INGENIERÍA Y GEOLOGÍA LTDA.
NIT: 800112602-7

CONSULTORÍA • CONSTRUCCIÓN
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS O DE SUELOS
LABORATORIO DE: MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120 (600 m)
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ)
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO
PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO

ESTUDIO GEOTÉCNICO O DE SUELOS



INGENIERÍA Y GEOLOGÍA LTDA.
(IGL)
Consultoría Área de Geotecnia
Laboratorio De: Mecánica de Suelos, Concretos y Pavimentos
Ing. CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
Sogamoso - Boyacá

SOGAMOSO, JUNIO 2 016

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 y Local 7
1.3.2 Estructuras y Tectónica Regional 7
1.3.3 Características Geomorfológicas 7
2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 8
2.1 PERFORACIONES, MUESTREO Y ENSAYOS DE CAMPO 8
2.2 ENSAYOS DE LABORATORIO 8
3. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO EXPLORADO 9
3.1 NIVEL FREÁTICO, AGUAS SUPERFICIALES Y DRENAJE 9
3.2 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SUBSUELO EXPLORADO 9
3.3 PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL PERFIL DE SUELO EXPLORADO 13
3.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO 15
3.5 DRENAJES 15
3.6 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA 15
4. CONCLUSIONES 16
5. RECOMENDACIONES 18
5.1 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS Y CBR DE DISEÑO 18
5.2 EXPANSIVIDAD 18
5.3 DESCAPOTES, EXCAVACIONES Y RELLENOS 18
5.4 COMPACTACIÓN 19
5.5 DRENAJES 19
5.6 RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PAVIMENTO 19
6. LIMITACIONES 21
LISTA DE FIGURAS 22
REFERENCIAS 23
ANEXO DE FIGURAS O RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO DE LOS SONDEOS O PERFORACIONES REALIZADAS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO 24

INTRODUCCIÓN

Este estudio y memorias de cálculo fueron realizados por el Ing. CIPRIANO BELTRÁN LEMUS, representante legal de la empresa INGENIERÍA Y GEOLOGÍA LTDA. (IGL), a solicitud de la Alcaldía de Sogamoso, administradora del proyecto.

El informe contiene los resultados del estudio Geotécnico o de Suelos, para el diseño de la estructura del pavimento del proyecto VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120 (600 m), localizado en el sector sur-oriental, área urbana, vía La Orqueta - El Santuario, 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 cuatro (4) perforaciones con barreno manual a una profundidad de 3 m, efectuando ensayos de campo y un muestreo sistemático de acuerdo con las especificaciones del Instituto Nacional de Vías (INVIAS); de todos los sondeos 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 y afirmado existente, propiedades necesarias en los análisis de estabilidad y diseño del 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 del pavimento más conveniente, desde el punto de vista técnico y económico.

1. GENERALIDADES

1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El tramo de vía está localizado en el sector sur-oriental, área urbana, vía La Orqueta - El Santuario, 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 sondeos realizados para la investigación del subsuelo y pendiente topográfica.

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

1.2.1 Características Geométricas Del Tramo De Vía

El tramo de vía a pavimentar consta de una calzada de doble carril en dos sentidos, el cual tiene una longitud de 600 m, ancho de calzada de 6,5 m, para un área total de pavimento de 3 900 m^2, elongado en sentido noroeste - sureste aproximadamente, con pendiente longitudinal a la vía baja de 2% hacia el costado nor-occidental, y con pendiente transversal a la vía baja de 0%, según datos tomados en campo y del levantamiento topográfico suministrado por la Alcaldía de Sogamoso.

1.2.2 Patología y Aspectos Geotécnicos Del Tramo De Vía

El tramo de vía del proyecto actualmente se encuentra pavimentado; sin embargo, el pavimento se encuentra en mal estado, presentando fisuras, grietas, baches y piel de cocodrilo, no tiene adecuadas estructuras u obras de arte como sardineles, sumideros, cunetas, y alcantarillas; la topografía longitudinal en sentido de la vía es relativamente plana con pendiente de 2% hacia el costado nor-occidental y transversal a la vía baja de 0%, dentro de una zona urbana, limitado principalmente por diferentes tipos de edificaciones y lotes baldíos en todo su trayecto, mal drenado superficialmente debido a que la escorrentía superficial es alta hacia el tramo del proyecto y la pendiente topográfica es relativamente plana; por lo tanto, existen problemas de acumulación de aguas superficiales, y se podrán presentar infiltraciones de agua superficial en la estructura del pavimento, por la falta de sistemas de drenaje en todo el tramo del proyecto.

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.

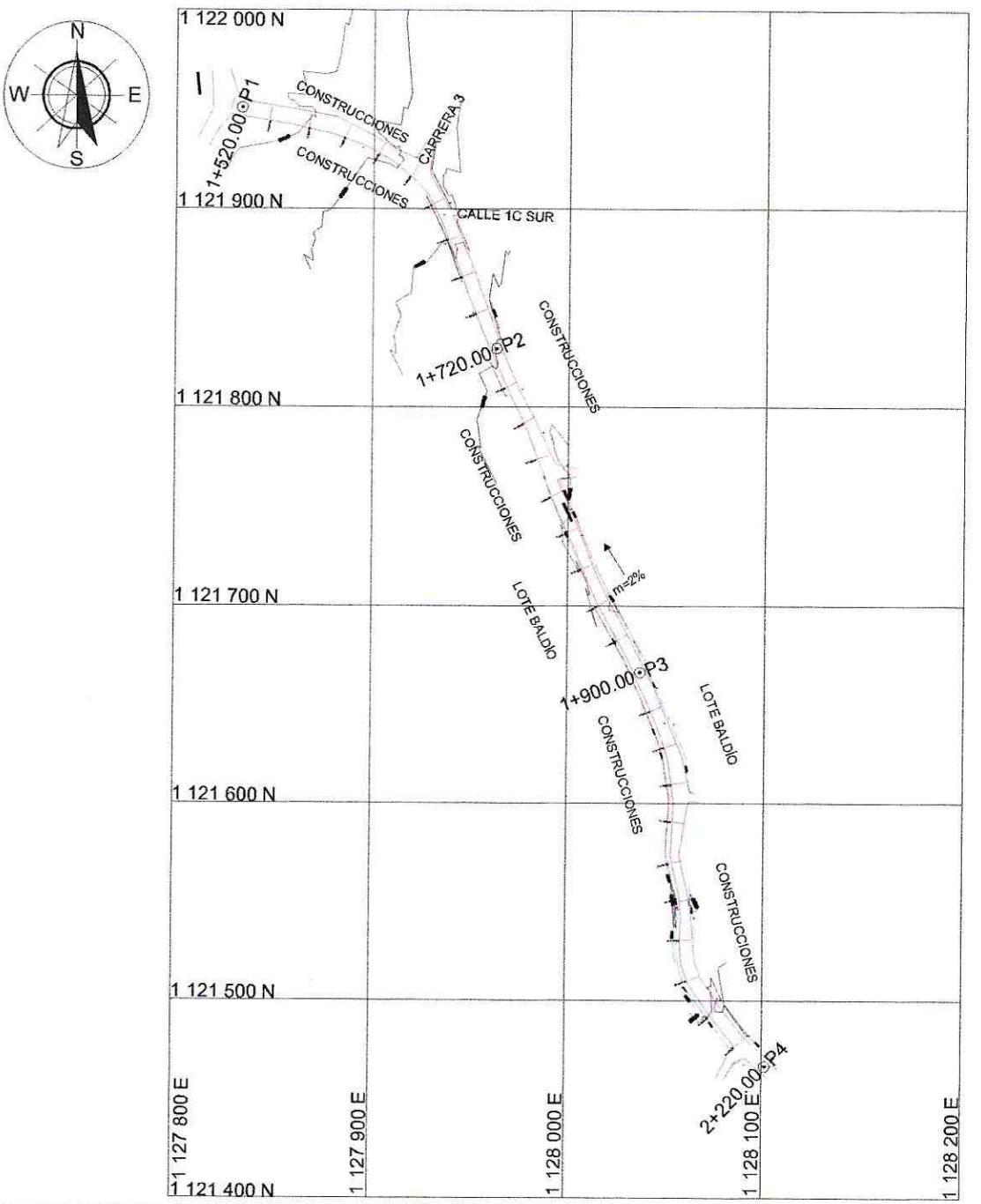
INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT. 800 112 602 -7

CONSULTORIA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

FIGURA 1. Localización del área del proyecto y ubicación de las perforaciones realizadas, P1 al P4.



PROYECTO:	VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 AL km2+120.
LOCALIZACIÓN:	VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITÓ:	ALCALDÍA DE SOGAMOSO.
PROPIETARIO:	MUNICIPIO DE SOGAMOSO.

CONVENCIONES

- ⊙ Perforaciones
- Tramo del proyecto
- →m Pendiente topográfica

Figura 2. Características del tramo del proyecto y ubicación de los sondeos realizados, P1 y P4.





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 y Local

En el tramo del proyecto y sus alrededores aflora un Deposito 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 capas gravo-limosas (afirmado existente) y arcillosas (suelo natural o subrasante).

1.3.2 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, 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. 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.

Los sismos más frecuentes de la región son de tipo tectónico, provocados por la liberación de energía producto de las deformaciones de la corteza terrestre mediante el mecanismo que ocasiona el movimiento de las placas tectónicas.

1.3.3 Características Geomorfológicas

El tramo del proyecto se localiza sobre terrenos relativamente planos con paisaje de valle que contrasta con las montañas de los alrededores, el sitio comprende alturas aproximadas de 2 548 m.s.n.m., con temperatura promedio de 17° Celsius. El drenaje local corresponde a la vertiente de la quebrada Monquirá a través de una serie de canales naturales y principalmente de desecación; es característica primordial de estos suelos la permeabilidad baja, mal drenados superficialmente, debido a que la escorrentía superficial es alta hacia el tramo del proyecto, y la zona presenta pendiente topográfica relativamente plana; por lo tanto, existen 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 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 realizaron cuatro (4) sondeos o perforaciones con barreno manual, en condiciones de tiempo no lluvioso, hasta alcanzar una profundidad máxima de exploración de 3,0 m. La disposición de los sondeos 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 tramo del proyecto. En cada perforación se efectuó un muestreo representativo de los diferentes estratos o capas, tomando muestras alteradas (bolsa); además se realizaron ensayos de CBR inalterado. 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 sondeos o perforaciones realizadas con sus respectivas muestras y registro fotográfico de las muestras extraídas en campo y laboratorio, de la siguiente manera:

Figuras 7 a 23. Perfiles de resistencias de campo, con los resultados de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada perforación realizada, CBR Inalterado del suelo natural o subrasante y registro fotográfico de las muestras extraídas en campo y laboratorio.

3. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO EXPLORADO

3.1 NIVEL FREÁTICO, AGUAS SUPERFICIALES Y DRENAJE

El nivel freático no se encontró en los cuatro (4) sondeos o perforaciones realizadas hasta la profundidad promedio explorada de 3,0 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 al tramo del proyecto y esta misma son mal drenadas superficialmente debido a que la escorrentía superficial es alta hacia el tramo del proyecto y la topografía es relativamente plana.

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; sin embargo, el corredor del proyecto presenta un drenaje superficial desfavorable, debido a la falta de alcantarillas, sumideros y cunetas en el tramo del proyecto, lo cual puede ocasionar infiltraciones de aguas superficiales en la estructura del pavimento.

Dadas las características descritas durante la etapa de construcción del pavimento, no se presentarán dificultades relevantes relacionadas con aguas freáticas, pero si con aguas superficiales de escorrentía; 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 pavimentación y vida útil del proyecto, se debe diseñar y construir el sistema de drenaje subsuperficial *más conveniente*, como: *alcantarillas*, 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.

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 GM (afirmado existente) y CL (subrasante o suelo natural), y su historia geológica permite clasificarlo como un Depósito Cuaternario Fluviolacustre (Qfl), estratificado, ligeramente sobreconsolidado, para la Capa C. 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-limosos (afirmado existente) y arcillosos (subrasante o suelo natural).

La Figura 3, presenta el perfil litológico de cada perforación realizada, la correlación litológica entre las cuatro (4) perforaciones efectuadas, la posición y comportamiento del nivel freático, la disposición del muestreo y las convenciones utilizadas. La Figura 4, 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 3 y 4 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 5):

- Capa A: De 0,0 m a 0,07 m de profundidad promedio, se encuentra la capa de pavimento flexible existente, es una capa continua pero de espesor variable.

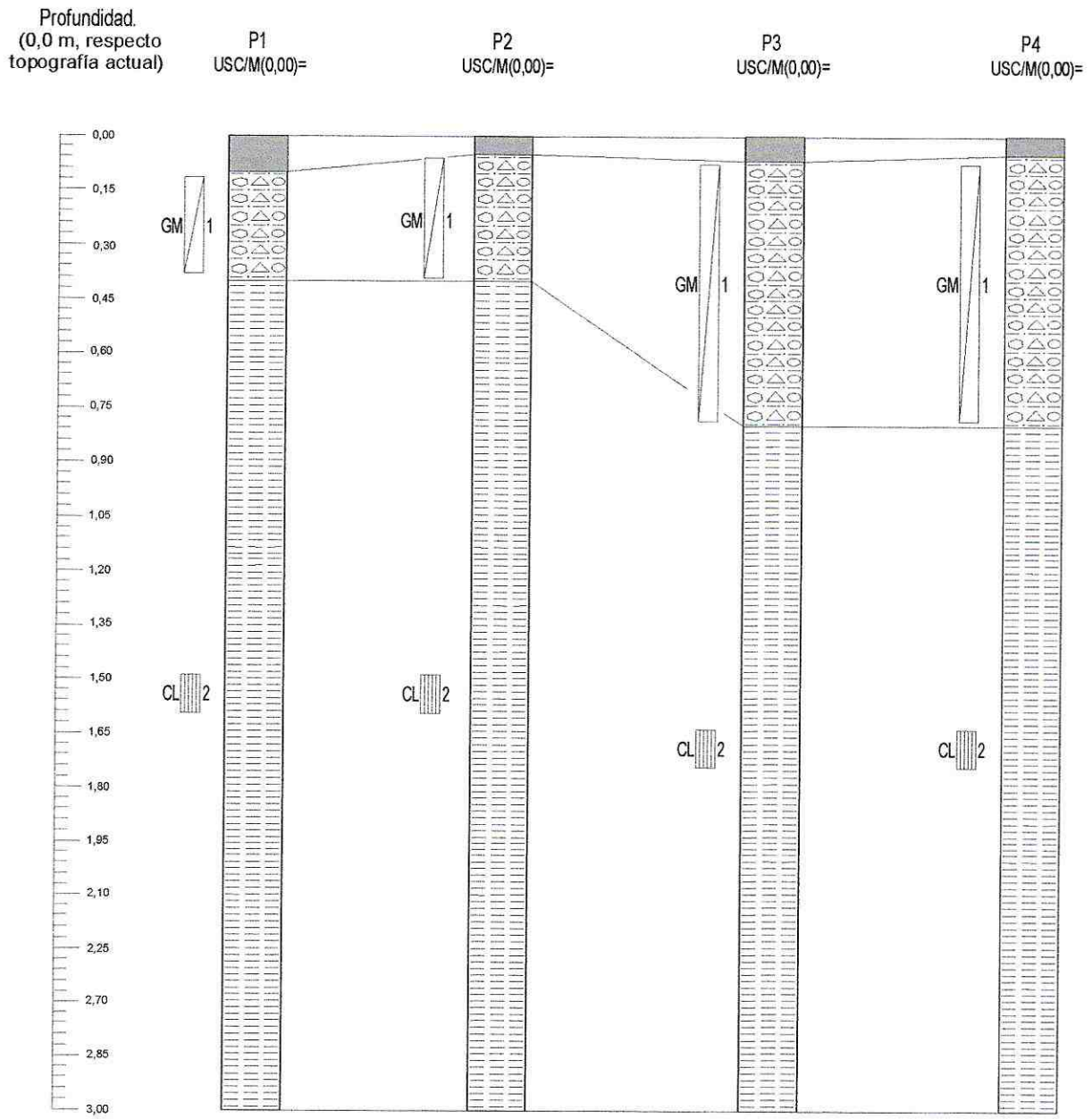
INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT. 800 112 602 -7

CONSULTORIA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

FIGURA 3. Correlación litológica planar de las perforaciones realizadas, P1 al P4.



CONVENCIONES GENERALES		CONVENCIONES ESPECIFICAS
CL	Clasificación de la U.S.C.	Capa de pavimento flexible existente.
M	Muestras del sondeo.	Grava limosa, color amarillo y compacidad media.
(0,00)	Cota topográfica.	Arcilla inorgánica, color gris con manchas cafés y óxido de hierro.
N.F.	Nivel freático.	
	Muestra en bolsa (alterada).	
	Muestra Split - Spoom (semialterada).	
	Muestra Shelby (inalterada).	

CARRERA 11 Nº 25 -25 TELEFONO 7713726 TELFAX 7718125 SOGAMOSO BOYACA

FIGURA 4. Norma, cantidad y resumen de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada perforación realizada, P1 al P4.

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 111-07	m	12
Humedad natural	ASTM D2216-71 - INVE 122-07	Un	8
Límites de Atterberg	ASTM 423-66 y D424-59 - INVE 125-07	Un	8
Granulometría por tamizado	ASTM D421-58 y D422-63 - INVE 123-07	Un	8
Peso unitario total y seco	ASTM D2937-71 - INVE 146-07	Un	4
CBR in - situ	ASTM D-1883 - INVE 148	Un	4

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

Sondeo No.	Abscisa	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)	CBR SI (%)	CBR CI (%)	Expansión (%)
			De	Hasta	De	Hasta														
P1	km1+520	M1	0,1	0,4	0,1	0,4	B	3,0	12,1	GM	10,3	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
		M2	1,35	1,95	0,4	3,0	C		79,5	CL	19,9	20,0	35,0	20,3	14,7	2,07	1,73	4,8	4,2	0,09
P2	km1+720	M1	0,05	0,4	0,05	0,4	B	3,0	12,6	GM	10,9	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-
		M2	1,2	1,8	0,4	3,0	C		83,5	CL	16,9	21,4	37,8	20,0	17,8	2,13	1,82	9,3	6,9	0,09
P3	km1+900	M1	0,07	0,8	0,07	0,8	B	3,0	16,6	GM-GC	9,6	17,3	29,1	22,8	6,3	-	-	-	-	-
		M2	1,6	2,2	0,8	3,0	C		89,2	CL	23,9	18,4	31,5	18,6	12,9	1,98	1,60	4,5	3,9	0,06
P4	km2+120	M1	0,05	0,8	0,05	0,8	B	3,0	27,5	GM-GC	8,8	16,8	28,1	23,2	4,8	-	-	-	-	-
		M2	1,6	2,2	0,8	3,0	C		88,0	CL	19,1	18,5	31,6	18,1	13,5	1,96	1,65	4,5	4,1	0,02

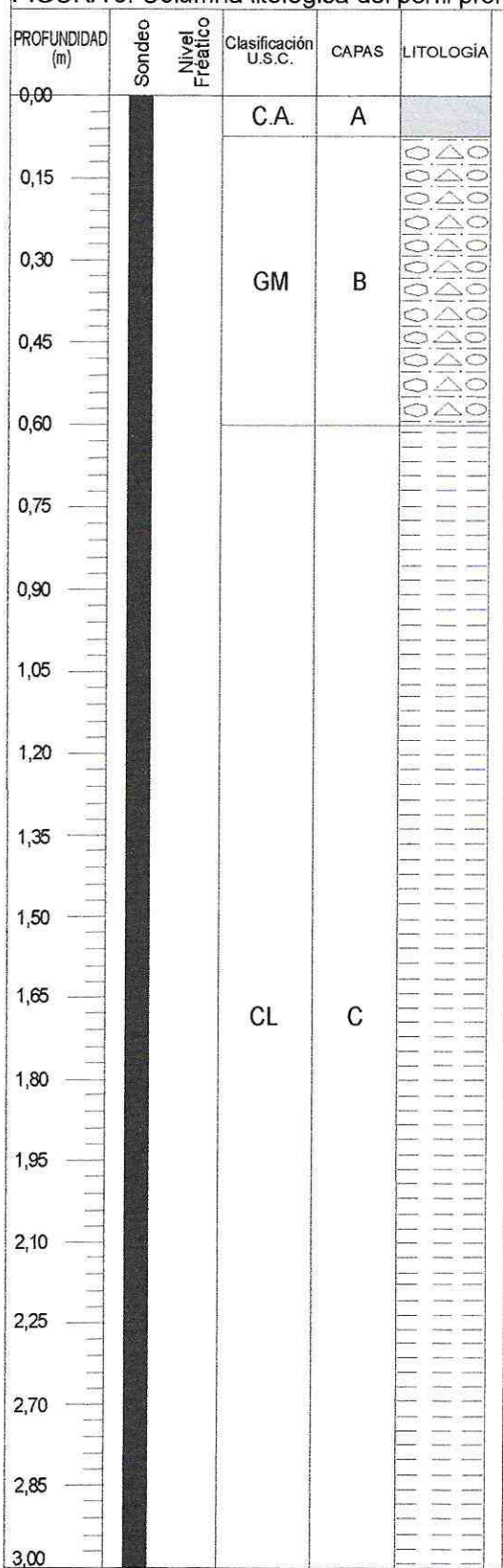
INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT. 800 112 602 -7

CONSULTORIA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

FIGURA 5. Columna litológica del perfil promedio explorado.



DESCRIPCIÓN CAPAS

CAPA DE PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE .

GRAVA LIMOSA, TAMAÑO GRANULOS, GUIJOS, GUIJARROS Y ARENAS GRUESAS Y MEDIAS, COLOR AMARILLO, FORMA SUBANGULAR, COMPOSICIÓN CUARZOSA CON DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN Y COMPACIDAD MEDIA. LA FRACCIÓN FINA NO PRESENTA PLASTICIDAD.

ARCILLA INORGÁNICA DE PLASTICIDAD MEDIA, CON ARENAS, COLOR GRIS CON MANCHAS CAFÉS Y ÓXIDO DE HIERRO, Y CONSISTENCIA MEDIA..

- Capa B: Seguidamente entre 0,07 m y 0,6 m (afirmado existente) de profundidad promedio, se encontró una capa de grava limosa (GM) con 12% de finos y 29% de arenas, color amarillo, tamaño gránulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, composición cuarzosa con desechos de construcción, compacidad media, contenido de humedad medio y la fracción fina presenta plasticidad baja; es una capa continua pero de espesor variable.

- Capa C: Finalmente de 0,6 m a 3,0 m (subrasante o suelo natural) de profundidad promedio se encontró una capa de arcilla inorgánica de plasticidad media (CL) con 19% de arenas y 1% de gravas, color gris con manchas cafés y óxido de hierro, consistencia media y contenido de humedad bajo; es una capa continua pero de espesor variable.

3.3 PROPIEDADES GEOMECÁNICAS DEL PERFIL DE SUELO EXPLORADO

La Figura 4, muestran 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.

La Figura 6, presenta las propiedades geomecánicas e índices por capas del perfil de subsuelo encontrado, las cuales para la Capa C de subrasante o suelo natural se resumen así: valores bajos de humedad natural (HN) y por encima de la humedad de equilibrio (Heq), límites de Atterberg (LL, LP e IP) medios, peso unitario o gamma (γt) altos en t/m^3, presión de expansión probable en campo (P_{ex}) baja en t/m^2, relación de vacíos (e) baja, compresibilidad media manifestada en el índice de rigidez reducido (Irr) y coeficiente de compresibilidad (Cc), CBR inalterado pobre a regular, CBR sumergido pobre a 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 del afirmado existente (Capa B, de 0,07 m a 0,6 m) y del suelo natural o subrasante (Capa C, de 0,6 m a 3,0 m) del tramo del proyecto, se pueden observar 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)
B	GM	10	8	10	8	2	2,11	2,1	0,4	-	0,6
C	CL	21	20	35	20	15	2,04	2,7	0,6	0,23	3,6

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
C	CBR sin inmersión = 5,8%	609	4,18	1,69	20,15	No se encontró
	CBR con inmersión = 4,8%	504	3,76	-	-	

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT. 800 112 602 -7

CONSULTORIA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

FIGURA 6. Propiedades geotécnicas por capas del perfil promedio explorado.

PROFUNDIDAD (m)	Sondeo / Nivel Freático	Clasificación U.S.C.	CAPAS	LITOLOGÍA	HN (%)	Heq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γ_t (t/m³)	Pex (t/m³)	e	Cc	CBR (%) I	CBR (%) S	$\overline{V}'v$ (t/m²)
0,00		C.A.	A		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,15		GM	B		10	8	10	8	2	2,11	2,1	0,4	-	-	-	0,6
0,30																
0,45																
0,60		CL	C		21	20	35	20	15	2,04	2,7	0,6	0,23	5,8	4,8	3,6
0,75																
0,90																
1,05																
1,20																
1,35																
1,50																
1,65																
1,80																
1,95																
2,10																
2,25																
2,70																
2,85																
3,00																

El suelo natural o subrasante tiene un CBR sin inmersión pobre a regular promedio de 5,8%, y un valor de CBR con inmersión pobre a regular promedio de 4,8%; por lo tanto, se debe trabajar con estos valores de CBR para el diseño de la estructura del pavimento del tramo de vía del proyecto.

3.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN DEL SUELO

A 0,6 m de profundidad a partir de la topografía actual del terreno, donde se apoyará directamente la estructura del pavimento se encuentra una capa arcillosa de 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 C de fundación es de 2,7 t/m^2, valor bajo, teniendo en cuenta que esta capa presenta una humedad natural por encima de la humedad de equilibrio, (ver Figura 6).

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 DRENAJES

El tramo de vía no tiene un sistema de drenaje superficial adecuado, faltan estructuras u obras de arte como cunetas, sardineles, alcantarillas y sumideros, para la recolección de agua lluvias y de escorrentía superficial; por lo tanto, se debe diseñar y construir el sistema de drenaje más conveniente para el tramo del proyecto, 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 alta hacia el tramo del proyecto.

3.6 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

Con base en las características topográficas, geológicas, geomorfológicas, clasificación y propiedades geomecánicas del perfil de suelo explorado, drenaje y el estado de deterioro de la carpeta asfáltica existente, se determinó una (1) zona geotécnica para el tramo del proyecto, así:

- ZONA 1, km1+520 AL km2+120 (600 m).

4. CONCLUSIONES

1. El tramo del proyecto tiene una longitud total de 600 m, donde se definió una zona geotécnica, con capa superficial gravo-limosa de 0,53 m de espesor promedio con 12% de finos y 29% de arenas, de pendiente topográfica longitudinal a la vía relativamente plana de 2% hacia el costado nor-occidental, y pendiente topográfica transversal a la vía baja de 0%, para tráfico pesado, medio y liviano, presenta geomorfología de valle, mal drenado superficialmente y la escorrentía superficial es alta hacia el tramo del proyecto; por lo tanto, existen problemas de acumulación de aguas superficiales. El tramo del proyecto está limitado principalmente por lotes baldíos y diversos tipos de edificaciones en todo su trayecto. En general desde el punto de vista de la subrasante o suelo natural, el tramo del proyecto en general es estable, siempre y cuando se mantengan las condiciones topográficas y geomorfológicas actuales del terreno; por lo tanto, el corredor de vía es apto para la pavimentación.

2. El tramo de vía del proyecto actualmente se encuentra pavimentado; sin embargo, el pavimento se encuentra en mal estado, presentando fisuras, grietas, baches y piel de cocodrilo.

3. Las condiciones topográficas del terreno del tramo del proyecto, implican manejar excelentes condiciones de drenaje de aguas superficiales, para evitar infiltraciones de agua dentro de la estructura del pavimento.

4. Geológicamente en el tramo del proyecto, aflora un Deposito 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-limosas (afirmado existente) y arcillosas (suelo natural o subrasante).

5. El nivel freático no se encontró en los cuatro (4) sondeos o perforaciones realizadas hasta la profundidad promedio explorada de 3,0 m, 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 para controlar las aguas de escorrentía superficial y aguas lluvias.

6. 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, capa de pavimento flexible existente; Capa B, (afirmado existente) grava limosa tipo GM con 12% de finos y 29% de arenas, de plasticidad baja y compresibilidad nula; y Capa C, (suelo natural o subrasante) arcilla inorgánica tipo CL con 19% de arenas y 1% de gravas, de plasticidad media y compresibilidad media.

7. El perfil de suelo en el tramo del proyecto a nivel de la subrasante o suelo natural no es potencialmente expansivo; por lo tanto, no existirán inconvenientes de expansividad del suelo con fenómenos de contracción - expansión cuando se produzcan cambios de humedad importantes.

8. El tramo de vía está compuesto por una capa de pavimento flexible en mal estado de 0,07 m de espesor, afirmado existente de 0,53 m de espesor promedio, y suelo natural o subrasante de 2,4 m de espesor promedio, con CBR sin inmersión pobre a regular promedio de 5,8%, y un valor de CBR con inmersión pobre a regular promedio de 4,8%.

9. Teniendo en cuenta que la carpeta asfáltica se encuentra deteriorada y que la estructura de pavimento existente no cumple la norma INVIAS como afirmado en cuanto a granulometría, se debe diseñar y construir la estructura de pavimento más conveniente para el tramo de vía, el cual dependerá de la cota clave del alcantarillado y de la profundidad de la tubería de acueducto que pase por el sector.

10. 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: km1+520 al km2+120 (600 m).

11. La Capa C de suelo natural o subrasante tiene una humedad natural (HN) por encima de la humedad de equilibrio (Heq); por lo tanto, el suelo no se encuentra propenso a la expansión.

12. Aunque la Capa C de suelo natural o subrasante del tramo del proyecto 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 de pavimento.

13. 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, no existen inconvenientes geotécnicos que puedan incidir desfavorablemente en la pavimentación del tramo de vía del proyecto.

14. 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, lo cual permite plantear un pavimento convencional; por lo tanto, el proyecto es viable técnica y económicamente.

15. Dadas las características internas y los límites externos al tramo 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 puede utilizar plástico para la protección de la subrasante y de materiales de construcción.

16. El tramo del proyecto no cuenta con un sistema de drenaje superficial adecuado, el cual es indispensable en todo proyecto vial.

5. RECOMENDACIONES

5.1 PROPIEDADES GEOTÉCNICAS Y CBR DE DISEÑO

Las propiedades geotécnicas, CBR e índices promedio del afirmado existente (Capa B, de 0,07 m a 0,6 m) y del suelo natural o subrasante (Capa C, de 0,6 m a 3,0 m) del tramo del proyecto, se pueden observar en las Tablas 3 y 4:

Tabla 3. 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)
B	GM	10	8	10	8	2	2,11	2,1	0,4	-	0,6
C	CL	21	20	35	20	15	2,04	2,7	0,6	0,23	3,6

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
C	CBR sin inmersión = 5,8%	609	4,18	1,69	20,15	No se encontró
	CBR con inmersión = 4,8%	504	3,76	-	-	

El suelo natural o subrasante tiene un CBR sin inmersión pobre a regular promedio de 5,8%, y un valor de CBR con inmersión pobre a regular promedio de 4,8%; se recomienda trabajar con estos valores de CBR para el diseño de la estructura del pavimento del tramo de vía del proyecto.

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

Se requiere realizar el descapote y/o excavación del material de relleno existente, necesario para construir la estructura de pavimento, debido a que la estructura existente no está cumpliendo con la norma INVIAS en cuanto a granulometría, esta excavación se debe realizar únicamente manual o mecánicamente, en período seco y con taludes inclinados, debido 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 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 del pavimento diseñado, en el proceso constructivo 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 diseñar y construir cuneta-sardinel superficiales paralelas y por ambos costados del tramo de 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 el tramo de vía, se deberá diseñar y 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 diseñar y 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.

Diseñar y construir obras de drenaje como sumideros, alcantarillas de aguas lluvias, y cuneta-sardinel impermeabilizadas, etc., que evacuen rápidamente el agua de escorrentía superficial 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. La excavación del cajeo y la construcción del pavimento se deben 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.

3. El material que resulte de los cortes o excavaciones del relleno o afirmado 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.

4. Los materiales para la construcción de afirmados, subbase granular (SBG-1), base granular (BG-1) y obras de arte, deben cumplir técnicamente con las Especificaciones Generales De Construcción De Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) de 2 013.

5. El suelo natural que sirva de apoyo a la estructura del pavimento, se debe compactar al 95% del proctor modificado efectuado en laboratorio (densidad seca máxima de laboratorio).

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

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

11. Se debe ocasionar el menor impacto ambiental durante la construcción del proyecto.

12. Según el titulo D, literal D.3.2.12 - Profundidad mínima a la cota clave, de la RAS-2 000, 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 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 dependerá del tránsito del tramo del proyecto, de tal manera que garantice la estabilidad de la tubería con bajas deformaciones.

13. Se debe realizar un inventario del estado actual de los lotes 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.

14. Se recomienda programar una visita del Ingeniero Geotecnista o de Suelos durante la construcción de la estructura del pavimento, con el fin de inspeccionar el proceso de excavación y aprobación del suelo de fundación y/o subrasante.

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, 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.

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

3. El piso de fundación debe ser aprobado por el Ingeniero Geotecnista o de Suelos.

INGENIERÍA Y GEOLOGÍA LTDA GERENTE

CIPRIANO BELTRÁN LEMUS
GERENTE
C.C. 9 525 420 de Sogamoso
M.P. 1522336994 BYC
Consejo Profesional Nacional De Ingeniería y Arquitectura
Especialista En Geotecnia Vial

Sogamoso, 3 de junio 2 016.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del tramo del proyecto y ubicación de las perforaciones realizadas, P1 al P4.....(Pág. 5).

Figura 2. Características del lote del proyecto y ubicación de las perforaciones realizadas, P1 y P4.....(Pág. 6).

Figura 3. Correlación litológica planar de las perforaciones realizadas, P1 al P4.....(Pág. 10).

Figura 4. Norma, cantidad y resumen de ensayos de campo y laboratorio por muestra de cada perforación realizada, P1 al P4.....(Pág. 11).

Figura 5. Columna litológica del perfil promedio explorado.....(Pág. 12).

Figura 6. Propiedades geotécnicas por capas del perfil promedio explorado.....(Pág. 14).

Figuras 7 a 23. Perfiles de resistencias y propiedades geotécnicas de los sondeos 1 al 4, y resultados de ensayos de laboratorio por muestras de cada perforación realizada, ensayos de CBR inalterado del suelo natural o subrasante (Capa C), y registro fotográfico de las muestras extraídas en campo y laboratorio (Anexo de Figuras o Resultados de Ensayos de Campo y Laboratorio de las Perforaciones Realizadas y Registro Fotográfico).

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.

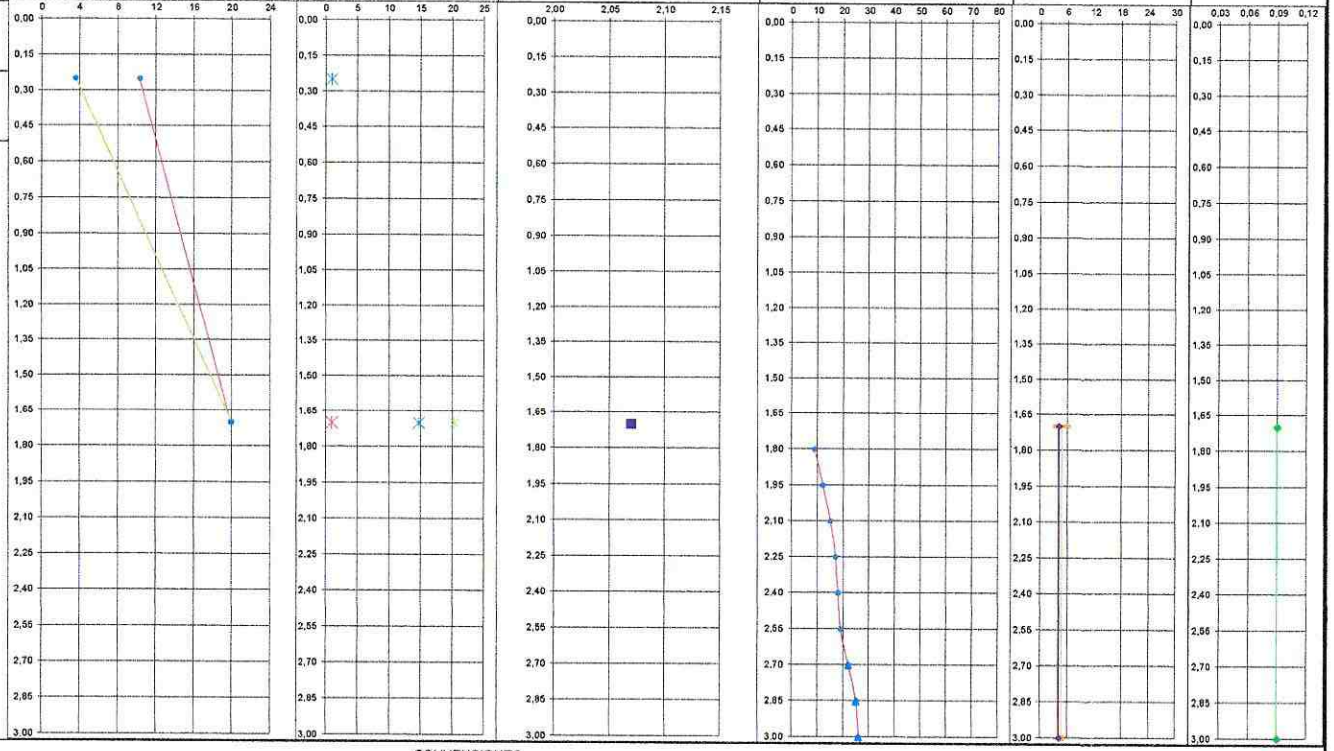
ANEXO DE FIGURAS O RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO DE LOS SONDEOS O PERFORACIONES REALIZADAS Y REGISTRO FOTOGRÁFICO

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

FIGURA 7. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL SONDEO P1.

MUESTRA	Prof (m) DE	A	Wn (%)	Weq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m³)	γd (t/m³)	CBR sin inmersión (%)	CBR sin inmersión (%)	Expansión (%)	Pasa 200 (0,074 mm)	Clasificacion S.U.C.S.	Capas Definidas	Profundidad total del sondeo (m)
M1	0,10	0,40	10,3	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-	12,1	GM	A	3,0
M2	1,35	1,95	19,9	20,0	35,0	20,3	14,7	2,07	1,73	4,8	4,2	0,09	79,5	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00			C.A.		A
0,10					
0,30			GM	Grava limosa, color amarillo	B
0,40					
0,60					
0,75					
0,90					
1,05					
1,20					
1,35					
1,50					
1,65			CL	Arcilla inorgánica, color gris con manchas cafés y óxido de hierro	C
1,80					
2,00					
2,10					
2,25					
2,40					
2,55					
2,70					
2,80					
3,00					



CONVENCIONES

Muestra alterada (bolsa).

Muestra semialterada (cuchara partida) y CBR inalterado

Muestra corte directo

Muestra inalterada (Shelby)

Humedad natural

Humedad de equilibrio

Limite Liquido (LL)

Limite 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 - 25 - TELEFONO 7713726, TELFAX 7718125 - SOGAMOSO, BOYACÁ.

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

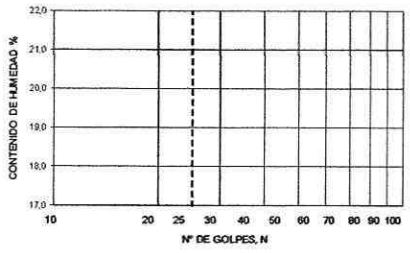
PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al k2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M1 (Km1+520) - CALLE 1C SUR CON CARRERA 4.
CAPA: AFIRMADO EXISTENTE. PROFUNDIDAD: 0,1 m - 0,4 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.
DESCRIPCION: Grava limosa mal gradada, color amarillo, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, composición cuarzosa con desechos de construcción y compacidad densa. LA FRACCIÓN FINA NO PRESENTA PLASTICIDAD.

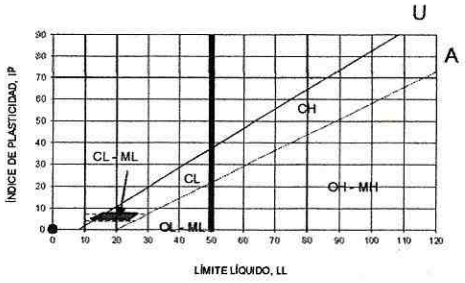
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	55
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	125,63
Suelo seco + Cap. (g)	114,45
Peso cápsula (g)	6,25
Contenido de humedad (%)	10,33

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

Límite Plástico	
0	0
0	0
0	0
0	0
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	473,8	985,6	511,8	14,2	14,2	85,8	
1 1/2	38,100	475,8	856,3	380,5	10,6	24,8	75,2	
1	25,400	451,0	802,3	351,3	9,8	34,6	65,4	100
3/4	19,000	440,8	615,2	174,4	4,8	39,4	60,6	80 - 100
3/8	9,525	453,4	822,3	368,9	10,3	49,7	50,3	60 - 85
4	4,760	437,8	758,9	321,1	8,9	58,6	41,4	40 - 65
10	2,000	408,1	652,3	244,2	6,8	65,4	34,6	30 - 50
40	0,420	334,6	685,2	350,6	9,7	75,2	24,8	13 - 30
200	0,074	292,7	752,6	459,9	12,8	87,9	12,1	9 18
FONDO	0,000	258,6	292,6	34,0	12,1	100,0	0,0	

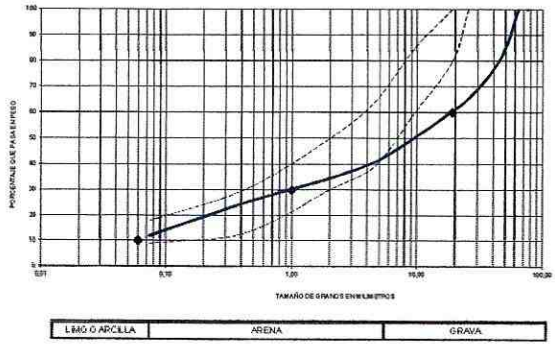
3196,7

D10: 0,06 D30: 1,00 D60: 19,00 CU: 316,67 CG: 0,88

HUMEDAD NATURAL (HN):	10,3 %
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+Rec	3 765,2
Peso Suelo Total Lavado + Recipient	3 366,5
Peso Recipiente	168,9
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	3 596,3
Peso Suelo Seco Lavado	3 197,6

% GRAVAS	58,6
% ARENAS	29,3
% FINOS	12,1



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACION DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GM

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

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

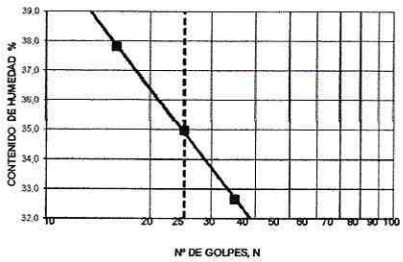
PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M2 (Km1+520) - CALLE 1C SUR CON CARRERA 4.
CAPA: SUELO NATURAL O SUBRASANTE. PROFUNDIDAD: 1,35 m - 1,95 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, con arenas, color gris con manchas cafés y óxido de hierro, y consistencia media.

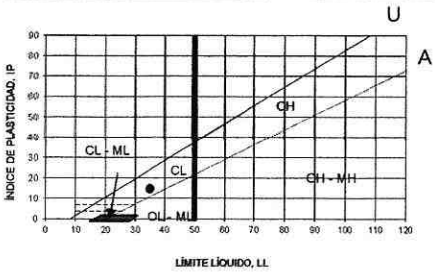
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	237
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	80,02
Suelo seco + Cap. (g)	67,61
Peso cápsula (g)	5,12
Contenido de humedad (%)	19,86

Limite líquido		
16	25	35
387	355	344
20,48	25,45	30,7
16,43	20,25	24,52
5,72	5,38	5,59
37,82	34,97	32,65

Límite Plástico	
244	210
17,36	15,60
15,30	13,82
5,08	5,08
20,16	20,37





TAMIZADO							
MALLA No.	Dimension (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,800	473,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,100	475,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,400	451,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4	19,000	440,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8	9,525	453,4	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
4	4,760	437,8	440,8	3,0	1,3	1,3	98,7
10	2,000	408,1	411,4	3,3	1,4	2,6	97,4
20	0,841	373,1	376,8	3,7	1,5	4,2	95,8
40	0,420	334,6	337,9	3,3	1,4	5,6	94,4
60	0,250	287,3	293,8	6,5	2,7	8,3	91,7
100	0,149	299,0	309,5	10,5	4,4	12,7	87,3
200	0,074	292,7	311,5	18,8	7,9	20,5	79,5
FONDO	0,000	258,6	258,7	0,1	79,5	100,0	0,0

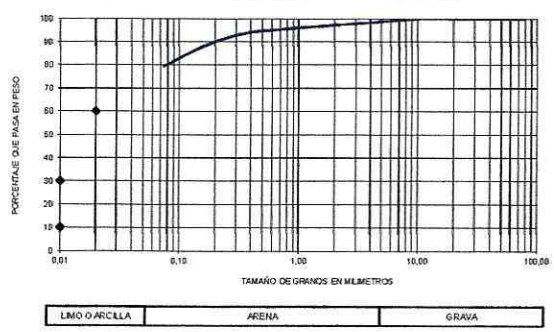
HUMEDAD NATURAL (HN):	19,9 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	20,0 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	35,0 %
LIMITE PLASTICO (LP):	20,3 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	14,7 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	405,8
Peso Suelo Total Lavado + Recipient	215,6
Peso Recipiente	166,4
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	239,4
Peso Suelo Seco Lavado	49,2

49,2

PORCENTAJES DEL MATERIAL	
%GRAVAS	1,3
% ARENAS	19,3
% FINOS	79,5

D10: 0,01 D30: 0,01 D60: 0,02 CU: 2,00 CG: 0,50



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CLASIFICACION USC	CL

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

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P1. MUESTRA: P1/M2 (Km1+520) - CALLE 1C SUR CON CARRERA 4.
CAPA: SUELO NATURAL O SUBRASANTE. PROFUNDIDAD: 1,35 m - 1,95 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.

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

Molde No.	2
Diametro del molde (cm)	15,03
Altura del molde (cm)	17,33
Volumen de muestra Compactada (cm^3)	3 074,7
Peso del Molde (g)	4 663
Peso del Molde + Muestra (g)	11 027
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm^3)	2,07

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	664	680
Expansión Total (mm) 10^-2		16
Expansión Total %		0,09%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	341	383
W Cap + mat humedo (gr)	81,31	68,67
W Cap + mat Seco (gr)	67,13	57,02
W Cápsula (gr)	5,60	5,49
Humedad %	23,05	22,61
Humedad promedio %	22,83	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	6	3
W Cap + mat humedo (gr)	100,92	84,29
W Cap + mat Seco (gr)	83,48	70,55
W Cápsula (gr)	9,48	9,28
Humedad %	23,57	22,43
Humedad promedio %	23,00	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	2	
W Muestra (g)	6 364	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul^2
0,000	0	0,0
0,005	13,49	4,3
0,025	41,59	13,3
0,050	78,68	25,1
0,075	115,10	36,8
0,100	147,70	47,2
0,125	174,00	55,6
0,150	194,68	62,2
0,200	224,58	71,8
0,300	265,72	84,9
0,400	294,27	94,0
0,500	317,21	101,4
CBR corregido 0,1"	4,7	
CBR corregido 0,2"	4,8	
CBR ESCOGIDO(%)	**4,8**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	2	
W Muestra (g)	6 391	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul^2
0,000	0	0,0
0,005	8,99	2,9
0,025	34,4	11,0
0,050	90,15	28,8
0,075	126,57	40,4
0,100	131,75	42,1
0,125	167,26	53,5
0,150	179,62	57,4
0,200	198,06	63,3
0,300	221,44	70,8
0,400	236,95	75,7
0,500	248,19	79,3
CBR corregido 0,1"	4,2	
CBR corregido 0,2"	4,2	
CBR ESCOGIDO(%)	**4,2**	

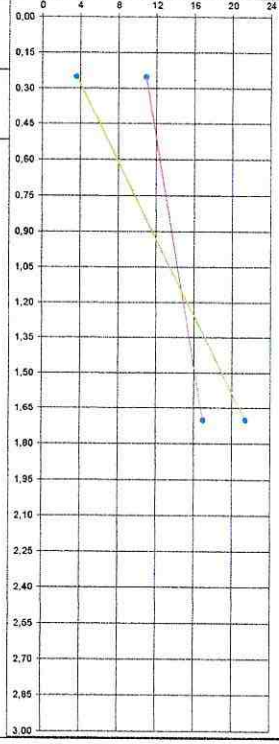
FIGURA 10. CBR IN-SITU - relación de soporte del suelo.

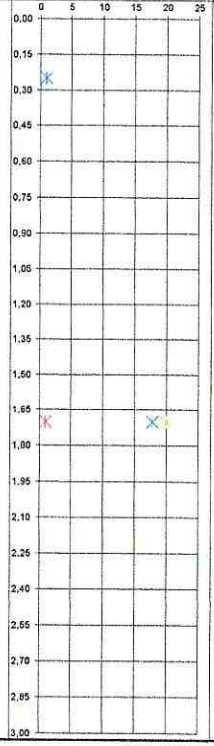
INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

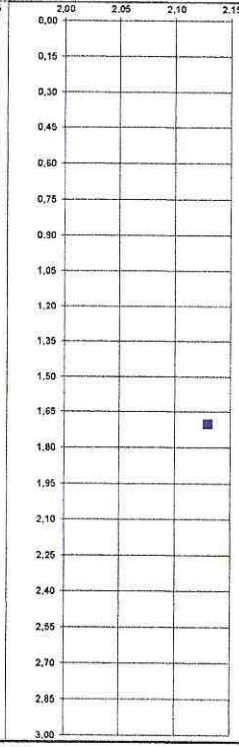
FIGURA 11. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL SONDEO P2.

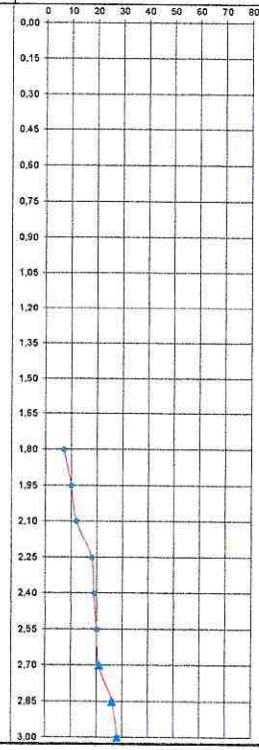
MUESTRA	Prof (m) DE	A	Wn (%)	Weq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m³)	γd (t/m³)	CBR sin inmersión (%)	CBR sin inmersión (%)	Expansión (%)	Pasa 200 (0,074 mm)	Clasificacion S.U.C.S.	Capas Definidas	Profundidad total del sondeo (m)
M1	0,05	0,40	10,9	3,6	NP	NP	NP	-	-	-	-	-	12,6	GM	A	3,0
M2	1,20	1,80	16,9	21,4	37,8	20,0	17,8	2,13	1,82	9,3	6,9	0,09	83,5	CL	B	

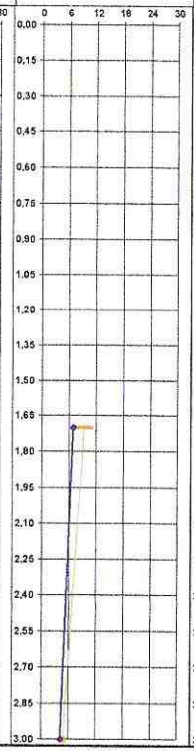
Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00			C.A.		A
0,05					
0,30			GM	Grava limosa, color amarillo	B
0,40					
0,60					
0,75					
0,90					
1,05					
1,20					
1,35					
1,50					
1,65			CL	Arcilla inorgánica, color gris con manchas cafés y óxido de hierro	C
1,80					
2,00					
2,10					
2,25					
2,40					
2,55					
2,70					
2,80					
3,00					

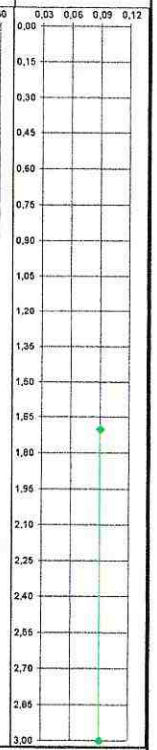












CONVENCIONES

Muestra alterada (bolsa).

Muestra semialterada (cuchara partida) y CBR inalterado

Muestra corte directo

Muestra inalterada (Shelby)

Humedad natural

Humedad de equilibrio

Limite Liquido (LL)

Limite 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 - 25 - TELEFONO 7713726, TELFAX 7718125 - SOGAMOSO, BOYACÁ.

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

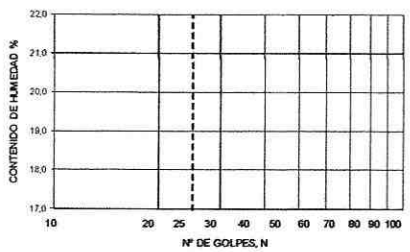
PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P2. MUESTRA: P2/M1 (Km1+720) - TRANSVERSAL 1 CON CALLE 1F - SUR.
CAPA: AFIRMADO EXISTENTE. PROFUNDIDAD: 0,05 m - 0,4 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.
DESCRIPCION: Grava limosa mal gradada, color amarillo, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, composición cuarzosa con desechos de construcción y compacidad densa. LA FRACCIÓN FINA NO PRESENTA PLASTICIDAD.

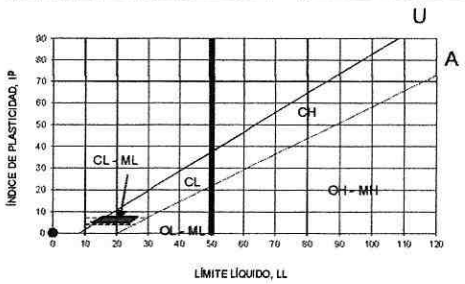
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	106
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	110,47
Suelo seco + Cap. (g)	100,15
Peso cápsula (g)	5,10
Contenido de humedad (%)	10,86

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

Límite Plástico	
0	0
0	0
0	0
0	0
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	473,8	914,2	440,4	13,3	13,3	86,7	
1 1/2	38,100	475,8	769,1	293,3	8,9	22,1	77,9	
1	25,400	451,0	799,4	348,4	10,5	32,7	67,3	100
3/4	19,000	440,8	684,2	243,4	7,3	40,0	60,0	80 - 100
3/8	9,525	453,4	795,4	342,0	10,3	50,3	49,7	60 - 85
4	4,760	437,8	721,4	283,6	8,6	58,9	41,1	40 - 65
10	2,000	408,1	652,4	244,3	7,4	66,3	33,7	30 - 50
40	0,420	334,6	612,7	278,1	8,4	74,6	25,4	13 - 30
200	0,074	292,7	714,2	421,5	12,7	87,4	12,6	9 18
FONDO	0,000	258,6	280,7	22,1	12,6	100,0	0,0	

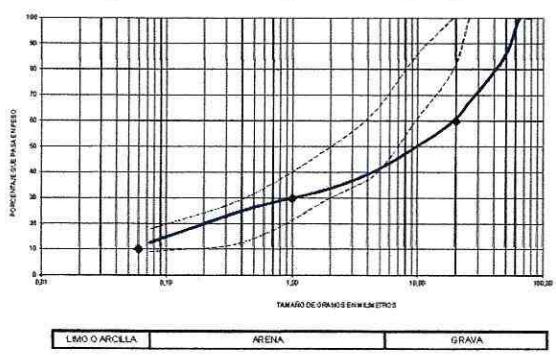
2917,1

D10: 0,06 D30: 1,00 D60: 20,00 CU: 333,33 CG: 0,83

HUMEDAD NATURAL (HN):	10,9 %
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+Rec	3 514,3
Peso Suelo Total Lavado + Recipient	3 117,6
Peso Recipiente	200,5
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	3 313,8
Peso Suelo Seco Lavado	2 917,1

% GRAVAS	58,9
% ARENAS	28,5
% FINOS	12,6



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GM

FIGURA 12. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

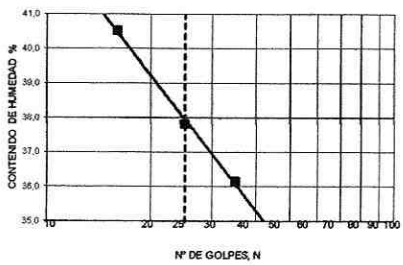
PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P2. MUESTRA: P2/M2 (Km1+720) - TRANSVERSAL 1 CON CALLE 1F - SUR.
CAPA: SUELO NATURAL O SUBRASANTE. PROFUNDIDAD: 1,2 m - 1,8 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad alta, con arenas, color gris con manchas cafés y óxido de hierro, y consistencia media.

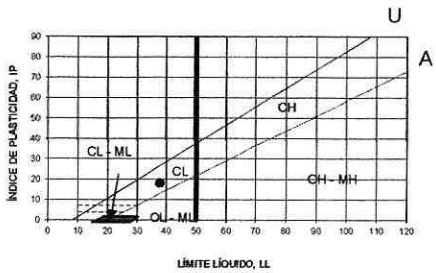
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	381
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	69,53
Suelo seco + Cap. (g)	60,31
Peso cápsula (g)	5,83
Contenido de humedad (%)	16,92

Limite líquido		
16	25	35
358	376	362
20,46	25,50	30,50
16,14	20,01	23,93
5,48	5,49	5,75
40,53	37,81	36,14

Límite Plástico	
218	246
17,39	15,77
15,30	13,95
4,84	4,88
19,98	20,07

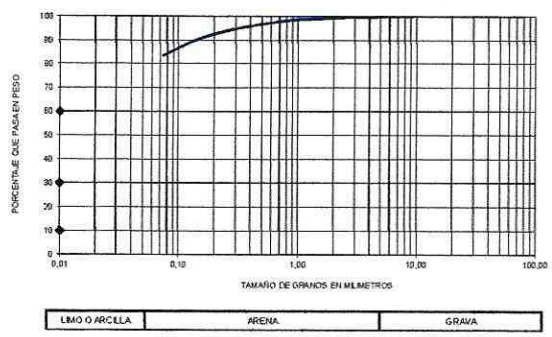




TAMIZADO							
MALLA No.	Dimensior (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenid Acumulad	% Pasa
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,800	473,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,100	475,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,400	451,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4	19,000	440,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8	9,525	453,4	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
4	4,760	437,8	439,4	1,6	0,2	0,2	99,8
10	2,000	408,1	410,4	2,3	0,3	0,6	99,4
20	0,841	373,1	380,3	7,2	1,1	1,7	98,3
40	0,420	334,6	348,8	14,2	2,1	3,8	96,2
60	0,250	287,3	303,1	15,8	2,4	6,1	93,9
100	0,149	299,0	321,2	22,2	3,3	9,4	90,6
200	0,074	292,7	340,2	47,5	7,1	16,5	83,5
FONDO	0,000	258,6	259,4	0,8	83,5	100,0	0,0

111,6

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):	21,4 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	37,8 %
LIMITE PLASTICO (LP):	20,0 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	17,8 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	837,7
Peso Suelo Total Lavado + Recipient	279,4
Peso Recipiente	167,5
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	670,2
Peso Suelo Seco Lavado	111,9

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,2
% ARENAS	16,3
% FINOS	83,5

CLASIFICACION DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

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

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P2. MUESTRA: P2/M2 (Km1+720) - TRANSVERSAL 1 CON CALLE 1F - SUR.
CAPA: SUELO NATURAL O SUBRASANTE. PROFUNDIDAD: 1,2 m - 1,8 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.

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

Molde No.	3
Diametro del molde (cm)	15,08
Altura del molde (cm)	17,38
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3 104,1
Peso del Molde (g)	4 643
Peso del Molde + Muestra (g)	11 249
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	2,13

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	90	105
Expansión Total (mm) 10^-2		15
Expansión Total %		0,09%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	381	301
W Cap + mat humedo (gr)	69,53	87,22
W Cap + mat Seco (gr)	60,31	75,52
W Cápsula (gr)	5,83	6,03
Humedad %	16,92	16,84
Humedad promedio %	16,88	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	369	342
W Cap + mat humedo (gr)	93,2	77,74
W Cap + mat Seco (gr)	79,45	66,27
W Cápsula (gr)	5,47	5,69
Humedad %	18,59	18,93
Humedad promedio %	18,76	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	3	
W Muestra (g)	6 606	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	19,11	6,1
0,025	59,12	18,9
0,050	118,25	37,8
0,075	176,92	56,5
0,100	285,33	91,2
0,125	315,22	100,7
0,150	341,03	109,0
0,200	437,03	139,7
0,300	591,25	188,9
0,400	711,29	227,3
0,500	814,93	260,4
CBR corregido 0,1"	9,1	
CBR corregido 0,2"	9,3	
CBR ESCOGIDO(%)	**9,3**	

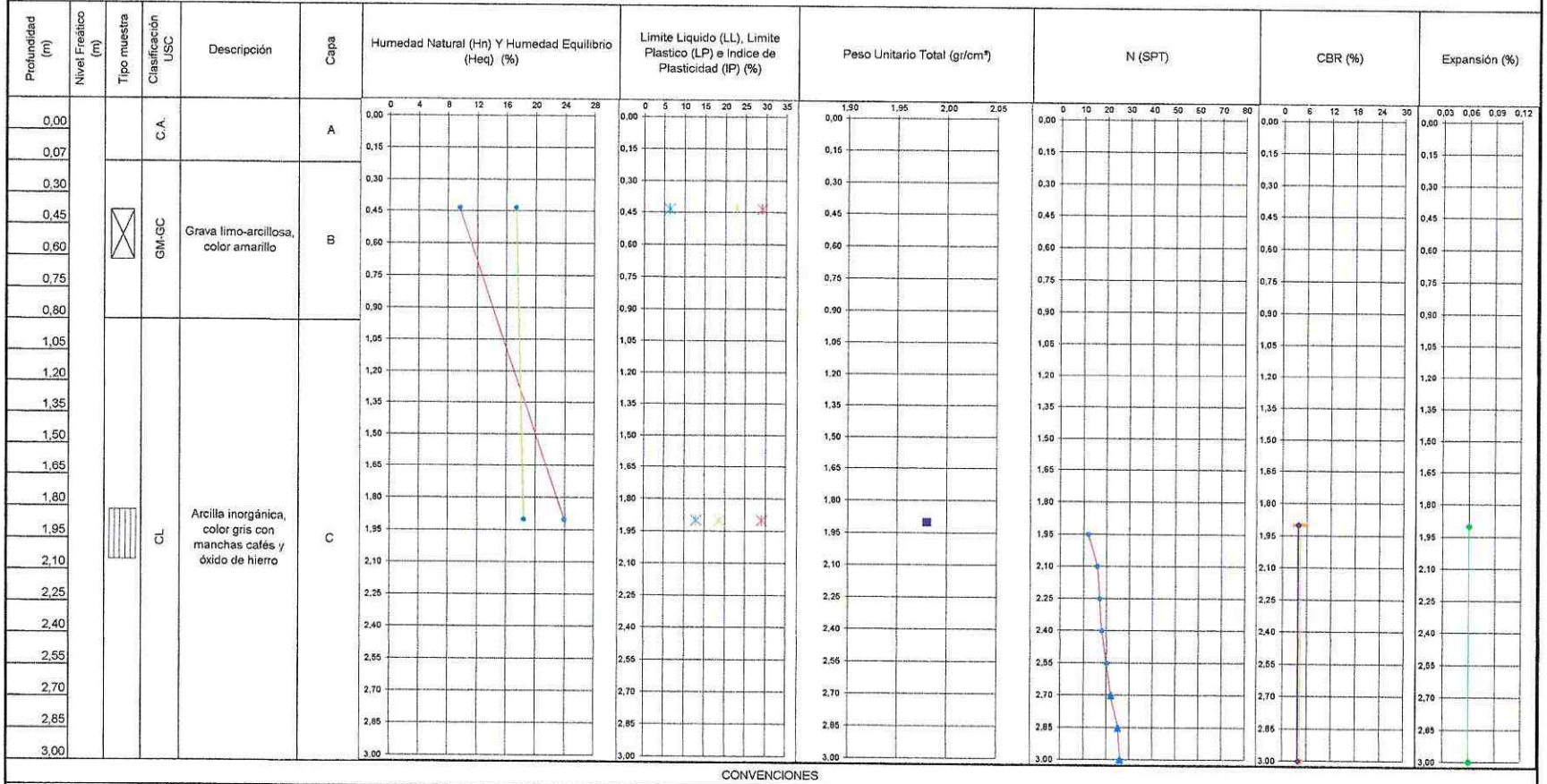
PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	3	
W Muestra (g)	6 707	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	29	9,3
0,025	95,54	30,5
0,050	148,15	47,3
0,075	181,65	58,0
0,100	208,4	66,6
0,125	255,62	81,7
0,150	295,33	94,4
0,200	325,22	103,9
0,300	347,55	111,1
0,400	395,44	126,4
0,500	453,9	145,1
CBR corregido 0,1"	6,7	
CBR corregido 0,2"	6,9	
CBR ESCOGIDO(%)	**6,9**	

FIGURA 14. CBR INSITU - relación de soporte del suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

FIGURA 15. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL SONDEO P3.

MUESTRA	Prof (m) DE	A	Wn (%)	Weq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m³)	γd (t/m³)	CBR sin inmersión (%)	CBR sin inmersión (%)	Expansión (%)	Pasa 200 (0,074 mm)	Clasificacion S.U.C.S.	Capas Definidas	Profundidad total del sondeo (m)
M1	0,07	0,08	9,6	17,3	29,1	22,8	6,3	-	-	-	-	-	16,6	GM-GC	A	3,0
M2	1,60	2,20	23,9	18,4	31,5	18,6	12,9	1,98	1,60	4,5	3,9	0,06	89,2	CL	B	



CONVENCIONES

Muestra alterada (bolsa).

Muestra semialterada (cuchara partida) y CBR inalterado

Muestra corte directo

Muestra inalterada (Shelby)

Humedad natural

Humedad de equilibrio

Limite Líquido (LL)

Límite Plástico (LP)

Indice de plasticidad (IP)

Peso Unitario Total

SPT (N)

Penetrometro de borros

CBR con inmersión (%)

CBR sin inmersión (%)

Expansión (%)

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

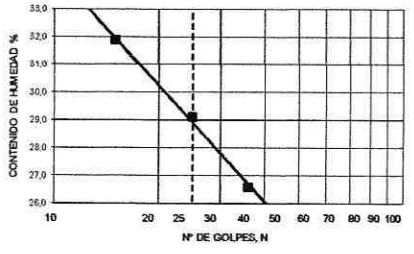
PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P3. MUESTRA: P3/M1 (Km1+900) - TRANSVERSAL 1 CON CALLE 2A - SUR.
CAPA: AFIRMADO EXISTENTE. PROFUNDIDAD: 0,07m - 0,8 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.
DESCRIPCION: Grava limo-arcillosa mal gradada, color amarillo, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, composición cuarzosa con desechos de construcción y compacidad densa.
LA FRACCIÓN FINA PRESENTA PLASTICIDAD BAJA.

LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	8
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	125,36
Suelo seco + Cap. (g)	115,24
Peso cápsula (g)	10,24
Contenido de humedad (%)	9,64

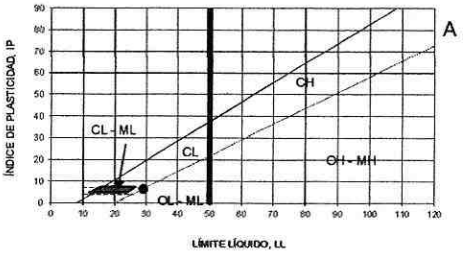
Limite líquido		
15	25	36
108	205	306
32,45	33,16	33,47
25,84	26,83	27,54
5,10	5,08	5,24
31,87	29,10	26,59

Límite Plástico	
96	321
17,48	18,05
16,04	16,56
9,77	10,00
22,97	22,71



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	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	AFIRMADO
2 1/2	64,000	488,5	725,3	236,8	7,4	7,4	92,6	(A-1)
2	50,800	473,8	612,3	138,5	4,3	11,7	88,3	
1 1/2	38,100	475,8	695,4	219,6	6,8	18,6	81,4	
1	25,400	451,0	845,2	394,2	12,3	30,8	69,2	100
3/4	19,000	440,8	675,4	234,6	7,3	38,2	61,8	80 - 100
3/8	9,525	453,4	878,2	424,8	13,2	51,4	48,6	60 - 85
4	4,760	437,8	724,5	286,7	8,9	60,3	39,7	40 - 65
10	2,000	408,1	649,3	241,2	7,5	67,9	32,1	30 - 50
40	0,420	334,6	643,1	308,5	9,6	77,5	22,5	13 - 30
200	0,074	292,7	482,9	190,2	5,9	83,4	16,6	9 18
FONDO	0,000	258,6	260,3	1,7	16,6	100,0	0,0	

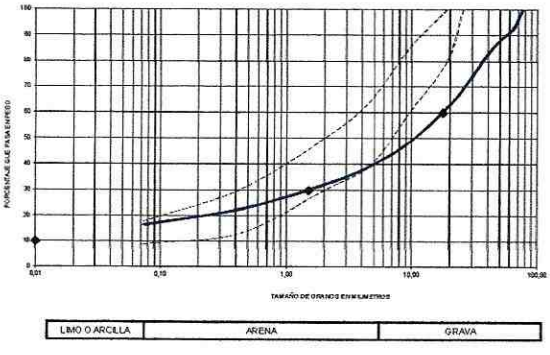
2676,8

HUMEDAD NATURAL (HN):	9,6 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	17,3 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	29,1 %
LIMITE PLASTICO (LP):	22,8 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	6,3 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	3 412,7
Peso Suelo Total Lavado + Recipient	2 882,7
Peso Recipiente	205,9
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	3 206,8
Peso Suelo Seco Lavado	2 676,8

% GRAVAS	60,3
% ARENAS	23,1
% FINOS	16,6

D10: 0,01 D30: 1,50 D60: 17,50 CU: 1750,00 CG: 12,86



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CLASIFICACION USC	GM - GC

FIGURA 16. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

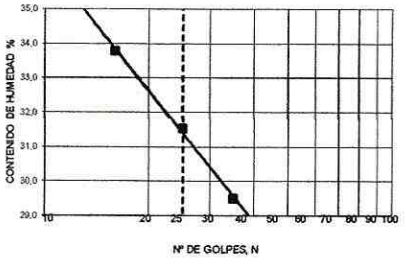
PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P3. MUESTRA: P3/M2 (Km1+900) - TRANSVERSAL 1 CON CALLE 2A - SUR.
CAPA: SUELO NATURAL O SUBRASANTE. PROFUNDIDAD: 1,6 m - 2,2 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, con arenas, color gris con manchas cafés y óxido de hierro, y consistencia media.

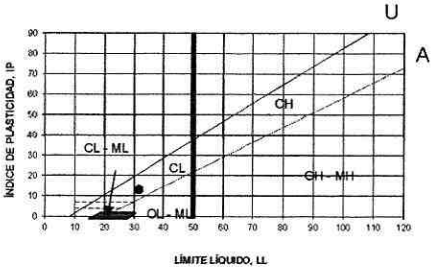
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	53
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	93,09
Suelo seco + Cap. (g)	77,08
Peso cápsula (g)	10,05
Contenido de humedad (%)	23,88

Limite líquido		
16	25	35
375	367	363
20,41	25,59	30,55
16,61	20,82	24,87
5,36	5,69	5,61
33,78	31,53	29,49

Límite Plástico	
207	206
17,29	14,63
15,36	13,13
5,03	5,03
18,68	18,52





TAMIZADO							
MALLA No.	Dimensior (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,800	473,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,100	475,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,400	451,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4	19,000	440,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8	9,525	453,4	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
4	4,760	437,8	440,3	2,5	0,3	0,3	99,7
10	2,000	408,1	414,8	6,7	0,7	1,0	99,0
20	0,841	373,1	382,3	9,2	1,0	2,0	98,0
40	0,420	334,6	348,8	14,2	1,6	3,6	96,4
60	0,250	287,3	304,0	16,7	1,8	5,5	94,5
100	0,149	299,0	317,8	18,8	2,1	7,5	92,5
200	0,074	292,7	322,0	29,3	3,2	10,8	89,2
FONDO	0,000	258,6	259,2	0,6	89,2	100,0	0,0
				98,0			

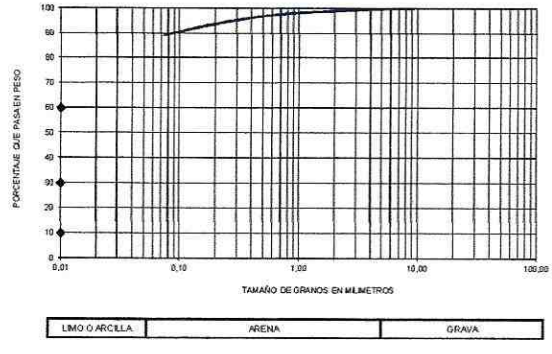
HUMEDAD NATURAL (HN):	23,9 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	18,4 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	31,5 %
LIMITE PLASTICO (LP):	18,6 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	12,9 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	1 109,5
Peso Suelo Total Lavado + Recipient	304,6
Peso Recipiente	206,6
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	902,9
Peso Suelo Seco Lavado	98,0

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,3
% ARENAS	10,5
% FINOS	89,2

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



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACION DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	CL

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

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P3. MUESTRA: P3/M2 (Km1+900) - TRANSVERSAL 1 CON CALLE 2A - SUR.
CAPA: SUELO NATURAL O SUBRASANTE. PROFUNDIDAD: 1,6 m - 2,2 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.

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

Molde No.	1
Diametro del molde (cm)	15,08
Altura del molde (cm)	17,57
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3 138,1
Peso del Molde (g)	4 768
Peso del Molde + Muestra (g)	10 969
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,98

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	459	469
Expansión Total (mm) 10^-2		10
Expansión Total %		0,06%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	53	77
W Cap + mat humedo (gr)	93,09	73,44
W Cap + mat Seco (gr)	77,08	62,05
W Cápsula (gr)	10,05	9,77
Humedad %	23,88	21,79
Humedad promedio %	22,84	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	351	347
W Cap + mat humedo (gr)	87,28	80,11
W Cap + mat Seco (gr)	73,86	66,98
W Cápsula (gr)	5,49	5,65
Humedad %	19,63	21,41
Humedad promedio %	20,52	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	1	
W Muestra (g)	6 201	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	24,28	7,8
0,025	54,40	17,4
0,050	82,73	26,4
0,075	105,88	33,8
0,100	130,61	41,7
0,125	155,12	49,6
0,150	176,03	56,3
0,200	213,12	68,1
0,300	268,87	85,9
0,400	313,38	100,1
0,500	345,53	110,4
CBR corregido 0,1"	4,2	
CBR corregido 0,2"	4,5	
CBR ESCOGIDO(%)	**4,5**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	1	
W Muestra (g)	6 238	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	11,69	3,7
0,025	42,26	13,5
0,050	49,36	15,8
0,075	108,13	34,6
0,100	112,25	35,9
0,125	146,36	46,8
0,150	165,85	53,0
0,200	185,25	59,2
0,300	255,23	81,6
0,400	289,32	92,5
0,500	312,55	99,9
CBR corregido 0,1"	3,6	
CBR corregido 0,2"	3,9	
CBR ESCOGIDO(%)	**3,9**	

FIGURA 18. CBR INSITU - relación de soporte del suelo.

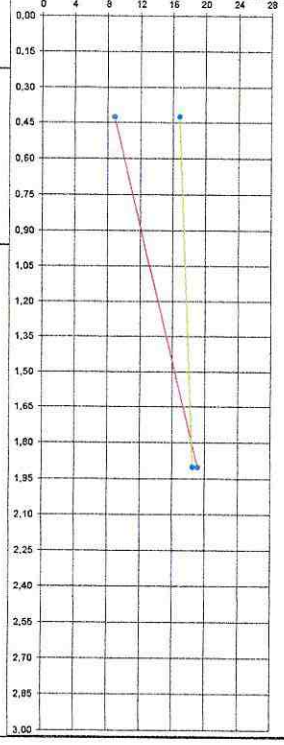
INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

FIGURA 19. PERFIL DE RESISTENCIAS Y PROPIEDADES PARA EL SONDEO P4.

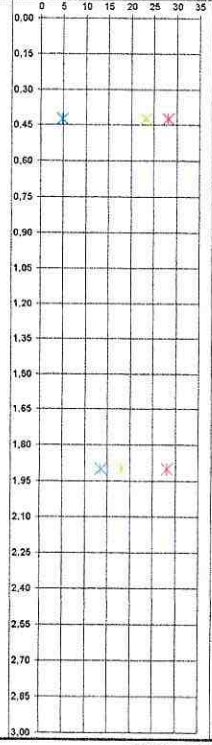
MUESTRA	Prof (m) DE	A	Wn (%)	Weq (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	γt (t/m³)	γd (t/m³)	CBR sin inmersión (%)	CBR sin inmersión (%)	Expansión (%)	Pasa 200 (0,074 mm)	Clasificacion S.U.C.S.	Capas Definidas	Profundidad total del sondeo (m)
M1	0,05	0,80	8,8	16,8	28,1	23,2	4,8	-	-	-	-	-	27,5	GM-GC	A	3,0
M2	1,60	2,20	19,1	18,5	31,6	18,1	13,5	1,96	1,65	4,5	4,1	0,02	88,0	CL	B	

Profundidad (m)	Nivel Freático (m)	Tipo muestra	Clasificación USC	Descripción	Capa
0,00 – 0,05			C.A.		A
0,05 – 0,80			GM-GC	Grava limo-arcillosa, color amarillo	B
0,80 – 3,00			CL	Arcilla inorgánica, color gris con manchas cafés y óxido de hierro	C

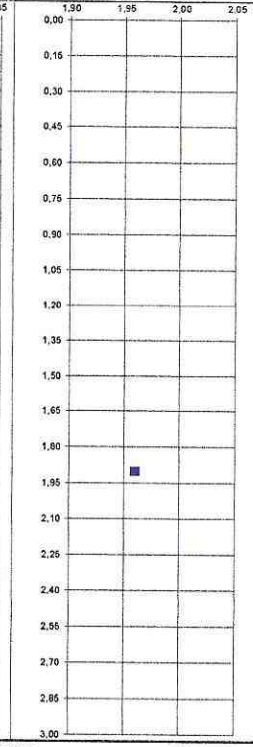
Humedad Natural (Hn) Y Humedad Equilibrio (Heq) (%)



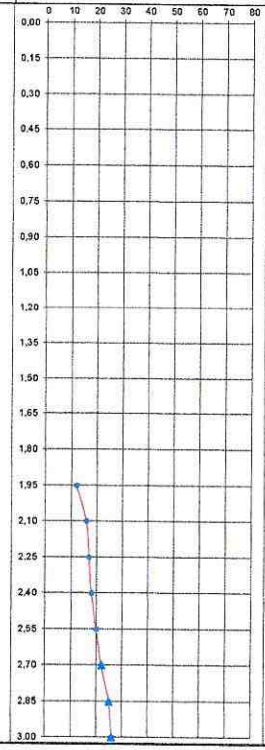
Limite Liquido (LL), Limite Plastico (LP) e Indice de Plasticidad (IP) (%)



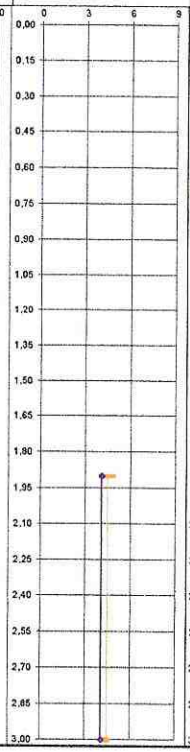
Peso Unitario Total (gr/cm³)



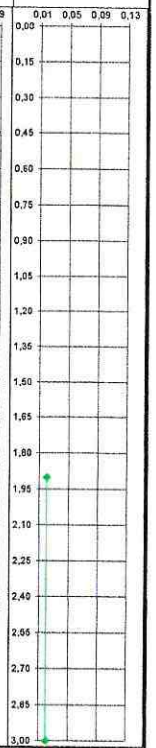
N (SPT)



CBR (%)



Expansión (%)



CONVENCIONES

- Muestra alterada (bolsa).
- Muestra semialterada (cuchara partida) y CBR inalterado
- Muestra corte directo
- Muestra inalterada (Shelby)
- Humedad natural
- Humedad de equilibrio
- Limite Liquido (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 - 25 - TELEFONO 7713726, TELFAX 7718125 - SOGAMOSO, BOYACÁ.

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

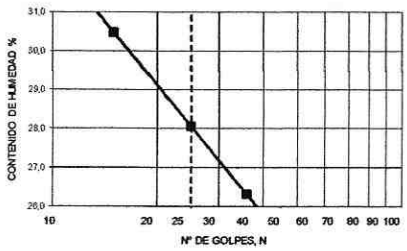
PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P4. MUESTRA: P4/M1 (Km2+120) - TRANSVERSAL 1 No. 4 - 46 SUR.
CAPA: AFIRMADO EXISTENTE. PROFUNDIDAD: 0,05m - 0,8 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.
DESCRIPCION: Grava limo-arcillosa mal gradada, color amarillo, tamaño granulos, guijos, guijarros y arenas gruesas y medias, forma subangular, composición cuarzosa con desechos de construcción y compacidad densa. LA FRACCION FINA PRESENTA PLASTICIDAD BAJA.

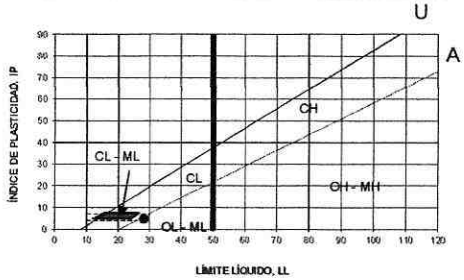
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	3
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	110,24
Suelo seco + Cap. (g)	102,29
Peso cápsula (g)	11,45
Contenido de humedad (%)	8,75

Limite líquido		
15	25	36
236	225	287
33,17	32,49	33,04
26,74	26,52	27,36
5,64	5,24	5,77
30,47	28,05	26,31

Límite Plástico	
249	153
18,33	19,01
15,81	16,39
4,98	5,08
23,27	23,17





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	706,4	217,9	6,2	6,2	93,8	(A-1)
2	50,800	473,8	619,6	145,8	4,1	10,3	89,7	
1 1/2	38,100	475,8	716,8	241,0	6,8	17,1	82,9	
1	25,400	451,0	839,7	388,7	11,0	28,1	71,9	100
3/4	19,000	440,8	623,2	182,4	5,2	33,3	66,7	80 - 100
3/8	9,525	453,4	865,4	412,0	11,7	45,0	55,0	60 - 85
4	4,760	437,8	712,9	275,1	7,8	52,7	47,3	40 - 65
10	2,000	408,1	625,3	217,2	6,1	58,9	41,1	30 - 50
40	0,420	334,6	612,8	278,2	7,9	66,8	33,2	13 - 30
200	0,074	292,7	496,2	203,5	5,8	72,5	27,5	9 18
FONDO	0,000	258,6	262,1	3,5	27,5	100,0	0,0	

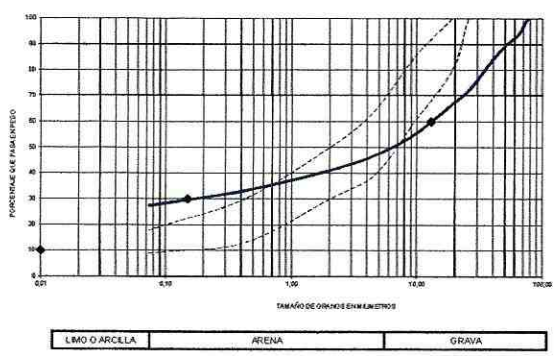
HUMEDAD NATURAL (HN):	8,8 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	16,8 %
LIMITE LIQUIDO (LL):	28,1 %
LIMITE PLASTICO (LP):	23,2 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	4,8 %

DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	3 729,1
Peso Suelo Total Lavado + Recipient	2 762,6
Peso Recipiente	197,3
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	3 531,8
Peso Suelo Seco Lavado	2 565,3

% GRAVAS	52,7
% ARENAS	19,8
% FINOS	27,5

2565,3

D10: 0,01 D30: 0,15 D60: 13,00 CU: 1300,00 CG: 0,17



Curva Ensayo

Curva Norma

CLASIFICACION DEL MATERIAL

CLASIFICACION USC	GM - GC

FIGURA 20. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el material.

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

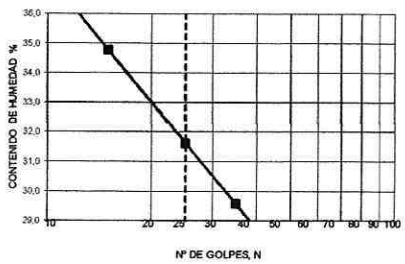
PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P4. MUESTRA: P4/M2 (Km2+120) - TRANSVERSAL 1 No. 4 - 46 SUR.
CAPA: SUELO NATURAL O SUBRASANTE. PROFUNDIDAD: 1,6 m - 2,2 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.
DESCRIPCION: Arcilla inorgánica de plasticidad media, con arenas, color gris con manchas cafés y óxido de hierro, y consistencia media.

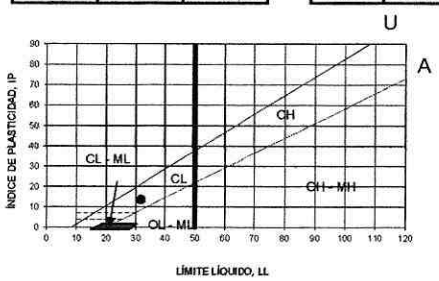
LIMITES DE ATTERBERG Y ANÁLISIS GRANULÓMETRICO

Descripción	Hum.Natural
Número de golpes	
Número de cápsula	386
Peso suelo húmedo + Cap. (g)	94,39
Suelo seco + Cap. (g)	80,10
Peso cápsula (g)	5,46
Contenido de humedad (%)	19,15

Limite líquido		
15	25	35
381	301	300
20,44	25,55	30,51
16,67	20,86	24,89
5,83	6,02	5,89
34,78	31,60	29,58

Límite Plástico	
219	211
18,09	19,63
16,12	17,36
5,15	4,98
17,96	18,34





TAMIZADO							
MALLA No.	Dimensior (mm)	Peso Malla (g)	Peso Malla +Suelo	Peso Suelo Rete(g)	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Pasa
3	76,000	483,2	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2 1/2	64,000	488,5	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
2	50,800	473,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2	38,100	475,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
1	25,400	451,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4	19,000	440,8	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8	9,525	453,4	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
4	4,760	437,8	438,6	0,8	0,1	0,1	99,9
10	2,000	408,1	412,9	4,8	0,6	0,7	99,3
20	0,841	373,1	380,2	7,1	0,9	1,7	98,3
40	0,420	334,6	339,9	5,3	0,7	2,4	97,6
60	0,250	287,3	294,0	6,7	0,9	3,3	96,7
100	0,149	299,0	316,6	17,6	2,3	5,6	94,4
200	0,074	292,7	341,5	48,8	6,4	12,0	88,0
FONDO	0,000	258,6	259,1	0,5	88,0	100,0	0,0

HUMEDAD NATURAL (HN):	19,1 %
HUMEDAD DE EQUIL.(Heq):	18,5 %
LÍMITE LÍQUIDO (LL):	31,6 %
LIMITE PLASTICO (LP):	18,1 %
INDICE DE PLASTICIDAD (IP):	13,5 %

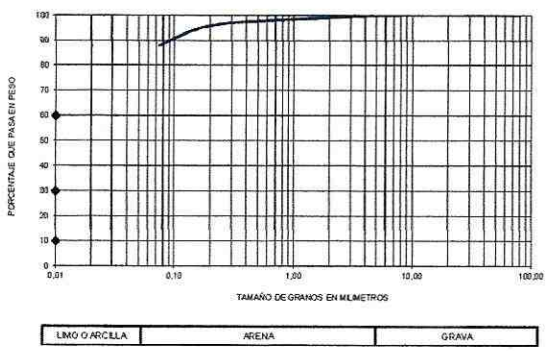
DATOS TAMIZADO	
Peso Suelo Tot. Antes de Lavar+Rec	957,7
Peso Suelo Total Lavado + Recipient	292,1
Peso Recipiente	200,0
Peso Suelo Seco Antes de Lavar	757,7
Peso Suelo Seco Lavado	92,1

PORCENTAJES DEL MATERIAL

%GRAVAS	0,1
% ARENAS	11,9
% FINOS	88,0

91,6

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

FIGURA 21. Determinación de Límites de Atterberg, gradación y Curva granulométrica para clasificar el suelo.

INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA.

NIT 800 112 602 - 7

CONSULTORIA - CONSTRUCCION

LABORATORIO DE SUELOS - CONCRETOS - PAVIMENTOS

PROYECTO: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO DEL km1+520 al km2+120.
LOCALIZACIÓN: VÍA LA ORQUETA - EL SANTUARIO, MUNICIPIO DE SOGAMOSO (BOYACÁ).
SOLICITO: ALCALDÍA DE SOGAMOSO. PROPIETARIO: MUNICIPIO DE SOGAMOSO.
SONDEO: P4. MUESTRA: P4/M2 (Km2+120) - TRANSVERSAL 1 No. 4 - 46 SUR.
CAPA: SUELO NATURAL O SUBRASANTE. PROFUNDIDAD: 1,6 m - 2,2 m. FECHA: 25 DE MAYO DE 2 016.

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

Molde No.	20
Diametro del molde (cm)	15,32
Altura del molde (cm)	17,57
Volumen de muestra Compactada (cm³)	3 238,8
Peso del Molde (g)	4 790
Peso del Molde + Muestra (g)	11 146
Sobrecarga (Kg)	4,509
Densidad Insitu (g/cm³)	1,96

EXPANSIÓN		
Día	1	4
Expansión	0	3
Expansión Total (mm) 10^-2		3
Expansión Total %		0,02%

Contenido de humedad antes de inmersión		
Capsula No.	386	368
W Cap + mat humedo (gr)	94,39	81,98
W Cap + mat Seco (gr)	80,10	70,46
W Cápsula (gr)	5,46	5,46
Humedad %	19,15	17,72
Humedad promedio %	18,43	

Contenido de humedad despues de inmersión		
Capsula No.	6	4
W Cap + mat humedo (gr)	104,99	97,67
W Cap + mat Seco (gr)	90,12	84,22
W Cápsula (gr)	24,16	18,55
Humedad %	22,54	20,48
Humedad promedio %	21,51	

PENETRACIÓN ANTES DE INMERSIÓN		
Molde No.	20	
W Muestra (g)	6 356	
Diametro del piston (cm)	5,07	
Penetración (pulg)	Fuerza lb-f	Esfuerzo Lb/pul²
0,000	0	0,0
0,005	13,94	4,5
0,025	39,57	12,6
0,050	71,94	23,0
0,075	94,79	30,3
0,100	132,52	42,3
0,125	140,73	45,0
0,150	161,41	51,6
0,200	210,87	67,4
0,300	327,55	104,7
0,400	454,79	145,3
0,500	569,67	182,0
CBR corregido 0,1"	4,2	
CBR corregido 0,2"	4,5	
CBR ESCOGIDO(%)	**4,5**	

PENETRACIÓN DESPUÉS DE 4 DIAS DE INMERSIÓN		
Molde No.	20	
W Muestra (g)	6 483	
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	35,29	11,3
0,050	89,47	28,6
0,075	95,23	30,4
0,100	121,23	38,7
0,125	135,63	43,3
0,150	155,26	49,6
0,200	191,22	61,1
0,300	215,33	68,8
0,400	226,45	72,4
0,500	248,85	79,5
CBR corregido 0,1"	3,9	
CBR corregido 0,2"	4,1	
CBR ESCOGIDO(%)	**4,1**	

FIGURA 22. CBR INSITU - relación de soporte del suelo.

Figura 23. Registro fotográfico de las muestras extraídas en campo y laboratorio.













INGENIERÍA Y GEOLOGÍA LTDA.

NIT. 800 112 602 - 7

CONSULTORÍA - CONSTRUCCIÓN

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS









INGENIERIA Y GEOLOGIA LTDA

GERENTE