYOS REALIZADOS: 1 Corte directo no consolidado no drenado UU.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO NTC-1917. I. N. V E. - 154

RESULTADOS





PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

FIGURA 18. Envolvente de falla de la muestra.

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

DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS
I.N.V.E - 128

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M1. PROFUNDIDAD: 0,925 m - 1,525 m. FECHA: 12 DE DICIEMBRE DE 2023
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, con arenas, color gris con manchas amarillas, y consistencia media.

Peso de Picnómetro + agua a 23 ºC	341,4
Factor de corrección basado en peso especifico del agua a 23 ºC	0,998
Peso de Picnómetro + agua a 23 ºC + suelo (g)	446,50
Peso del suelo seco (g)	173,50
PESO ESPECIFICO DE LA MUESTRA	2,53

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 No. 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

FIGURA 19. Peso especifico del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

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

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M1. PROFUNDIDAD: 0,925 m - 1,525 m. FECHA: 12 DE DICIEMBRE DE 2023

ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL (NTC 1967)

HUMEDAD DE LA MUESTRA			
ANTES DEL ENSAYO		DESPUES DEL ENSAYO	
Cápsula No.	309	Cápsula No.	348
P.Suelo humedo + cap.	76,76	P.Suelo humedo + cap.	120,66
P.Suelo seco + cap.	65,6	P.Suelo seco + cap.	101,83
Peso cápsula (g)	5,94	Peso cápsula (g)	5,80
Peso del agua (g)	11,16	Peso del agua (g)	18,83
Peso suelo seco (g)	59,66	Peso suelo seco (g)	96,03
Contenido de humed (%)	18,71	Contenido de humed (%)	19,61

DATOS DEL ANILLO	
Diámetro Prom. (cm)	6,3
Area en (cm²)	31,17
Altura inicial en (cm)	2,00
Volumen en (cm³)	62,34
W Anillo en (g)	77,17
W (anillo+ m ini.) en (g)	205,29
W (anillo+ m fi.) en (g)	201,00
Densidad hum. (g/cm³)	2,06
Densidad Seca (g/cm³)	1,73

DATOS GENERALES	
Relación de brazo 1	10
W (bl +pp) en (kg)	0,000
Peso especifico (g/cm³)	2,53
Altura final en (cm)	1,94
altura de solidos en (cm)	1,37
lev. Final def*10-4	60,0
R. Vacios incial	0,46

CICLO DE CARGA												
TIEMPO	√ TIEMPO	16,2 g	32,4 g	62,5 g	125 g	250 g	500 g	1 000 g	2 000 g	4 000 g	8 000 g	16000g
(minutos)	min	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}
0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	15,50	37,00	102,00
5,0	2,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	1,68	19,32	42,36	104,25
10,0	3,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	2,26	23,65	48,62	106,25
20,0	4,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	3,65	25,63	52,36	108,66
30,0	5,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	5,63	27,59	54,68	110,36
60,0	7,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	7,26	29,36	62,36	112,65
120,0	11,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	9,36	30,26	64,58	114,25
180,0	13,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	10,23	31,25	66,98	116,35
240,0	15,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	11,25	32,65	68,25	117,03
300,0	17,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	12,36	33,25	70,26	118,25
360,0	19,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	13,85	34,56	75,36	119,25
420,0	20,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	14,03	35,69	82,36	123,62
480,0	21,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	14,56	36,25	89,36	125,62
540,0	23,2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	15,13	36,85	95,36	127,25
1440,0	37,9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	15,50	37,00	102,00	128,00

CICLO DE DESCARGA											
CARGA DEL BRAZO	16,2 g	32,4 g	62,5 g	125 g	250 g	500 g	1 000 g	2 000 g	4 000 g	8 000 g	16 000 g
	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}	Def.cmx10^{-3}
Lect deformación.	60,0	60,5	61,2	62,1	63,8	65,1	67,0	78,9	103,0	119,0	128,0

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

FIGURA 20. Caracteristicas de la muestra y datos de laborartorio.

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

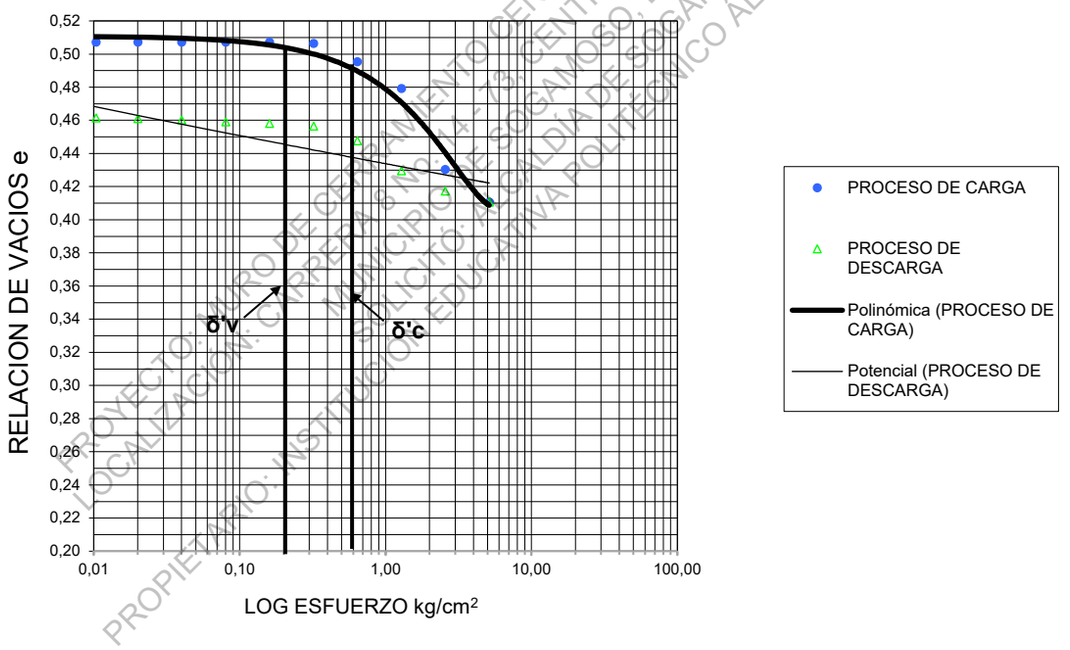
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M1. PROFUNDIDAD: 0,925 m - 1,525 m. FECHA: 12 DE DICIEMBRE DE 2023

ENSAYO DE CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL (NTC 1967)

PROCESO DE CARGA						
CARGA kg	ESFUERZO EFECTIVO kg/cm²	Lec. Defor. al final de incr. de carga(10^{-4}")	Cambio de altura (cm)	relacion vacios inst. e	altura promedio (cm)	Altura de drenaje (h_d)(cm)
0,016	0,005	0,0	0,000	0,507	2,00	1,00
0,032	0,010	0,0	0,000	0,507	2,00	1,00
0,063	0,020	0,0	0,000	0,507	2,00	1,00
0,125	0,040	0,0	0,000	0,507	2,00	1,00
0,250	0,080	0,0	0,000	0,507	2,00	1,00
0,50	0,160	0,0	0,000	0,507	2,00	1,00
1,00	0,321	1,0	0,001	0,506	2,00	1,00
2,00	0,642	15,5	0,016	0,495	1,99	1,00
4,00	1,283	37,0	0,037	0,479	1,97	0,99
8,00	2,566	102,0	0,102	0,430	1,93	0,97
16,00	5,133	128,0	0,128	0,411	1,89	0,94

PROCESO DE DESCARGA			
ESFUERZO EFECTIVO kg/cm²	Lec. Defor. al final de incr. de carga(10^{-4}")	Cambio de altura (cm)	relacion vacios inst. e
0,005	60,0	0,060	0,462
0,010	60,5	0,061	0,462
0,020	61,2	0,061	0,461
0,040	62,1	0,062	0,460
0,080	63,8	0,064	0,459
0,160	65,1	0,065	0,458
0,321	67,0	0,067	0,457
0,642	78,9	0,079	0,448
1,283	103,0	0,103	0,429
2,566	119,0	0,119	0,417
5,133	128,0	0,128	0,411



PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
LOCALIZACIÓN: CARRERA 8 NO 14 - 73, CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

PRESION DE PRECONSOLIDACION (δ' c)(kg/cm^2)	0,60
PRESION VERTICAL EFECTIVA DE SOBRECARGA ACTUAL(δ' v)(kg/cm²)	0,20
RELACION DE PRESONSOLIDACION (OCR)	3,0
COMO LA RSC ESTA ENTRE 1 Y 4, ES UN SUELO LIGERAMENTE SOBRECONSOLIDADO.	

INDICE DE COMPRESION (Cc)	0,12
INDICE DE EXPANCION (Cs)	0,01

FIGURA 21. Curva de compresibilidad.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

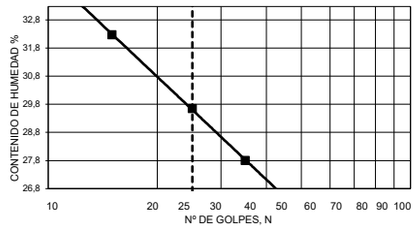
PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M2. PROFUNDIDAD: 2,925 m - 3,525 m. FECHA: 12 DE DICIEMBRE DE 2023
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, con arenas, color café con gris y manchas naranjas, y consistencia compacta.

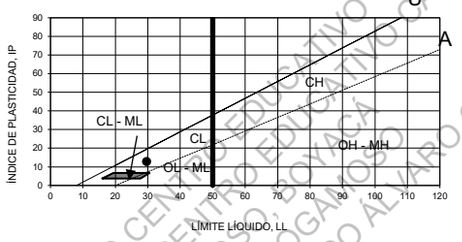
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	3
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	82,64
Suelo seco + Cap. (g)	72,77
Peso cápsula (g)	9,27
Contenido de humedad (%)	15,54

Limite líquido		
15	25	35
50	22	37
25,68	30,58	35,32
21,16	25,22	29,16
7,15	7,13	6,99
32,26	29,63	27,79

Límite Plástico	
226	245
18,20	18,18
16,34	16,29
5,21	5,09
16,71	16,88





TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,000	483,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,000	498,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,800	472,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,100	474,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,400	449,6	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4	19,000	439,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8	9,525	451,6	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
4	4,760	436,4	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
10	2,000	407,2	407,3	0,1	0,0	0,0	100,0
20	0,841	373,0	373,2	0,2	0,0	0,1	99,9
40	0,420	335,1	336,4	1,3	0,2	0,3	99,7
60	0,250	287,1	294,1	7,0	1,3	1,6	98,4
100	0,149	299,0	324,6	25,6	4,8	6,4	93,6
200	0,074	283,1	339,2	56,1	10,4	16,8	83,2
FONDO	0,000	257,7	257,7	0,0	83,2	100,0	0,0

HUMEDAD NATURAL (HN):	15,5 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	17,5 %
LIMITE LIQUIDO (LL):	29,6 %
LIMITE PLASTICO (LP):	16,8 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	12,8 %

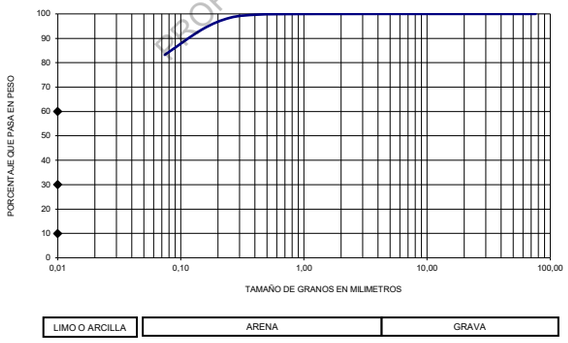
DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Re	713,8
Peso Suelo Total Lavado + Recipier	266,2
Peso Recipiente	175,9
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	537,9
Peso Suelo Seco Lavado	90,3

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,0
% ARENAS	16,8
% FINOS	83,2

90,3

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



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

PROPIETARIO: CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO No. 14
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

FIGURA 22. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

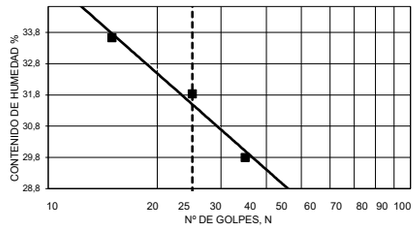
PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR.
LOCALIZACIÓN: MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M3. PROFUNDIDAD: 4,8 m - 5,4 m. FECHA: 12 DE DICIEMBRE DE 2023
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, con arenas, color café claro con manchas blancas, y consistencia compacta.

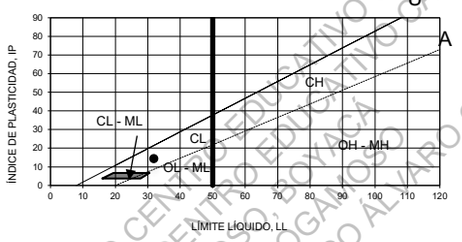
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	95
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	76,93
Suelo seco + Cap. (g)	67,97
Peso cápsula (g)	5,97
Contenido de humedad (%)	14,45

Limite líquido		
15	25	35
300	349	359
25,52	30,53	35,70
20,57	24,47	28,77
5,87	5,46	5,55
33,67	31,88	29,84

Límite Plástico	
250	396
17,22	16,44
15,40	14,82
5,08	5,62
17,64	17,61

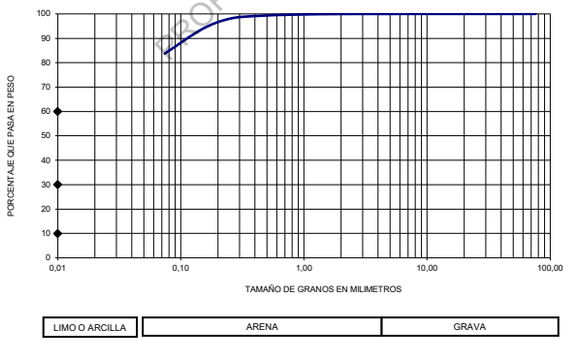




TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,000	483,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,000	498,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,800	472,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,100	474,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,400	449,6	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4	19,000	439,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8	9,525	451,6	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
4	4,760	436,4	436,5	0,1	0,0	0,0	100,0
10	2,000	407,2	407,4	0,2	0,0	0,0	100,0
20	0,841	373,0	374,5	1,5	0,2	0,3	99,7
40	0,420	335,1	338,5	3,4	0,5	0,8	99,2
60	0,250	287,1	294,2	7,1	1,1	2,0	98,0
100	0,149	299,0	325,8	26,8	4,3	6,2	93,8
200	0,074	283,1	346,1	63,0	10,0	16,3	83,7
FONDO	0,000	257,7	257,7	0,0	83,7	100,0	0,0

102,1

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



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	14,5 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	18,6 %
LIMITE LIQUIDO (LL):	31,9 %
LIMITE PLASTICO (LP):	17,6 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	14,3 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Re	834,3
Peso Suelo Total Lavado + Recipier	309,1
Peso Recipiente	207,0
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	627,3
Peso Suelo Seco Lavado	102,1

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,0
% ARENAS	16,3
% FINOS	83,7

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

PROPIETARIO: CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR
PROYECTO: MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,
MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

FIGURA 23. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

Figura 24. Registro fotográfico de las muestras extraídas en campo y laboratorio.

Fotos 1 y 2. Localización sondeo P1.





Fotos 3 y 4. Ensayos de laboratorio.





Fotos 5 y 6. Ensayos de laboratorio.





PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ÁLVARO GONZÁLEZ SANTANA

Fotos 7 y 8. Ensayos de laboratorio.





Fotos 9 y 10. Ensayos de laboratorio.





PROPIETARIO: INSTITUCIÓN EDUCATIVA POLITÉCNICO ALVARO GOMEZ

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Yo Cipriano Beltrán Lemus, Ing. Geólogo Especialista en Geotécnia Vial, con MP. Nº 15223-36994 BYC presento el estudio de suelos para el proyecto denominado: **MURO DE CERRAMIENTO CENTRO EDUCATIVO CAMPO AMOR,** el cual ha sido elaborado teniendo en cuenta las normas NSR-10 y Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, adoptadas por el Ministerio de Transporte, y declaro que asumo la responsabilidad por perjuicios que a causa de ellos puedan deducirse, excepto cuando en la construcción de la presente obra sea utilizado un diseño que no concuerde con lo expuesto en las correspondientes memorias anexas y por una mala ejecución de este.

Atentamente,



CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
DIRECTOR DE CONSULTORÍA

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-1920729

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que CIPRIANO BELTRAN LEMUS, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 9525420, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA GEOLOGICA con MATRICULA PROFESIONAL 15223-36994 desde el 22 de Noviembre de 1990, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 124.

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 diecisiete (17) días del mes de Marzo del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal 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.

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

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ (km0+000 AL km0+180 (180 m))
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ (km0+000 AL km0+180 (180 m))
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDÍA 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, 24 DE AGOSTO 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....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 Regional....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....20
5.6 RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN 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

LOCALIZACIÓN: EJE DEL PAVIMENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN BARRIO CENTRO (RELEVANTADO POR PELEQUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO; BOYACÁ (KM 0+000 AL KM 0+180 m)).
UBICACIÓN EN PLANO: SOGAMOSO, BOYACÁ (KM 0+000 AL KM 0+180 m)).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO - MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
COPIE

INTRODUCCIÓN

La alcaldía de Sogamoso, requiere mejorar la vía terciaria en el sector Piedecuesta, del municipio de Sogamoso, en una longitud de 180 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 de la alcaldía de Sogamoso, administradores del proyecto.

El informe contiene los resultados del estudio Geotécnico o de Suelos, para el diseño de la estructura de pavimento con placa huella del proyecto MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ (km0+000 AL km0+180 (180 m)), localizado en el sector sur-oriental, área rural, vía La Horqueta El Hatillo, sector Piedecuesta, 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 2 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 subbase granular 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 subbase granular existente, propiedades necesarias en los análisis de estabilidad y diseño de la estructura de pavimento con placa huella.

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: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km0+180 (180 m)) LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO SOLICITADO POR: ALCALDÍA DE SOGAMOSO PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

1. GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El tramo de vía está localizado en el sector sur-oriental, área rural, vía La Horqueta El Hatillo, sector Piedecuesta, del municipio de Sogamoso.

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

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

1.2.1 Características Geométricas Del tramo De Vía

El tramo de vía a mejorar consta de una calzada de doble carril en dos sentidos, el cual tiene una longitud total de 180 m, ancho de calzada 5 m, según datos tomados del diseño geométrico suministrado por la Alcaldía de Sogamoso, para un área total de pavimento con placa huella de 900 m^2, elongado en sentido este - oeste aproximadamente, con pendiente longitudinal al tramo de vía media con promedio 10,7% 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

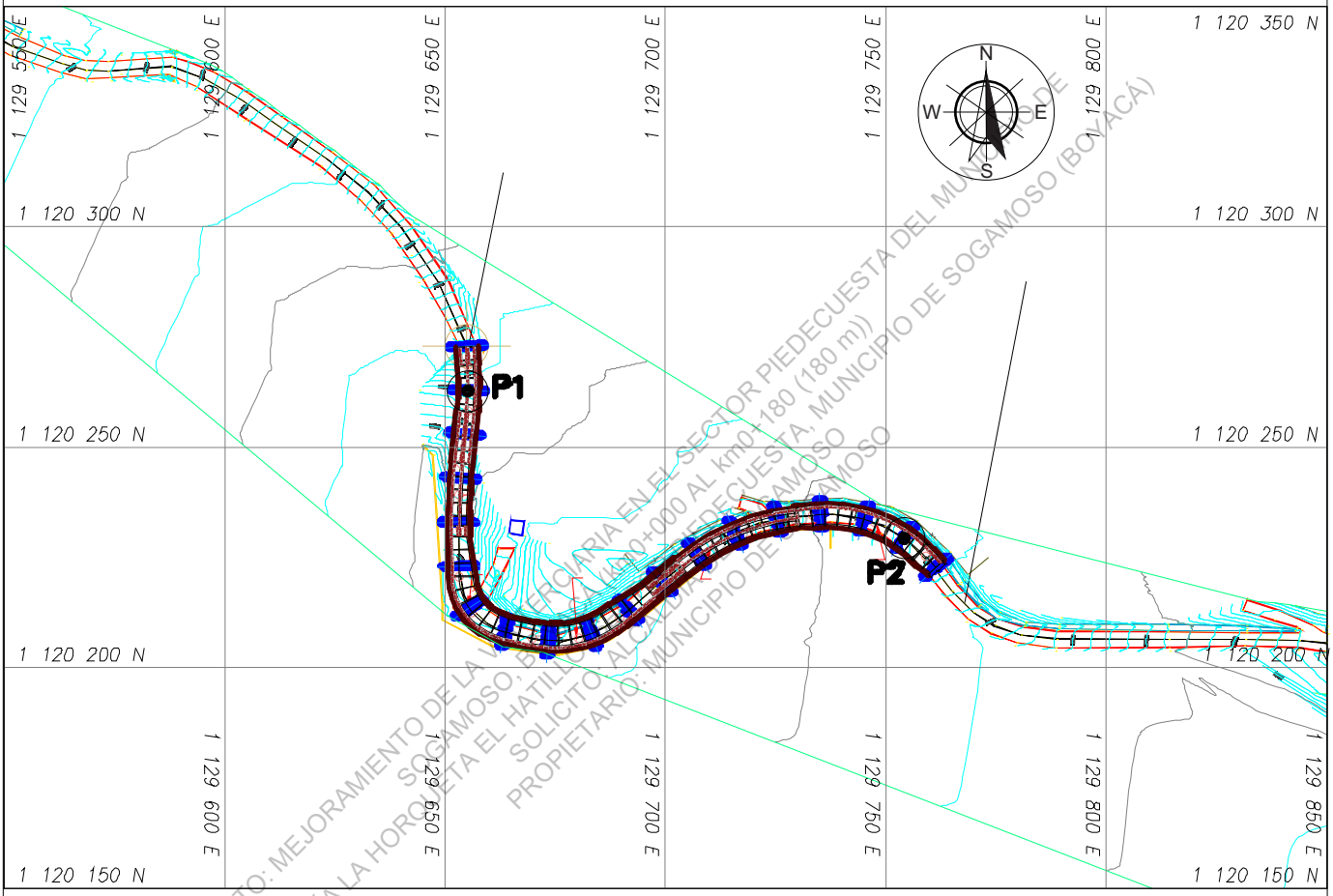
El tramo de vía del proyecto actualmente se encuentra sin pavimentar, no tiene adecuadas estructuras u obras de arte e hidráulicas como, sardineles, sumideros, cunetas, y alcantarillas, la topografía longitudinal en sentido del tramo de vía es inclinada con pendiente promedio de 10,7% hacia el costado 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 del proyecto; 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 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 MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACA)
LOCALIZACION: VIA LA HORQUETA EL HATILLO (K0+000 AL K0+180) - ZONA RURAL DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: ALCALDIA MUNICIPAL 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 y A2.



LOCALIZACIÓN APIQUES REALIZADOS		
APIQUES	COORDENADAS	
A1	X 1´129.655	Y 1´120.263
A2	X 1´129.754	Y 1´120.229

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ (km0+000 al km0+180 (180 m))
LOCALIZACIÓN:	VÍA LA HORQUETA EL HATILLO SECTOR PIEDECUESTA, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITÓ:	ALCALDÍA DE SOGAMOSO.
PROPIETARIO:	MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

CONVENCIONES

- Apiques
- Tramo del proyecto
- m Pendiente topográfica

Figura 2. Características del tramo del proyecto y ubicación de los apiques A1 y A2.





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 proyecto, 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 Chipaque (Ksc): En la base lutitas y limolitas negras, en la parte media superior lutitas con intercalaciones de areniscas de 3 a 4 m de espesor. Localmente presenta un nivel calcáreo en la parte media de la formación.

- Formación Plaeners (Ksgp): Limolitas silíceas con intercalaciones de areniscas, en la parte inferior esta conformada por areniscas de grano fino a medio, de composición cuarzosa.

1.3.2 Estratigrafía Local

En el área del tramo de vía afloran un Depósito Cuaternario de tipo Residual (Qr), constituido por niveles arcillosos, limosos, arenosos, gravosos y combinación de estos, de espesores variables, infrayaciendo a este Depósito, se encuentran rocas sedimentarias de la Formación Chipaque (Ksc) y Formación Plaeners (Ksgp). La estratigrafía local corresponde a un Cuaternario de tipo Residual (Qr), constituido por capas gravo-arcillosas y arcillosas.

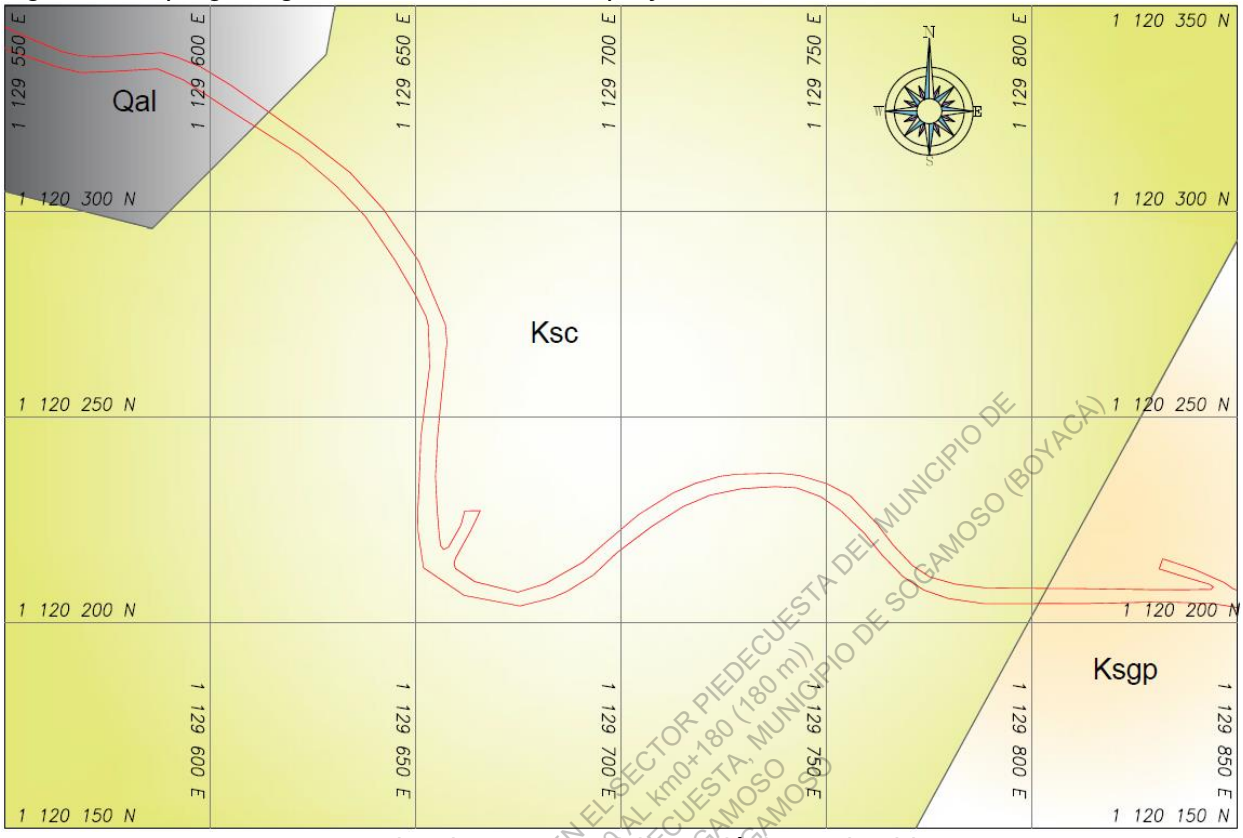
1.3.3 Estructuras y Tectónica Regional

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; 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 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. Debido a la disposición de los ejes de plegamiento, los cuales siguen una tendencia de dirección Norte-Sur, se espera que las ondas sísmicas más peligrosas sean las que siguen en dirección paralela a los esfuerzos principales de plegamiento, los cuales actuaron en dirección aproximada Este - Oeste; el análisis estructural del proyecto deberá considerar la aplicación del sismo más crítico sobre esa dirección y por lo tanto modular la estructura con la mayor rigidez en ese mismo sentido

PROYECTO MEJORAMIENTO DE VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PROPUESTA DEL MUNICIPIO DE
LOCALIZACIÓN: VÍA A HORQUETAS DESDE EL K0+000 AL K7+800 (K7+800 AMBOS SOGAMOSO (BOYACÁ)
PROPIEDAD DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO Y CONTIENE INFORMACIÓN PROPIEDAD DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROHIBIDA SU COPIA O REPRODUCCIÓN SIN AUTORIZACIÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO

Figura 3. Mapa geológico del tramo de vía del proyecto.



Fuente: Plancha 172, Servicio Geológico Colombiano.

1.3.4 Características Geomorfológicas

El tramo de vía, se localiza sobre terrenos inclinados con paisaje montañoso, que contrasta con el valle de los alrededores, con alturas aproximadas entre los 2 650 m.s.n.m. y los 2 668 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 hacia; por lo tanto, pueden existir problemas de acumulación de aguas superficiales en las zonas donde se suaviza la pendiente del tramo de la vía, lo que se constituye en un factor desfavorable geotécnicamente, debido a la saturación de los suelos.

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
LOCALIZACIÓN: VÍA A LA VEREDA PIEDECUESTA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ) PROGRESIVA: DESDE EL KM0+000 AL KM0+180 (180 m))

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 2 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 del proyecto. 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 16. 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 MEJORAMIENTO DE LA VÍA FERROVIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
LOCALIZACIÓN: VÍA FERROVIARIA (K0+000 AL km0+000 AL km0+180 m))
PROPIETARIO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO, SECTOR PIEDECUESTA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: 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 2 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 del proyecto 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 del proyecto no presenta inconvenientes relacionados con la hidráulica de los suelos; por lo tanto, el corredor del proyecto 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 del proyecto, lo cual ocasionaría infiltraciones de agua superficial en la estructura del pavimento con placa huella.

Dadas las características descritas durante la etapa de construcción del pavimento con placa huella, 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.

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 del proyecto pertenece a los grupos GC y CL, 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 del proyecto. El subsuelo explorado en el tramo del proyecto 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 (subbase granular existente) y arcillosos (suelo natural o subrasante).

La Figura 4, presenta el perfil litológico de cada apique realizado, la correlación litológica entre los 2 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 del proyecto, el cual se describe a continuación, (Ver Figura 6):

PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA TERCERA ETAPA DEL SECTOR PIEDRAS DE MUNICIPIO DE
LOCALIZACIÓN: VIA EL HOBQUE - SOGAMOSO ABSCISA K19+180 (18000) AL K19+180 (18000) DEL
SOGAMOSO (BOYACA)
QUE ABARCA EL PROYECTO ESCALONES A MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIEDAD INTELECTUAL DESCONOCIDO

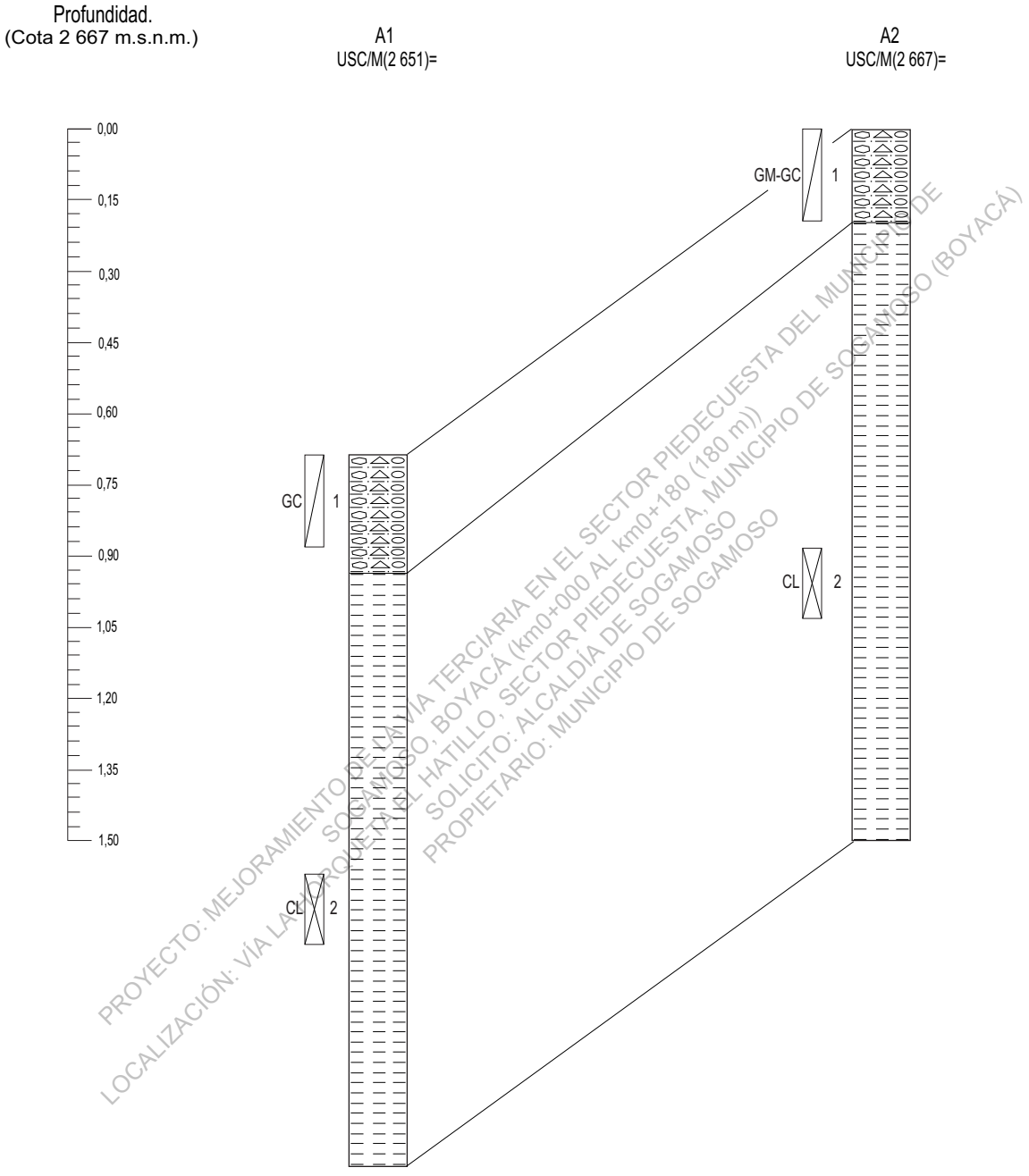
INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT. 800 112 602 -7

CONSULTORIA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

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



CONVENCIONES GENERALES		CONVENCIONES ESPECIFICAS	
CL	Clasificación de la U.S.C.		Grava arcillosa, color café con amarillo y compacidad media.
M	Muestras del sondeo.		
(0,00)	Cota topográfica.		
N.F.	Nivel freático.		Arcilla inorgánica, color café con óxido de hierro y consistencia compacta.
	Muestra en bolsa (alterada).		
	Muestra Split - Spoom (semialterada).		
	Muestra CBR inalterado.		

FIGURA 5. Norma, cantidad y resumen de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada apique realizado, A1 y A2.

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	3
Humedad natural	ASTM D2216-71 - INVE 122-13	Un	4
Límites de Atterberg	ASTM 423-66 y D424-59 - INVE 125-13	Un	4
Granulometría por tamizado	ASTM D421-58 y D422-63 - INVE 123-13	Un	4
Peso unitario total y seco	ASTM D2937-71 - INVE 146-13	Un	2
CBR Inalterado	ASTM D-1883 - INVE 148	Un	2

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	1'129.655	1'120.263	km0+010	M1	0,0 - 0,25	0,0 - 0,25	A	1,5	19,8	GC	12,7	18,8	32,3	22,9	9,4	-	-	-	-	-
				M2	0,25 - 1,5	0,25 - 1,5	B		83,0	CL	20,3	18,8	32,4	20,8	11,6	2,10	1,75	14,8	10,1	0,03
A2	1'129.754	1'120.229	km0+170	M1	0,0 - 0,2	0,0 - 0,2	A	1,5	22,5	GM-GC	7,8	15,7	25,7	20,2	5,5	-	-	-	-	-
				M2	0,2 - 1,5	0,2 - 1,5	B		86,4	CL	15,7	18,9	32,5	21,6	10,9	2,08	1,80	14,7	8,7	0,03

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA ENTRE EL K0+000 AL K2+000 (180 m)
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PUENTE SOGAMOSO
SOGAMOSO, BOYACÁ
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD EXCLUSIVA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)

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

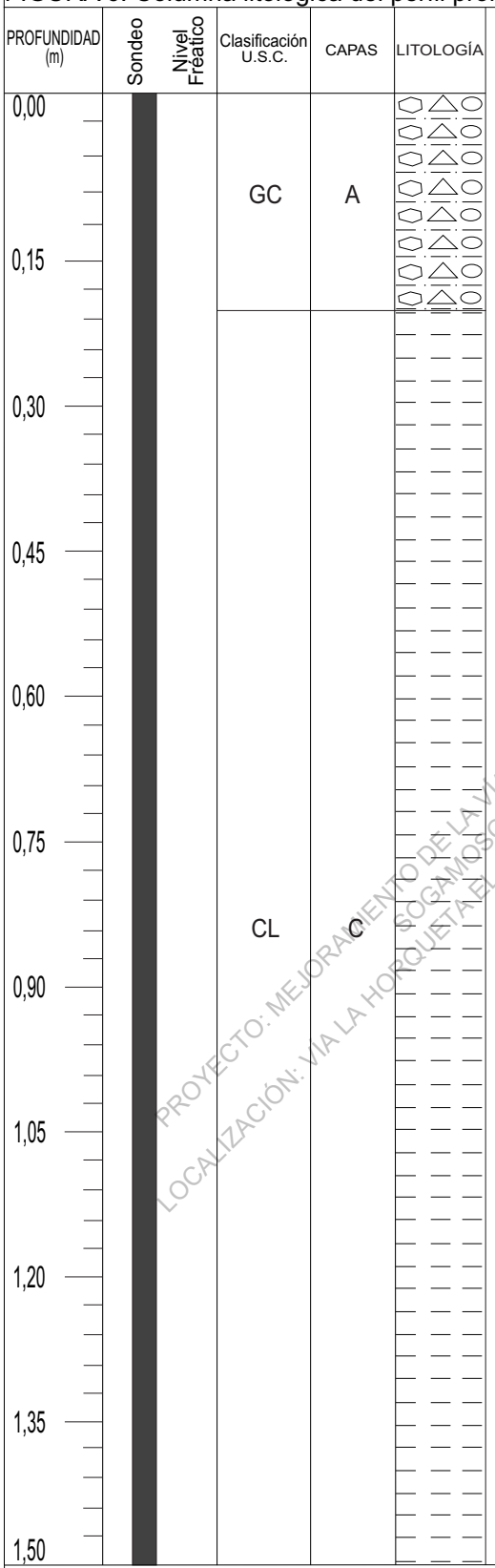
INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT. 800 112 602 -7

CONSULTORIA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

FIGURA 6. Columna litológica del perfil promedio explorado.



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ (km0+000 AL km0+180 (180 m))
LOCALIZACIÓN: VIA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

- Capa A: De 0,0 m a 0,2 m (subbase granular existente) de profundidad promedio, se encontró una capa de grava arcillosa (GC) con 20% de finos y 26% de arenas, color café con amarillo, tamaño gránulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, composición shert microcristalino, 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 arcilla inorgánica de plasticidad media (CL) con 12% de arenas y 5% de gravas, color café con óxido de hierro, consistencia compacta y contenido de humedad bajo; 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) medios, 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 regular, 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 proyecto, relacionadas con la capacidad de soporte y condiciones del nivel freático.

Las propiedades geotécnicas, CBR e índices promedio de subbase granular 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 del proyecto, se observan en las Tablas 1 y 2:

Tabla 1. Índices promedio de subbase granular 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	11	17	29	22	7	2,11	5,1	0,4	0,17	0,2
B	CL	18	19	33	22	11	2,08	3,2	0,5	0,21	1,8

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 = 14,7% (regular)	831	6,25	1,76	18	No se encontró
	CBR con inmersión = 9,4% (regular)	695	5,26	-	-	

PROYECTO DE PAVIMENTACIÓN DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR DE ... DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOGAMOSO-BOYACÁ, ... 2000 ... (...)
UBICACIÓN: VÍA ... SECTOR ... SOGAMOSO
PROPIEDAD DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO

INGENIERIA Y GEOLOGIA S.A.S.

NIT. 800 112 602 -7

CONSULTORIA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

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

PROFUNDIDAD (m)	Sondeo	Nivel Fréatico	Clasificación U.S.C.	CAPAS	LITOLOGÍA	HN (%)	Heq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γ_t (t/m³)	Pex (t/m²)	e	Cc	CBR (%) I	CBR (%) S	$\bar{\sigma}'_v$ (t/m²)
0,00 – 0,15			GC	A		11	17	29	22	7	2,11	5,1	0,4	0,17	-	-	0,2
0,15 – 1,50			CL	C		18	19	33	22	11	2,08	3,2	0,5	0,21	14,7	9,4	1,8

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACA (km0+000 AL km0+180 (180 m))
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL MATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

El suelo natural o subrasante tiene un CBR inalterado sin inmersión regular promedio de 14,7%, y un valor de CBR inalterado con inmersión regular promedio de 9,4%; por lo tanto, se recomienda diseñar la estructura del pavimento con 9,4% 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 con placa huella construirse.

La presión de expansión probable en campo (P_{ex}) para la Capa A de subbase granular existente es de 5,1 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 3,2 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 del proyecto 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 del proyecto, 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 del proyecto, así:

- Zona 1, km0+000 al km0+180 (180 m).

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, SE ABARCARÁ (km0+000 AL km0+180 (180 m)) LOCALIZADO EN LA VEREDA EL TIBAL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
PRESENTADO A: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA - MUNICIPIO DE SOGAMOSO

4. CONCLUSIONES

1. El tramo de vía del proyecto tiene una longitud total de 180 m, el cual se encuentra sin pavimentar, donde se definió una (1) zona geotécnica, con capa superficial gravo-arcillosa, de 0,2 m de espesor promedio con 20% de finos y 26% de arenas, de pendiente topográfica longitudinal al tramo de vía inclinada de 10,7% hacia el costado nor-oriental del tramo de vía, y con pendiente alta con promedio de 100% transversal al tramo de vía, para tráfico pesado, medio y liviano.

2. El área para el mejoramiento 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 con placa huella 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 del proyecto.

3. El tramo de vía del proyecto 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 a construirse.

5. Geológicamente en el tramo del proyecto, 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 (subbase granular existente) y 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, (subbase granular existente) grava arcillosa tipo GC con 20% de finos y 26% de arenas, la fracción fina presenta plasticidad media y compresibilidad baja; y Capa B, (suelo natural o subrasante) arcilla inorgánica tipo CL con 12% de arenas y 5% de gravas, de plasticidad media y compresibilidad media.

8. El perfil de suelo explorado en el tramo del proyecto 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: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR DE LA VEREDA CUCUNUBÁ DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ) (0+000 A 0+180)
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA - SOGAMOSO; SECTOR DE LA VEREDA CUCUNUBÁ (0+000 A 0+180 m))
SOLICITA: ALCALDÍA DE SOGAMOSO - MUNICIPIO DE SOGAMOSO

9. El tramo de vía del proyecto está compuesto por una capa de subbase granular 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 regular promedio de 14,7%, y un valor de CBR inalterado con inmersión regular promedio de 9,4%.

10. Teniendo en cuenta que la estructura de pavimento existente no cumple la norma INVIAS como subbase granular, en cuanto a plasticidad y granulometría, y debido a que es una capa delgada, esta debe ser considerada como un mejoramiento de la subrasante; por lo tanto, 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.

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 del proyecto, así: zona 1: km0+000 al km0+180 (180 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.

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 del proyecto, 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 pavimentación del proyecto, 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 del proyecto presenta un porcentaje de expansión bajo.

18. El tramo del proyecto 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 2 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: MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA EN EL SECTOR PEÑA COLORADA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
LOCALIZACIÓN: VIA HORQUILLA - SOGAMOSO; BOCATOMA (KM0+000) AL km0+180 (180 m)
SOLICITADO: EDGAR ARIZA CORTES
PROPIETARIO: ALCALDIA DE SOGAMOSO
MUNICIPIO: SOGAMOSO

5. RECOMENDACIONES

5.1 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS Y CBR DE DISEÑO

Las propiedades geotécnicas, CBR e índices promedio de la subbase granular 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 del proyecto, se observan en las Tablas 3 y 4:

Tabla 3. Índices promedio de la subbase granular 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	11	17	29	22	7	2,11	5,1	0,4	0,17	0,2
B	CL	18	19	33	22	11	2,08	3,2	0,5	0,21	1,8

Tabla 4. 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 = 14,7% (regular)	831	6,25	1,76	18	No se encontró
	CBR con inmersión = 9,4% (regular)	695	5,26	-	-	

El suelo natural o subrasante tiene un CBR inalterado sin inmersión regular promedio de 14,7%, y un valor de CBR inalterado con inmersión regular promedio de 9,4%; por lo tanto, se recomienda diseñar la estructura del pavimento con 9,4% de CBR; sin embargo, dependiendo del tránsito de diseño, queda a criterio del ingeniero calculista del pavimento, con qué valor diseña.

PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA DEL SECTOR PIEDECUESTA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA - EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

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 del proyecto no requiere el descapote de ningún tipo de material, excepto donde se realice ampliación de vía y dependiendo del diseño geométrico del tramo de vía final del proyecto.

Si se requieren excavaciones para la construcción 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.

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 CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO

1. Para lograr una subrasante y 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 misma, para que la placa huella 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 construcción de la estructura de pavimento y el pavimento con placa huella 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 subbase granular existente, puede ser utilizado con fines de afirmados o terraplenes para el proyecto, 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 subbase granular existente que sirva de apoyo a la estructura de pavimento con placa huella a construirse, se debe compactar al 98% del proctor modificado efectuado en laboratorio (densidad seca máxima de laboratorio).

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA EN EL SECTOR DE PEDREGUERA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACA)
LOCALIZACIÓN: VIA HERRADURA - PEDREGUERA (m0+000 AL KM 0+700 (700 m))
PROPIETARIO(S): MUNICIPIO DE SOGAMOSO
SOLICITO ASESORIA Y ASISTENCIA TECNICA PARA SER INCLUIDO EN EL PROYECTO DE PAVIMENTACION CON PLACA HUELLA

8. Bajo ninguna circunstancia se debe permitir la descarga de aguas superficiales en las zonas aledañas al corredor del proyecto una vez construida la placa huella.

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 las estructuras 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 con sus respectivas especificaciones de calidad.

12. Para que la estructura del pavimento 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 construcción del proyecto.

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 del proyecto, de tal manera que garantice la estabilidad de la tubería con bajas deformaciones.

15. Teniendo en cuenta que la estructura existente no cumple la norma INVIAS como subbase granular, en cuanto a plasticidad y granulometría, y debido a que es una capa delgada, esta debe ser considerada como un mejoramiento de la subrasante; por lo tanto, 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.

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 y placa huella, con el fin de inspeccionar el proceso de excavación y aprobación del suelo de fundación y/o subrasante.

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA DE SECTOR PRECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA - SECTOR PRECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)

6. LIMITACIONES

1. 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.

2. 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.

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

Realizo:

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

Aprobó:

CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
DIRECTOR DE CONSULTORÍA

Sogamoso, 24 de agosto de 2 023.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del tramo del proyecto y ubicación de los apiques realizados, A1 y A2..……..(Pág. 5).

Figura 2. Características del tramo del proyecto y ubicación de los apiques realizados, A1 y A2……..……..…….(Pág. 6).

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

Figura 4. Correlación litológica planar de los apiques realizados, A1 y A2.....…..…..(Pág. 11).

Figura 5. Norma, cantidad y resumen de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada apique realizado, A1 y A2.……(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 16. Perfiles de resistencias y propiedades geotécnicas de los apiques 1 y 2, 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: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDRA CUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ (K0+000 AL K0+180 (180 m))
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDRA CUESTA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDÍA 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: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ. (km0+000 AL km0+180 (180 m)).
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

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

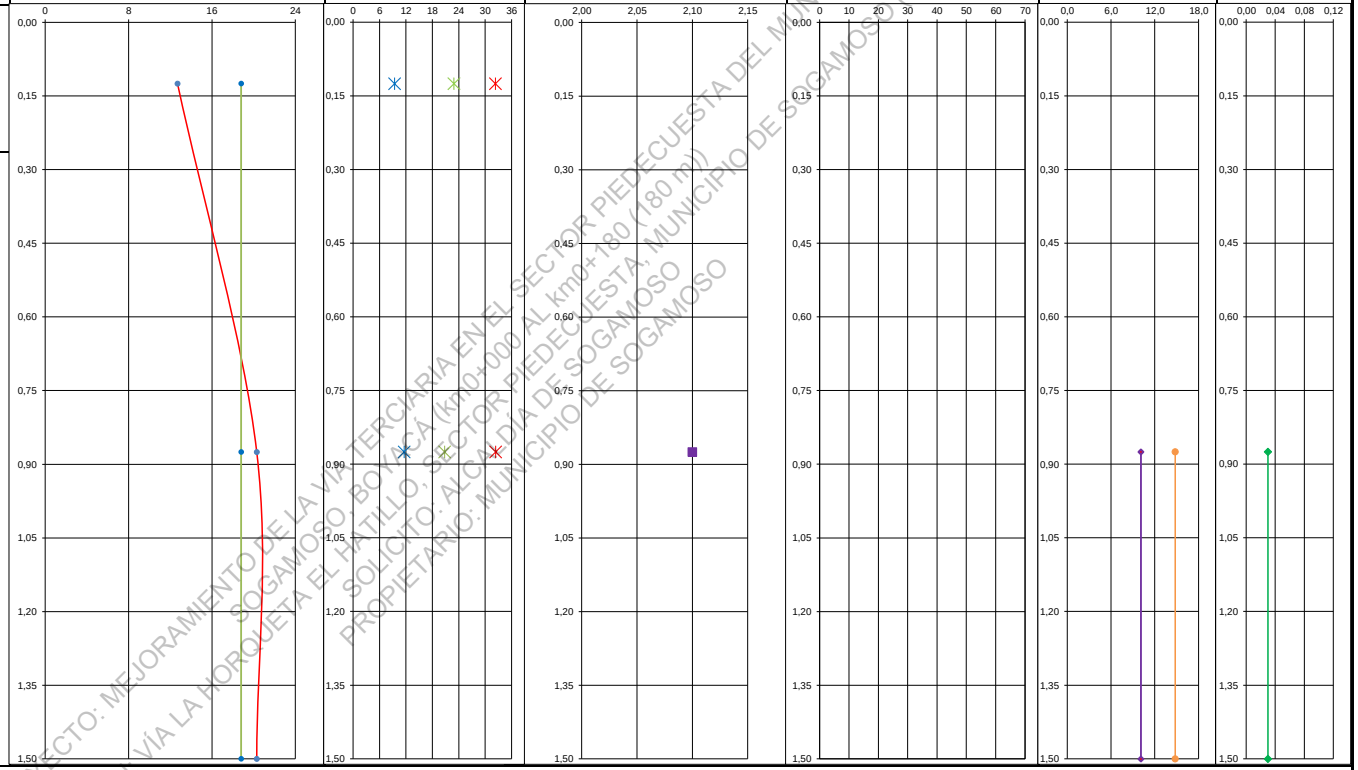
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ (Km0+000 AL Km0+180 (180 m))
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

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	0,25	12,7	18,8	32,3	22,9	9,4	-	-	-	-	-	19,8	GC	A	1,5
M2	0,25	1,50	20,3	18,8	32,4	20,8	11,6	2,10	1,75	14,8	10,1	0,03	83,0	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,25			GC	Grava arcillosa, color café con amarillo.	A
0,30 – 1,50			CL	Arcilla inorgánica, color café con óxido de hierro.	B



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

CONVENCIONES

Muestra alterada (bolsa).
CBR inalterado
Humedad natural
Límite Plástico (LP)
SPT (N)
CBR sin inmersión (%)
Humedad de equilibrio
Indice de plasticidad (IP)
Penetrometro de borros
Expansión (%)
Muestra corte directo
Muestra inalterada (Shelby)
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: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DE SOGAMOSO.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A1. MUESTRA: A1/M1. PROFUNDIDAD: 0,00 m - 0,25 m.
CAPA: SUBBASE GRANULAR EXISTENTE. FECHA: 24 DE AGOSTO DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava arcillosa mal gradada, color café con amarillo, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, composición shert microcristalino. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD MEDIA.

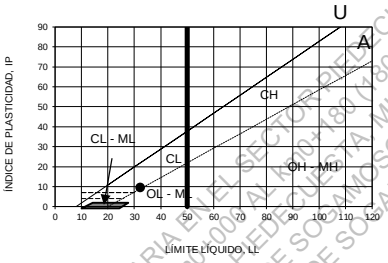
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	71
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	80,62
Suelo seco + Cap. (g)	72,38
Peso cápsula (g)	7,67
Contenido de humedad (%)	12,73

Limite líquido		
15	25	35
341	381	352
20,46	25,52	30,50
16,76	20,72	24,53
5,61	5,85	5,33
33,18	32,28	31,09

Límite Plástico	
249	204
16,34	16,81
14,26	14,63
5,17	5,10
22,88	22,88





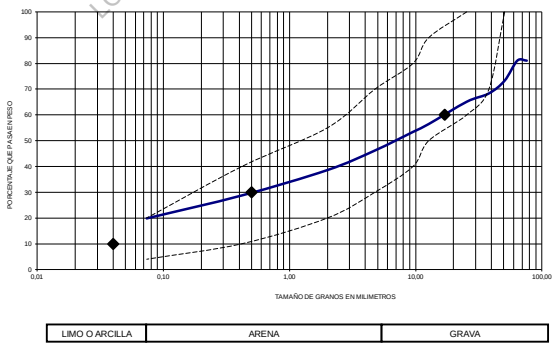
HUMEDAD NATURAL (HN):	12,7 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	18,8 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	32,3 %
LIMITE PLASTICO (LP):	22,9 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	9,4 %

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	1.031,9	548,7	18,9	18,9	81,1	SUB- BASE
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	18,9	81,1	SBG-1
2	50,800	473,7	698,4	224,7	7,8	26,7	73,3	100
1 1/2	38,100	475,8	619,9	144,1	5,0	31,7	68,3	70 - 100
1	25,400	451,0	544,8	93,8	3,2	34,9	65,1	60 - 100
1/2	12,700	459,5	710,1	250,6	8,6	43,5	56,5	50 - 90
3/8	9,525	453,4	542,0	88,6	3,1	46,6	53,4	40 - 80
4	4,760	437,6	646,5	208,9	7,2	53,8	46,2	30 - 70
10	2,000	408,0	628,4	220,4	7,6	61,4	38,6	20 - 55
40	0,420	334,5	619,8	285,3	9,8	71,2	28,8	10 - 40
200	0,074	292,7	551,0	258,3	8,9	80,2	19,8	4 - 20
FONDO	0,000	258,5	260,2	1,7	19,8	100,0	0,0	
				2325,1				

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Re	3.103,4
Peso Suelo Total Lavado + Recipier	2.531,4
Peso Recipiente	204,8
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	2.898,6
Peso Suelo Seco Lavado	2.326,6

% GRAVAS	53,8
% ARENAS	26,4
% FINOS	19,8

D10: 0,04 D30: 0,50 D60: 17,00 CU: 425,00 CG: 0,37



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GC

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DE SOGAMOSO
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITÓ: ALCALDÍA 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

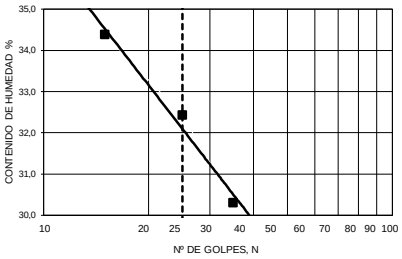
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DE SOGAMOSO.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A1. MUESTRA: A1/M2. PROFUNDIDAD: 0,25 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 24 DE AGOSTO DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, con arenas , color café con óxidos de hierro.

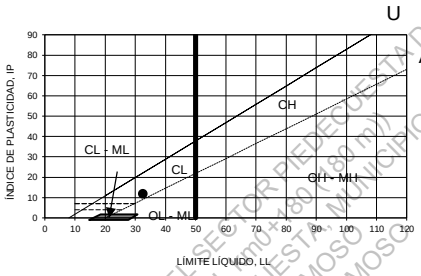
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	105
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	82,66
Suelo seco + Cap. (g)	69,94
Peso cápsula (g)	7,25
Contenido de humedad (%)	20,29

Limite líquido		
15	25	35
367	375	385
20,63	25,42	30,43
16,81	20,52	24,60
5,70	5,41	5,36
34,38	32,43	30,30

Límite Plástico	
236	246
19,11	16,64
16,66	14,63
4,96	4,89
20,94	20,64





U

A

TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,0	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,0	495,1	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,8	495,4	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,1	551,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,4	468,3	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4	19,0	440,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8	9,5	453,4	463,4	10,0	2,6	2,6	97,4
4	4,8	437,8	446,8	9,0	2,3	4,9	95,1
10	2,0	408,1	419,1	11,0	2,9	7,8	92,2
20	0,8	373,1	380,0	6,9	1,8	9,6	90,4
40	0,4	334,6	338,2	3,6	0,9	10,5	89,5
60	0,3	287,3	290,1	2,8	0,7	11,3	88,7
100	0,1	299,0	303,8	4,8	1,3	12,5	87,5
200	0,1	292,7	309,7	17,0	4,4	17,0	83,0
FONDO	0,0	258,6	258,7	0,1	83,0	100,0	0,0

HUMEDAD NATURAL (HN):	20,3 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	18,8 %
LIMITE LIQUIDO (LL):	32,4 %
LIMITE PLASTICO (LP):	20,8 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	11,6 %

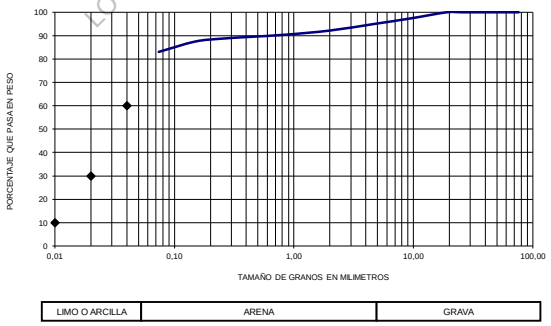
DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	587,7
Peso Suelo Total Lavado + Recipient	270,9
Peso Recipiente	203,7
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	384,0
Peso Suelo Seco Lavado	67,2

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	4,9
% ARENAS	12,0
% FINOS	83,0

65,2

D10: 0,01 D30: 0,02 D60: 0,04 CU: 4,00 CG: 1,00



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, SOGAMOSO (BOYACÁ).
PROPIETARIO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. 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: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DE SOGAMOSO.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A1. MUESTRA: A1/M2. PROFUNDIDAD: 0,25 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 24 DE AGOSTO DE 2 023.

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

Molde No.	70
Diametro del molde (cm)	15,10
Altura del molde (cm)	17,49
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.132,1
Peso del Molde (g)	4.627
Peso del Molde + Muestra (g)	11.209
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	2,10

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	0	6
Expansión Total (mm) 10^-2		6
Expansión Total %		0,03%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	105	53
W Cap + mat humedo (gr)	82,66	85,71
W Cap + mat Seco (gr)	69,94	72,95
W Cápsula (gr)	7,25	10,01
Humedad %	20,29	20,27
Humedad promedio %	20,28	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	217	228
W Cap + mat humedo (gr)	71,89	78,29
W Cap + mat Seco (gr)	60,2	65,65
W Cápsula (gr)	5,01	5,08
Humedad %	21,18	20,87
Humedad promedio %	21,02	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	70	
W Muestra (g)	6.582	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	47,43	15,2
0,025	106,11	33,9
0,050	214,69	68,6
0,075	321,70	102,8
0,100	450,39	143,9
0,125	504,92	161,4
0,150	575,51	183,9
0,200	692,64	221,3
0,300	881,70	281,8
0,400	1025,13	327,6
0,500	1175,52	375,7
CBR corregido 0,1"	14,4	
CBR corregido 0,2"	14,8	
CBR ESCOGIDO(%)	**14,8**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	70	
W Muestra (g)	6.731	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	8,99	2,9
0,025	25,4	8,1
0,050	65,19	20,8
0,075	113,98	36,4
0,100	299,54	95,7
0,125	321,6	102,8
0,150	349,1	111,6
0,200	475,47	151,9
0,300	656,67	209,8
0,400	792,9	253,4
0,500	907,33	290,0
CBR corregido 0,1"	9,6	
CBR corregido 0,2"	10,1	
CBR ESCOGIDO(%)	**10,1**	

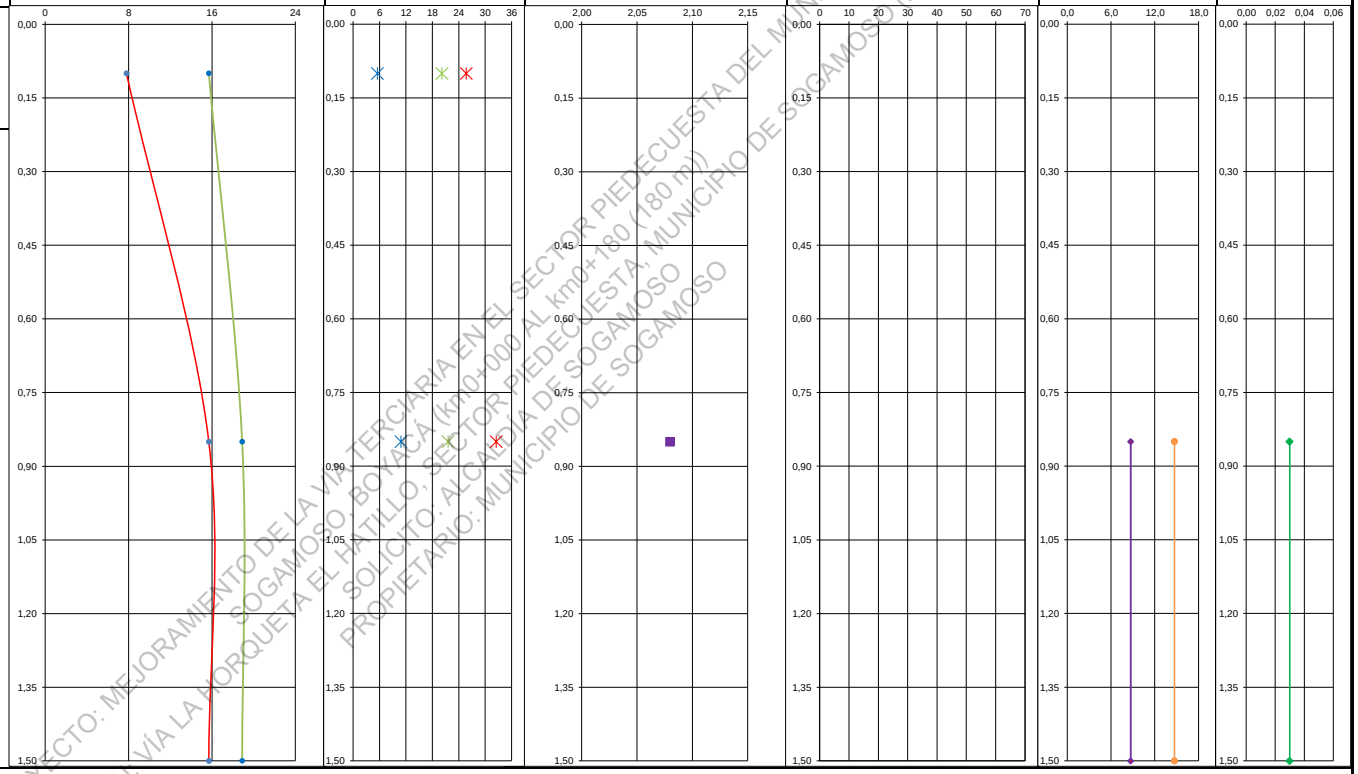
FIGURA 11. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

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	0,20	7,8	15,7	25,7	20,2	5,5	-	-	-	-	-	22,5	GM-GC	A	1,5
M2	0,20	1,50	15,7	18,9	32,5	21,6	10,9	2,08	1,80	14,7	8,7	0,03	86,4	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,20			GM-GC	Grava limo-arcillosa, color café con amarillo.	
0,25 – 1,50			CL	Arcilla inorgánica, color café con óxido de hierro.	



CONVENCIONES

Muestra alterada (bolsa).
CBR inalterado
Humedad natural
Límite Plástico (LP)
SPT (N)
CBR sin inmersión (%)
Humedad de equilibrio
Indice de plasticidad (IP)
Penetrometro de borros
Expansión (%)
Muestra corte directo
Muestra inalterada (Shelby)
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: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DE SOGAMOSO.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A2. MUESTRA: A2/M1. PROFUNDIDAD: 0,00 m - 0,20 m.
CAPA: SUBBASE GRANULAR EXISTENTE. FECHA: 24 DE AGOSTO DE 2 023.
DESCRIPCION: Grava limo arcillosa mal gradada, color café oscuro, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, composición shert microcristalino y escoria. LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD BAJA.

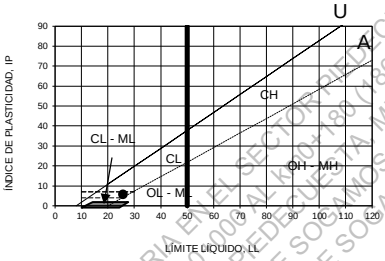
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	70
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	91,41
Suelo seco + Cap. (g)	85,56
Peso cápsula (g)	10,69
Contenido de humedad (%)	7,81

Limite líquido		
15	25	35
355	351	370
20,55	25,61	30,60
17,31	21,50	25,71
5,41	5,50	5,65
27,23	25,69	24,38

Límite Plástico	
218	235
15,67	15,91
13,86	14,09
4,86	5,11
20,11	20,27





HUMEDAD NATURAL (HN):	7,8 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	15,7 %
LIMITE LIQUIDO (LL):	25,7 %
LIMITE PLASTICO (LP):	20,2 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	5,5 %

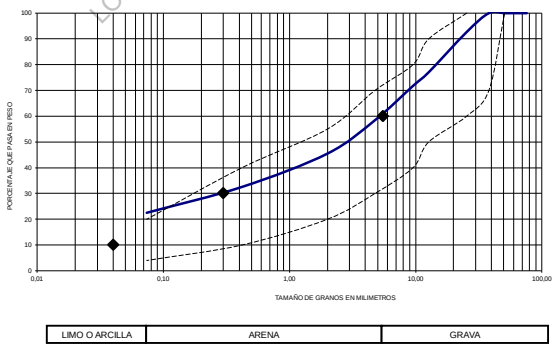
TAMIZADO								
MALLA		Peso	Peso	Peso	%	%Retenido	%	Norma
No.	Dimension (mm)	Malla (g)	Malla +Suelo	Suelo Rete(g)	Retenido	Acumulado	Pasa	% Que Pasa
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	SUB- BASE
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	SBG-1
2	50,800	473,7	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100
1 1/2	38,100	475,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	70 - 100
1	25,400	451,0	593,0	142,0	7,3	7,3	92,7	60 - 100
1/2	12,700	459,5	762,5	303,0	15,6	22,9	77,1	50 - 90
3/8	9,525	453,4	556,6	103,2	5,3	28,3	71,7	40 - 80
4	4,760	437,6	695,7	258,1	13,3	41,6	58,4	30 - 70
10	2,000	408,0	659,4	251,4	13,0	54,5	45,5	20 - 55
40	0,420	334,5	585,5	251,0	12,9	67,5	32,5	10 - 40
200	0,074	292,7	487,2	194,5	10,0	77,5	22,5	4 - 20
FONDO	0,000	258,5	260,0	1,5	22,5	100,0	0,0	

1504,7

D10: 0,04 D30: 0,30 D60: 5,50 CU: 137,50 CG: 0,41

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Re	2.146,4
Peso Suelo Total Lavado + Recipien	1.712,3
Peso Recipiente	206,5
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	1.939,9
Peso Suelo Seco Lavado	1.505,8

% GRAVAS	41,6
% ARENAS	35,9
% FINOS	22,5



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GM-GC

PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DE SOGAMOSO.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITÓ: ALCALDÍA 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

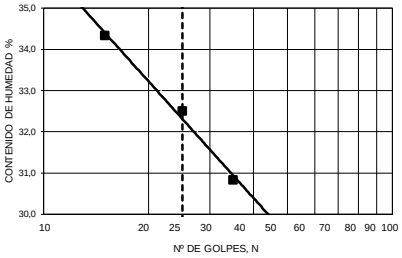
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DE SOGAMOSO.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A2. MUESTRA: A2/M2. PROFUNDIDAD: 0,20 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 24 DE AGOSTO DE 2 023.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, con arenas , color café con óxidos de hierro.

LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	5
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	92,76
Suelo seco + Cap. (g)	81,42
Peso cápsula (g)	9,40
Contenido de humedad (%)	15,75

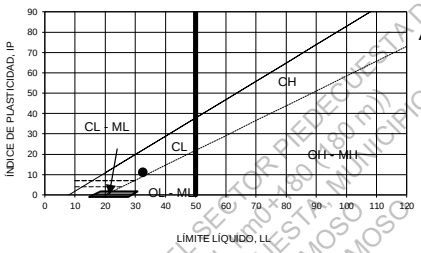
Limite líquido		
15	25	35
344	356	366
20,52	25,50	30,34
16,71	20,59	24,48
5,61	5,48	5,47
34,32	32,50	30,83

Límite Plástico	
226	244
17,95	17,35
15,69	15,17
5,23	5,09
21,61	21,63



U

A



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, SOGAMOSO (BOYACÁ).
PROPIETARIO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. 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	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,0	495,1	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,8	495,4	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,1	551,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,4	468,3	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4	19,0	440,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8	9,5	453,4	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
4	4,8	437,8	438,1	0,3	0,1	0,1	99,9
10	2,0	408,1	409,1	1,0	0,3	0,3	99,7
20	0,8	373,1	375,1	2,0	0,5	0,9	99,1
40	0,4	334,6	338,6	4,0	1,1	2,0	98,0
60	0,3	287,3	293,1	5,8	1,6	3,5	96,5
100	0,1	299,0	306,3	7,3	2,0	5,5	94,5
200	0,1	292,7	323,0	30,3	8,1	13,6	86,4
FONDO		0,0	258,6	258,6	0,0	86,4	100,0	0,0

HUMEDAD NATURAL (HN):	15,7 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	18,9 %
LIMITE LIQUIDO (LL):	32,5 %
LIMITE PLASTICO (LP):	21,6 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	10,9 %

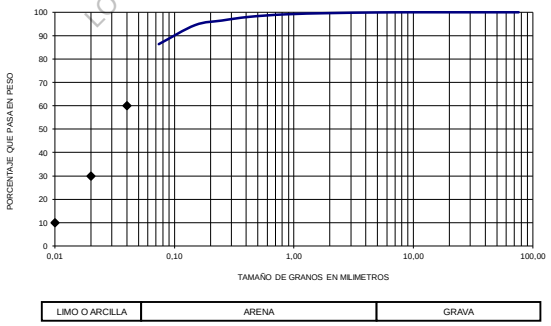
DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	538,9
Peso Suelo Total Lavado + Recipient	219,3
Peso Recipiente	167,0
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	371,9
Peso Suelo Seco Lavado	52,3

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,1
% ARENAS	13,6
% FINOS	86,4

50,7

D10: 0,01 D30: 0,02 D60: 0,04 CU: 4,00 CG: 1,00



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

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: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DE SOGAMOSO.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA HORQUETA EL HATILLO, SECTOR PIEDECUESTA, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITÓ: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A2. MUESTRA: A2/M2. PROFUNDIDAD: 0,20 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO NATURAL. FECHA: 24 DE AGOSTO 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)	15,56
Altura del molde (cm)	18,01
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3.424,7
Peso del Molde (g)	4.510
Peso del Molde + Muestra (g)	11.625
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	2,08

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	0	6
Expansión Total (mm) 10^-2		6
Expansión Total %		0,03%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	5	15
W Cap + mat humedo (gr)	92,76	90,19
W Cap + mat Seco (gr)	81,42	78,96
W Cápsula (gr)	9,40	9,80
Humedad %	15,75	16,24
Humedad promedio %	15,99	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	206	231
W Cap + mat humedo (gr)	67,58	84,22
W Cap + mat Seco (gr)	57,1	71,42
W Cápsula (gr)	5,06	5,10
Humedad %	20,14	19,30
Humedad promedio %	19,72	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	21	
W Muestra (g)	7.115	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	60,47	19,3
0,025	147,92	47,3
0,050	292,93	93,6
0,075	416,67	133,2
0,100	450,00	143,8
0,125	566,74	181,1
0,150	612,83	195,8
0,200	688,59	220,1
0,300	819,43	261,9
0,400	965,78	308,6
0,500	1117,52	357,1
CBR corregido 0,1"	14,4	
CBR corregido 0,2"	14,7	
CBR ESCOGIDO(%)	**14,7**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	21	
W Muestra (g)	6.848	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	13,71	4,4
0,025	44,96	14,4
0,050	87,45	27,9
0,075	167,59	53,6
0,100	256,16	81,9
0,125	284,2	90,8
0,150	333,2	106,5
0,200	409,38	130,8
0,300	533,92	170,6
0,400	644,75	206,0
0,500	790,2	252,5
CBR corregido 0,1"	8,2	
CBR corregido 0,2"	8,7	
CBR ESCOGIDO(%)	**8,7**	

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

Figura 16. Registro fotográfico de las muestras extraídas en campo y laboratorio.

Fotos No. 1 y 2. Localización Apique 1, km0+010.



Fotos No. 3 y 4. Localización Apique 2, km0+170.



Fotos No. 23 y 24 Ensayos de laboratorio.



Fotos No. 25 y 26 Ensayos de laboratorio.




Fotos No. 27 y 28 Ensayos de laboratorio.




Fotos No. 29 y 30 Ensayos de laboratorio.




Sogamoso, 24 de agosto de 2 023

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Referencia: ESTUDIO GEOTÉCNICO O DE SUELOS "MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ (km0+000 AL km0+180 (180 m))".

Yo Cipriano Beltrán Lemus, Ingeniero Geólogo, especialista en Geotécnia, con matrícula profesional No. 15223-36994 BYC, declaro que el estudio geotécnico o de suelos para el proyecto **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA EN EL SECTOR PIEDECUESTA DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO, BOYACÁ (km0+000 AL km0 +180 (180 m)).** Se ha realizado de acuerdo a las normas del código colombiano de construcciones sismorresistentes (NSR-10) y Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, adoptadas por el Ministerio de Transporte.

Cordialmente,

Ing. CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
Ingeniero Geólogo- Especialista en Geotécnia
M.P. 15223-36994 BYC
Concejo Profesional Nacional de Ingeniería - COPNIA

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, 27 DE OCTUBRE 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

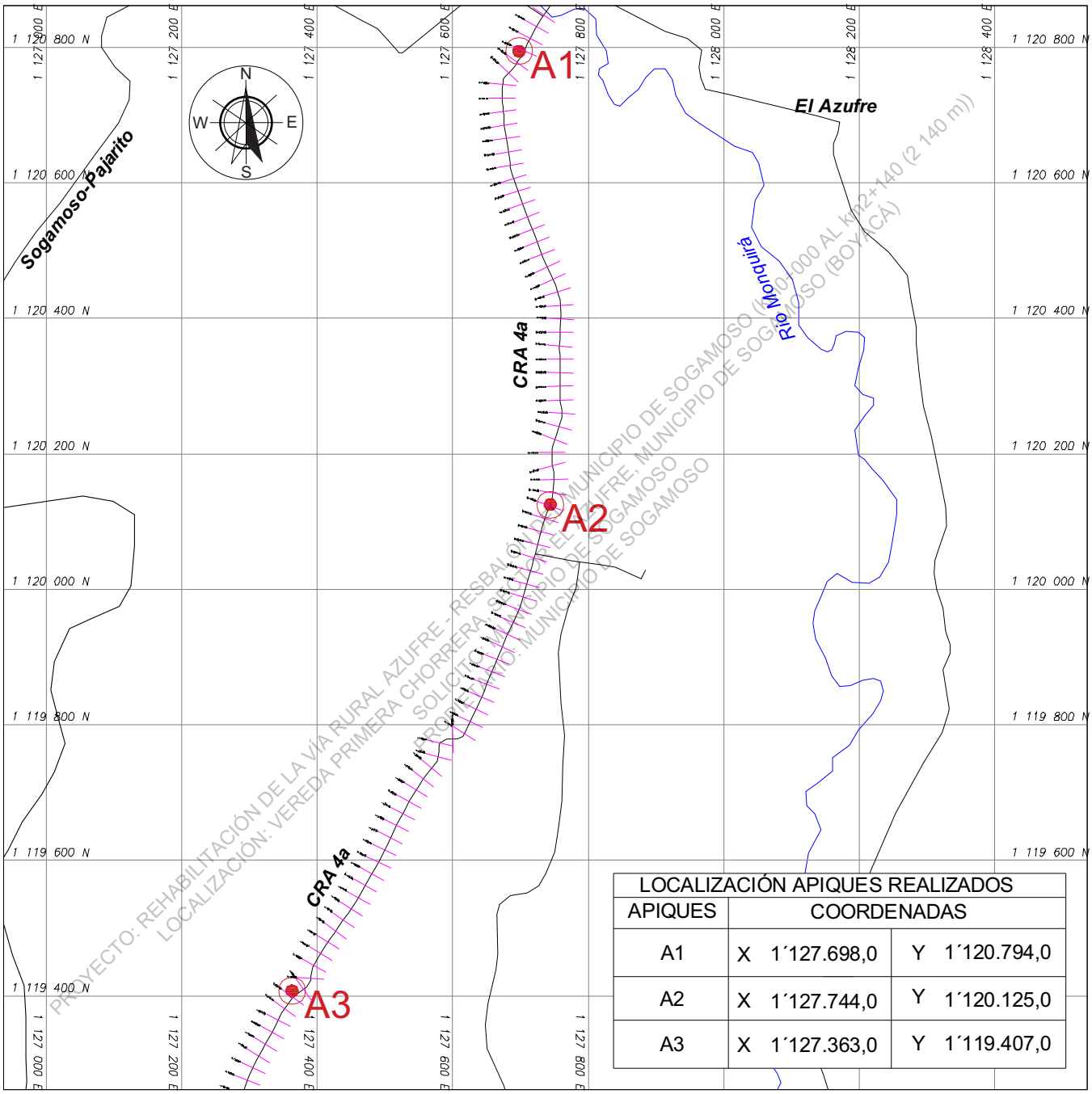
El tramo de vía del proyecto, no tiene adecuadas estructuras u obras de arte e hidráulicas como, sardineles, sumideros, cunetas, y alcantarillas, la topografía longitudinal en sentido del tramo de vía es inclinada con pendiente promedio de 9% hacia el costado nor-oriental del tramo de vía, y con pendiente 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

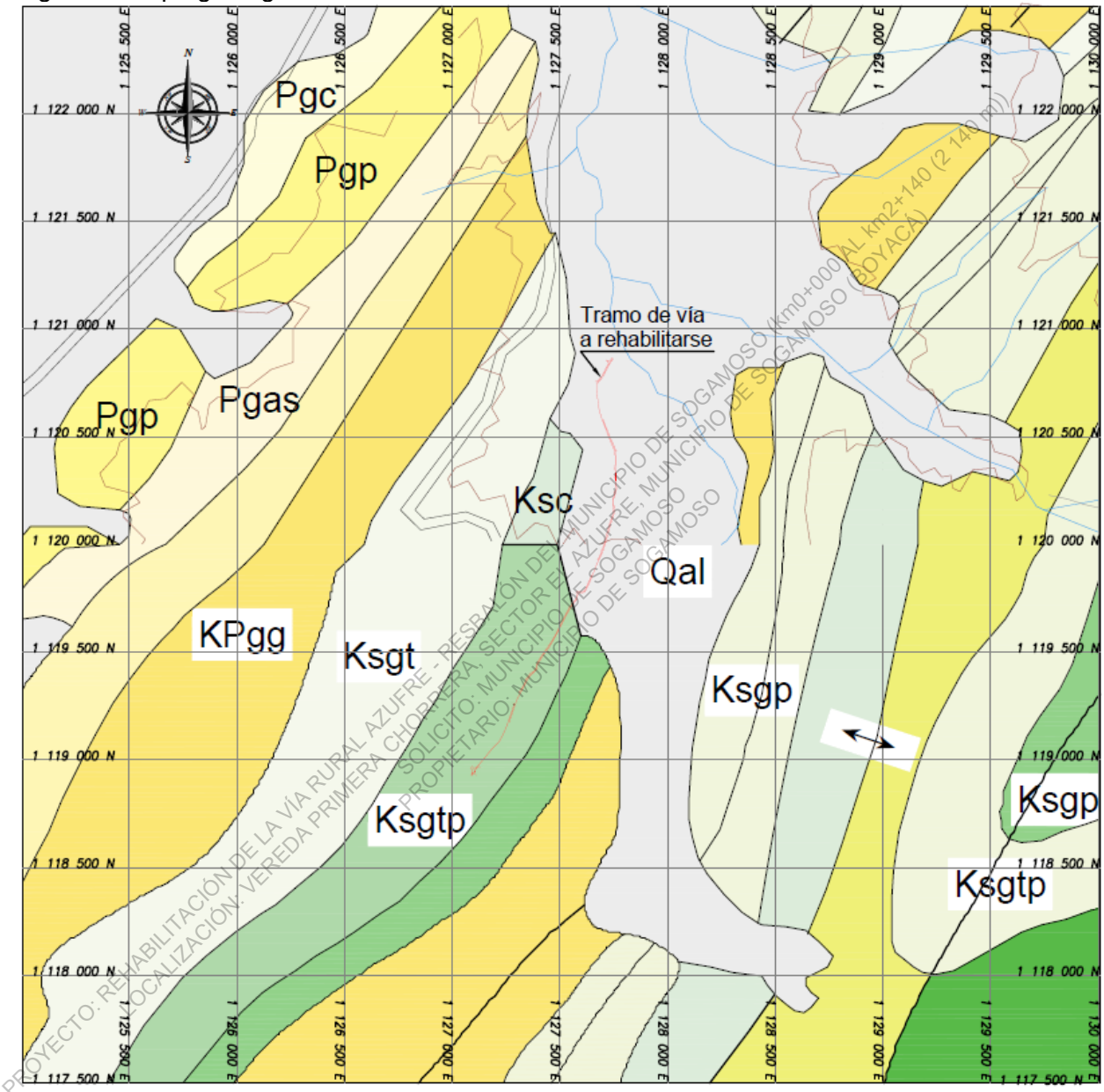
El fallamiento y fracturamiento de las rocas, presentan mayor intensidad en el sector oriental del valle de Sogamoso, se destaca la influencia de las fallas de Tópaga, Monguí, Gámeza y Monquirá, cuyos lineamientos siguen la dirección NE - SW, de tipo inverso.

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)

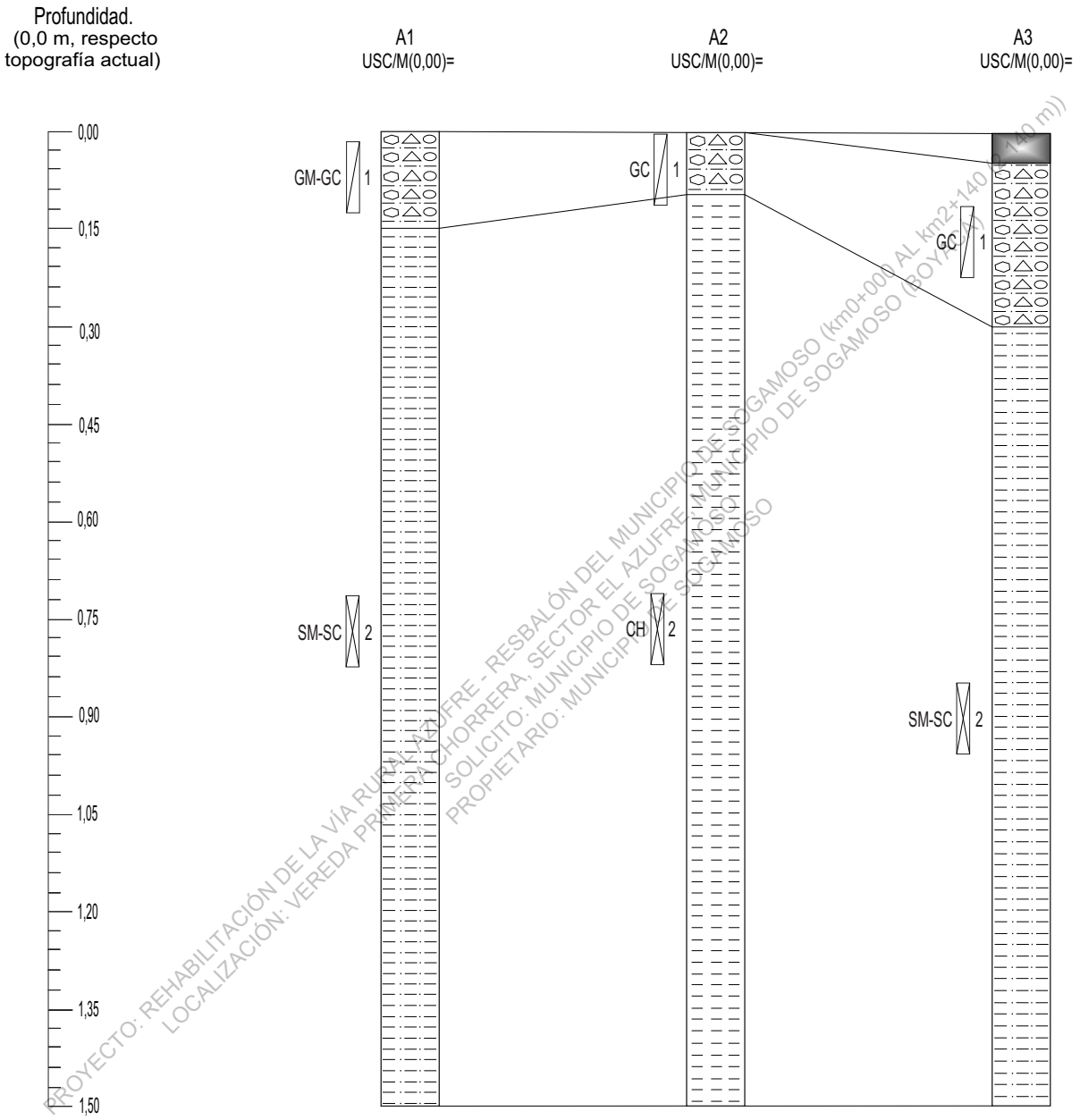
3.2 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO EXPLORADO

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 - RESBALOSO 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

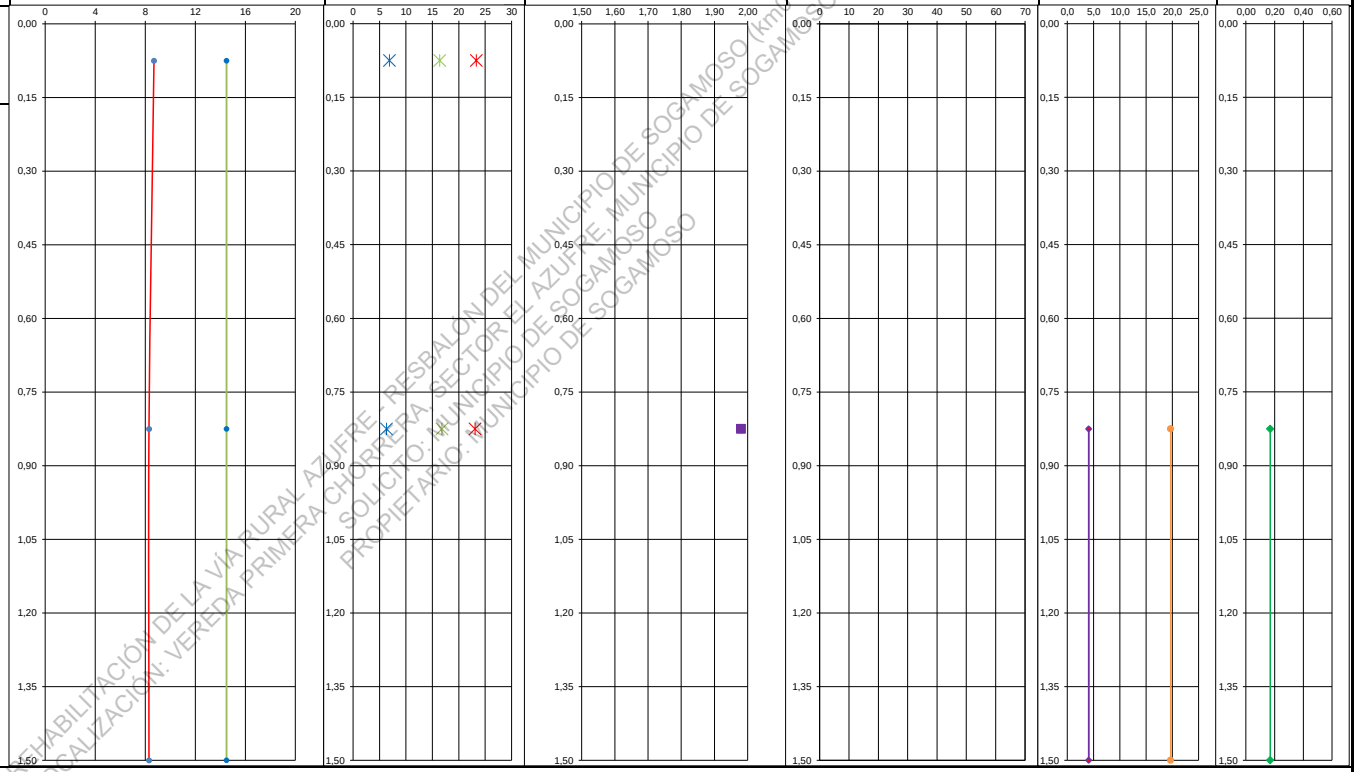
PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RETIRO AL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

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

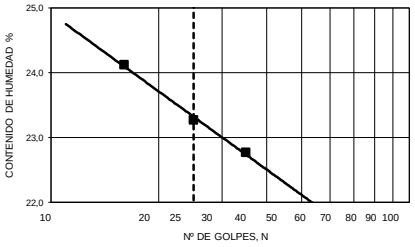
PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ).
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A1. MUESTRA: A1/M1. PROFUNDIDAD: 0,0 m - 0,15 m.
CAPA: AFIRMADO. FECHA: 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.

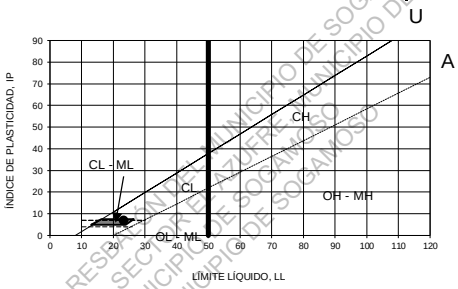
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

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

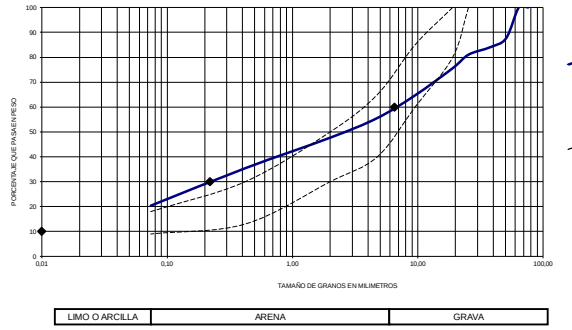




TAMIZADO								
MALLA		Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa	Norma % Que Pasa
No.	Dimension (mm)							
3	76,000	483,2		0,0	0,0	0,0	100,0	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5		0,0	0,0	0,0	100,0	(A-38)
2	50,800	472,9	750,5	277,6	12,3	12,3	87,7	
1 1/2	38,100	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

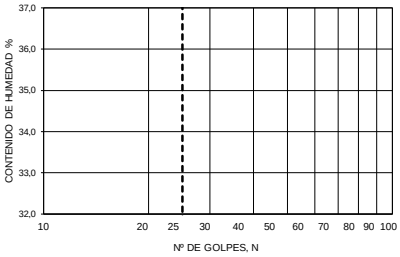
PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ).
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A1. MUESTRA: A1/M2. PROFUNDIDAD: 0,15 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO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

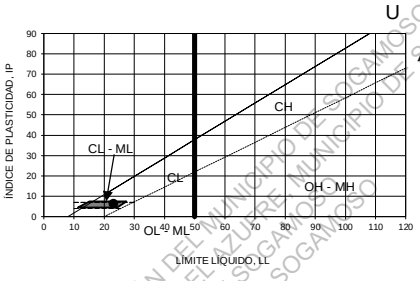
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

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

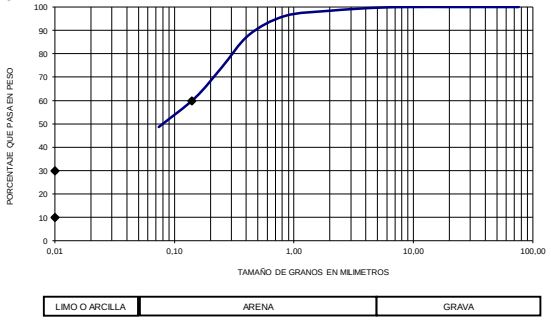
D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,14 CU: 14,00 CG: 0,07

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**	

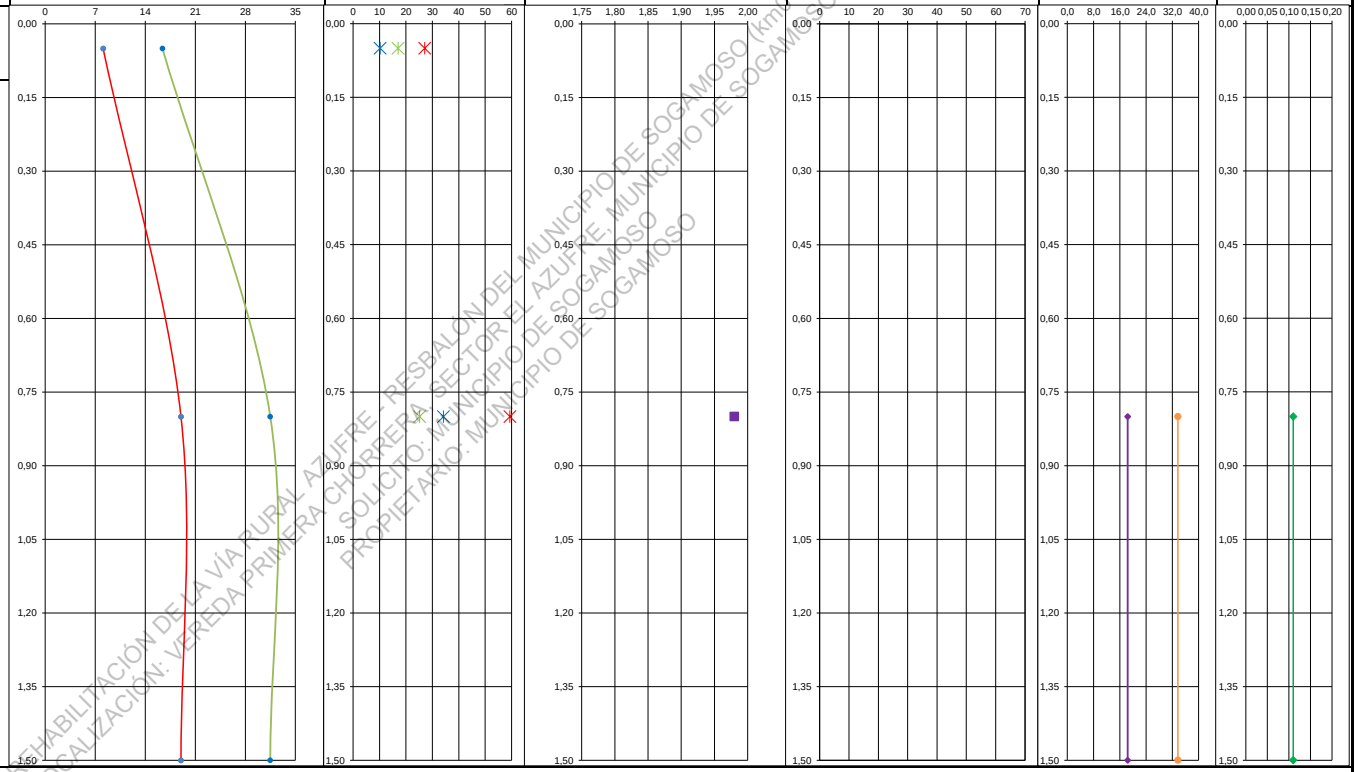
FIGURA 11. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

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.

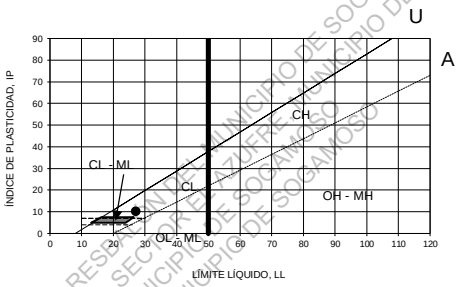
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

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	

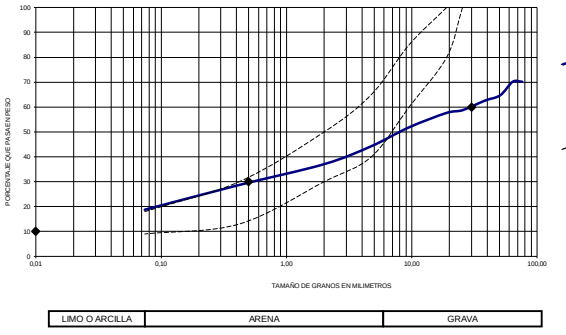
HUMEDAD NATURAL (HN):	8,1 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	16,4 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	27,1 %
LIMITE PLASTICO (LP):	17,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	10,2 %

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

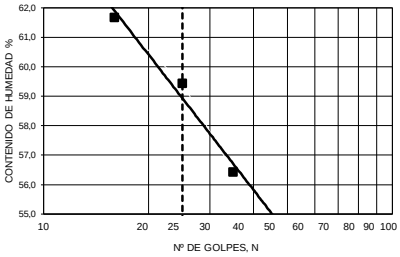
PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (BOYACÁ).
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A2. MUESTRA: A2/M2. PROFUNDIDAD: 0,1 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE O SUELO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

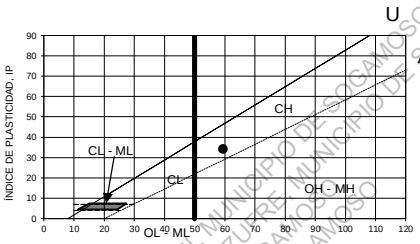
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

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



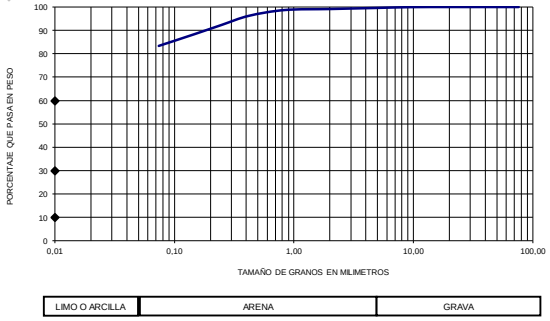


PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN, SOGAMOSO (K0+000 AL km2+140 (2 140 m))
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

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

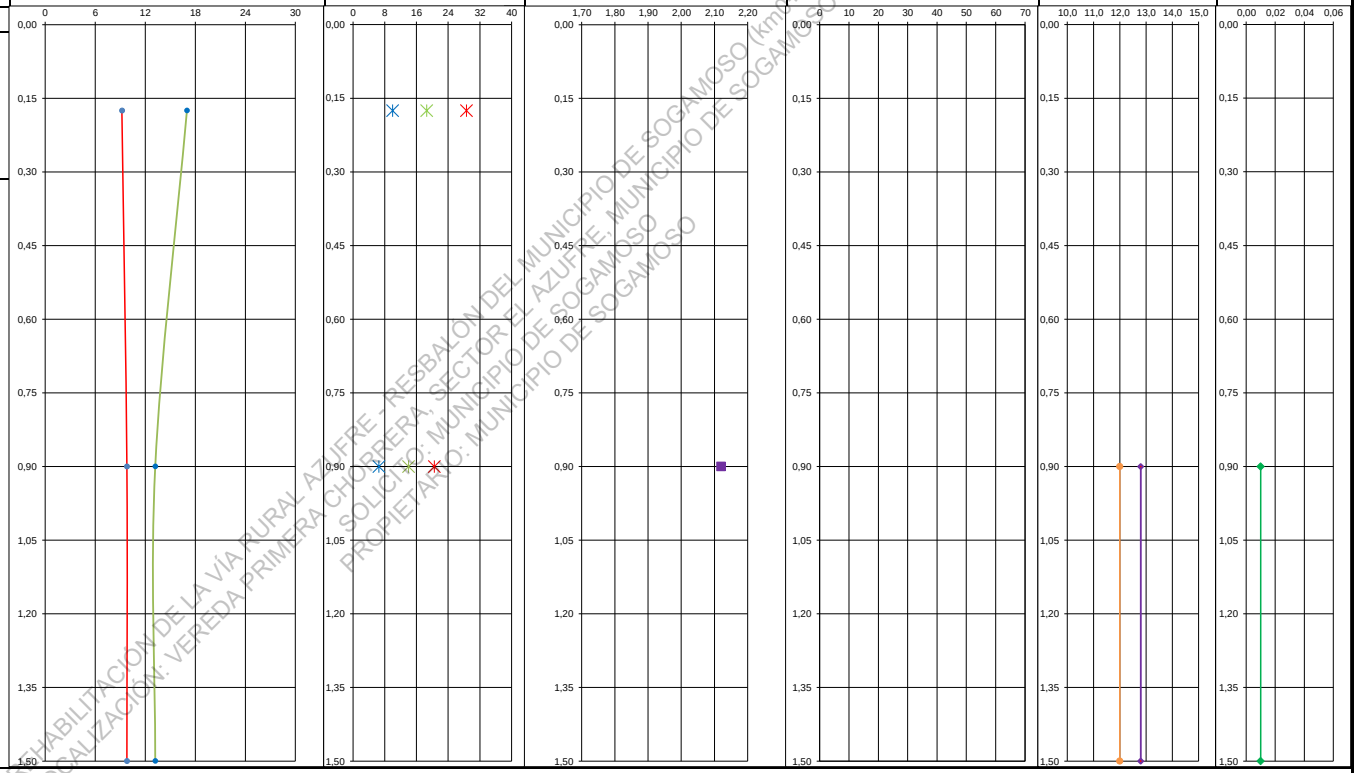
FIGURA 15. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

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.

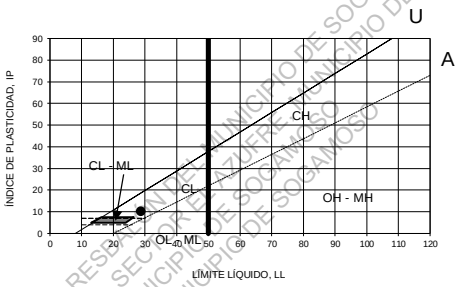
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

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

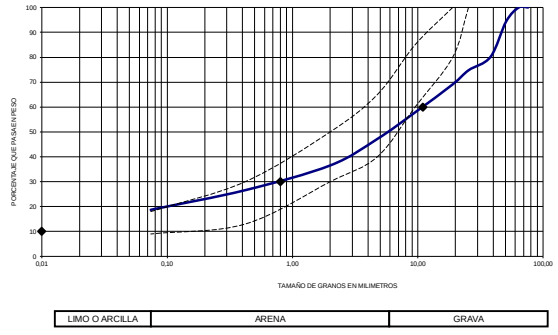




TAMIZADO								
MALLA		Peso	Peso	Peso	%	%Retenido	%	Norma
No.	Dimension (mm)	Malla (g)	Malla +Suelo	Suelo Rete(g)	Retenido	Acumulado	Pasa	% Que Pasa
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	(A-38)
2	50,800	472,9	597,9	125,0	5,6	5,6	94,4	
1 1/2	38,100	475,0	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

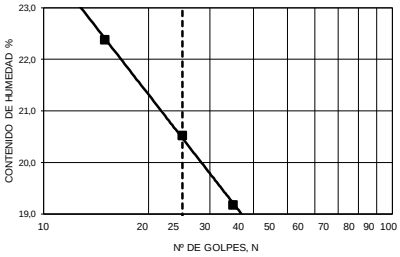
PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO,
LOCALIZACIÓN: VEREDA PRIMERA CHORRERA, SECTOR EL AZUFRE, SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
APIQUE: A3. MUESTRA: A3/M2. PROFUNDIDAD: 0,3 m - 1,5 m.
CAPA: SUBRASANTE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

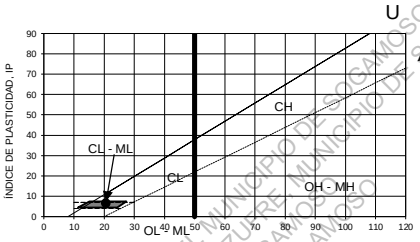
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

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

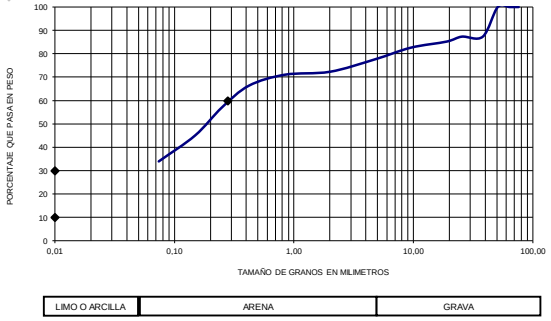
HUMEDAD NATURAL (HN):	9,8 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	13,2 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	20,5 %
LIMITE PLASTICO (LP):	14,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	6,5 %

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.

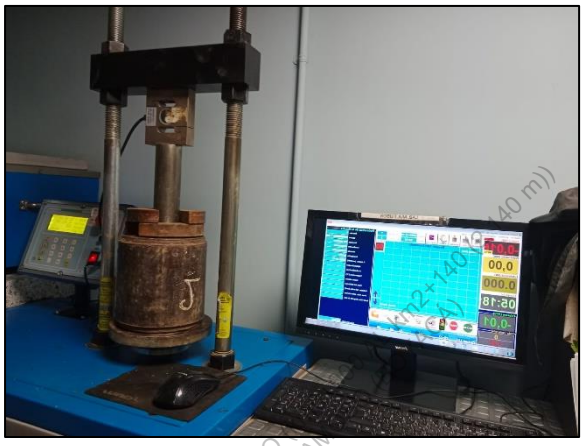


Fotos No. 5 y 6. Localización Apique 3. Abscisa 1+620,00.



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

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Yo Cipriano Beltrán Lemus, Ing. Geólogo Especialista en Geotécnia Vial, con MP. Nº 15223-36994 BYC presento el estudio de suelos para el proyecto denominado: **REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2 140 m)),** el cual ha sido elaborado teniendo en cuenta las normas NSR-10 y Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, adoptadas por el Ministerio de Transporte, y declaro que asumo la responsabilidad por perjuicios que a causa de ellos puedan deducirse, excepto cuando en la construcción de la presente obra sea utilizado un diseño que no concuerde con lo expuesto en las correspondientes memorias anexas y por una mala ejecución de este,

Atentamente,



CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
DIRECTOR DE CONSULTORÍA

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-2322964

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que CIPRIANO BELTRAN LEMUS, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 9525420, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA GEOLOGICA con MATRICULA PROFESIONAL 15223-36994 desde el 22 de Noviembre de 1990, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 124.

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 veintisiete (27) días del mes de Octubre del año dos mil veintitrés (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal 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.

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Yo Mónica Ximena Pérez Patiño, Ing. Geólogo con M. P Nº 15223-414988 BYC presento el estudio de suelos para el proyecto denominado: **REHABILITACIÓN DE LA VÍA RURAL AZUFRE - RESBALÓN DEL MUNICIPIO DE SOGAMOSO (km0+000 AL km2+140 (2 140 m)),** el cual ha sido elaborado teniendo en cuenta las normas NSR-10 y Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras del Instituto Nacional de Vías, adoptadas por el Ministerio de Transporte, y declaro que asumo la responsabilidad por perjuicios que a causa de ellos puedan deducirse, excepto cuando en la construcción de la presente obra sea utilizado un diseño que no concuerde con lo expuesto en las correspondientes memorias anexas y por una mala ejecución de este,

Atentamente,



MONICA XIMENA PÉREZ PATIÑO
Ingeniero Geólogo - Especialista en Geotécnia

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-2322968

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que MONICA XIMENA PEREZ PATIÑO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1057596529, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA GEOLOGICA con MATRICULA PROFESIONAL 15223-414988 desde el 21 de Febrero de 2019, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 256.

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 veintisiete (27) días del mes de Octubre del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal 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.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S

NIT 800.112.602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

O.S 32/23

PROYECTO: REHABILITACIÓN DE LA CARRERA 9A ENTRE CALLE 19A Y 20.

LOCALIZACIÓN: CARRERA 9A ENTRE CALLE 19A Y 20, MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

SOLICITO: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.

MUESTRA: BASE GRANULAR (BG-38) PROVEEDOR: CENTRAL DE TRITURADOS.

FECHA RECEPCIONADA EN LABORATORIO: 09 DE OCTUBRE DE 2023.

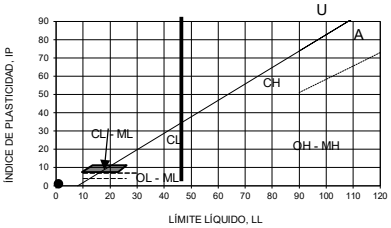
ENSAYOS REALIZADOS: 1 limite de atterberg y 1 granulometría lavada.

LIMITES DE ATTERBERG(I.N.V. E. - 125-13) Y ANALISIS GRANULOMETRICO. (I.N.V. E. - 123 -13).

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	0
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	0,0
Suelo seco + Cap. (g)	0,0
Peso cápsula (g)	0,00
Contenido de humedad (%)	0,00

Limite líquido		
15	25	35
490	44	30
25,7	30,67	35,62
23,02	27,44	31,87
7,33	7,25	7,14
17,08	16,00	15,16

Límite Plástico	
244	238
18,62	15,32
17,20	14,24
5,07	5,13
11,71	11,86



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	483,1	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	BASE
2 1/2	64,000	498,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	GRANULAR
2	50,800	472,9	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	BG-38
1 1/2	38,100	475,0	750,9	275,9	5,4	5,4	94,6	100
1	25,400	450,0	1 347,0	897,0	17,7	23,1	76,9	70 - 100
3/4	19,000	439,9	886,0	446,1	8,8	31,9	68,1	60 - 90
3/8	9,525	451,9	1 165,9	714,0	14,1	45,9	54,1	45 - 75
4	4,760	436,6	923,3	486,7	9,6	55,5	44,5	30 - 60
10	2,000	407,3	1 146,3	739,0	14,5	70,0	30,0	20 - 45
40	0,420	335,2	851,2	516,0	10,2	80,2	19,8	10 - 30
200	0,074	283,0	623,7	340,7	6,7	86,9	13,1	5 - 15
FONDO	0,000	257,6	262,4	4,8	13,1	100,0	0,0	

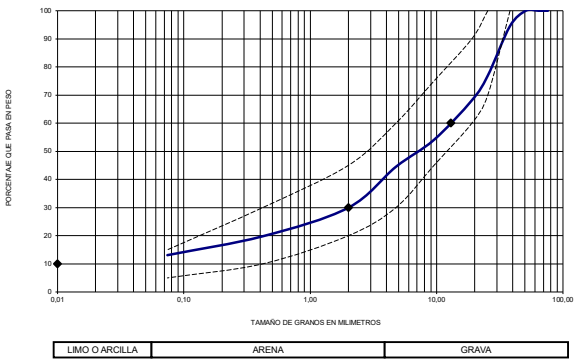
4420,2

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Re	5 439,4
Peso Suelo Total Lavado + Recipie	4 778,9
Peso Recipiente	358,7
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	5 080,7
Peso Suelo Seco Lavado	4 420,2

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	55,5
% ARENAS	31,4
% FINOS	13,1

D10: 0,01 D30: 2,00 D60: 13,00 CU: 1300,00 CG: 30,77



Curva Ensayo

Curva Norma

HUMEDAD NATURAL (HN):	0,0%
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	11,1%
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	16,0%
LÍMITE PLÁSTICO (LP):	11,8%
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	4,2%

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GM - GC

DESCRIPCION: Grava limo-arcillosa, mal gradada, color café, composición cuarzosa y forma subangular.

Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ

Director de Laboratorio

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800.112.602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

OS.51/21

PROYECTO: REHABILITACION DE LA CARRERA 9A ENTRE CALLE 19A Y 20.
LOCALIZACION: CARRERA 9A ENTRE CALLE 19A Y 20, MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
SOLICITO: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.
MUESTRA: BASE GRANULAR (BG-38) PROVEEDOR: CENTRAL DE TRITURADOS.
FECHA RECEPCIONADA EN LABORATORIO: 09 DE OCTUBRE DE 2023.
ENSAYOS REALIZADOS: 1 Desgaste en la máquina de los ángeles sin trituración.

RESISTENCIA AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES DE 37,5 mm (1 ½) Y MAYORES DE 19 mm (3/4") POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES
NORMA I.N.V. E - 218 Y 219 -13

GRADACIONES	A	B	C	D	E	F	G
No. de esferas	12	11	8	6	12	12	12
No. de revoluciones	500	500	500	500	1 000	1 000	1 000

TAMIZ		Pesos y granulometrías de la muesta para ensayo (g)						
PASA	RETENIDO							
2½"(64 mm)	2"(50,8 mm)					2 500 ± 50		
2"(50,8 mm)	1½"(38,1mm)					2 500 ± 50	5 000 ± 50	
1½"(38,1mm)	1"(25,4 mm)	1 250 ± 25				5 000 ± 50	5 000 ± 25	5 000 ± 25
1"(25,4 mm)	¾"(19 mm)	1 250 ± 25						5 000 ± 25
¾"(19 mm)	½"(12,7 mm)	1 250 ± 10	2 500 ± 10					
½"(12,7 mm)	3/8"(9,5mm)	1 250 ± 10	2 500 ± 10					
3/8"(9,5mm)	No.1/4 (6,3 mm)			2 500 ± 10				
No.1/4 (6,3 mm)	No.4(4,8 mm)			2 500 ± 10				
No.4(4,8 mm)	No. 8(2,4 mm)				5 000 ± 10			
TOTALES		5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	5 000 ± 10	10 000 ± 100	10 000 ± 75	10 000 ± 50

ENSAYO

Gradación usada	A
Condición de la muestra antes del ensayo	Seco
No. de revoluciones	500
Peso de la muestra seca antes del ensayo, Pa (g)	5 000
Peso de la muestra seca después del ensayo, Pb (g)	3 455
Pérdida, Pa - Pb (g)	1 545
PERDIDA DEL AGREGADO POR ABRASIÓN E IMPACTO (DESGASTE LOS ÁNGELES)	31%

Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Director de Laboratorio

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800.112.602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

O.S 32/23

PROYECTO: PARQUE INDUSTRIAL - CARRERA 11 D ENTRE CALLE 51-54.
LOCALIZACIÓN: CRA 11 D ENTRE CLL 51 Y 54, MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
SOLICITÓ: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.
FECHA DEL INFORME: 04 DE JULIO DE 2 023. INFORME No. 01.
ENSAYOS REALIZADOS: 29 resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
CILINDROS DE CONCRETO ELABORADOS POR: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO
NORMA NTC 673 - I.N.V.E 410 - 13

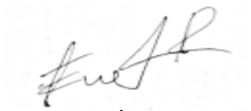
No. MUESTRA	LOCALIZACIÓN	RESISTENCIA NOMINAL (PSI)	Diametro cm	Altura cm	FECHA DE TOMA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	PESO g	DENSIDAD t/m^2	CARGA AXIAL kg	RESISTENCIA OBTENIDA A LA FECHA		PORCENTAJE CON RESPECTO A LA RESISTENCIA NOMINAL
											MPa	PSI	
39	K0+355 a K0+335 Lado Derecho	3 500	15,2	30,5	14-abr.-23	77 días	30-jun.-23	11 830	2,13	34 395	18,9	2 694	77%
40		3 500	15,2	30,5	14-abr.-23	77 días	30-jun.-23	12 260	2,21	36 353	19,9	2 847	81%
41		3 500	15,2	30,5	14-abr.-23	77 días	30-jun.-23	12 270	2,21	35 088	19,2	2 748	79%
42	K0+176 a K0+220 Lado Derecho	3 500	15,2	30,5	20-abr.-23	71 días	30-jun.-23	12 940	2,33	49 028	26,9	3 840	110%
43		3 500	15,2	30,5	20-abr.-23	71 días	30-jun.-23	12 750	2,29	47 957	26,3	3 756	107%
44		3 500	15,2	30,5	20-abr.-23	71 días	30-jun.-23	12 760	2,29	48 497	26,6	3 798	109%
45	K0+220 a K0+247 Lado Derecho	3 500	15,2	30,5	21-abr.-23	70 días	30-jun.-23	12 240	2,20	47 253	25,9	3 701	106%
46		3 500	15,2	30,5	21-abr.-23	70 días	30-jun.-23	12 260	2,21	46 203	25,3	3 618	103%
47		3 500	15,2	30,5	21-abr.-23	70 días	30-jun.-23	12 450	2,24	45 296	24,8	3 547	101%
48	K0+180 a K0+212 Lado Izquierdo	3 500	15,2	30,5	26-abr.-23	65 días	30-jun.-23	12 560	2,26	47 284	25,9	3 703	106%
49		3 500	15,2	30,5	26-abr.-23	65 días	30-jun.-23	12 800	2,30	48 661	26,7	3 811	109%
50		3 500	15,2	30,5	26-abr.-23	65 días	30-jun.-23	12 750	2,29	47 539	26,1	3 723	106%
51	K0+212 a K0+251 Lado Izquierdo	3 500	15,2	30,5	27-abr.-23	64 días	30-jun.-23	12 360	2,22	64 476	35,3	5 049	144%
52		3 500	15,2	30,5	27-abr.-23	64 días	30-jun.-23	12 460	2,24	60 122	33,0	4 708	135%
53		3 500	15,2	30,5	27-abr.-23	64 días	30-jun.-23	12 210	2,20	61 193	33,5	4 792	137%
54	K0+335 a K0+287 Lado Derecho	3 500	15,2	30,5	3-may.-23	58 días	30-jun.-23	11 190	2,01	64 191	35,2	5 027	144%
55		3 500	15,2	30,5	3-may.-23	58 días	30-jun.-23	11 190	2,01	61 825	33,9	4 842	138%
56		3 500	15,2	30,5	3-may.-23	58 días	30-jun.-23	12 100	2,18	62 549	34,3	4 898	140%
57	K0+247 a K0+267 Lado Derecho	3 500	15,2	30,5	4-may.-23	57 días	30-jun.-23	11 830	2,13	50 833	27,9	3 981	114%
58		3 500	15,2	30,5	4-may.-23	57 días	30-jun.-23	12 110	2,18	51 108	28,0	4 002	114%
59		3 500	15,2	20,3	4-may.-23	57 días	30-jun.-23	11 990	3,23	47 569	26,1	3 725	106%

No. MUESTRA	LOCALIZACIÓN	RESISTENCIA NOMINAL (PSI)	Diametro cm	Altura cm	FECHA DE TOMA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	PESO g	DENSIDAD t/m^2	CARGA AXIAL kg	RESISTENCIA OBTENIDA A LA FECHA		PORCENTAJE CON RESPECTO A LA RESISTENCIA NOMINAL
											MPa	PSI	
60	K0+251 a K0+271 Lado Izquierdo	3 500	15,2	30,5	19-may.-23	42 días	30-jun.-23	11 850	2,13	43 491	23,8	3 406	97%
61		3 500	15,2	30,5	19-may.-23	42 días	30-jun.-23	11 920	2,14	44 419	24,4	3 479	99%
62		3 500	15,2	30,5	19-may.-23	42 días	30-jun.-23	12 000	2,16	40 391	22,1	3 163	90%
63	K0+287 a K0+319 Lado Izquierdo	3 500	15,2	30,5	23-may.-23	38 días	30-jun.-23	12 120	2,18	43 521	23,9	3 408	97%
64		3 500	15,2	30,5	23-may.-23	38 días	30-jun.-23	12 120	2,18	43 909	24,1	3 439	98%
65		3 500	15,2	30,5	23-may.-23	38 días	30-jun.-23	12 220	2,20	44 368	24,3	3 475	99%
66	K0+271 a K0+287 Lado Izquierdo	3 500	15,2	30,5	22-jun.-23	8 días	30-jun.-23	12 990	2,34	33 100	18,1	2 592	74%
69	K0+267 a K0+287 Lado Derecho	3 500	15,2	30,5	27-jun.-23	7 días	4-jul.-23	12 760	2,29	30 571	16,8	2 394	68%

OBSERVACIONES:

1. Los resultados de ensayo tienen validez con referencia única y exclusiva sobre las muestra(s) que fueron recibidas en el laboratorio. La(s) muestra(s) a las que se refieren los datos reportados en este informe ha(n) sido proporcionados por el cliente. INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S. no es responsable del origen o fuente de dónde ha(n) sido tomada(s) la(s) muestra(s).
2. Está prohibida sin aprobación escrita del laboratorio cualquier alteración del contenido de este documento y/o reproducción, excepto en su totalidad.

En espera de sus valiosos comentarios y poderle servir en otra ocasión, cordialmente.



Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Director de Laboratorio

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800.112.602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

O.S 32/23

PROYECTO: PARQUE INDUSTRIAL - CARRERA 11 D ENTRE CALLE 51-54.
LOCALIZACIÓN: CRA 11 D ENTRE CLL 51 Y 54, MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
SOLICITÓ: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.
FECHA DEL INFORME: 25 DE JULIO DE 2 023. INFORME No. 02.
ENSAYOS REALIZADOS: 4 resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
CILINDROS DE CONCRETO ELABORADOS POR: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO
NORMA NTC 673 - I.N.V.E 410 - 13

No. MUESTRA	LOCALIZACIÓN	RESISTENCIA NOMINAL (PSI)	Diametro cm	Altura cm	FECHA DE TOMA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	PESO g	DENSIDAD t/m^2	CARGA AXIAL kg	RESISTENCIA OBTENIDA A LA FECHA		PORCENTAJE CON RESPECTO A LA RESISTENCIA NOMINAL
											MPa	PSI	
67	K0+271 a K0+287 Lado Izquierdo	3 500	15,2	30,5	22-jun.-23	14 días	6-jul.-23	13 020	2,34	31 825	17,4	2 492	71%
68		3 500	15,2	30,5	22-jun.-23	28 días	20-jul.-23	12 930	2,33	40 330	22,1	3 158	90%
70	K0+267 a K0+287 Lado Derecho	3 500	15,2	30,5	27-jun.-23	14 días	11-jul.-23	12 820	2,31	36 822	20,2	2 884	82%
71		3 500	15,2	30,5	27-jun.-23	28 días	25-jul.-23	12 800	2,30	40 860	22,4	3 200	91%

OBSERVACIONES:
1. Los resultados de ensayo tienen validez con referencia única y exclusiva sobre las muestra(s) que fueron recibidas en el laboratorio. La(s) muestra(s) a las que se refieren los datos reportados en este informe ha(n) sido proporcionados por el cliente. INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S. no es responsable del origen o fuente de dónde ha(n) sido tomada(s) la(s) muestra(s).
2. Está prohibida sin aprobación escrita del laboratorio cualquier alteración del contenido de este documento y/o reproducción, excepto en su totalidad.

En espera de sus valiosos comentarios y poderle servir en otra ocasión, cordialmente.

Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Director de Laboratorio

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800.112.602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

O.S 32/23

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ANDENES, SECTOR SUGAMUXI.
LOCALIZACIÓN: TRANSVERSAL SEPTIMA, SECTOR CAPITANCITOS Y DIAGONAL 6F, MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
SOLICITÓ: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.
FECHA DEL INFORME: 24 DE OCTUBRE DE 2 023. INFORME No. 01.
ENSAYOS REALIZADOS: 02 resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
CILINDROS DE CONCRETO ELABORADOS POR: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO
NORMA NTC 673 - I.N.V.E 410 - 13

No. MUESTRA	LOCALIZACIÓN	RESISTENCIA NOMINAL (PSI)	Diametro cm	Altura cm	FECHA DE TOMA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	PESO g	DENSIDAD t/m^2	CARGA AXIAL kg	RESISTENCIA OBTENIDA A LA FECHA		PORCENTAJE CON RESPECTO A LA RESISTENCIA NOMINAL
											MPa	PSI	
1	Concreto Andenes	3 500	15,2	30,5	17-oct.-23	7 días	24-oct.-23	12 460	2,24	9 952	5,5	779	22%
2		3 500	15,2	30,5	17-oct.-23	7 días	24-oct.-23	12 970	2,33	10 116	5,5	792	23%

OBSERVACIONES:
1. Los resultados de ensayo tienen validez con referencia única y exclusiva sobre las muestra(s) que fueron recibidas en el laboratorio. La(s) muestra(s) a las que se refieren los datos reportados en este informe ha(n) sido proporcionados por el cliente. INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S. no es responsable del origen o fuente de dónde ha(n) sido tomada(s) la(s) muestra(s).
2. Está prohibida sin aprobación escrita del laboratorio cualquier alteración del contenido de este documento y/o reproducción, excepto en su totalidad.

En espera de sus valiosos comentarios y poderle servir en otra ocasión, cordialmente.

Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Director de Laboratorio

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800.112.602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

O.S 32/23

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ANDENES, SECTOR SUGAMUXI.
LOCALIZACIÓN: TRANSVERSAL SEPTIMA, SECTOR CAPITANCITOS Y DIAGONAL 6F, MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
SOLICITÓ: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.
FECHA DEL INFORME: 17 DE NOVIEMBRE DE 2 023. INFORME No. 02.
ENSAYOS REALIZADOS: 02 resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
CILINDROS DE CONCRETO ELABORADOS POR: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO
NORMA NTC 673 - I.N.V.E 410 - 13

No. MUESTRA	LOCALIZACIÓN	RESISTENCIA NOMINAL (PSI)	Diametro cm	Altura cm	FECHA DE TOMA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	PESO g	DENSIDAD t/m^2	CARGA AXIAL kg	RESISTENCIA OBTENIDA A LA FECHA		PORCENTAJE CON RESPECTO A LA RESISTENCIA NOMINAL
											MPa	PSI	
3	Concreto Andenes	3 500	15,2	30,5	17-oct.-23	28 días	14-nov.-23	12 880	2,32	11 727	6,4	918	26%
4	Concreto Andenes	3 500	15,2	30,5	20-oct.-23	28 días	17-nov.-23	12 910	2,32	11 278	6,2	883	25%

OBSERVACIONES:
1. Los resultados de ensayo tienen validez con referencia única y exclusiva sobre las muestra(s) que fueron recibidas en el laboratorio. La(s) muestra(s) a las que se refieren los datos reportados en este informe ha(n) sido proporcionados por el cliente. INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S. no es responsable del origen o fuente de dónde ha(n) sido tomada(s) la(s) muestra(s).
2. Está prohibida sin aprobación escrita del laboratorio cualquier alteración del contenido de este documento y/o reproducción, excepto en su totalidad.

En espera de sus valiosos comentarios y poderle servir en otra ocasión, cordialmente.

Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Director de Laboratorio

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800.112.602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

O.S 32/23

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ANDENES, SECTOR SUGAMUXI.
LOCALIZACIÓN: TRANSVERSAL SEPTIMA, SECTOR CAPITANCITOS Y DIAGONAL 6F, MUNICIPIO DE SOGAMOSO, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.
SOLICITÓ: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.
FECHA DEL INFORME: 15 DE DICIEMBRE DE 2 023. INFORME No. 03.
ENSAYOS REALIZADOS: 01 resistencia a la compresión de cilindros de concreto.
CILINDROS DE CONCRETO ELABORADOS POR: ALCALDIA MUNICIPAL DE SOGAMOSO.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS DE CONCRETO
NORMA NTC 673 - I.N.V.E 410 - 13

No. MUESTRA	LOCALIZACIÓN	RESISTENCIA NOMINAL (PSI)	Diametro cm	Altura cm	FECHA DE TOMA	DIAS DE CURADO	FECHA DE ROTURA	PESO g	DENSIDAD t/m^2	CARGA AXIAL kg	RESISTENCIA OBTENIDA A LA FECHA		PORCENTAJE CON RESPECTO A LA RESISTENCIA NOMINAL
											MPa	PSI	
3	Concreto Andenes	3 500	15,2	30,5	20-oct.-23	56 días	15-dic.-23	12 980	2,33	15 143	8,3	1 186	34%

OBSERVACIONES:
1. Los resultados de ensayo tienen validez con referencia única y exclusiva sobre las muestra(s) que fueron recibidas en el laboratorio. La(s) muestra(s) a las que se refieren los datos reportados en este informe ha(n) sido proporcionados por el cliente. INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S. no es responsable del origen o fuente de dónde ha(n) sido tomada(s) la(s) muestra(s).
2. Está prohibida sin aprobación escrita del laboratorio cualquier alteración del contenido de este documento y/o reproducción, excepto en su totalidad.

En espera de sus valiosos comentarios y poderle servir en otra ocasión, cordialmente.

Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Director de Laboratorio

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800.112.602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

OS. 32/23

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN CARRERA 21 CON CALLE 27.
LOCALIZACIÓN: CARRERA 21 CON CALLE 27.
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO.
MUESTRA: BASE GRANULAR (BG-38).
ENSAYOS REALIZADOS: 4 densidades con densímetro nuclear.
FECHA DE TOMA: 10 DE AGOSTO DE 2 023.
ENSAYOS TOMADOS EN OBRA POR: INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S.

DENSIDAD DEL SUELO Y DEL SUELO-AGREGADO EN EL TERRENO MEDIANTE MÉTODOS NUCLEARES
(Profundidad Reducida)
I.N.V. E – 164 – 13

DE SI DAD	LOCALIZACION	PRO FUN DIDAD (cm)	TIEMPO DE CONTEO (s)	% HUME DAD OPTIMA	% HUMEDAD EN EL TERRENO	DENSIDAD SECA MAX. LABORAT. (g/cm^3)	DENSIDAD SECA EN EL TERRENO (g/cm^3)	% DE COMPAC TACION
D1	K0+150 CI	15	60	6,50	5,2	2,253	2,15	95
D2	K0+200 CD	15	60	6,50	4,5	2,253	2,10	93
D3	K0+230 CI	15	60	6,50	5,5	2,253	2,10	93
D4	K0+219 CD	15	60	6,50	6,5	2,253	2,15	95

OBSERVACIONES:
1. El dato de la Densidad seca máxima de laboratorio(proctor) fué suministrado por el contratista.
2. Está prohibida sin aprobación escrita del laboratorio cualquier alteración del contenido de este documento y/o reproducción, excepto en su totalidad.



Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Director de Laboratorio

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800.112.602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

OS. 32/23

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN CARRERA 21 CON CALLE 27.
LOCALIZACIÓN: CARRERA 21 CON CALLE 27.
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO.
MUESTRA: BASE GRANULAR (BG-38).
ENSAYOS REALIZADOS: 2 densidades con densímetro nuclear.
FECHA DE TOMA: 17 DE AGOSTO DE 2 023.
ENSAYOS TOMADOS EN OBRA POR: INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S.

DENSIDAD DEL SUELO Y DEL SUELO-AGREGADO EN EL TERRENO MEDIANTE MÉTODOS NUCLEARES
(Profundidad Reducida)
I.N.V. E – 164 – 13

DE SI DAD	LOCALIZACION	PRO FUN DIDAD (cm)	TIEMPO DE CONTEO (s)	% HUME DAD OPTIMA	% HUMEDAD EN EL TERRENO	DENSIDAD SECA MAX. LABORAT. (g/cm^3)	DENSIDAD SECA EN EL TERRENO (g/cm^3)	% DE COMPAC TACION
D1	K0+230 CI	15	60	6,50	5,2	2,253	2,27	101
D2	K0+219 CD	15	60	6,50	4,5	2,253	2,37	105

OBSERVACIONES:
1. El dato de la Densididad seca máxima de laboratorio(proctor) fué suministrado por el contratista.
2. Está prohibida sin aprobación escrita del laboratorio cualquier alteración del contenido de este documento y/o reproducción, excepto en su totalidad.

Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Director de Laboratorio

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800.112.602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

OS. 32/23

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN CARRERA 5D ENTRE TRANSVERSAL 7 Y CALLE 3.
LOCALIZACIÓN: CRA 5D ENTRE TRANSVERSAL 7 Y CLL 3, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO.
MUESTRA: BASE GRANULAR (BG-38).
ENSAYOS REALIZADOS: 4 densidades con densímetro nuclear.
FECHA DE TOMA: 20 DE SEPTIEMBRE DE 2 023.
ENSAYOS TOMADOS EN OBRA POR: INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S.

DENSIDAD DEL SUELO Y DEL SUELO-AGREGADO EN EL TERRENO MEDIANTE MÉTODOS NUCLEARES
(Profundidad Reducida)
I.N.V. E – 164 – 13

DE SI DAD	LOCALIZACION	PRO FUN DIDAD (cm)	TIEMPO DE CONTEO (s)	% HUME DAD OPTIMA	% HUMEDAD EN EL TERRENO	DENSIDAD SECA MAX. LABORAT. (g/cm^3)	DENSIDAD SECA EN EL TERRENO (g/cm^3)	% DE COMPAC TACION
D1	K0+100 CD	10	60	6,50	4,1	2,253	2,10	93
D2	K0+060 EJE	10	60	6,50	4,2	2,253	2,15	95
D3	K0+020 CI	10	60	6,50	3,3	2,253	2,25	100
D4	K0+010 CI	10	60	6,50	4,3	2,253	2,20	98

OBSERVACIONES:
1. El dato de la Densidad seca máxima de laboratorio(proctor) fué suministrado por el contratista.
2. Está prohibida sin aprobación escrita del laboratorio cualquier alteración del contenido de este documento y/o reproducción, excepto en su totalidad.



Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Director de Laboratorio

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800.112.602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

OS. 32/23

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN CARRERA 5D ENTRE TRANSVERSAL 7 Y CALLE 3.
LOCALIZACIÓN: CRA 5D ENTRE TRANSVERSAL 7 Y CLL 3, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO.
MUESTRA: BASE GRANULAR (BG-38).
ENSAYOS REALIZADOS: 3 densidades con densímetro nuclear.
FECHA DE TOMA: 22 DE SEPTIEMBRE DE 2 023.
ENSAYOS TOMADOS EN OBRA POR: INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S.

DENSIDAD DEL SUELO Y DEL SUELO-AGREGADO EN EL TERRENO MEDIANTE MÉTODOS NUCLEARES
(Profundidad Reducida)
I.N.V. E – 164 – 13

DENSIDAD	LOCALIZACION	PROFUNDIDAD (cm)	TIEMPO DE CONTEO (s)	% HUMEDAD OPTIMA	% HUMEDAD EN EL TERRENO	DENSIDAD SECA MAX. LABORAT. (g/cm^3)	DENSIDAD SECA EN EL TERRENO (g/cm^3)	% DE COMPACTACION
D1	K0+100 CD	15	60	6,50	4,1	2,253	2,17	96
D2	K0+060 EJE	15	60	6,50	4,2	2,253	2,18	97
D3	K0+020 CI	15	60	6,50	3,3	2,253	2,28	101

OBSERVACIONES:
1. El dato de la Densididad seca máxima de laboratorio(proctor) fué suministrado por el contratista.
2. Está prohibida sin aprobación escrita del laboratorio cualquier alteración del contenido de este documento y/o reproducción, excepto en su totalidad.

Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Director de Laboratorio

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S
NIT 800.112.602 - 7
CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS – PAVIMENTOS

OS. 32/23

PROYECTO: PAVIMENTACIÓN CALLE 8 CON CARRERA 19A.
LOCALIZACIÓN: CALLE 8 CON CARRERA 19A, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDIA DE SOGAMOSO.
MUESTRA: BASE GRANULAR (BG-38).
ENSAYOS REALIZADOS: 2 densidades con densímetro nuclear.
FECHA DE TOMA: 05 DE DICIEMBRE DE 2 023.
ENSAYOS TOMADOS EN OBRA POR: INGENIERÍA Y GEOLOGÍA S.A.S.

DENSIDAD DEL SUELO Y DEL SUELO-AGREGADO EN EL TERRENO MEDIANTE MÉTODOS NUCLEARES
(Profundidad Reducida)
I.N.V. E – 164 – 13

DENSIDAD	LOCALIZACION	PROFUNDIDAD (cm)	TIEMPO DE CONTEO (s)	% HUMEDAD OPTIMA	% HUMEDAD EN EL TERRENO	DENSIDAD SECA MAX. LABORAT. (g/cm^3)	DENSIDAD SECA EN EL TERRENO (g/cm^3)	% DE COMPACTACION
D1	K0+006	15	60	6,50	3,2	2,253	2,17	96
D2	K0+020	15	60	6,50	3,4	2,253	2,25	100

OBSERVACIONES:
1. El dato de la Densididad seca máxima de laboratorio(proctor) fué suministrado por el contratista.
2. Está prohibida sin aprobación escrita del laboratorio cualquier alteración del contenido de este documento y/o reproducción, excepto en su totalidad.



Ing. EDWIN GERMAN ÁLVAREZ RODRÍGUEZ
Director de Laboratorio

Concrelab
MEDICIÓN CONFIABLE

ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025:2017
14-LAC-055

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	**2091F**
PAGINAS: Pages	1 de 4
FECHA DE EXPEDICION: Expedition date	2023-07-08

INSTRUMENTO: Instrument	**MAQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN - CORTE DIRECTO**
FABRICANTE DEL MARCO: Frame Manufacturer	PINZUAR
MODELO DEL MARCO: Frame Model	PS - 107D
NÚMERO DE SERIE DEL MARCO: Frame Serial Number	193
CÓDIGO DEL MARCO: Frame Code	NO PORTA
CAPACIDAD MÁXIMA: Maximum Capacity	**2,5 kN**
SOLICITANTE: Customer	**INGENIERIA Y GEOLOGIA SAS**
DIRECCIÓN, CIUDAD: Address	CARRERA 11 No. 25 35 / SOGAMOSO - BOYACÁ
SITIO DE CALIBRACIÓN: Site calibration	LABORATORIO
FECHA DE CALIBRACIÓN: Date of calibration	2023-06-27 (aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Cuatro(4)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.
This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.
The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results,

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.
The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.
The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.
This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS :
Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approbed By

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	**2091F**
PAGINAS: Pages	2 de 4
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2023-07-08

MARCO NORMATIVO	
MÉTODO DE MEDICIÓN Method of measurement:	Fuerza Indicada Constante
NORMA TÉCNICA Standard :	NTC/ISO 7500-1: 2007-07-25
INTERVALO CALIBRADO Calibration Interval:	0,5 kN a 2,5 kN

INDICADOR DEL MENSURANDO	
TIPO DE INDICACIÓN (Type):	DIGITAL
FABRICANTE (Manufacter):	PINZUAR
MODELO (Model):	PS - 107D
NÚMERO DE SERIE (Serial Number):	193
CÓDIGO (Code):	NO PORTA

TRANSDUCTOR DEL MENSURANDO	
FABRICANTE (Manufacter) :	NO PORTA
MODELO (Model):	NO PORTA
NÚMERO DE SERIE (Serial Number):	NO PORTA
CÓDIGO (Code):	NO PORTA

1. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

Dirección de Carga:	COMPRESIÓN			**Resolución:**	0,001 **kN**	
Indicación del Mensurando kN	**Indicación del Instrumento Patrón (unidades)**				**kN**	
	Lectura 1 (L1)	**Lectura 2 (L2)**	**Lectura 3 (L3)**	**Lectura Accesorios (L4)**	**Lectura (L2´)**	**Promedio**
0,500	0,501	0,502	0,502	-	-	0,5015
0,750	0,752	0,753	0,752	-	-	0,7525
1,000	1,004	1,005	1,005	-	-	1,0043
1,250	1,254	1,255	1,256	-	-	1,2550
1,500	1,505	1,506	1,505	-	-	1,5057
1,750	1,756	1,755	1,755	-	-	1,7550
2,000	2,006	2,007	2,009	-	-	2,0074
2,250	2,254	2,256	2,258	-	-	2,2564
2,500	2,507	2,508	2,507	-	-	2,5071
Indicación residual de la maquina kN	0,000	0,000	0,000	-	-	

IND (kN)	Errores calculados e incertidumbre (% de lectura)						Errores calculados e incertidumbre (kN)						k
	a*	q*	b*	v*	Acc	U	a*	q*	b*	v*	Acc	U	
0,50	2,00E-01	-0,30	0,19	-	-	0,38	1,0000E-03	-0,0015	0,0010	-	-	0,0019	1,98
0,75	1,33E-01	-0,33	0,10	-	-	0,36	1,0000E-03	-0,0025	0,0007	-	-	0,0027	1,97
1,00	1,00E-01	-0,43	0,09	-	-	0,35	1,0000E-03	-0,0043	0,0009	-	-	0,0035	1,97
1,25	8,00E-02	-0,40	0,16	-	-	0,36	1,0000E-03	-0,0050	0,0020	-	-	0,0045	1,97
1,50	6,67E-02	-0,38	0,06	-	-	0,35	1,0000E-03	-0,0057	0,0009	-	-	0,0052	1,97
1,75	5,71E-02	-0,29	0,06	-	-	0,35	1,0000E-03	-0,0050	0,0010	-	-	0,0061	1,97
2,00	5,00E-02	-0,37	0,15	-	-	0,35	1,0000E-03	-0,0074	0,0029	-	-	0,0071	1,97
2,25	4,44E-02	-0,28	0,18	-	-	0,36	1,0000E-03	-0,0064	0,0040	-	-	0,0081	1,97
2,50	4,00E-02	-0,28	0,04	-	-	0,34	1,0000E-03	-0,0071	0,0009	-	-	0,0086	1,97
fo	0,00						*fo*	0,0000					

Notas:

a*: Resolución Relativa — q*: Error relativo de Exactitud — Acc : Accesorios

v*: Error Relativo de Reversibilidad — fo*: Error Relativo de Cero (%) — b*: Error Relativo de Repetibilidad

U: Incertidumbre Expandida — K: Factor de Cobertura — IND: Indicación del Mensurando

2. TEMPERATURA DURANTE LA CALIBRACIÓN (°C):

	Lectura 1 (L1)	Lectura 2 (L2)	Lectura 3 (L3)	Lectura Accesorios (L4)	Lectura (L2´)
T. Inicial	25,4	25,5	25,3	-	-
T. Final	25,3	25,4	25,5	-	-

3. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN:

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

4. TRAZABILIDAD AL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (S.I.):

El laboratorio de metrología de Concrelab S.A.S establece y mantiene la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones, por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, realizadas por laboratorios acreditados o institutos nacionales de metrología, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición, vinculándose con la referencia apropiada nacional o internacional y asegurando que los resultados de la medición son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

TRAZABILIDAD METROLÓGICA					
CAPACIDAD DE MEDICIÓN	**SERIE**	**MODELO**	**CLASE**	**CERTIFICADO**	**VIGENTE HASTA**
5 kN	071730628	Z30A	0,0	5210	2023-08-04
(0 a 50) ° C	AG.42180	PHB-318	NO APLICA	CLT 45923	2024-02-27

5. OBSERVACIONES:

1. La máquina de ensayo debe ser calibrada inmediatamente después de cualquier reparación del sistema eléctrico o mecánico ya que esto afecta la operación del sistema de medida.
2. CONCRELAB S.A.S., puede abstenerse de expedir un certificado cuando por características técnicas que considere que el equipo no es apto para ser calibrado.
3. Fuente de los factores de conversión NIST 811.

--FIN DEL CERTIFICADO--

ISO/IEC 17025:2017
14-LAC-055

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	**2093F**
PAGINAS: Pages	1 de 4
FECHA DE EXPEDICION: Expedition date	2023-07-08

INSTRUMENTO: Instrument	**MAQUINA DE ENSAYO A COMPRESIÓN**
FABRICANTE DEL MARCO: Frame Manufacturer	PINZUAR
MODELO DEL MARCO: Frame Model	PC - 42 - D
NÚMERO DE SERIE DEL MARCO: Frame Serial Number	123
CÓDIGO DEL MARCO: Frame Code	NO PORTA
CAPACIDAD MÁXIMA: Maximum Capacity	**1000 kN**
SOLICITANTE: Customer	**INGENIERIA Y GEOLOGIA SAS**
DIRECCIÓN, CIUDAD: Address	CARRERA 11 No. 25 35 / SOGAMOSO - BOYACÁ
SITIO DE CALIBRACIÓN: Site calibration	LABORATORIO
FECHA DE CALIBRACIÓN: Date of calibration	2023-06-27 (aaaa-mm-dd)

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: Cuatro(4)
Number of pages of this certificate and Documents Attached

Este certificado se expide de acuerdo con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025:2017.
This certificate is issued in accordance with the requirements of the ISO/IEC 17025:2017 standard.

Los resultados incluidos en este certificado, se relacionan únicamente con el ítem suministrado por el cliente, momento y condiciones de la calibración. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de estos resultados.
The results included in this certificate relate only to the item supplied by the customer, time and conditions of the calibration. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may arise from the inappropriate use of these results,

El laboratorio no fue responsable de la etapa de muestreo, por lo tanto, los resultados se aplican al ítem como se recibió.
The laboratory was not responsible for the testing stage, therefore the results apply to the item as received.

El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el certificado, excepto cuando ésta sea suministrada por el cliente.
The laboratory is responsible for all the information provided in the certificate, except when it is provided by the client.

El presente certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita de CONCRELAB S.A.S., con el fin de asegurar que partes del mismo, no se saquen de contexto.
This certificate may not be partially reproduced without the written approval of CONCRELAB S.A.S., in order to ensure that parts of it are not taken out of context.

FIRMAS AUTORIZADAS :
Authorized signatures

Revisado por - Checked By

Aprobado por - Approbed By

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: Number	**2093F**
PAGINAS: Pages	2 de 4
FECHA DE EXPEDICIÓN: Expedition date	2023-07-08

MARCO NORMATIVO	
MÉTODO DE MEDICIÓN Method of measurement:	Fuerza Indicada Constante
NORMA TÉCNICA Standard :	NTC/ISO 7500-1: 2007-07-25
INTERVALO CALIBRADO Calibration Interval:	100 kN a 900 kN

INDICADOR DEL MENSURANDO	
TIPO DE INDICACIÓN (Type):	DIGITAL
FABRICANTE (Manufacter):	PINZUAR
MODELO (Model):	PC - 42 - D
NÚMERO DE SERIE (Serial Number):	123
CÓDIGO (Code):	NO PORTA

TRANSDUCTOR DEL MENSURANDO	
FABRICANTE (Manufacter) :	NO PORTA
MODELO (Model):	NO PORTA
NÚMERO DE SERIE (Serial Number):	NO PORTA
CÓDIGO (Code):	NO PORTA

1. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

Dirección de Carga:	COMPRESIÓN			**Resolución:**	0,1 **kN**	
Indicación del Mensurando kN	**Indicación del Instrumento Patrón (unidades)**			**kN**		
	Lectura 1 (L1)	**Lectura 2 (L2)**	**Lectura 3 (L3)**	**Lectura Accesorios (L4)**	**Lectura (L2´)**	**Promedio**
100,0	100,0	99,5	99,6	-	-	99,71
200,0	199,9	199,2	200,1	-	-	199,75
300,0	299,0	299,7	300,1	-	-	299,60
400,0	398,7	399,0	398,1	-	-	398,58
500,0	498,0	498,9	499,5	-	-	498,80
600,0	597,5	598,1	598,9	-	-	598,16
700,0	699,1	698,5	698,8	-	-	698,84
800,0	796,4	796,6	796,1	-	-	796,39
900,0	895,9	896,4	895,2	-	-	895,84
Indicación residual de la maquina kN	0,0	0,0	0,0	-	-	

IND (kN)	Errores calculados e incertidumbre (% de lectura)						Errores calculados e incertidumbre (kN)						k
	a*	q*	b*	v*	Acc	U	a*	q*	b*	v*	Acc	U	
100	1,00E-01	0,29	0,53	-	-	0,53	1,00E-01	0,29	0,53	-	-	0,53	2,57
200	5,00E-02	0,12	0,46	-	-	0,45	1,00E-01	0,25	0,92	-	-	0,90	2,45
300	3,33E-02	0,13	0,37	-	-	0,37	1,0E-01	0,4	1,1	-	-	1,1	2,23
400	2,50E-02	0,36	0,24	-	-	0,29	1,0E-01	1,4	0,9	-	-	1,2	2,04
500	2,00E-02	0,24	0,30	-	-	0,32	1,0E-01	1,2	1,5	-	-	1,6	2,11
600	1,67E-02	0,31	0,24	-	-	0,29	1,0E-01	1,8	1,5	-	-	1,7	2,04
700	1,43E-02	0,17	0,08	-	-	0,25	1,0E-01	1,2	0,6	-	-	1,7	1,97
800	1,25E-02	0,45	0,07	-	-	0,25	1,0E-01	3,6	0,6	-	-	2,0	1,97
900	1,11E-02	0,46	0,13	-	-	0,26	1,0E-01	4,2	1,1	-	-	2,3	1,98
fo	0,00						*fo*	0,00					

Notas:

a*: Resolución Relativa — q*: Error relativo de Exactitud — Acc : Accesorios

v*: Error Relativo de Reversibilidad — fo*: Error Relativo de Cero (%) — b*: Error Relativo de Repetibilidad

U: Incertidumbre Expandida — K: Factor de Cobertura — IND: Indicación del Mensurando

2. TEMPERATURA DURANTE LA CALIBRACIÓN (°C):

	Lectura 1 (L1)	Lectura 2 (L2)	Lectura 3 (L3)	Lectura Accesorios (L4)	Lectura (L2´)
T. Inicial	21,4	21,7	22,0	-	-
T. Final	21,7	21,6	22,2	-	-

3. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN:

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

4. TRAZABILIDAD AL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (S.I.):

El laboratorio de metrología de Concrelab S.A.S establece y mantiene la trazabilidad metrológica de los resultados de sus mediciones, por medio de una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, realizadas por laboratorios acreditados o institutos nacionales de metrología, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medición, vinculándose con la referencia apropiada nacional o internacional y asegurando que los resultados de la medición son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI).

TRAZABILIDAD METROLÓGICA					
CAPACIDAD DE MEDICIÓN	**SERIE**	**MODELO**	**CLASE**	**CERTIFICADO**	**VIGENTE HASTA**
1000 kN	31090	C3H2	0,5	5242	2023-08-10
(0 a 50) ° C	AG.42180	PHB-318	NO APLICA	CLT 45923	2024-02-27

5. OBSERVACIONES:

1. La máquina de ensayo debe ser calibrada inmediatamente después de cualquier reparación del sistema eléctrico o mecánico ya que esto afecta la operación del sistema de medida.
2. CONCRELAB S.A.S., puede abstenerse de expedir un certificado cuando por características técnicas que considere que el equipo no es apto para ser calibrado.
3. Fuente de los factores de conversión NIST 811.

--FIN DEL CERTIFICADO--

NUCLEAR SERVICE S.A.S.

NIT: 900.114.425-1

Certificado de Calibración de Densímetro Nuclear TROXLER 3430, Serie # 27008,
Certificado # ***27/2023.*** *Calibrado: 29-Agosto-2023*

CALIBRACIÓN DE DENSÍMETRO NUCLEAR TROXLER 3430, Serie #: 27008
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN#: *27/2023.*

FECHA: Agosto 29 de 2023
EMPRESA RESPONSABLE DEL DENSIMETRO: Ingeniería y Geología S.A.S.
Ciudad: Sogamoso (Boy) - Dirección: Cra. 11 # 25-23 Tel: 608 7713726
DENSÍMETRO NUCLEAR: MARCA: Troxler MODELO: 3430 SERIE #: 27008.
REGISTRO-SGC DE LA EMPRESA SOLICITANTE: REG-0137

DIRECCIÓN Y EJECUCIÓN DE LA CALIBRACIÓN: TELMO BRAVO REALPE Físico M. Sc; GUILLERMO BRAVO MONROY Ing. Ind. MBA MP #: 25228149892CND
REGISTRO-SGC DE NUCLEAR SERVICE S.A: # 0111 de Abril 30 de 2018
CERTIFICADOS DE LOS BLOQUES DE CALIBRACIÓN de Nuclear Service S.A.S.: Instituto Nacional de Metrología INM #: 3978, 3979 y 3980.

NORMAS BASE PARA LA CALIBRACIÓN:
ASTM D7759-14 Standard guide for Nuclear Surface Moisture and Density Gauge Calibration;
ASTM D7013/ D7013M-15: Standard guide for calibration facility setup for Nuclear Surface Gauges;
ASTM D6938-15: Standard Test Methods for in Place Density and wáter content of soil and Soil-Agregate by Nuclear Methods.
NORMA INVIAS INV E 164-13 Densidad del suelo y del suelo-agregado en el terreno mediante métodos nucleares.

1. FUENTES RADIACTIVAS Y PARÁMETROS RADIOLÓGICOS:
1.1 Para Densidad: Fuente de Cs^{137}: Actividad Actual: 4,25 mCi (0,15 GBq).
1.2 Para Humedad: Fuente de Am^{241}-Be: Actividad actual: 37,46 mCi (1,38 GBq).
1.3 MEDIDAS DE TASA DE DOSIS: En µSv / hora
1.3.1 En superficie del Bulto por el lado más cercano a la Fuente: 27,0 µSv / hora
1.3.2 A un metro de distancia del Bulto: 0,6 µSv / hora
1.3.3 INDICE DE TRANSPORTE: 0,5

1.4 CONTROL ESTADÍSTICO PARA VERIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.
Antes de proceder a la calibración, y luego del mantenimiento, se verifica el funcionamiento del equipo, mediante un análisis estadístico, basado en conteos patrón de densidad y Humedad, con cuyos resultados se puede concluir si el densímetro está trabajando bien y no requiere alguna reparación electromecánica especial. Además con base en estos conteos patrón se hace la proyección anual de los conteos mensuales de acuerdo con los límites previstos en la Norma ASTM D6938-2015, Capítulo IX. Hay dos métodos para el análisis dependiendo del equipo: 1) 20 conteos de 1 minuto y cálculo de R con el promedio y la desviación Estándar; 2) El equipo directamente hace los conteos (generalmente de 16 minutos) y calcula el R. El R debe cumplir unos valores requeridos por el fabricante y previstos en la norma.
Para el presente equipo usamos el método 1 haciendo los 20 conteos y calculando el R. En la Tabla 1 se muestran 4 resultados.

TABLA 1: Cuentas-sobre el Bloque Patrón, para: Control Estadístico, Verificación del funcionamiento y proyección

DC	1596	1613	1606	1631	1600	1603	1601	1592	1622	1597
DC	1606	1621	1610	1617	1587	1592	1615	1625	1590	1602

Promedio Cuentas Densidad sobre bloque patrón: DC=1606,3
Desviación Estándar: σ_d=12,58

29 AGO 2023

NUCLEAR SERVICE S.A.S.

NIT: 900.114.425-1

Certificado de Calibración de Densímetro Nuclear TROXLER 3430, Serie # 27008,
Certificado # ***27/2023***. *Calibrado: 29-Agosto-2023*

$R_d = (\sigma_d/\sqrt{(DC)})=(12,58/\sqrt{(1606,3)})=(12,58/40,1)=0,31$
R_d Es el valor de R para las cuentas de Densidad.

MC	642	660	649	661	656	648	657	655	646	656
MC	651	664	653	651	647	661	644	648	655	649

Promedio Cuentas Humedad sobre bloque patrón: MC=652,6
Desviación Estándar: σ_m=6,13
$R_m = (\sigma_m/\sqrt{(MC)}) = (6,13/\sqrt{(652,6)})=(6,13/25,5)=0,24$
R_m Es el valor de R para las cuentas de Humedad.

De acuerdo con la norma, el valor de R para los equipos Troxler, modelo 3430, tanto para la densidad como para la humedad debe estar entre 0,17 y 0,33 y en este equipo los valores nos dan 0,31 y 0,24 respectivamente, por lo tanto el densímetro está en buen funcionamiento y se puede pasar al proceso de calibración.

TABLA 3 CUENTAS DE DENSIDAD EN BLOQUES. DENSIDAD PATRÓN (DS: 1611)

Profundidad	Bloque 1 Dens. 1458,3 ± 1,6 Kg. / m^3	Bloque 2 Dens. 1980,13 ± 0,78 Kg. / m^3	Bloque 3 Dens. 2660,71 ± 0,59 Kg. / m^3
BS	975	531	293
50 mm	3429	1884	944
100 mm	3825	1939	845
150 mm	3464	1560	589
200 mm	2566	1005	340
250 mm	1737	607	182
300 mm	1122	343	102

TABLA 4: CONSTANTES DE CALIBRACIÓN PARA CÁLCULO DE DENSIDAD

Profundidad	A	B	C
BS	4,9431	638,6	-0,1052
50 mm	14,2241	740,9	-0,1921
100 mm	19,7308	676,3	-0,1411
150 mm	24,6878	594,8	-0,0815
200 mm	26,5588	515,7	-0,0573
250 mm	27,5440	450,1	-0,0402
300 mm	28,7858	390,4	-0,0330

Ecuación de Densidad: WD = (B) * LN ((A/(R+C)), donde R=Ratio=DC/DS; A, B y C Constantes.

2. PRECISIÓN EN LAS MEDIDAS DE DENSIDAD

La norma ASTM D7759/D7759M-14 en la sección 15.1 requiere la medición de la Precisión del Densímetro haciendo (Método 15.1.2) 20 mediciones de Densidad, sin mover el densímetro a la profundidad BS (Retrodispersión), y a la profundidad 15 cm y calculando la desviación estándar que es la Precisión. Se hizo en el bloque # 3 (Densidad 1980,13 Kg / m^3) a las dos profundidades y los resultados se muestran en las Tablas # 5 y # 6

29 AGO 2023

NUCLEAR SERVICE S.A.S.

NIT: 900.114.425-1

Certificado de Calibración de Densímetro Nuclear TROXLER 3430, Serie # 27008,
Certificado # ***27/2023***. *Calibrado: 29-Agosto-2023*

TABLA # 5: MEDICIONES EN LA PROFUNDIDAD BS (RETRODISPERSIÓN) CÁLCULO DE LA PRECISIÓN EN DENSIDAD DEL DENSÍMETRO (D=1980,13 Kg/ m³)

WD	1981	1996	1976	1988	1985	1994	1967	1963	1985	1985
WD	1972	1988	1976	1985	1987	1970	1985	1978	1987	1979

Promedio WD =1981,3 Kg/ m³; Precisión (desviación estándar) = 8,66 equivalente a 0,44 %
Precisión requerida en la norma < 0,5%

TABLA # 6: MEDICIONES EN LA PROFUNDIDAD 15 cm. CÁLCULO DE LA PRECISIÓN DEL DENSÍMETRO EN TRANSMISIÓN DIRECTA (D=1980,13 Kg/ m³)

WD	1962	1969	1971	1973	1967	1974	1975	1976	1970	1971
WD	1967	1976	1975	1977	1965	1968	1972	1966	1975	1975

Promedio WD = 1971,2 Kg / m³; Precisión (Desviación estándar) = 4,29 equivalente a 0,22 %
Precisión requerida en la norma: < 0,25%

Los valores de la Precisión en Densidad tanto para Retrodispersión como para la Transmisión Directa están correctos dentro de los valores previstos en la sección 15.1 de la norma.

TABLA # 7: CUENTAS DE HUMEDAD EN BLOQUES. PATRÓN HUMED. (MS): 653

BLOQUES	Bloque 1 Humedad 55 ± 5 Kg. / m³	Bloque 2 Humedad 160 ± 7 Kg. / m³
MC	56	128

TABLA # 8: CONSTANTES DE CALIBRACIÓN PARA CÁLCULO DE HUMEDAD PARA TODAS LAS PROFUNDIDADES

Constantes	K	L
Valor	947,8	- 26,4

2.1.4 PRECISIÓN EN LAS MEDIDAS DE HUMEDAD

La norma ASTM D7759/D7759M-14 en la sección 15.1 requiere la medición de la Precisión del Densímetro haciendo (Método 15.1.2) 20 mediciones de Humedad sin mover el densímetro a la una profundidad, y calculando la desviación standard que es la Precisión. Se hizo a la profundidad BS y los resultados se muestran en la Tabla # 9.

Tabla # 9: MEDICIONES DE HUMEDAD EN UN BLOQUE (M humedad 160 Kg/m³) PARA CÁLCULO DE LA PRECISIÓN EN HUMEDAD DEL DENSÍMETRO

M(hum)	151	139	139	145	145	139	145	134	137	138
M(hum)	135	137	141	138	144	142	141	141	142	139

Promedio Humedad M = 140,6; Precisión = 4,01 equivalente a 2,86 %
Precisión requerida en la norma: < 3 %
El valor de la Precisión para la humedad está dentro del valor previsto en la sección 15.1 de la norma.

29 AGO 2023

Laboratorio Tunja: Parque Industrial de Tunja, Bodega # 63
Tel: + 57 608 7471901, Móvil #: 316 023509
info@nuclearservice.co

NUCLEAR SERVICE S.A.S.

NIT: 900.114.425-1

Certificado de Calibración de Densímetro Nuclear TROXLER 3430, Serie # 27008,
Certificado # ***27/2023***. *Calibrado: 29-Agosto-2023*

PROYECCIÓN DEL CONTEO ESTANDAR:

A continuación se indica la Proyección del Conteo Estándar de Densidad a un año:

TABLA 2. PROYECCIÓN DEL CONTEO ESTANDAR (DS: DENSIDAD ESTANDAR) DEL DENSÍMETRO NUCLEAR Troxler 3430, SERIE #: 27008

MES:	Límite Inferior:	Límite Superior:
Septiembre	1557	1654
Octubre	1554	1651
Noviembre	1551	1647
Diciembre/2023	1548	1644
Enero/2024	1545	1641
Febrero	1542	1638
Marzo	1539	1634
Abril	1536	1631
Mayo	1533	1628
Junio	1530	1625
Julio	1527	1621
Agosto	1524	1618

PROYECCIÓN CONTEO ESTANDAR DE HUMEDAD (MS). Los valores del Conteo Estándar de humedad (MS) se calculan para el año pues su variación es muy pequeña. En adelante, entre Septiembre/2023 y Agosto/2024, los valores del estándar de humedad deben oscilar entre 633 y 673.

Se firma el Informe de Calibración, a los 29 días del Mes de Agosto de 2023.

TELMO BRAVO REALPE.
Físico M. Sc
Gerente-Asesor
NUCLEAR SERVICE S.A.S.

GUILLERMO BRAVO MONROY
Ingeniero OPR Ing. Ind-MBA
MP #: 25228149892CND
NUCLEAR SERVICE S.A.S.

29 AGO 2023

Registro para el Empleo de Material Radiactivo #:0111 Abril 30-2018

INFORME DE LA INCERTIDUMBRE DEL MEDIDOR

CLIENTE Ingeniería y Geología S.A.S. **Dirección:** Cra. 11 # 25-23 Sogamoso (Boy) **Teléfono:** 608 7713726

EQUIPO: Densímetro Nuclear

MARCA: Troxler 3430

SERIE #: 27008

Registro SGC: REG-0137

Fecha Calibración: 29/08/2023

Certificado Calib. #: 027/2023

Prof.	BLOQUE 1: Densidad: 1458,3 ± 1,6		BLOQUE 2: Densidad: 1980,13 ± 0,78		BLOQUE 3: Densidad: 2660,71 ± 0,59		Promedio % Dispers. Incertidumbre
	DENSIDAD	% Incertidumbre	DENSIDAD	% Incertidumbre	DENSIDAD	% Incertidumbre	
BS	1456	-0,16	1967	-0,66	2660	-0,03	-0,28
5	1470	0,80	1977	-0,16	2657	-0,14	0,17
10	1468	0,67	1969	-0,56	2665	0,16	0,09
15	1470	0,80	1971	-0,46	2655	-0,21	0,04
20	1466	0,53	1977	-0,16	2656	-0,18	0,06
25	1472	0,94	1976	-0,21	2671	0,39	0,37
30	1469	0,73	1974	-0,31	2676	0,57	0,33
	Certificado ONAC #: 3978		Certificado ONAC #: 3980		Certificado ONAC #: 3979		

CALIBRADO POR NUCLEAR SERVICE S.A.

En Constancia de lo anterior, se firma en la Ciudad de Tunja (Boy), a los 29 días del Mes de Agosto de 2023.

GUILLERMO BRAVO M.
ING. IND-MBA (ING. DE OPERACIÓN)
MP #: 25228149892CND
NUCLEAR SERVICE S.A.

NUCLEAR SERVICE S.A.
NIT. 900.114.425-1
www.nuclearservice.com.co
29 AGO 2023

NUCLEAR SERVICE S.A.S.

NIT: 900.114.425-1

Certificado de Calibración de Densímetro Nuclear TROXLER 3430, Serie # 27008,
Certificado # ***27/2023***. *Calibrado: 29-Agosto-2023*

INFORME DE MANTENIMIENTO DE DENSÍMETRO NUCLEAR

CLIENTE: Ingeniería y Geología S.A.S. Ciudad: Sogamoso (Boy)

Dirección: Cra. 11 # 25-23 Tel: (608) 7713726

Registro SGC #: REG-0137

Secuencia del Procedimiento:

- Inspección visual del equipo: El equipo reporta batería baja, se deja a carga full para inspección inicial; estado final Ok.
- Extracción de la fuente radiactiva de Cs-137, contenida en la Varilla que tiene desplazamiento y ubicación en castillo de seguridad con plomo para aislamiento. Ok
- Retiro del panel de control del equipo. Ok
- Desalojar la carcaza amarilla del equipo. Revisión de estado de tornillos y base-tornillos. Ok
- Limpieza de la base del equipo mediante escobilla de acero. Ok
- Desalojar cubo de plomo y hacer limpieza con escobilla de acero y aceite. Ok
- Engrasar compartimiento donde se encuentra el cubo de plomo. Revisión estado actual de resortes. Cambio de Resorte. Se encuentra presencia de polvo y mugre dentro del compartimiento. Ok
- Engrase, y colocar el cubo de plomo, la tapa cobertora y colocar tornillos. Ok
- Revisión de estado final de la base del equipo. Ok
- Desalojar tornillos de la base electrónica del equipo. Ok
- Inspección visual de los componentes electrónicos. Ok
- Revisión de Módulos amplificadores de densidad, humedad y control de potencia. Ok
- Inspección de tarjetas controladoras de panel frontal y tarjeta contenedora de tubos detectores de densidad y humedad. Ok
- Revisión de voltaje de baterías. V_0=3.56 V, Vf=3,91 V. Ok
- Ajuste de componentes electrónicos, donde haya lugar. Ok
- Limpieza de componentes electrónicos y tarjetas. Ok
- Limpieza de base que aloja la parte electrónica del equipo. Ok
- Ajuste de barra contenedora de la Fuente Radiactiva. Ok
- Colocar la parte electrónica en el puesto y ajustar con tornillos. Ok
- Desalojar tornillos del panel de control. Ok
- Inspección visual de los componentes electrónicos. Ok
- Ajuste de componentes electrónicos donde haya lugar. Ok
- Limpieza de elementos electrónicos y ajuste. Ok
- Colocar tornillos e inspección final. Ok
- Cambio de Empaques del Equipo: Placa posterior blindaje, empaque sujetador de carcaza amarilla, empaque de cubierta electrónica, resortes, sello anillo. Ok
- Armado del equipo. Ajuste de todos los tornillos de los diferentes componentes del equipo. Ok
- Carga de baterías y revisión final de voltajes. Vf=3,91 V, Ok
- Inspección visual del estado del equipo, una vez realizado el Mantenimiento. Ok
- Limpieza de carcaza exterior. Ok

29 AGO 2023

Laboratorio Tunja: Parque Industrial de Tunja, Bodega # 63
Tel: + 57 608 7471901, Móvil #: 316 023509
info@nuclearservice.co

NUCLEAR SERVICE S.A.S.

NIT: 900.114.425-1

Certificado de Calibración de Densímetro Nuclear TROXLER 3430, Serie # 27008,
Certificado # ***27/2023***. *Calibrado: 29-Agosto-2023*

- Estado final mantenimiento mecánico y electrónico del equipo. Ok
- Prender equipo y realizar 12 conteos estándar de 4 minutos. Ok
- Realizar pruebas estadísticas propias del equipo. Ok
- Inicio de la Calibración. Ok

Cordialmente,

NUCLEAR SERVICE S.A.
NIT. 900.114.425-1
www.nuclearservice.com.co

GUILLERMO BRAVO M.
ING. IND. MBA (Ing. de Operación)
NUCLEAR SERVICE S.A.S.

29 AGO 2023

Laboratorio Tunja: Parque Industrial de Tunja, Bodega # 63
Tel: + 57 608 7471901, Móvil #: 316 023509
info@nuclearservice.co