

San Juan de Pasto, abril 04 de 2022.

A QUIEN INTERESE

REFERENCIA: MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.

Yo, ANDRÉS GEOVANNY HILLÓN SARMIENTO, Ingeniero Civil, debidamente titulado e inscrito con matrícula profesional No. 52202-156096 otorgada por el Consejo Profesional de Arquitectura e Ingeniería de Nariño, Especialista en geotecnia de la Universidad de Caldas, certifico que el **ESTUDIO GEOTÉCNICO COMPLEMENTARIO** para el proyecto denominado **“CONSTRUCCIÓN DE SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO”**, ha sido elaborado siguiendo en todo la normatividad vigente a la fecha, incluyendo NSR-2010.

En consecuencia, asumo la responsabilidad por el Estudio Geotécnico para diseño y construcción del proyecto de acuerdo con las leyes vigentes siempre y cuando se adopten sin ser modificados los parámetros de diseño y las recomendaciones plasmadas en el informe del estudio geotécnico.

Para constancia de esta, se firma en la ciudad de San Juan de Pasto a los 04 días del mes de abril de 2022.

Atentamente,

ANDRÉS HILLÓN SARMIENTO I.C Esp.
Mat. 52202-156096 del C. P. de Nariño.

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE SALÓN DEL
PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS
DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO**



Abril de 2022.

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	OBJETIVOS.....	5
3.	CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR Y DE LA ESTRUCTURA	5
4.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.....	5
4.1.	ESTRATIGRAFÍA	5
5.	INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO Y LABORATORIOS.....	8
5.1.	TRABAJOS DE CAMPO	9
6.	LOCALIZACIÓN EXPLORACIONES DE CAMPO.....	10
7.	INFORME FOTOGRÁFICO	11
8.	DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES ESTRATOS DEL SUBSUELO.....	12
9.	CLASIFICACIÓN DEL PERFIL DE SUELO.....	18
10.	PROPUESTA DE CIMENTACIÓN ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA	19
11.	COEFICIENTES DE PRESION LATERAL	25
12.	PROPUESTA DE CIMENTACIÓN LOSAS DE CONTRAPISO.....	26
13.	CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES	27
14.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES	29

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. LEYENDAS Y DESCRIPCIÓN GEOLOGÍA SECTOR EN ESTUDIO – PLANCHA: 430 MOCOYA, INGEOMINAS 2003.	8
TABLA 2. RESUMEN DE LAS EXPLORACIONES DE CAMPO REALIZADAS.	9
TABLA 3. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR Y COMPACIDAD RELATIVA PERFORACIÓN P-1 (N DE CAMPO).	13
TABLA 4. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR Y COMPACIDAD RELATIVA PERFORACIÓN P-2 (N DE CAMPO).	13
TABLA 5. CORRECCIÓN DEL VALOR DE N OBTENIDO EN EL ENSAYO DE SPT (SKEMPTOM).	13
TABLA 6. CORRECCIÓN DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR PERFORACIONES P-1 Y P-2.	14
TABLA 7. OBTENCIÓN DE VALORES DE ESFUERZO CORTANTE Y ÁNGULO DE FRICCIÓN EFECTIVO EQUIVALENTE.	15
TABLA 8. OBTENCIÓN DE ÁNGULO DE FRICCIÓN EQUIVALENTE PROMEDIO PERFORACIONES P-1 Y P-2 (GONZÁLEZ 1999).	16
TABLA 9. RESUMEN RESULTADOS EXPLORACIONES DE CAMPO.	16
TABLA 10. CÁLCULO DEL PERIODO DEL SUELO PARA CLASIFICACIÓN DE PERFIL DE ACUERDO A NSR-10 TÍTULO A.	18
TABLA 11. FRANJAS GRANULOMÉTRICAS PARA MATERIAL DE RECEBO. (TABLA 610-3) ARTÍCULO 610 INVIAS.	19
TABLA 12. REQUISITOS PARA MATERIAL DE RECEBO. (TABLA 610-2) ARTÍCULO 610 INVIAS.	20
TABLA 13. SOBRECARGO DEL MEJORAMIENTO CON RESPECTO A LADO DE LA ZAPATA RESULTANTE DEL DISEÑO.	20
TABLA 14. COEFICIENTES DE BALASTO PARA DISEÑO DE FUNDACIÓN CIMENTACIONES CONVENCIONALES.	23
TABLA 15. COEFICIENTES DE BALASTO PARA DISEÑO DE FUNDACIÓN LOSAS DE CONTRAPISO.	27
TABLA 16. CLASIFICACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS NSR-10 TÍTULO H.	28
TABLA 17. EVALUACIÓN DE COLAPSABILIDAD EN SUELOS DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DE UNO A TRES PISOS SIN SÓTANO (ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA) SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.	28

ANEXOS

TABLA 1. CÁLCULO ESFUERZO ADMISIBLE Y CARGA MÁXIMA EN SUELO HOMOGÉNEO PARA ZAPATAS CUADRADAS DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DE UNO A TRES PISOS SIN SÓTANO (ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA) SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.	31
TABLA 2. CÁLCULO ESFUERZO ADMISIBLE Y CARGA MÁXIMA EN SUELO HOMOGÉNEO PARA ZAPATAS RECTANGULARES DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DE UNO A TRES PISOS SIN SÓTANO (ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA) SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.	32
TABLA 3. CÁLCULO ESFUERZO ADMISIBLE Y CARGA MÁXIMA EN SUELO HOMOGÉNEO PARA ZAPATAS CORRIDAS DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DE UNO A TRES PISOS SIN SÓTANO (ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA) SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.	33

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. GEOLOGÍA SECTOR EN ESTUDIO, PLANCHA 430 MOCOYA – INGEOMINAS 2003.	8
FIGURA 2. LOCALIZACIÓN GENERAL SECTOR EN ESTUDIO Y LOCALIZACIÓN DE EXPLORACIONES DE CAMPO.	10
FIGURA 3. OBTENCIÓN DE ÁNGULO DE FRICCIÓN EQUIVALENTE PROMEDIO PERFORACIONES P-1 Y P-2 (GONZÁLEZ 1999).	15
FIGURA 4. ESTRATIGRAFÍA APIQUE A-1.	16
FIGURA 5. ESTRATIGRAFÍA PERFORACIÓN P-1.	17
FIGURA 6. ESTRATIGRAFÍA PERFORACIÓN P-2.	17
FIGURA 7. CONVENCIONES TIPO DE SUELOS. FUENTE: MDCSP INVIAS 2012.	17
FIGURA 8. ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DE UNO A TRES PISOS SIN SÓTANO (ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA) SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO (FUENTE: NSR-2010).	19
FIGURA 9. TIPOLOGÍA CIMENTACIÓN Y MODELO GEOTÉCNICO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DE UNO A TRES PISOS SIN SÓTANO (ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA) SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO.	21

FIGURA 10. ESFUERZO ADMISIBLE Y CARGA MÁXIMA EN SUELO HOMOGÉNEO PARA ZAPATAS CUADRADAS DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DE UNO A TRES PISOS SIN SÓTANO (ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA) SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO. 22

FIGURA 11. CARGA MÁXIMA EN SUELO HOMOGÉNEO PARA ZAPATAS RECTANGULARES DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DE UNO A TRES PISOS SIN SÓTANO (ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA) SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO..... 22

FIGURA 12. ESFUERZO ADMISIBLE EN SUELO HOMOGÉNEO PARA ZAPATAS CORRIDAS DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DE UNO A TRES PISOS SIN SÓTANO (ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA) SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO..... 23

FIGURA 13. CÁLCULO DE ASENTAMIENTO MÁXIMO EN CIMENTACIONES CONVENCIONALES DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DE UNO A TRES PISOS SIN SÓTANO (ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA) SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO. 24

FIGURA 14. (A) FUERZAS ACTUANDO EN LA CUÑA ACTIVA EN EL ANÁLISIS DE MONONOBE-OKABE. (B) POLÍGONO DE FUERZAS ILUSTRANDO EL EQUILIBRIO DE FUERZAS ACTUANDO SOBRE LA CUÑA. 25

FIGURA 15. COEFICIENTES DE PRESIÓN LATERAL MONONOBE-OKABE (CON RELLENO INCLINADO). 25

FIGURA 16. COEFICIENTES DE PRESIÓN LATERAL COULOMB (CON RELLENO INCLINADO)..... 25

FIGURA 17. COEFICIENTES DE PRESIÓN LATERAL RANKINE (CON RELLENO INCLINADO)..... 26

FIGURA 18. COEFICIENTES DE PRESIÓN LATERAL RANKINE (SIN RELLENO INCLINADO – CASO GENERAL). 26

FIGURA 19. TIPOLOGÍA CIMENTACIÓN LOSAS DE CONTRAPISO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURA DE UNO A TRES PISOS SIN SÓTANO (ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA) SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO..... 27

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍAS 1 Y 2. VISTA GENERAL DEL SECTOR OBJETO DEL ESTUDIO. 4

FOTOGRAFÍAS 3 A 9. EXPLORACIONES DE CAMPO Y ESTRATIGRAFÍA PERFORACIÓN P-1..... 11

FOTOGRAFÍAS 10 A 16. EXPLORACIONES DE CAMPO Y ESTRATIGRAFÍA PERFORACIÓN P-2..... 11

FOTOGRAFÍAS 17 Y 18. EXPLORACIONES DE CAMPO Y ESTRATIGRAFÍA APIQUE A-1. 12

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

1. INTRODUCCIÓN

El estudio que a continuación se detalla se elaboró por solicitud de la Fundación Catalina Muñoz, responsables del proyecto.

El análisis Geotécnico se realizó sobre un sector de 2000 metros cuadrados de área aproximada, en donde se proyecta la construcción del salón del pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos en estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja NSR-10 H.3.1.1), la cual se encuentra ubicada en la Vereda Villaflor del municipio de Sibundoy en el departamento del Putumayo.

El sector en el momento de realizar el estudio se encuentra en general desocupado con vegetación tipo pasto y maleza. La topografía del sector es plana a ondulada. Una vista general del sector se muestra en las fotografías 1 y 2.



Fotografías 1 y 2. Vista general del sector objeto del estudio.

El estudio que a continuación se detalla comprende:

- ✓ Trabajo de campo (construcción de perforaciones, apique) y toma de muestras.
- ✓ Trabajo de campo con el equipo de perforación a percusión para obtención de muestras alteradas y SPT (golpes/pie).
- ✓ Trabajo de campo con apique para obtención de muestra alteradas e inalteradas.
- ✓ Ejecución, cálculo y presentación de los diferentes ensayos de laboratorio y de campo realizados.
- ✓ Descripción e identificación de la estratigrafía encontrada en el sector.

- ✓ Análisis y recomendaciones para el diseño geotécnico de la cimentación más adecuada de la estructura a construir.
- ✓ Informe fotográfico de los trabajos de campo.

2. OBJETIVOS

Los objetivos que se anotan a continuación se orientan a dar recomendaciones geotécnicas para la construcción del salón del pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos en estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja NSR-10 H.3.1.1), la cual se encuentra ubicada en la Vereda Villaflor del municipio de Sibundoy en el departamento del Putumayo, y de acuerdo con lo anotado en la NSR-10 Título H - Capítulo H-3:

- 2.1 Conocer el perfil estratigráfico del subsuelo del sector y la posición del nivel freático.
- 2.2 Determinar los parámetros necesarios para el diseño de la cimentación de la estructura a construir.
- 2.3 Hacer un análisis y dar recomendaciones para la cimentación más adecuada, teniendo en cuenta que la presión máxima de contacto sobre el terreno sea inferior a la capacidad portante del suelo existente, que no se presenten grandes asentamientos y que sea la más económica; con lo que se garantiza el funcionamiento y la estabilidad de la estructura bajo la solicitud de las cargas de trabajo.
- 2.4 Recomendar procesos constructivos específicos de la obra.
- 2.5 Suministrar parámetros sísmicos para la obtención del espectro de diseño.

3. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR Y DE LA ESTRUCTURA

Según la información suministrada por la Fundación Catalina Muñoz, responsables del proyecto, en el sector se proyecta la construcción del salón del pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos en estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja NSR-10 H.3.1.1), la cual se encuentra ubicada en la Vereda Villaflor del municipio de Sibundoy en el departamento del Putumayo.

Sus estructuras estarán conformadas por pórticos, trabes, vigas, losas y columnas en concreto reforzado, con carga máxima de servicio por apoyo menor a 800 kN.

4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO¹

A nivel geológico regional el valle de Sibundoy se encuentra ubicado en la región occidental de la Plancha 430 Mocoa, tiene forma romboidal, un área aproximada de 100km² y diagonal mayor de orientación NE de 18 km de longitud.

4.1. ESTRATIGRAFÍA

El Cuaternario está representado por diversos depósitos que fueron agrupados teniendo en cuenta su origen y localización; en el futuro, investigaciones adicionales podrán hacer subdivisiones y mejorar el conocimiento de estas acumulaciones. No se puede asegurar que la descripción se haga en estricto orden cronológico, debido a que los alcances del levantamiento geológico no permitieron hacer análisis detallados de los depósitos y por tanto establecer con precisión su edad.

4.1.1. Abánicos y depósitos fluviolacustres Sibundoy (Q1adfsi)

Se trata de una cuenca de tracción por salto lateral (Velandia et al., 2001a), generada por el Sistema de Fallas Algeciras, que en este sector está representado por la Falla San Francisco - Yunguillo. El valle está ocupado por sedimentos provenientes del depósito de abanicos aluviales, barras longitudinales de ríos, depósitos lacustres y depósitos volcánicos de caída, entre otros.

¹Memoria explicativa geología de la Plancha 430 – Mocoa Ingeominas 2003.

El drenaje mayor es el río Putumayo que lo recorre por el sector oriental. Los abanicos de mayor tamaño están ubicados hacia los costados norte y suroccidente; en la actualidad, en la parte sur que corresponde a la vertiente oriental del río Putumayo, se observa depósitos de este tipo. La composición de los fragmentos y materiales que componen los diferentes depósitos del valle de Sibundoy es predominantemente volcánica, ya sea por acumulación directa de cenizas de caída o por la erosión y arrastre de las rocas y los depósitos volcánicos localizados hacia las vertientes próximas al valle. La edad de estas acumulaciones es cuaternaria, y no se puede, con los datos disponibles, establecer el momento de formación de la cuenca y, por tanto, el inicio de la sedimentación. La dinámica actual ocasiona que al valle sigan llegando sedimentos, especialmente de origen coluvial, aluvial y torrencial.

4.1.2. Coluvios (Q2c)

Aparecen coluvios en diversos sectores del área, aunque a la escala del presente estudio no pudieron ser representados todos; su ocurrencia es bastante común, especialmente en la zona montañosa; se encuentran relacionados con cambios morfológicos fuertes, algunos generados por los movimientos de las fallas o a sectores en donde las unidades de rocas se encuentran muy meteorizadas o las rocas tienen alto grado de fracturamiento.

Su origen es diverso y pudieron haberse generado como resultado de movimientos sísmicos, por efectos climáticos y aun por la acción del hombre, especialmente en los corredores viales en donde no se tuvieron en cuenta factores geológicos para programar los cortes y pendientes de los taludes resultantes.

Estos depósitos están constituidos por detritos angulares de diferente tamaño, mal calibrados y con alto contenido de matriz. En algunas oportunidades el contenido de matriz es escaso, especialmente cuando se trata de depósitos originados por caída de rocas. La edad de estas acumulaciones es holocénica y, en la actualidad, continúan presentándose como resultado de la dinámica terrestre, el clima y la actividad antrópica, entre otros factores.

4.2. TECTÓNICA

La zona de la plancha 430 Mocoa corresponde en gran parte al llamado Nudo de Los Pastos en donde tradicionalmente se dice que se juntan las tres grandes cordilleras colombianas: Occidental, Central y Oriental; aquí confluyen grandes sistemas de fallas que, hacia el norte, sirven para definir geológicamente los límites entre estas cordilleras.

Las estructuras geológicas cartografiadas en esta área evidencian la actividad tectónica que ha dado la expresión actual del sistema montañoso de Los Andes del Norte, especialmente la porción que corresponde a la diferenciación entre Los Andes Ecuatorianos y Los Andes de Colombia. Estos procesos tectónicos se han interpretado como originados por diferentes mecanismos geodinámicos, como por ejemplo la migración del sistema de cabalgamiento subandino que comenzó en el Mesozoico y continuó progresivamente durante el Cenozoico, aun en el Cuaternario (Noblet et al., 1996, en Velandia, 2001) o como tectonismo de plegamiento de ante país, con avance principal hacia el oriente desde Perú en dirección a Ecuador y Colombia (Butler, 1983; Mojica & Franco, 1992; Coney & Evenchick, 1994, en Velandia, 2001).

Los eventos tectónicos que fracturaron, plegaron y desplazaron las unidades litológicas y algunos de los depósitos cuaternarios expuestos en el suroccidente de Colombia, se manifiestan en dos direcciones preferenciales de fallamiento; estas dos direcciones también se presentan en el área de las planchas 411 La Cruz, 412 San Juan de Villalobos, 430 Mocoa, 431 Piamonte, 448 Monopamba, 449 Orito y 465 Churuyaco. La dirección mejor conocida y documentada tiene orientación NNE-SSW y con ella se asocian las fallas Cauca - Almaguer, Silvia - Pijao, El Tablón y San Jerónimo en el flanco occidental de la Cordillera Central, especialmente hacia el noroeste del área, así como los sistemas

de fallas Algeciras y del Borde Amazónico en el flanco oriental de las cordilleras Central y Oriental, respectivamente. Este fallamiento NE-SW ha moldeado el área longitudinalmente en la misma dirección, y conformado tres grandes bloques geomorfológicos y tectónicos: Cordillera Central, extremo sur de la Cordillera Oriental y Llanura Amazónica.

El otro grupo de fallas y lineamientos tiene orientación NW-SE, es menos conocido y estudiado y ha sido documentado para Los Andes colombianos por Dehandschutter (1979, en Ujueta, 1999), Lozano & Murillo (1983), Hall & Wood (1985), Ujueta (1990; 1993), Gómez (1991) y más recientemente, en el Departamento del Huila, por Velandia & Komuro (1998) y Velandia (2001); con esta orientación se cartografiaron las fallas Sibundoy (Plancha 430 Mocoa), Blanca (planchas 448 Monopamba y 449 Orito), Iles y Gualmatán (Plancha 448 Monopamba) y Chiguaco (planchas 448 Monopamba y 465 Churuyaco), así como otras menores en el piedemonte amazónico.

4.2.1. TRANSICIÓN CORDILLERA CENTRAL - CORDILLERA ORIENTAL

La individualización de las cordilleras Central y Oriental de Colombia, hacia el norte del país, tiene lugar en este sector del territorio nacional y en ella parece tener participación el llamado por Velandia et al. (2001a; en edición) Sistema de Fallas Algeciras, en el sector comprendido entre Mocoa (Plancha 430 Mocoa) y Pitalito (Plancha 388 Pitalito). El Sistema de Fallas Algeciras fue interpretado por Velandia et al. (2001a) como el actual límite transpresivo de Los Andes del Norte y está relacionado con el evento que ocasionó el levantamiento de la Cordillera Oriental.

4.2.1.1. Sistema de Fallas Algeciras

Con el nombre de Sistema de Fallas Algeciras Velandia et al. (2001a) integraron las fallas que tienen que ver con el levantamiento de la Cordillera Oriental en el Departamento del Huila y que se prolonga hacia el sur del país hasta la frontera con Ecuador. En el Huila estas estructuras se caracterizan por mostrar un estilo tectónico transpresivo, y se destacan el movimiento lateral derecho y las estructuras de cabalgamiento que en superficie se cartografían como lentes y en profundidad se interpretan como parte de una “estructuras en flor”, siempre ligadas a la falla principal que es la de mayor inclinación, como lo presentan Velandia et al. (2001a), quienes lo definen como un sistema de fallamiento de rumbo con componente vertical conocido como wrench fault, de carácter dextral, con fallas relacionadas tipo Riedel, sintéticas, antitéticas y en “cola de caballo”. Este gran sistema de fallas es conocido también con los nombres de Sistema de Fallas Río Suaza (Murcia & Cepeda, 1984), Falla de Garzón - Suaza (Bakker, 1989; INGEOMINAS, 1989), Falla de Pitalito - Altamira (Diederix & Gómez, 1991; Rodríguez et al., 1996), Falla de Garzón - Algeciras (Diederix & Gómez, 1991; van der Wiel, 1991; Rodríguez et al., 1996), Garzón (Chorowicz et al., 1996), Sistema de Falla de Suaza (Cediell et al., 2002).

A esta gran estructura geológica, que tiene rumbo general N45°E, y vergencia hacia el noroccidente y que en concepto de Vergara (1994) hace parte del Sistema de Fallas Frontal Andino, se asocian depresiones o cuencas intra montañosas que corresponden a cuencas de tracción como las de Balsillas, El Paraíso, Algeciras (Vergara, 1994) y Pitalito en el Huila, San Juan de Villalobos (Plancha 412 San Juan de Villalobos), Sibundoy (Plancha 430 Mocoa) y El Estero (Plancha 429 Pasto) como lo describen Velandia et al. (2001a); en estos sitios se localizan, por lo regular, los segmentos con actividad neotectónica hacia los cuales deben enfocarse los estudios detallados de morfometría y sismotectónica (Velandia et al., 2001a).

Con estas consideraciones, planteadas por Cárdenas et al. (en edición) en la Plancha 388 Pitalito, en donde la expresión morfológica conocida como valle del río Magdalena desaparece y las cordilleras Central y Oriental inician su aproximación, se propone continuar con esta denominación en el área de trabajo, para integrar dentro de este gran sistema las fallas San Francisco - Yunguillo, Villalobos, Suacita y el Sistema de Fallas Afiladores, entre otros. Estas estructuras, por lo regular, se relevan y entrecruzan.

4.2.1.1.1. Falla Quinchoa

La Falla Quinchoa conforma algunos de los rasgos neotectónicos asociados a la Falla San Francisco; es una estructura en echelón con un movimiento relativo de carácter dextral. Su trazo se insinúa por el alineamiento que tienen los ríos Quinchoa y Putumayo cuando transcurren por el valle de Sibundoy (Plancha 430 Mocoa) y por el trazo rectilíneo de algunos drenajes del límite nororiental del mismo valle.

En la tabla 1 y figura 1 se detalla la geología del municipio de Sibundoy el cual corresponde al casco urbano y zonas aledañas al mismo, con sus respectivas leyendas mediante la descripción de la plancha geológica 430: Mocoa de Ingeominas.

LEYENDA	DESCRIPCIÓN
Q1adfsi	ABANICOS Y DEPÓSITOS FLUVIOLACUSTRES DE SIBUNDOY: Abanicos aluviales, depósitos coluviales y fluviolacustres, constituidos por bloques, gravas, arenas y lodos.
Q2c	COLUVIOS: Depósitos caóticos con bloques y fragmentos de diferente tamaño y composición abundante matriz arcillosa y lodosa.

Tabla 1. Leyendas y descripción geología sector en estudio – Plancha: 430 Mocoa, Ingeominas 2003.

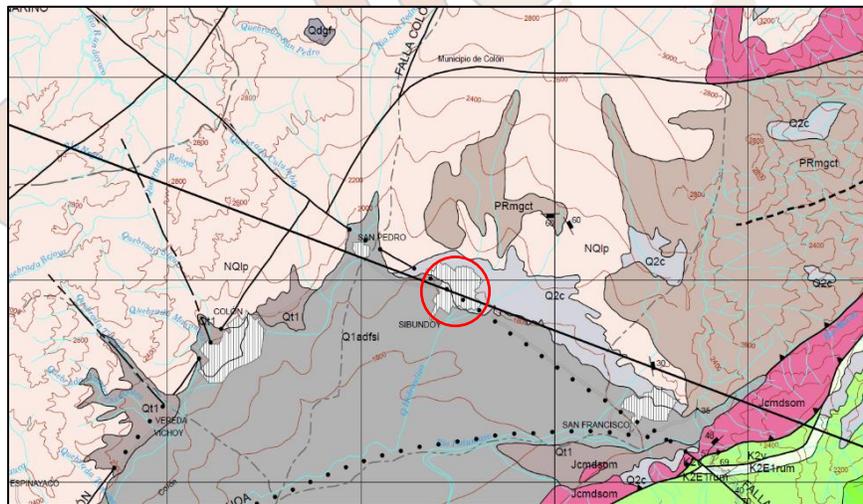


Figura 1. Geología sector en estudio, Plancha 430 Mocoa – Ingeominas 2003.

5. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO Y LABORATORIOS

Los trabajos de campo y ensayos de laboratorio se elaboraron de acuerdo con las NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10. TÍTULO H. CAPITULO H.3:

Tabla H.3.1-1
 Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

- CATEGORIA DE LA EDIFICACIÓN: **BAJA**, (Según los niveles de construcción y cargas máximas de servicio en apoyos).
- UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN: **1**
- NÚMERO MÍNIMO DE EXPLORACIONES: **3** (Por cada unidad de construcción).
- PROFUNDIDAD SUGERIDA Y LIMITADA A H.3.2.4. (g): **6.0** metros.

NOTA: El número definitivo de exploraciones, su profundidad y su ubicación se define teniendo en cuenta lo anotado en los literales H.3.2.4 a H.3.2.6 de la NSR-10.

5.1. TRABAJOS DE CAMPO

De acuerdo con la información suministrada por el contratante y en cumplimiento con lo estipulado la NSR-10 - Título H para desarrollo del proyecto, se define la realización de dos (2) Perforaciones a una profundidad máxima de 6.25 metros y un (1) apique a una profundidad de 3.80 metros; con lo cual se cumple con lo requerido por el Título H, literales H.3.2.4 a H.3.2.6 de la NSR-10, para desarrollo del proyecto.

Se anota que los diferentes parámetros recomendados para diseño de la estructura proyectada se analizan geotécnicamente de acuerdo con lo estipulado en el Título H de la NSR-10.

El trabajo de campo realizado y sus respectivas coordenadas, se muestra en la tabla 2.

EXPLORACIÓN	PROF. MÁX (m)	LATITUD	LONGITUD
PERFORACIÓN P-1	6.25	1°12'30.25"N	76°55'9.36"O
PERFORACIÓN P-2	6.25	1°12'30.52"N	76°55'11.61"O
APIQUE A-1	3.80	1°12'30.36"N	76°55'10.38"O

Tabla 2. Resumen de las exploraciones de campo realizadas.

Las exploraciones se ubicaron convenientemente en el sector. Ver Figura 2. Ubicación de exploraciones e informe fotográfico.

ENSAYOS DE LABORATORIO: Con el fin de realizar los ensayos necesarios para la determinación de las propiedades físicas y geomecánicas del subsuelo investigado, de las exploraciones realizadas se tomaron muestras a medida que la estratigrafía cambiaba, para realizarles las pruebas de laboratorio como humedad natural, límites de Atterberg, granulometría por tamizado, corte directo (CD) y compresión inconfiada a muestras inalteradas, y pruebas de campo como penetración estándar a partir del equipo de perforación a percusión, cumpliendo con lo descrito en el Literal H.3.3.3.1 – Propiedades Básicas de los Suelos (NSR-10).

Al final del informe se anexan los resultados de las diferentes pruebas.

6. LOCALIZACIÓN EXPLORACIONES DE CAMPO

La localización general del sector en estudio y de las exploraciones de campo realizadas para desarrollo del presente estudio geotécnico, se muestra en la figura 2.

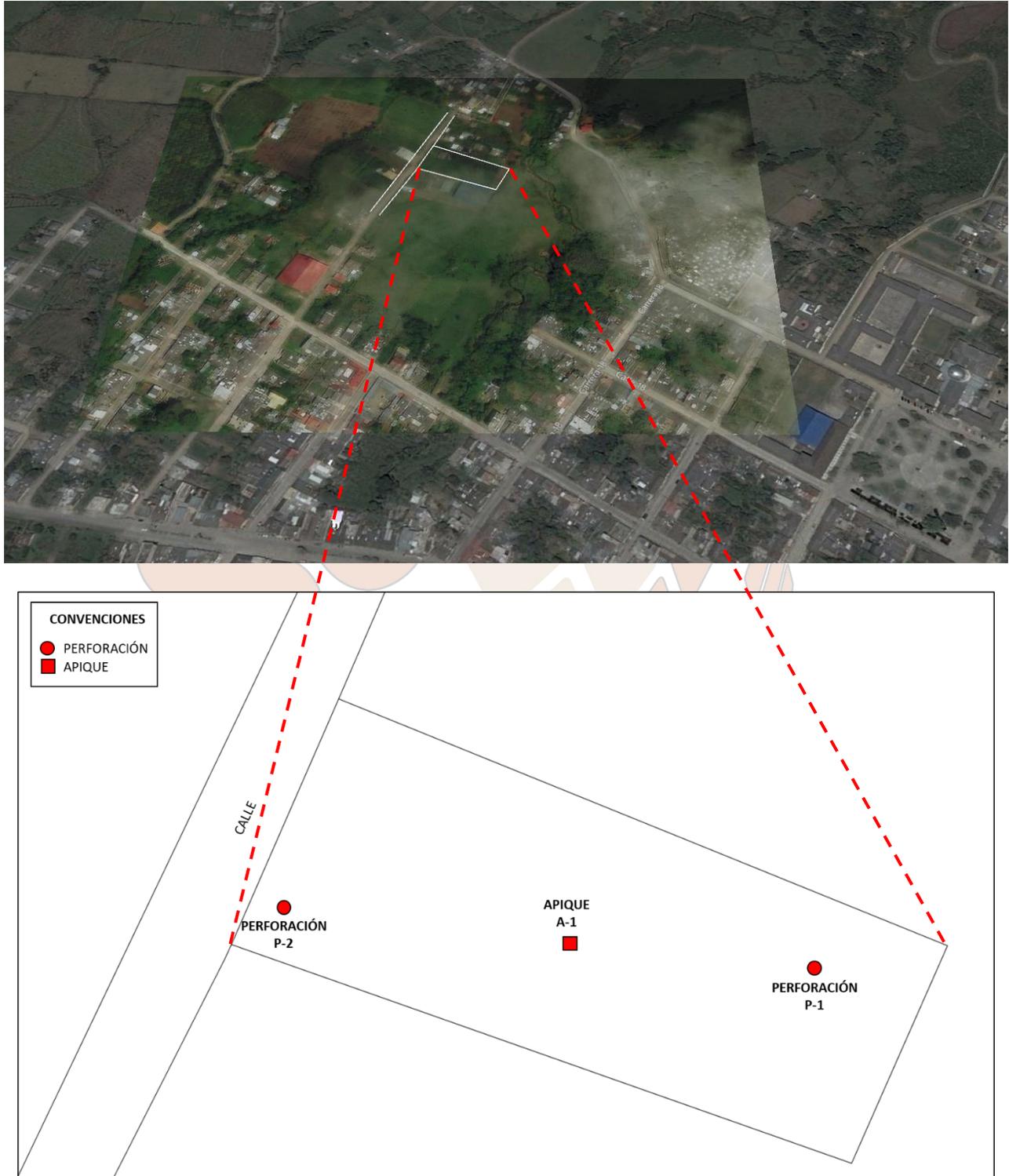


Figura 2. Localización general sector en estudio y localización de exploraciones de campo.

7. INFORME FOTOGRÁFICO



Fotografías 3 a 9. Exploraciones de campo y estratigrafía Perforación P-1.



Fotografías 10 a 16. Exploraciones de campo y estratigrafía Perforación P-2.



Fotografías 17 y 18. Exploraciones de campo y estratigrafía Apique A-1.

8. DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES ESTRATOS DEL SUBSUELO

Teniendo en cuenta la estratigrafía observada, ensayos de laboratorio y de campo; ésta se presenta en general con alguna homogeneidad en el sector, constituida esencialmente por materiales tales como arenas limosas y limos poco plásticos color café, amarillo y gris de diferentes tonalidades.

La estratigrafía inferida de las exploraciones realizadas se describe de la siguiente manera:

APIQUE A-1: Inicialmente y con un espesor de 0.30 metros, se encuentra un suelo orgánico color negro. A continuación, y hasta una profundidad de 1.30 metros, se presenta una arena limosa color café con vetas grises con algunas raíces, que de acuerdo con la Clasificación Unificada de los Suelos U.S.C. se trata de un SM. Su resistencia a la compresión inconfiada es de 0.22 Kg/cm^2 , que caracteriza a suelos de consistencia muy blanda. Después del estrato anteriormente descrito y hasta una profundidad de 1.80 metros, se encuentra un limo poco plástico color gris con vetas rojas, que según la U.S.C. se trata de un ML.

Finalmente, y hasta la profundidad máxima de esta exploración que fue de 3.80 metros, se presenta una arena limosa color café claro, que de acuerdo con la U.S.C. se trata de un SM. Su resistencia a la compresión inconfiada es de 0.40 Kg/cm^2 , que caracteriza a suelos de consistencia blanda. A una muestra inalterada de este estrato, se le realizó un ensayo de corte directo consolidado drenado (CD), obteniendo los siguientes parámetros físico-mecánicos efectivos:

Peso unitario (Ton/m^3) = 1.55

Cohesión (Kg/cm^2) = 0.299

Ángulo de fricción interna ($^\circ$) = 25.93

En esta exploración no se detectó presencia de nivel freático.

PERFORACIONES P-1 Y P-2: Inicialmente y hasta la profundidad máxima de estas exploraciones que fue de 6.25 metros se encuentran arenas limosas color café con amarillo que en profundidad se torna en color gris verdoso con intercalaciones de limos poco plásticos color café y amarillo de diferentes tonalidades que de acuerdo con la U.S.C. se trata de un SM y ML respectivamente.

En estas exploraciones no se detectó presencia de nivel freático. Su resistencia a la penetración estándar se comporta en la profundidad de acuerdo con lo que se anota en las tablas 3 y 4.

PERFORACIÓN P-1		No. Golpes			Compacidad relativa
Profundidad (m)		15	30	45	
0.00	1.25	5	5	5	Suelta a media
1.25	2.25	3	3	4	Suelta
2.25	3.25	7	4	4	Suelta
3.25	4.25	9	8	8	Media
4.25	5.25	9	12	12	Media
5.25	6.25	5	5	4	Suelta

Tabla 3. Ensayo de penetración estándar y Compacidad Relativa Perforación P-1 (N de campo).

PERFORACIÓN P-2		No. Golpes			Compacidad relativa
Profundidad (m)		15	30	45	
0.00	1.25	5	9	8	Media
1.25	2.25	7	7	5	Media
2.25	3.25	9	7	7	Media
3.25	4.25	5	5	5	Suelta a media
4.25	5.25	3	4	3	Suelta
5.25	6.25	5	5	6	Media

Tabla 4. Ensayo de penetración estándar y Compacidad Relativa Perforación P-2 (N de campo).

Para estimación de los parámetros de resistencia con base en los resultados de las perforaciones desarrolladas, los valores de las tablas 3 y 4 se corrigen con la expresión propuesta por Bowles (1986):

$$N_{corr} = N C_n C_E C_R C_S C_B$$

Skempton recomienda los valores para los diferentes factores de corrección del N_{corr} , como se muestra en la tabla 5.

FACTOR	EQUIPO VARIABLE	TÉRMINO	CORRECCIÓN
Relación de energía.	Martillo donut Martillo de seguridad Martillo automático	$C_E = E_R / 60$	0,5 a 1,0 0,7 a 1,2 0,8 a 1,5
Diámetro del sondeo.	65 a 115 mm 150 mm 200 mm	C_B	1,00 1,05 1,15
Método de muestreo	Muestreo estándar Muestreo no estándar.	C_S	1,00 1,1 a 1,3
Longitud de varillas	3 a 4 m 4 a 6 m 6 a 10 m 10 a >30 m	C_R	0,75 0,85 0,95 1,00

Tabla 5. Corrección del valor de N obtenido en el ensayo de SPT (Skempton).

Donde:

N_{corr} : Valor de N corregido

N : Valor de N de campo

C_n : Factor de corrección por confinamiento efectivo

C_E : Factor de pérdida de energía del martillo (entre 0.45 y 1).

C_R : Factor por longitud de la varilla (entre 0.75 y 1).

C_S : Factor por revestimiento interno de toma muestras (entre 0.8 y 1).

C_B : Factor por diámetro de la perforación "D" (utilizando un valor mayor a 1 para D>5" y un valor de 1.15 para D=8").

De acuerdo con González (1999), por ser N160 el valor normalizado internacionalmente, la ecuación para obtenerlo es:

$$N_{160} = N(spt) \frac{E}{60} C_n$$

Donde:

N_{160} : Valor de N que corresponde a una hincada normalizada del 60% de energía, adimensional, donde se incluye la corrección por confinamiento.

$N(spt)$: Número de golpes en campo necesario para avanzar la hincada los 30 cm últimos.

E : Fracción de energía correspondiente en porcentaje. Normalmente en Estados Unidos se asume como 60%.

C_n : Factor de corrección por confinamiento.

Para Colombia conservativamente se toma $E = 45\%$, obteniendo:

$$N_{45} = N(spt) \frac{45}{60} C_n$$

El valor de corrección por confinamiento C_n se obtiene con la fórmula de Seed-Idriss (Marcuson).

$$C_n = 1 - (K \log R_s)$$

Donde:

C_n : Factor de corrección por confinamiento.

R_s : Parámetro de estandarización para un esfuerzo vertical de referencia equivalente a 1.0 kg/cm².

K : 1.41 para $\sigma_v' < 1$ y $K = 0.92$ para $\sigma_v' \geq 1$, siempre $C_n \leq 2$.

Los valores de N corregidos para las perforaciones P-1 y P-2 se muestran en la tabla 6.

PERFORACIÓN P-1		Nspt (Golpes/pie)	Factores de corrección				U.S.C.	γ (ton/m ³)	σ (ton/m ²)	μ (ton/m ²)	σ' (ton/m ²)	K	RS	C _N	NI ₄₅
Prof (m)			CE	CB	CS	CR									
0.00	1.25	10	0.75	1	1	0.75	SM	1.55	1.9	0.00	1.9	0.92	0.19	1.66	9
1.25	2.25	7	0.75	1	1	0.75	ML	1.55	3.5	0.00	3.5	0.92	0.35	1.42	6
2.25	3.25	8	0.75	1	1	0.75	SM	1.55	5.0	0.00	5.0	0.92	0.50	1.27	6
3.25	4.25	16	0.75	1	1	0.87	SM	1.55	6.6	0.00	6.6	0.92	0.66	1.17	12
4.25	5.25	24	0.75	1	1	0.87	ML	1.55	8.1	0.00	8.1	0.92	0.81	1.08	17
5.25	6.25	9	0.75	1	1	0.95	ML	1.55	9.7	0.00	9.7	0.92	0.97	1.01	6
PERFORACIÓN P-2		Nspt (Golpes/pie)	Factores de corrección				U.S.C.	γ (ton/m ³)	σ (ton/m ²)	μ (ton/m ²)	σ' (ton/m ²)	K	RS	C _N	NI ₄₅
Prof (m)			CE	CB	CS	CR									
0.00	1.25	17	0.75	1	1	0.75	ML	1.55	1.9	0.00	1.9	0.92	0.19	1.66	16
1.25	2.25	12	0.75	1	1	0.75	SM	1.55	3.5	0.00	3.5	0.92	0.35	1.42	10
2.25	3.25	14	0.75	1	1	0.75	ML	1.55	5.0	0.00	5.0	0.92	0.50	1.27	10
3.25	4.25	10	0.75	1	1	0.87	SM	1.55	6.6	0.00	6.6	0.92	0.66	1.17	8
4.25	5.25	7	0.75	1	1	0.87	ML	1.55	8.1	0.00	8.1	0.92	0.81	1.08	5
5.25	6.25	11	0.75	1	1	0.95	SM	1.55	9.7	0.00	9.7	0.92	0.97	1.01	8

Tabla 6. Corrección de Penetración estándar Perforaciones P-1 y P-2.

Para obtención de ϕ'_{eq} Gonzalez recomienda la ecuación de Kishida, se calcula el valor de esfuerzo cortante (τ) y se realiza una regresión lineal para hallar los valores finales de ϕ' .

$$\phi'_{eq} = 15 + (12.5 \times N_{145})^{0.5}$$

$$\tau = \sigma' \tan \phi'_{eq}$$

Donde:

- τ : Esfuerzo cortante.
- σ' : Esfuerzo normal efectivo.
- ϕ'_{eq} : Ángulo de fricción efectivo equivalente.

Los resultados de lo anteriormente descrito se muestran en la tabla 7.

PERFORACIÓN P-1		Nspt (Golpes/pie)	Factores de corrección				U.S.C.	γ (ton/m ³)	σ (ton/m ²)	μ (ton/m ²)	σ' (ton/m ²)	NI 45	ϕ'_{eq}	τ (ton/m ²)	Compacidad relativa
Prof (m)	Prof (m)		CE	CB	CS	CR									
0.00	1.25	10	0.75	1	1	0.75	SM	1.55	1.9	0.00	1.9	9	25.8	0.9	Suelta
1.25	2.25	7	0.75	1	1	0.75	ML	1.55	3.5	0.00	3.5	6	23.4	1.5	Suelta
2.25	3.25	8	0.75	1	1	0.75	SM	1.55	5.0	0.00	5.0	6	23.5	2.2	Suelta
3.25	4.25	16	0.75	1	1	0.87	SM	1.55	6.6	0.00	6.6	12	27.3	3.4	Media
4.25	5.25	24	0.75	1	1	0.87	ML	1.55	8.1	0.00	8.1	17	29.6	4.6	Media
5.25	6.25	9	0.75	1	1	0.95	ML	1.55	9.7	0.00	9.7	6	24.0	4.3	Suelta
PERFORACIÓN P-2		Nspt (Golpes/pie)	Factores de corrección				U.S.C.	γ (ton/m ³)	σ (ton/m ²)	μ (ton/m ²)	σ' (ton/m ²)	NI 45	ϕ'_{eq}	τ (ton/m ²)	Compacidad relativa
Prof (m)	Prof (m)		CE	CB	CS	CR									
0.00	1.25	17	0.75	1	1	0.75	ML	1.55	1.9	0.00	1.9	16	29.1	1.1	Media
1.25	2.25	12	0.75	1	1	0.75	SM	1.55	3.5	0.00	3.5	10	25.9	1.7	Suelta
2.25	3.25	14	0.75	1	1	0.75	ML	1.55	5.0	0.00	5.0	10	26.2	2.5	Media
3.25	4.25	10	0.75	1	1	0.87	SM	1.55	6.6	0.00	6.6	8	24.8	3.0	Suelta
4.25	5.25	7	0.75	1	1	0.87	ML	1.55	8.1	0.00	8.1	5	22.9	3.4	Suelta
5.25	6.25	11	0.75	1	1	0.95	SM	1.55	9.7	0.00	9.7	8	25.0	4.5	Suelta

Tabla 7. Obtención de valores de esfuerzo cortante y ángulo de fricción efectivo equivalente.

A partir de los resultados que se muestran en la tabla 8, se grafican con su respectiva regresión lineal para obtener el ángulo de fricción equivalente para las perforaciones P-1 y P-2, cuyos resultados se muestran en la figura 3 y tabla 8.

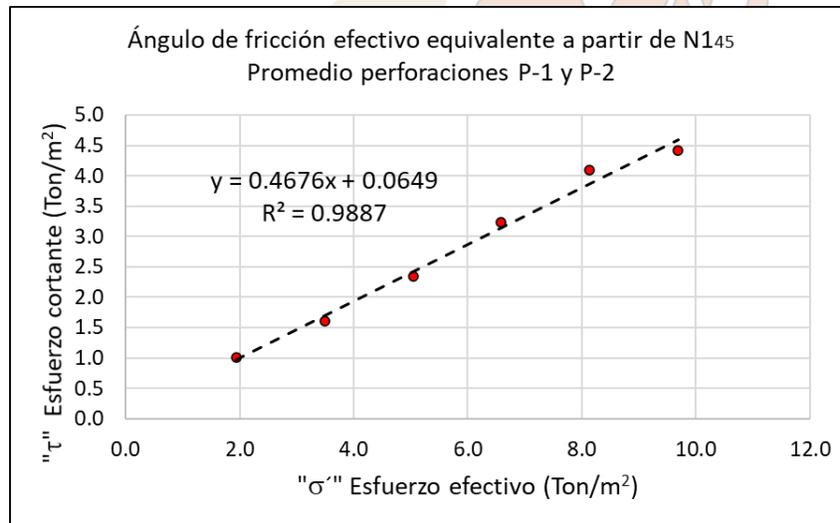


Figura 3. Obtención de ángulo de fricción equivalente Promedio Perforaciones P-1 y P-2 (González 1999).

De lo cual se obtiene:

Referencia	Ángulo de fricción interna equivalente ϕ_{eq} (°)	Ángulo de fricción interna mínimo ϕ_{eq} (°)	Cohesión (Ton/m ²)
Perforación P-1	26.10	23.40	-
Perforación P-2	22.90	22.90	0.2492
Promedio Perforaciones P-1 y P-2	25.06	24.50	0.0649

Tabla 8. Obtención de ángulo de fricción equivalente Promedio Perforaciones P-1 y P-2 (González 1999).

En la tabla 9, se anotan los diferentes resultados de los ensayos de laboratorio.

Exploración	Profundidad (m)	PESOS UNITARIOS		GRANULOMETRÍA		PROPIEDADES ÍNDICE				Clasificación S.U.C.S.	CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA		
		Peso unitario húmedo (Ton/m ³)	Peso unitario seco (Ton/m ³)	Tamiz No. 4 (%pasa)	Tamiz No. 200 (%pasa)	Humedad natural (W%)	Límite líquido (W _{LL} %)	Límite plástico (W _{LP} %)	Índice de plasticidad (IP%)		Cohesión (C) Kg/cm ²	Ángulo de fricción interna (φ)	Esfuerzo normal máximo (qu) Kg/cm ²
A - 1	1.00	1.46	1.04	73.08	22.48	25.53	NL	NP	-	SM			0.22
	1.50			99.54	61.13	26.70	36.99	33.32	3.67	ML			
	2.00	1.55	1.12								0.299	25.93	
	3.80	1.23	1.06	63.48	33.26	25.82	NL	NP	-	SM			0.40
P - 1	0.80 - 1.25			63.48	33.26	25.82	NL	NP	-	SM			
	1.80 - 2.25			86.07	73.92	16.29	38.42	34.54	3.88	ML			
	2.80 - 3.25			51.21	25.48	15.94	NL	NP	-	SM			
	3.80 - 4.25			73.34	47.92	20.80	NL	NP	-	SM			
	4.80 - 5.25			100.00	88.42	42.33	NL	NP	-	ML			
	5.80 - 6.25			100.00	84.27	43.26	NL	NP	-	ML			
P - 2	0.80 - 1.25			99.61	56.15	28.71	NL	NP	-	ML			
	1.80 - 2.25			50.69	36.54	15.67	NL	NP	-	SM			
	2.80 - 3.25			99.67	53.07	34.29	NL	NP	-	ML			
	3.80 - 4.25			100.00	44.26	24.74	NL	NP	-	SM			
	4.80 - 5.25			100.00	62.34	48.55	NL	NP	-	ML			
	5.80 - 6.25			52.60	21.85	26.70	NL	NP	-	SM			

Tabla 9. Resumen resultados exploraciones de campo.

La estratigrafía se observa en las figuras 4 a 7 e informe fotográfico.

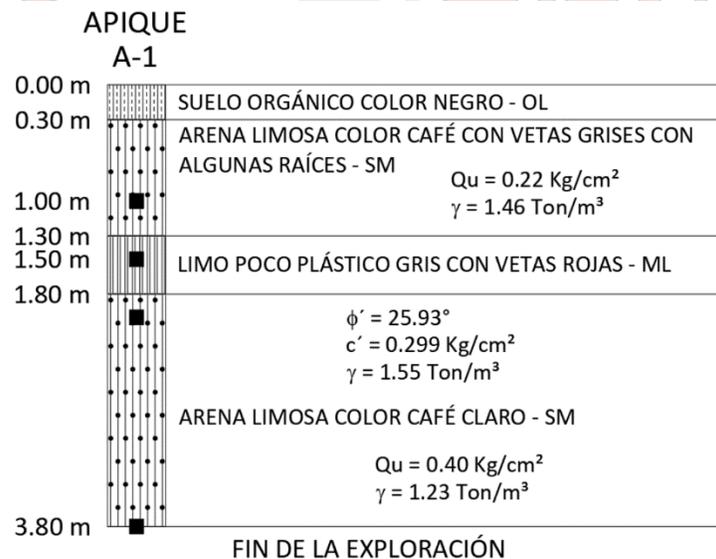


Figura 4. Estratigrafía Apique A-1.

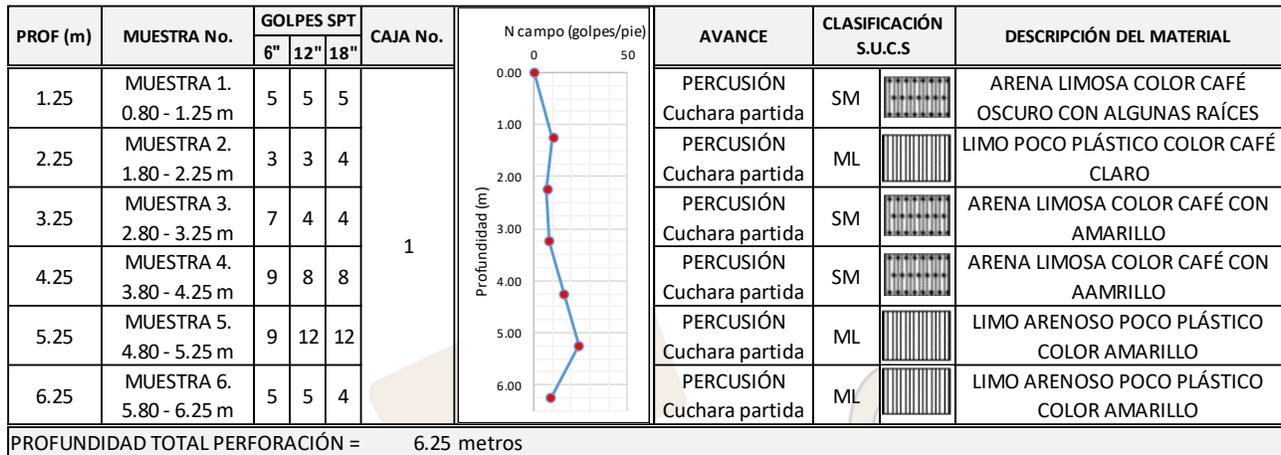


Figura 5. Estratigrafía Perforación P-1.

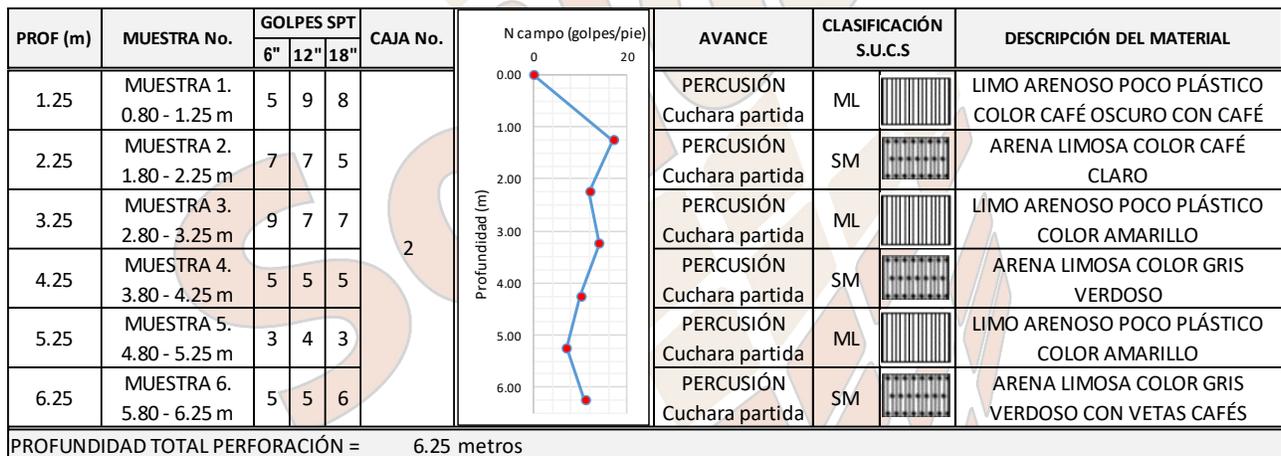


Figura 6. Estratigrafía Perforación P-2.

DIVISIONES MAYORES	SIMBOLO		DESCRIPCION	DIVISIONES MAYORES	SIMBOLO		DESCRIPCION	
	SUCS	GRÁFICO			SUCS	GRÁFICO		
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		
		GP				CL		
		GM				OL		
		GC				MH		
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW			LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	CH		
		SP				OH		
		SM				SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	Pt	
		SC						

Figura 7. Convenciones tipo de suelos. Fuente: MDCSP INVIAS 2012.

9. CLASIFICACIÓN DEL PERFIL DE SUELO

ESPECTRO DE DISEÑO NSR-10: El tipo de perfil puede clasificarse como (E) de acuerdo con las especificaciones de las NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. N.S.R.-10. De tal manera que para tener en cuenta los efectos locales ante el probable Sismo se usarán los siguientes coeficientes para obtener el espectro elástico de diseño:

Grupo de uso = I; *ESTRUCTURAS DE OCUPACIÓN ESPECIAL Literal (a)*

Coeficiente de importancia, $I = 1.10$

Municipio: Sibundoy - Departamento del Putumayo

Zona de amenaza sísmica: Alta

Aceleración pico efectiva, $A_a = 0.25g$. (Fracción de la gravedad)

$A_v = 0.25g$. (Fracción de la gravedad)

Valores de coeficiente $F_a = 1.45$ y $F_v = 3.00$

La clasificación del tipo de perfil de suelo, de acuerdo con la NSR-10 Tabla A.2.4-1, se realiza a partir de la evaluación de tres criterios 1. Resistencias sin drenar, 2. Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar y 3. El criterio de la velocidad de ondas de corte (V_s), la cual se obtiene de la penetración estándar obtenida a partir de los resultados de la perforación a rotación y percusión.

$$V_s = 5.1429 \times N_{spt} + 102.86 \text{ (Narváez et al 2012 – NSR 2010).}$$

El cálculo de la velocidad de ondas de corte en (m/seg) y el periodo de vibración del suelo, se muestra en la tabla 10.

ESTRATO	H_i (m)	SPT (gol-pie)	V_s (m/seg)	γ (t/m^3)	ρ ($k\text{-seg}^2/m^4$)	$\mu = G(t/m^2)$	$V_s * H_i$	
1	1.25	13	167.52	1.55	0.158	4434.16	209.40	
2	1.00	8	141.91	1.55	0.158	3181.89	141.91	
3	1.00	8	143.40	1.55	0.158	3249.07	143.40	
4	1.00	10	153.76	1.55	0.158	3735.52	153.76	
5	1.00	11	159.16	1.55	0.158	4002.36	159.16	
6	1.00	7	139.97	1.55	0.158	3095.42	139.97	
							6.25	947.60

$$V_{si} = V_s * H_i / H_i \quad T_s = 4 * H_i / V_{si}$$

(m/seg) (seg)

151.62 0.16

V_s (m/s) promedio = 150.95

Tabla 10. Cálculo del periodo del suelo para clasificación de perfil de acuerdo a NSR-10 Titulo A.

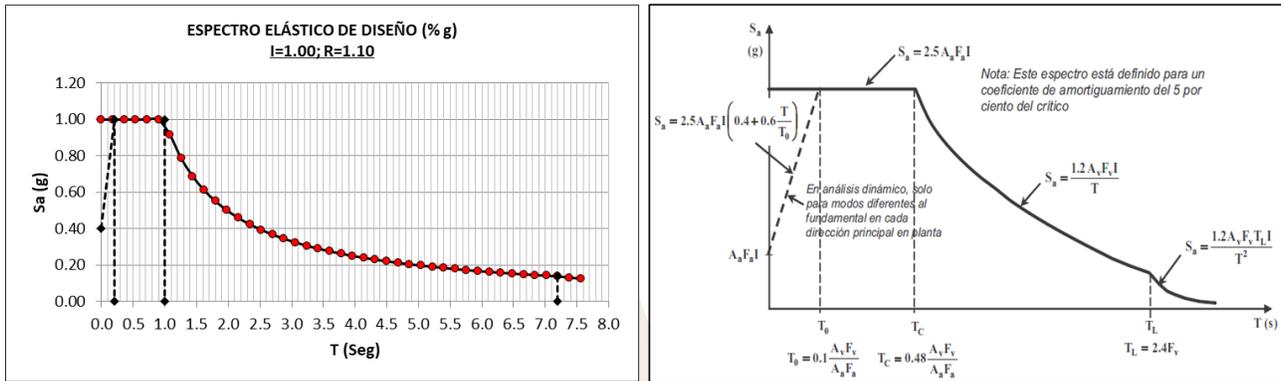
Criterio 1: Ensayo no realizado en desarrollo del presente estudio.

Criterio 2: $\bar{N} = 8$ golpes/pie, $N < 15$ golpes/pie (Perfil E) Tabla A.2.4-2 NSR-10.

Criterio 3: $V_s = 151.62$ m/seg, $V_s < 180$ m/seg (Perfil E) Tabla A.2.4-2 NSR-10.

NOTA: Se deja a juicio del ingeniero calculista del proyecto la selección de un grupo de uso diferente al aquí recomendado teniendo en cuenta el uso final del proyecto a desarrollar.

El espectro de diseño de acuerdo con los parámetros anteriormente definidos se muestra en la figura 8.



T_0 (Seg)	= 0.207
T_c (Seg)	= 0.993
T_1 (Seg)	= 7.200
S_a (%g)	= 0.997
PGA (%g)	= 0.399

Figura 8. Espectro elástico de diseño para diseño y construcción estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja) Salón del Pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos del municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo (Fuente: NSR-2010).

10. PROPUESTA DE CIMENTACIÓN ESTRUCTURA DE CATEGORÍA BAJA

10.1. Según las características de la construcción del salón del pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos en estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja NSR-10 H.3.1.1), la cual se encuentra ubicada en la Vereda Villafior del municipio de Sibundoy en el departamento del Putumayo a cimentar y dadas las propiedades físico-mecánicas del suelo que va a soportar las cargas, la estratigrafía existente no es la más adecuada para que sean construidas con cimentaciones convencionales; por tanto se debe realizar una fundación del tipo especial, consistente en mejorar las características físico-mecánicas usando un mejoramiento, como se indica enseguida.

10.2. El tipo de fundación más adecuado, es el de cimentaciones convencionales ya sean cuadradas o rectangulares debidamente amarradas para las columnas o alargadas para los muros o varias columnas colocadas a una profundidad de 1.00 metro a partir del nivel de piso terminado sobre un mejoramiento de 1.00 metro, realizado con un material de recebo limpio y bien gradado (material de recebo Artículo 610) que cumpla con la granulometría que se muestra en la tabla 11, requisitos de calidad que se muestran en la tabla 12 y que su índice de plasticidad este entre 0 y 10% debidamente compactado por capas de 25 centímetros de espesor al 98% del Proctor Modificado o un suelo-cemento con una dosificación al 10% con material inorgánico previamente seleccionado.

TIPO DE GRADACIÓN	TAMIZ (mm / U.S. Standard)				
	75 3"	38 1 1/2 "	25.0 1"	4.75 No. 4	0.075 No. 200
	% PASA				
RE-75	100	-	70-100	30-75	5-30
RE-38	-	100	70-100	30-75	5-30
Tolerancias en producción sobre la fórmula de trabajo (±)	7 %		6 %		3 %

Tabla 11. Franjas granulométricas para material de recebo. (Tabla 610-3) Artículo 610 INVIAS.

CARACTERÍSTICA	NORMA DE ENSAYO INV	REQUISITO	
		Recebo tipo 1	Recebo tipo 2
Dureza (O)			
Desgaste en la máquina de los Angeles (Gradación A), máximo (%) - 500 revoluciones (%)	E-218	50	65
Limpieza (F)			
Límite líquido, máximo (%)	E-125	45	45
Índice de plasticidad, máximo (%)	E-125 y E-126	10	12
Contenido de materia orgánica, máximo (%)	E-121	1.0	1.0
Expansión en prueba CBR, máximo (%) <i>Nota 1</i>	E-148	2.0	2.0
Resistencia del material (F)			
CBR de laboratorio, mínimo (%) <i>(Nota 1)</i>	E-148	10	10
Expansión en prueba CBR, máximo (%) <i>Nota 1</i>	E-148	2.0	2.0

Nota 1. Los valores de CBR y expansión indicados en la Tabla están asociados al grado de compactación mínimo especificado (numeral 610.5.2.2.1); el CBR y la expansión se medirán sobre muestras sometidas previamente a cuatro días de inmersión.

Tabla 12. Requisitos para material de recebo. (Tabla 610-2) Artículo 610 INVIAS.

Una vez mejorado el suelo se debe dejar 1.00 metro de desplante con respecto al nivel de piso terminado. Terminada la labor anterior, construir la fundación y levantar un relleno compacto que se conformará con un material de recebo limpio y bien gradado debidamente compactado y completarlo hasta la superficie siguiendo las especificaciones de materiales y compactación detallada anteriormente. Con el propósito de disminuir la presión de contacto en la interfase suelo-mejoramiento, se recomienda construir un sobreebancho al mejoramiento con respecto al ancho de la zapata tal como se muestra en la Tabla 13.

<i>ANCHO DE LA ZAPATA (m) (Cuadrada, rectangular o alargada)</i>	<i>SOBREEBANCHO (cm) (Distribuido a lado y lado)</i>
0.60 - 0.80	0.10
1.00	0.15
1.20	0.20
1.40	0.25

NOTA: Para anchos mayores a los anotados usar un sobreebancho del 15% del lado B.

Tabla 13. Sobreebancho del mejoramiento con respecto a lado de la zapata resultante del diseño.

De igual forma para garantizar la obtención de la capacidad portante y disipar la distribución de esfuerzos en profundidad se recomienda usar un geotextil tejido del tipo T2400 o su equivalente en otras marcas en el total del área en planta del mejoramiento.

10.3. Para la construcción de la estructura de categoría baja, las cimentaciones más adecuadas serán zapatas convencionales cuadradas o rectangulares, debidamente amarradas con vigas en ambos sentidos y continuas o alargadas para los muros o varias columnas. En la figura 9 se muestra el detalle de la cimentación recomendada y el modelo geotécnico definido para cálculo de la capacidad portante. La cimentación deberá ser diseñada teniendo en cuenta que la máxima capacidad de carga ante las cargas de trabajo (condiciones de servicio) no exceda las que se muestran en las figuras 10 a 12 (esfuerzo admisible en suelo estratificado).

Se debe tener en cuenta que las dimensiones definitivas de las zapatas dependerán de las reacciones por apoyo y que el esfuerzo admisible es afectado por los factores adimensionales de corrección tales como: Factores de carga (N_c , N_q , N_γ), Factores de forma (S_c , S_γ y S_q), Factores de inclinación de la base (b_c , b_γ , b_q) y factores por presencia de nivel freático ($C_w\gamma$, C_wq), anotando que el diseño final de la cimentación será responsabilidad del ingeniero calculista del proyecto, quien debe usar los parámetros del modelo geotécnico considerados en el presente informe.

Las ecuaciones consideradas para cálculo del esfuerzo admisible en suelos estratificados se muestran a continuación.

Cimentación cuadrada y rectangular:
$$q_{ult} = q_b + \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(\frac{2c_u H}{B}\right) + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \left(\frac{K_s \operatorname{tg} \phi_1}{B}\right) - \gamma_1 H \leq q_t$$

Cimentación corrida:
$$q_{ult} = q_b + \left(\frac{2c_u H}{B}\right) + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \left(\frac{K_s \operatorname{tg} \phi_1}{B}\right) - \gamma_1 H \leq q_t$$

En el presente estudio, teniendo en cuenta que se presentan estratos limo arenosos, se considerará un suelo con propiedades friccionantes, por lo que se tendrá en cuenta la cohesión en el estrato natural para el cálculo de la capacidad portante y asentamientos.

Los parámetros usados para definir el modelo geotécnico son:

Profundidad de desplante (m) $D_f = 1.00$

Estrato 1 – Mejoramiento (H = 1.00 m)

Ángulo de fricción interna $\phi(^{\circ}) = 28.0$

Peso unitario del suelo $\gamma(\text{Ton}/\text{m}^3) = 1.70$

Cohesión $c(\text{Kg}/\text{cm}^2) = 0.50$

Estrato 2 – Suelo Natural

Ángulo de fricción interna $\phi(^{\circ}) = 23.11$ (Ver figura 4, tablas 9 y 10).

Peso unitario húmedo del suelo $\gamma_h(\text{Ton}/\text{m}^3) = 1.55$

Cohesión $c(\text{Kg}/\text{cm}^2) = 0.00$

Clasificación del material: Limos arenosos poco plásticos (Ver figura 3, tablas 8 y 9).

Sin presencia de nivel freático.

La tipología de la cimentación recomendada y parámetros del modelo geotécnico definido para cálculo del esfuerzo admisible se muestra en la figura 9.

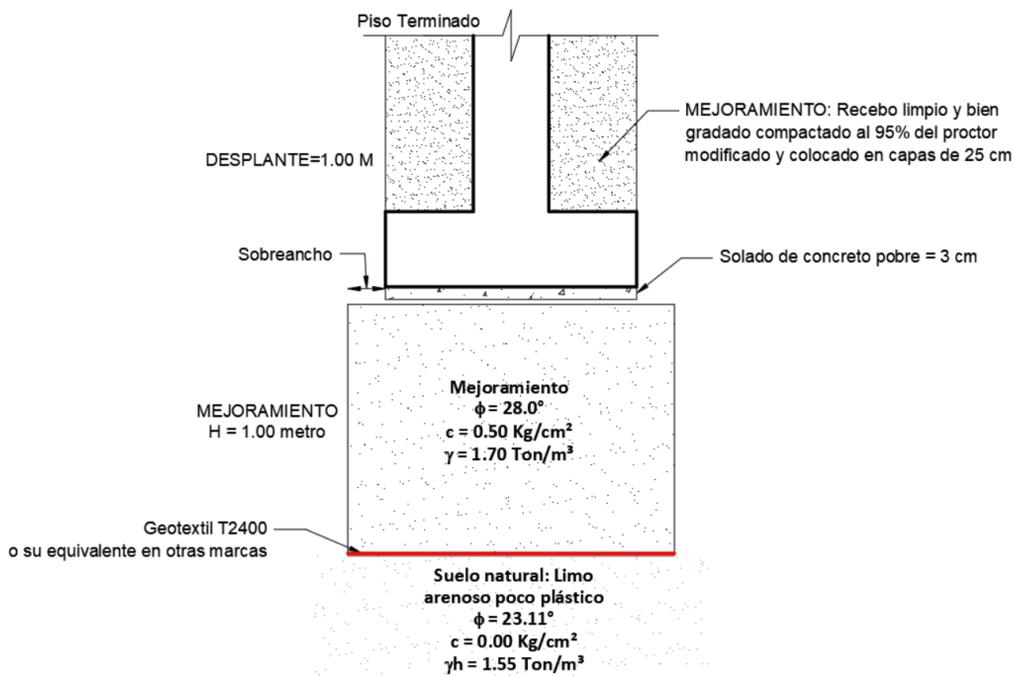


Figura 9. Tipología cimentación y modelo geotécnico diseño y construcción estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja) Salón del Pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos del municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo.

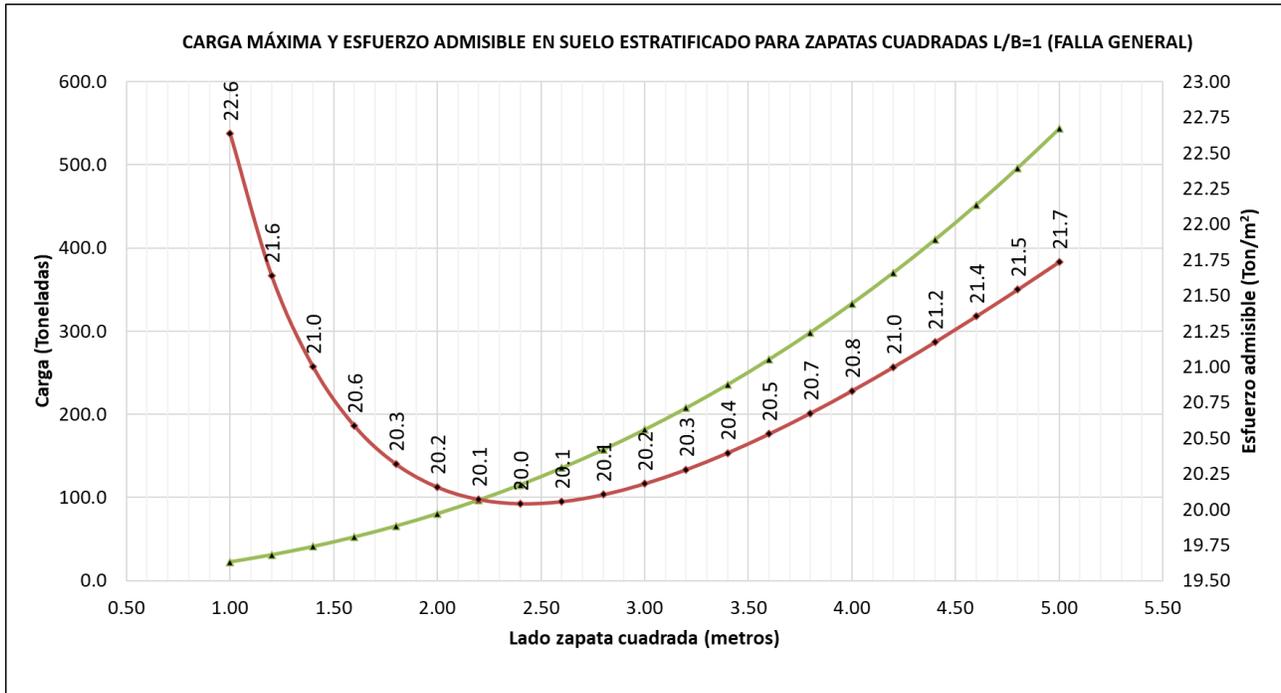


Figura 10. Esfuerzo admisible y carga máxima en suelo homogéneo para zapatas cuadradas diseño y construcción estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja) Salón del Pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos del municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo.

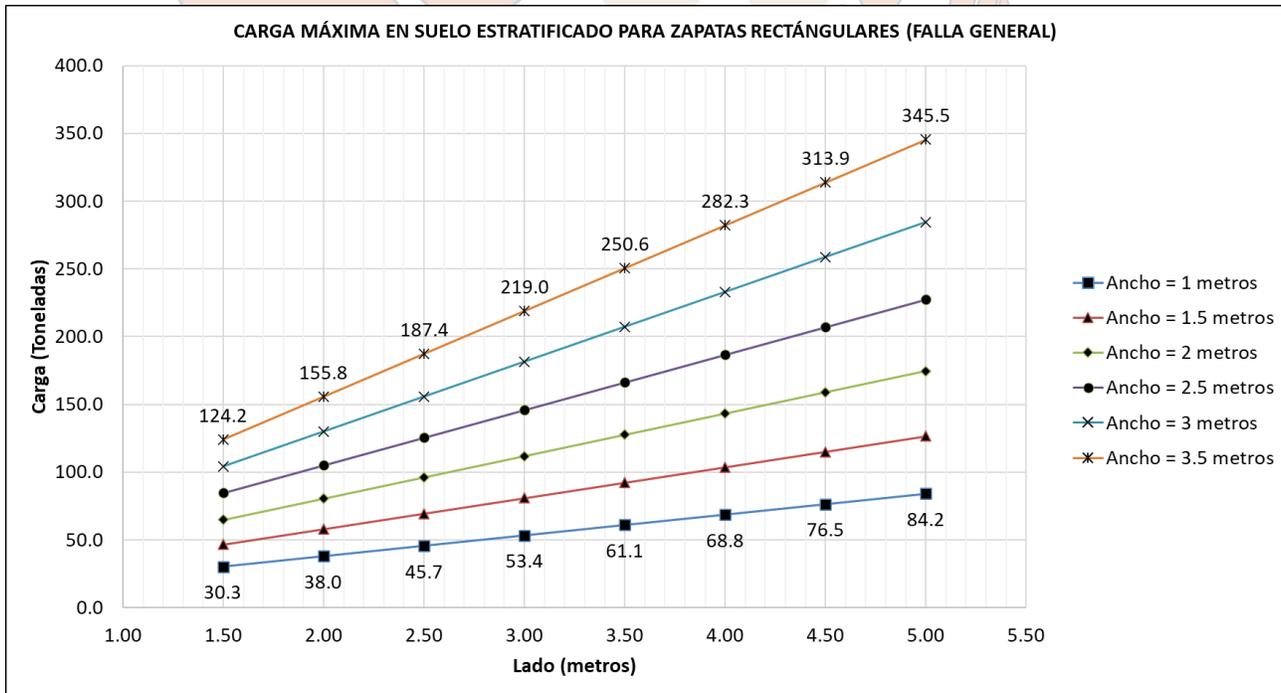


Figura 11. Carga máxima en suelo homogéneo para zapatas rectangulares diseño y construcción estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja) Salón del Pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos del municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo.

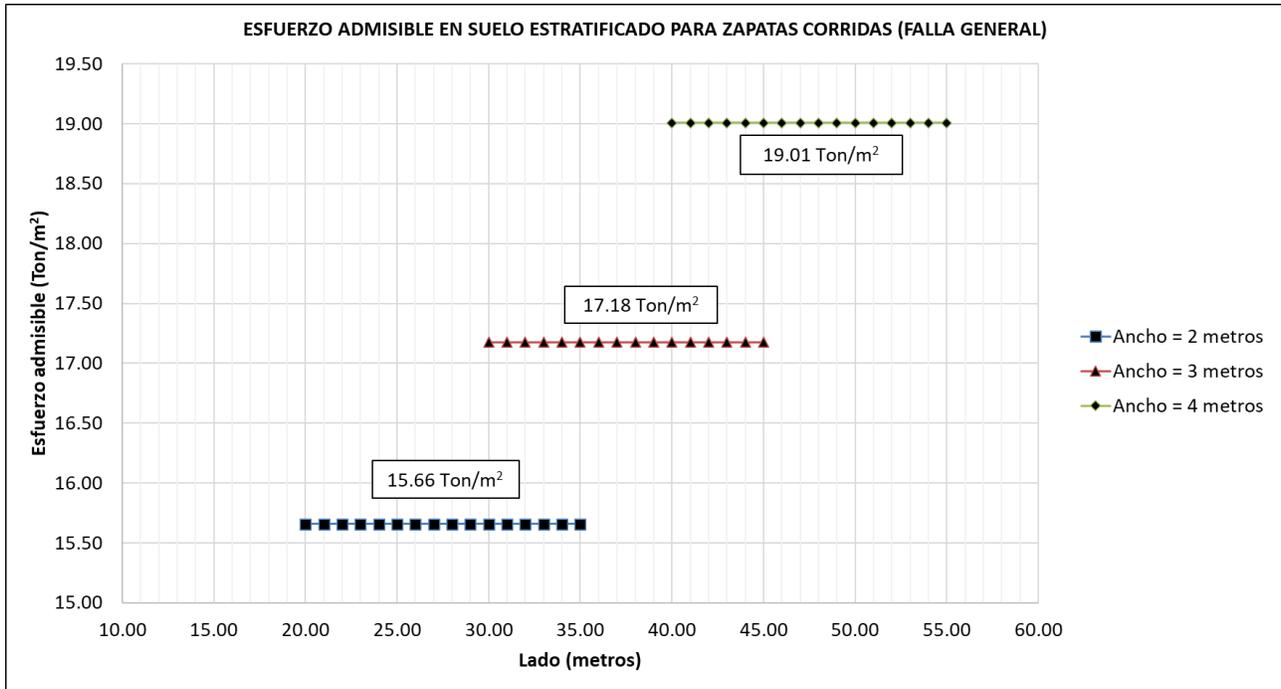


Figura 12. Esfuerzo admisible en suelo homogéneo para zapatas corridas diseño y construcción estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja) Salón del Pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos del municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo.

10.4. El cálculo de presiones máximas de contacto para cimentaciones convencionales que se muestran en las figuras 10 a 12 se realizó con base en las teorías de capacidad de carga considerando falla general y la formulación propuesta por Vesic, afectados por un factor de seguridad indirecto de 3.0 para obtener la permisible. De acuerdo con lo anotado anteriormente, para cálculo de la capacidad última dichos valores deberán ser multiplicados por 3.0 (Factor de seguridad considerado); Para obtención de la capacidad admisible para las diferentes condiciones de diseño y realizar el chequeo de la cimentación proyectada usando los factores de seguridad de acuerdo con la NSR-10 Título H tabla H.4.7-1 NSR-10.

10.5. La profundidad de desplante que será de 1.00 m desde el nivel de terreno nivelado para desarrollo del proyecto, se debe conservar para toda la cimentación de la construcción.

10.6. Inmediatamente terminadas las excavaciones, deberán protegerse el fondo con un solado de concreto pobre de unos 3.0 cm de espesor, para evitar el remoldeo y la alteración de las propiedades físico-mecánicas del suelo de fundación por acción de las lluvias y el intemperismo.

10.7. Los coeficientes de balasto horizontal y vertical para diseño estructural de las zapatas y vigas de cimentación de acuerdo con la tipología recomendada se muestran en la tabla 14. Para obtención de valores intermedios se deberá interpolar los valores respecto al esfuerzo admisible.

COEFICIENTES DE BALASTO CIMENTACIONES CUADRADAS (L/B=1.0)					COEFICIENTES DE BALASTO CIMENTACIONES RECTANGULARES (L/B<10)					COEFICIENTES DE BALASTO CIMENTACIONES CORRIDAS (L/B>10)				
B (m)	L (m)	q adm (Ton/m ²)	VERTICAL (Kg/cm ³)	HORIZONTAL (Kg/cm ³)	B (m)	L (m)	q adm (Ton/m ²)	VERTICAL (Kg/cm ³)	HORIZONTAL (Kg/cm ³)	B (m)	L (m)	q adm (Ton/m ²)	VERTICAL (Kg/cm ³)	HORIZONTAL (Kg/cm ³)
1.00	1.00	22.63	2.716	1.304	1.00	1.50	20.22	2.427	1.165	2.00	20.00	15.66	1.880	0.902
5.00	5.00	21.73	2.608	1.252	3.50	5.00	19.74	2.370	1.137	4.00	55.00	19.01	2.282	1.095

Fuente: BOWLES, JOSEPH E. - "Foundation Analysis and Design". Mc Graw-Hill, 1997

Tabla 14. Coeficientes de balasto para diseño de fundación cimentaciones convencionales.

10.8. Para diseño de la cimentación mediante el uso de software; se recomienda usar como dato de entrada el esfuerzo admisible de acuerdo con la sección de la zapata a diseñar obtenido de las figuras 10 a 12 y su respectivo coeficiente de balasto de acuerdo con la tabla 14.

10.9. **CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS:** Por razón a que en los suelos presentes en el sector el comportamiento es friccionante, los asentamientos serán instantáneos e inferiores a los permisibles para este tipo de estructura siendo el mismo aproximadamente igual a 0.31 centímetros con un asentamiento total en la profundidad de influencia (2.0 metros) de 1.83 centímetros para un periodo de 20 años (menor a 1”), cumpliendo con lo anotado en el numeral H.4.9.2. de la NSR-10. El cálculo de asentamientos en cimentaciones convencionales por el método de Schmertman modificado, se muestra a continuación:

$$S_i = C_1 C_2 \Delta p \sum_{i=1}^n \Delta H_i$$

Donde:

$$\Delta H_i = H_c \left(\frac{I_z}{X E} \right); C_1 = 1 - 0.5 \left(\frac{P_o}{\Delta p} \right) \geq 0.50; C_2 = 1 + 0.20 \log_{10} \left(\frac{t \text{ años}}{0.10} \right)$$

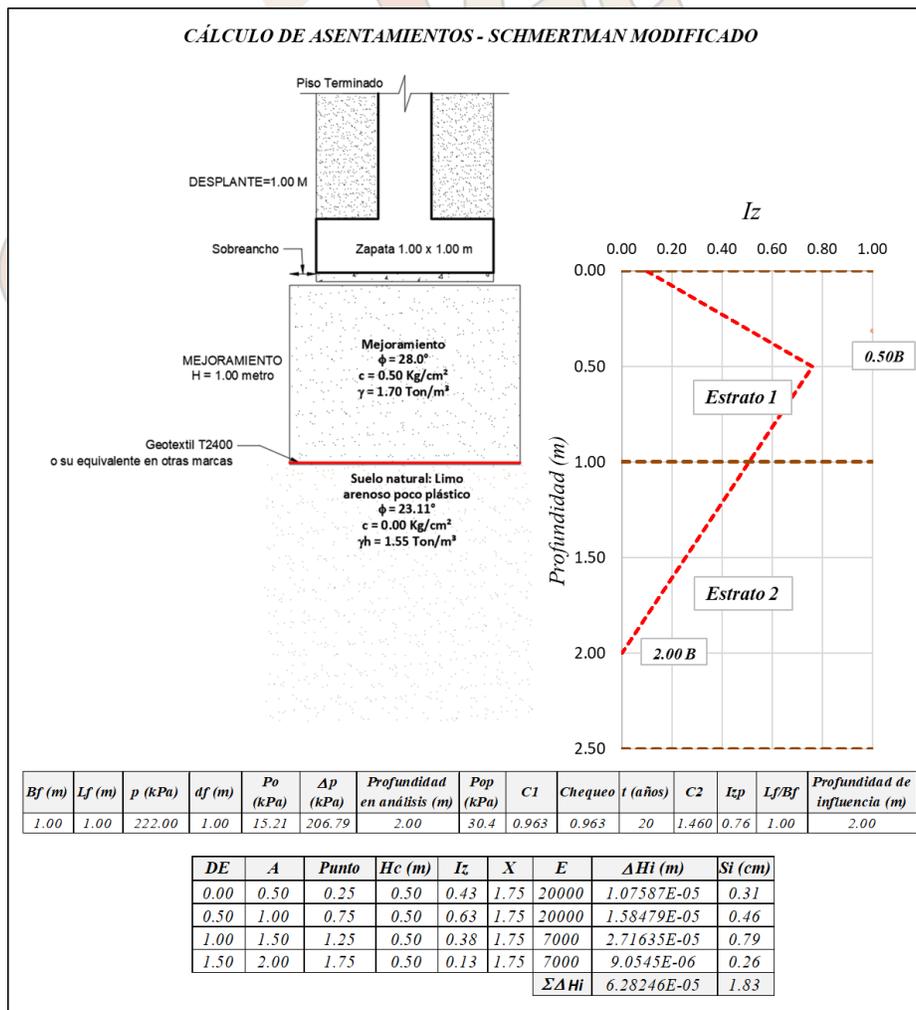


Figura 13. Cálculo de asentamiento máximo en cimentaciones convencionales diseño y construcción estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja) Salón del Pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos del municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo.

11. COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

11.1. Para efectos de diseño de obras de contención y apuntalamientos temporales en caso de ser requeridos para desarrollo del proyecto, se recomienda los siguientes coeficientes de presión lateral para obtener el empuje.

Datos de entrada:

Inclinación de relleno en el trasdós de las obras de contención $\beta = 0^\circ$

Inclinación cara posterior muro respecto a la vertical $\theta = 0^\circ$

Ángulo de fricción interna de material de relleno $\phi(\circ) = 28.0$

Peso unitario del suelo húmedo de material de relleno $\gamma h (\text{Ton}/\text{m}^3) = 1.70$

Cohesión $c (\text{Kg}/\text{cm}^2) = 0.50$

Clasificación del material: Material de recebo limpio y bien gradado (material de recebo Artículo 610).

Fricción suelo-muro será de $2/3 \phi$, donde $\phi = 28.0^\circ \delta = 18.67^\circ$

$As = 0.360 \%$ Para Sibundoy – departamento del Putumayo (CCP-14 Sección 3)

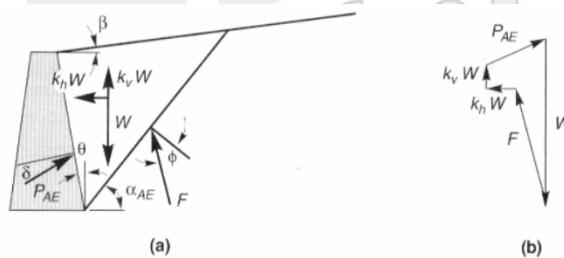


Figura 14. (a) Fuerzas actuando en la cuña activa en el análisis de Mononobe-Okabe. (b) Polígono de fuerzas ilustrando el equilibrio de fuerzas actuando sobre la cuña.

Fuente: BOWLES, JOSEPH E. - "Foundation Analysis and Design". Mc Graw-Hill, 1997

$$Kh := As \cdot 0.50 = 0.18 \quad K_v := \frac{Kh}{3} = 0.06 \quad \psi := \text{atan} \left(\frac{Kh}{1 - K_v} \right) = 10.84^\circ$$

$$K_{ae} := \frac{\cos(\phi - \theta - \psi)^2}{\cos(\psi) \cdot \cos(\theta)^2 \cdot \cos(\delta + \theta + \psi) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - \beta - \psi)}{\cos(\delta + \theta + \psi) \cdot \cos(-\beta + \theta)}} \right)^2} = 0.477$$

$$K_{pe} := \frac{\cos(\phi - \psi + \theta)^2}{\cos(\psi) \cdot \cos(\theta)^2 \cdot \cos(\delta - \theta + \psi) \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - \psi + \beta)}{\cos(\delta + \psi - \theta) \cdot \cos(\beta - \theta)}} \right)^2} = 4.214$$

Figura 15. Coeficientes de presión lateral Mononobe-Okabe (con relleno inclinado).

Fuente: BOWLES, JOSEPH E. - "Foundation Analysis and Design". Mc Graw-Hill, 1997

$$K_a := \frac{\cos(\phi - \theta)^2}{\cos(\theta)^2 \cdot \cos(\delta + \theta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos(\delta + \theta) \cdot \cos(\theta - \beta)}} \right)^2} = 0.321$$

$$K_p := \frac{\cos(\phi + \theta)^2}{\cos(\theta)^2 \cdot \cos(\delta - \theta) \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi + \beta)}{\cos(\delta - \theta) \cdot \cos(\beta - \theta)}} \right)^2} = 5.152$$

Figura 16. Coeficientes de presión lateral Coulomb (con relleno inclinado).

Fuente: BOWLES, JOSEPH E. - "Foundation Analysis and Design". Mc Graw-Hill, 1997

$$K_a := \cos(\beta) \cdot \frac{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}}{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}} = 0.361$$

$$K_p := \cos(\beta) \cdot \frac{\cos(\beta) + \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}}{\cos(\beta) - \sqrt{\cos(\beta)^2 - \cos(\phi)^2}} = 2.77$$

Figura 17. Coeficientes de presión lateral Rankine (con relleno inclinado).

Fuente: BOWLES, JOSEPH E. - "Foundation Analysis and Design". Mc Graw-Hill, 1997

$$K_o := 1 - \sin(\phi) = 0.531 \quad K_a := \frac{K_o}{1 + \sin(\phi)} = 0.361 \quad K_p := \frac{1}{K_a} = 2.77$$

Figura 18. Coeficientes de presión lateral Rankine (sin relleno inclinado – caso general).

Fuente: BOWLES, JOSEPH E. - "Foundation Analysis and Design". Mc Graw-Hill, 1997

11.2. Para la excavación de la construcción de la cimentación, se recomienda que la misma se realice teniendo la mayor celeridad en el proceso de construcción, procurando no dejar excavaciones abiertas durante periodos largos de tiempo, con el propósito de evitar la relajación de esfuerzos ya que se pueden generar desprendimientos de material de la pared del corte.

11.3. Para desarrollo del proyecto y construcción de las excavaciones para construcción de la cimentación del proyecto, se debe tener en cuenta la GUÍA DE TRABAJO SEGURO EN EXCAVACIONES 2014 del Ministerio del Trabajo (Comisión Nacional de Salud Ocupacional del Sector de la Construcción), especialmente lo descrito en los Capítulos 10 a 15. De igual forma se debe tener en cuenta que el diseño presentado por esta firma primará sobre las recomendaciones generales de la Guía de Trabajo Seguro en Excavaciones, para lo cual y de ser necesario se deberá contar con la asesoría para desarrollo del proyecto en procesos de excavación, entibación y construcción de la cimentación del proyecto en caso de ser necesario.

11.4. La cimentación de la estructura a construir debe quedar totalmente separada de las fundaciones vecinas, aislados con icopor, madera u otro material de aislamiento, para así evitar daños en los procesos geotécnicos y operaciones constructivas. De igual forma se recomienda diseñar las zapatas del perímetro como zapatas de lindero.

11.5. Se recomienda dotar de un adecuado sistema de drenaje el área total del proyecto a desarrollar, el cual puede estar conformado por canales con rejilla, sumideros, entre otros, el cual debe conducir el agua captada a la alcantarilla más cercana o lugar seguro.

12. PROPUESTA DE CIMENTACIÓN LOSAS DE CONTRAPISO

12.1. **Para el diseño y construcción de losas de contrapiso**, se recomienda realizar un mejoramiento con un material de recebo limpio y bien gradado (material de recebo Artículo 610) que cumpla con la granulometría que se muestra en la tabla 11, requisitos de calidad que se muestran en la tabla 12 y que su índice de plasticidad este entre 0 y 10% debidamente compactado por capas de 25 centímetros de espesor al 98% del Proctor Modificado o un suelo-cemento con una dosificación al 10% con material inorgánico previamente seleccionado.

La profundidad de mejoramiento del estrato de cimentación será de 0.15 metros a partir del nivel inferior de la losa de contrapiso. La tipología de la cimentación recomendada se muestra en la figura 19. Cumpliendo las condiciones anteriormente anotadas del mejoramiento, la máxima capacidad de carga ante las cargas de trabajo no debe exceder de 7.50 Ton/m².

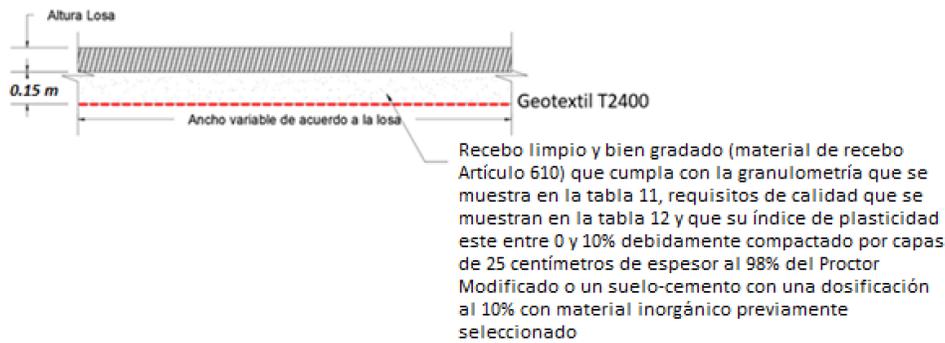


Figura 19. Tipología cimentación losas de contrapiso diseño y construcción estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja) Salón del Pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos del municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo.

12.2. Los coeficientes de balasto horizontal y vertical para diseño estructural de las losas de contrapiso se muestran en la tabla 15.

q_{adm} (Ton/m ²)	VERTICAL (Kg/cm ³)	HORIZONTAL (Kg/cm ³)
7.50	0.900	0.432

Fuente: BOWLES, JOSEPH E. - "Foundation Analysis and Design". Mc Graw-Hill, 1997

Tabla 15. Coeficientes de balasto para diseño de fundación losas de contrapiso.

13. CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES

13.1. SUELOS DISPERSIVOS O ERODABLES: La Norma NSR-2010 en el literal H.9.2.2 – Tipos de suelos erodables, identifica en este grupo a dos tipos de suelos muy sensibles a la presencia de agua, estos son:

- (a) **Suelos dispersivos:** Arcillas cuya concentración de sales de sodio (Na) en el agua intersticial pasa de 40% o 60% del total de sales disueltas.
- (b) **Suelos erodables:** Arenas finas, polvo de roca, limos no cohesivos y depósitos eólicos, propios de ambientes aluviales tranquilos y constantes que resultan en una granulometría relativamente homogénea.

Dado que no se identifica la presencia de materiales como arcillas o arenas finas y demás materiales descritos anteriormente, se estima un **bajo potencial de dispersión**. Por otro lado, los suelos erodables, no se disuelven, pero si son afectados por corrientes de agua de menor caudal, inclusive a bajos niveles de gradiente hidráulico, formando carcavamientos, tubificación y erosión retrogresiva o remontante.

De acuerdo con la topografía del sector y al comportamiento del nivel de aguas freáticas del sector, no se identificaron carcavamientos o pérdida de la fracción fina de los materiales descritos en el numeral 8 del presente informe, por lo tanto, se estima un **bajo potencial de erodabilidad**.

13.2. SUELOS EXPANSIVOS: La Norma NSR-2010 en el literal H.9.1.3 – identificación de los suelos expansivos, permite fijar un criterio a partir de la observación del comportamiento de edificaciones o estructuras vecinas, en cuanto a señales de asentamientos diferenciales, pérdida de verticalidad, fisuras en los pisos o muros, entre otras, como resultado de procesos de expansión y contracción volumétrica del suelo.

Al respecto se debe tener en cuenta que la estructura actual y las estructuras aledañas al sector no presentan ningún tipo de fisura en sus muros. Los pisos internos no exhiben deformación o hundimiento propio de los procesos de expansión. Los concretos de los andenes perimetrales y losas de contrapiso no presentan fracturas o fisuras. Las vías vehiculares aledañas no presentan ahuellamientos o señales de inestabilidad por hinchamiento o contracción. Además, la Norma NSR-10 en la tabla H.9.1-1, estima el reconocimiento de suelos expansivos a partir de los valores de los límites de Atterberg como se detalla a continuación.

Teniendo en cuenta la tabla 16 y de acuerdo con la tabla 9 (Resumen de resultados de los ensayos de laboratorio), se encuentra que todos los límites líquidos (LL), se encuentran en un valor promedio de 33.93% y que los índices de plasticidad se encuentran en un promedio de 3.78% por lo cual se puede inferir un **potencial de expansión bajo** para los materiales del subsuelo del sector en estudio.

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm ²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 – 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Tabla 16. Clasificación de suelos expansivos NSR-10 Título H.

13.3. SUELOS COLAPSABLES: La Norma NSR-2010 en el literal H.9.3.3 – Identificación se colapsabilidad, estima colapsabilidad cuanto el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido. Para mayor cantidad de agua o menor volumen de vacíos el depósito es inestable. La evaluación se puede hacer mediante la siguiente formulación:

$$\gamma_{dcrit} = \frac{\gamma_w}{(1/G_s) + w_l}$$

Usando el siguiente criterio de evaluación:

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrit}} > 1 \text{ el suelo es estable o expansivo}$$

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrit}} < 1 \text{ el suelo es colapsable}$$

En la tabla 17 se muestra la evaluación de colapsabilidad para los suelos del proyecto.

IDENTIFICACIÓN DE COLAPSABILIDAD EN FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD DEL ESTRATO H.9.3.3.

Prof (m)	G _s	γ _w (gr/cm ³)	LL	γ _{dcrit} (gr/cm ³)	γ _d (gr/cm ³)	γ _d /γ _{dcrit}
0.00 - 6.25	2.65	1.00	0.3393	1.40	1.07	0.767

H.9.3.3.1 - Criterio de Evaluación

Si γ_d/γ_{dcrit} > 1, el suelo es estable o expansivo

Si γ_d/γ_{dcrit} ≤ 1, el suelo es colapsable

LL : Límite líquido en fracción decimal

γ_w: peso unitario del agua

γ_d: peso unitario seco

Tabla 17. Evaluación de colapsabilidad en suelos diseño y construcción estructura de uno a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja) Salón del Pensamiento para la comunidad Indígena Sol de Los Pastos del municipio de Sibundoy, departamento del Putumayo.

Como **medida preventiva** con base en los resultados de evaluación de colapsabilidad de los suelos presentes en el sector y de acuerdo con H.9.3.6 NSR-10, se recomienda la **restricción o minimización del humedecimiento** de los materiales del subsuelo del sector mediante la construcción de un adecuado sistema de drenaje superficial el cual puede ser conformado por canales con rejilla o cunetas, en el perímetro del proyecto, los cuales deben conducir las aguas captadas a la alcantarilla más cercana o lugar seguro, evitando la infiltración del agua superficial en el área del proyecto. Además, dado que proyecto contempla la construcción de losas de contrapiso en concreto y estructuras con cubierta, también se evita la entrada directa del agua lluvia.

De igual forma se deberán tener en cuenta las recomendaciones de cimentación definidas en el numeral 10 del presente informe, llevando a cabo las actividades necesarias para garantizar en obra la obtención del modelo geotécnico definido en el presente estudio para cálculo del esfuerzo admisible, coeficientes de balasto y asentamientos máximos permitidos.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

14.1. Alcance y limitaciones: El presente informe se realizó con base a las investigaciones de campo que se desarrolló y los resultados obtenidos de las muestras extraídas de cada estrato en cada exploración. Las ubicaciones de las exploraciones fueron establecidas de tal que sea posible abarcar toda el área intervenida para desarrollo del proyecto y estimar la estratigrafía del sector.

Es de anotar que el análisis y las recomendaciones se hacen teniendo en cuenta la información de las exploraciones realizadas y suponiendo que la estratigrafía del sector es como el perfil deducido que se muestra en la tabla 9, figuras 4 a 7 e informe fotográfico.

Si durante la etapa de excavación y desplante se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las aquí estudiadas debe informarse oportunamente al profesional en geotecnia para complementar la información y recomendaciones geotécnicas suministradas. Lo expuesto anteriormente se debe a que se está caracterizando un material que por su naturaleza es un medio discontinuo, multifase, particulado y de calidad no controlada.

14.2. Clasificación de perfil de suelo: El tipo de perfil puede clasificarse como (E) de acuerdo con las especificaciones de las NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. N.S.R.-10. Ver espectro de diseño recomendado en el numeral 9 del presente informe.

14.3. Cimentación recomendada para estructura de categoría baja: Se recomienda una cimentación del tipo convencional con un desplante mínimo de 1.00 metro con un mejoramiento de altura mínima 1.00 metro y este sobre un geotextil del tipo T2400 o su equivalente en otras marcas el cual deberá quedar soportado sobre los limos arenosos poco plásticos color café, amarillo y gris que se encuentran desde una profundidad promedio de 0.50 metros. Ver modelo geotécnico, tablas de esfuerzo admisible y coeficientes de balasto en el numeral 10 del presente informe.

14.4. Asentamientos: Se evalúan los asentamientos en la alternativa de cimentación propuesta para la estructura de categoría baja a partir del efecto elástico en el suelo de fundación y la deformación producida por la carga a transmitir. Los cálculos se presentan en el presente informe obteniendo valores de asentamientos máximos en un periodo de 20 años menores a 1" (2.54 cm), por lo cual los mismos se consideran aceptables.

14.5. Coeficientes de presión lateral: Se recomiendan los coeficientes de presión lateral para diseño de obras de contención y apuntalamientos temporales en caso de ser requeridos para desarrollo del proyecto. Se realizan recomendaciones para proceso constructivo para evitar la afectación de las estructuras colindantes y vías aledañas. Ver numeral 11 del presente informe.

14.6. Cimentación recomendada para losas de contrapiso: Se recomienda una cimentación del tipo convencional sobre un mejoramiento de espesor mínimo 0.15 metros soportado sobre un geotextil del tipo T2400 o su equivalente en otras marcas. Ver numeral 12 del presente informe.

14.7. Condiciones geotécnicas especiales: Se realiza la evaluación de los materiales presentes en el sector, encontrando suelos con **potencial de expansión bajo, bajo potencial de dispersión, bajo potencial de erodabilidad, con grado de colapsabilidad medio a bajo y no susceptibles a la licuación.** Ver análisis, resultados y medidas preventivas en el numeral 13 del presente informe.

14.8. Aspectos adicionales: No se encontró información o no existe microzonificación geológica dentro del casco urbano para observar fallas o fenómenos geológicos locales, por tanto, el presente informe no abarca este componente de manera singular al proyecto siendo este tema abordado de forma general con base en la información disponible de geología regional del municipio Sibundoy en el departamento del Putumayo.

14.9. Los parámetros suministrados en el presente estudio geotécnico corresponden a las estructuras requeridas de acuerdo con la visita de campo realizada y a la información suministrada por el contratante. En caso de requerirse parámetros para estructuras adicionales o de diferente categoría a la referenciada en el presente informe, deberán realizarse las respectivas exploraciones complementarias.

14.10. Se recomienda contar con asesoría permanente por parte de un asesor en el área de geotecnia, con el propósito de evaluar y aprobar todos los procedimientos constructivos en el sistema de fundación recomendado a los que el proyecto diere lugar.

Gustosamente se aclararán dudas relacionadas con este estudio geotécnico.

Atentamente,

ANDRÉS HILLÓN SARMIENTO I.C. Esp.
Mat. 52202-156096 del C. P. de Nariño

San Juan de Pasto, abril 04 de 2022.

Anexos: *Tablas de cálculo carga máxima cimentaciones cuadradas, rectangulares y alargadas (suelos estratificados).*
Tablas 1 a 3 (Figuras 10 a 12 respectivamente).
Ensayos de campo y laboratorio.
CD con informe y anexos.



CÁLCULO ESFUERZO ADMISIBLE EN SUELO ESTRATIFICADO PARA ZAPATAS CUADRADAS Y RECTÁNGULARES (FALLA GENERAL)

Table with columns: B, L, Q adm, Área, Carga, H, c/H, B, H, c/H, Nq, Nc, Nt, Sc, Sy, Sx, Sy, Sz, Sx, Sy, Sz, b, c, by, bc, bq, bc, bq, q (kN/m²), q (Ton/m²), q (Ton/m²), q (Ton/m²), ct, Cc, qb, qt, qu, qu, q adm. The table contains multiple rows of data for different soil layers and footing dimensions.

Tabla 2. Cálculo esfuerzo admisible y carga máxima en suelo homogéneo para zapatas rectangulares diseño y construcción estructura de una a tres pisos sin sótano (Estructura de Categoría Baja) Salón del Pensamiento en la comunidad Indígena Sol de Los Pastos del municipio de Sibundoy, Departamento del Putumayo.



ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO RESUMEN

RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA
COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY,
DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO

FECHA: ABRIL 04 DE 2022

RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO														
Exploración	Profundidad (m)	PESOS UNITARIOS		GRANULOMETRIA		PROPIEDADES INDICE				Clasificación S.U.C.S.	Compresión simple en rocas (MPa)	CARACTERIZACION GEOMECANICA		
		Peso unitario húmedo (Ton/m ³)	Peso unitario seco (Ton/m ³)	Tamiz No. 4 (%pasa)	Tamiz No. 200 (%pasa)	Humedad natural (W%)	Límite líquido (W _{LL} %)	Límite plástico (W _{LP} %)	Índice de plasticidad (IP%)			Cohesión (C) Kg/cm ²	Ángulo de fricción interna (φ)	Esfuerzo normal máximo (qu) Kg/cm ²
A - 1	1.00	1.46	1.04	73.08	22.48	25.53	NL	NP	-	SM				0.22
	1.50			99.54	61.13	26.70	36.99	33.32	3.67	ML				
	2.00	1.55	1.12									0.299	25.93	
	3.80	1.23	1.06	63.48	33.26	25.82	NL	NP	-	SM				0.40
P - 1	0.80 - 1.25			63.48	33.26	25.82	NL	NP	-	SM				
	1.80 - 2.25			86.07	73.92	16.29	38.42	34.54	3.88	ML				
	2.80 - 3.25			51.21	25.48	15.94	NL	NP	-	SM				
	3.80 - 4.25			73.34	47.92	20.80	NL	NP	-	SM				
	4.80 - 5.25			100.00	88.42	42.33	NL	NP	-	ML				
	5.80 - 6.25			100.00	84.27	43.26	NL	NP	-	ML				
P - 2	0.80 - 1.25			99.61	56.15	28.71	NL	NP	-	ML				
	1.80 - 2.25			50.69	36.54	15.67	NL	NP	-	SM				
	2.80 - 3.25			99.67	53.07	34.29	NL	NP	-	ML				
	3.80 - 4.25			100.00	44.26	24.74	NL	NP	-	SM				
	4.80 - 5.25			100.00	62.34	48.55	NL	NP	-	ML				
	5.80 - 6.25			52.60	21.85	26.70	NL	NP	-	SM				



ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO APIQUE A-1



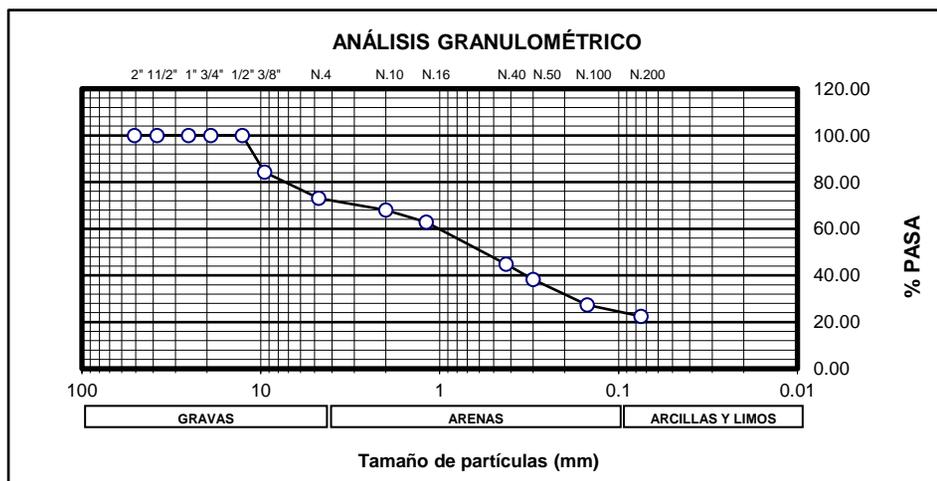
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA : ABR-04-2022
SOLICITANTE: FUNDACION CATALINA MUNOZ	
LOCALIZACIÓN: VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:
REFERENCIA: APIQUE A-1 PROFUNDIDAD = 1.00 m	U.S.C.: SM
DESCRIPCION: ARENA LIMOSA COLOR CAFE CON VETAS GRISES CON ALGUNAS RAICES	AASHTO :

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	32.2	15.81	84.19
No. 4	4.75	22.62	11.11	73.08
No. 10	2	10.32	5.07	68.01
No.16	1.19	10.62	5.22	62.80
No. 40	0.425	36.77	18.06	44.74
No. 50	0.3	13.09	6.43	38.31
No. 100	0.15	22.47	11.03	27.27
No. 200	0.075	9.76	4.79	22.48



Peso Antes (gr): 203.63
Peso Después (gr): 157.85

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD
No. REC.						1
P1 (gr)						70.75
P2 (gr)	NL	NL	NL	NP	NP	59.43
P3 (gr)						15.09
% HUMEDAD						25.53
No. GOLPES						

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



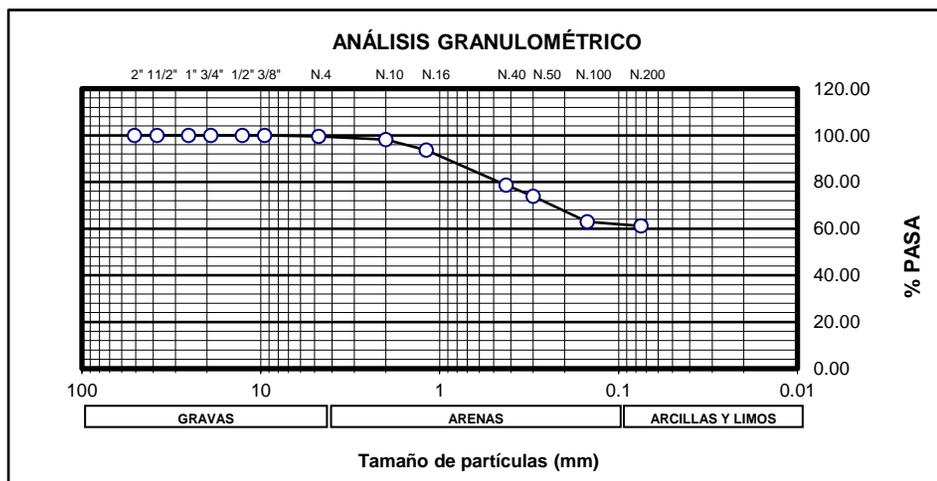
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA : ABR-04-2022
SOLICITANTE: FUNDACION CATALINA MUNOZ	
LOCALIZACIÓN: VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:
REFERENCIA: APIQUE A-1 PROFUNDIDAD = 1.50 m	U.S.C.: ML
DESCRIPCION: LIMO POCO PLASTICO COLOR GRIS CON VETAS ROJAS	AASHTO :

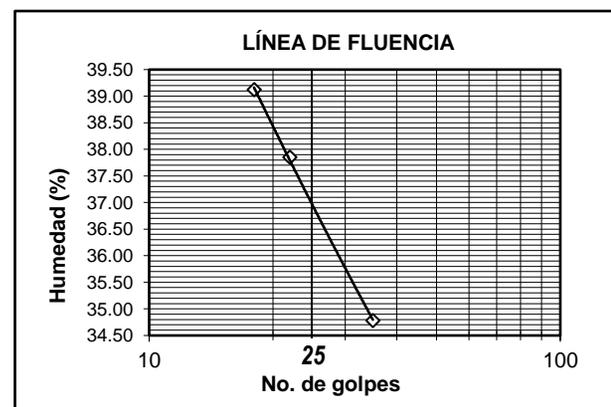
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0.57	0.46	99.54
No. 10	2	1.77	1.42	98.13
No. 16	1.19	5.50	4.40	93.73
No. 40	0.425	18.85	15.08	78.64
No. 50	0.3	5.9	4.72	73.92
No. 100	0.15	13.7	10.96	62.96
No. 200	0.075	2.28	1.82	61.13



Peso Antes (gr): 124.97
Peso Después (gr): 48.57

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.	97	98	99
P1 (gr)	24.20	28.12	33.16
P2 (gr)	21.57	24.54	28.40
P3 (gr)	14.85	15.08	14.70
% HUMEDAD	39.12	37.85	34.78
No. GOLPES	18	22	35

Límite líquido =	36.99
Límite plástico =	33.32
Índice de plasticidad =	3.67



LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



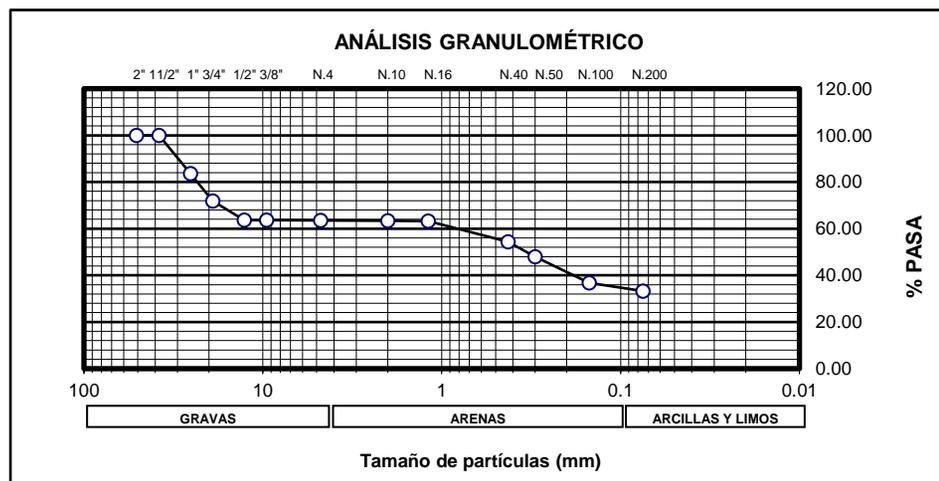
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO		FECHA : ABR-04-2022
SOLICITANTE: FUNDACION CATALINA MUNOZ		
LOCALIZACIÓN: VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY		CLASIFICACIÓN:
REFERENCIA: APIQUE A-1 PROFUNDIDAD = 3.80 m		U.S.C.: SM
DESCRIPCION: ARENA LIMOSA COLOR CAFE CLARO		AASHTO:

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	35.59	16.38	83.62
3/4"	19.05	25.69	11.82	71.79
1/2"	12.7	17.62	8.11	63.68
3/8"	9.525	0	0.00	63.68
No. 4	4.75	0.45	0.21	63.48
No. 10	2	0.17	0.08	63.40
No. 16	1.19	0.39	0.18	63.22
No. 40	0.425	19.29	8.88	54.34
No. 50	0.3	14.04	6.46	47.88
No. 100	0.15	24.11	11.10	36.78
No. 200	0.075	7.66	3.53	33.26



Peso Antes (gr): 217.26
Peso Después (gr): 145.01

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.			4
P1 (gr)			96.65
P2 (gr)	NL	NL	79.96
P3 (gr)			15.33
% HUMEDAD			25.82
No. GOLPES			

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA : ABR-04-2022
SOLICITANTE: FUNDACIÓN CATALINA MUÑOZ	
LOCALIZACIÓN: VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:
REFERENCIA: APIQUE A-1 PROFUNDIDAD = 3.80 m	U.S.C.: SM
DESCRIPCIÓN: ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CLARO	AASHTO :

CARGA (Kg)	LEC. DEF. 0.001"	DEF.UNIT. (%)	RESIST. (Kg/cm ²)
0.00	0	0.00	0.00
1.00	10	0.19	0.02
1.40	20	0.38	0.03
2.60	30	0.58	0.05
3.90	40	0.77	0.07
5.00	50	0.96	0.09
5.70	60	1.15	0.10
7.60	70	1.35	0.14
8.50	80	1.54	0.16
10.70	90	1.73	0.19
13.40	100	1.92	0.24
15.40	110	2.12	0.28
16.10	120	2.31	0.29
18.70	130	2.50	0.34
22.00	140	2.69	0.40
22.00	150	2.89	0.40

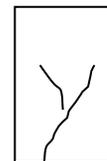
DATOS DE LA MUESTRA	
ALTURA (cm)	13.2
LADO 1 (cm)	6.5
LADO 2 (cm)	8.3
PESO HÚMEDO(gr)	876
PESO SECO(gr)	758
HUMEDAD (%)	15.6
P.UNIT.HÚMEDO (Ton/m ³)	1.23
P.UNIT.SECA (Ton/m ³)	1.06

RESISTENCIA
Qu (Kg/cm²) = 0.40

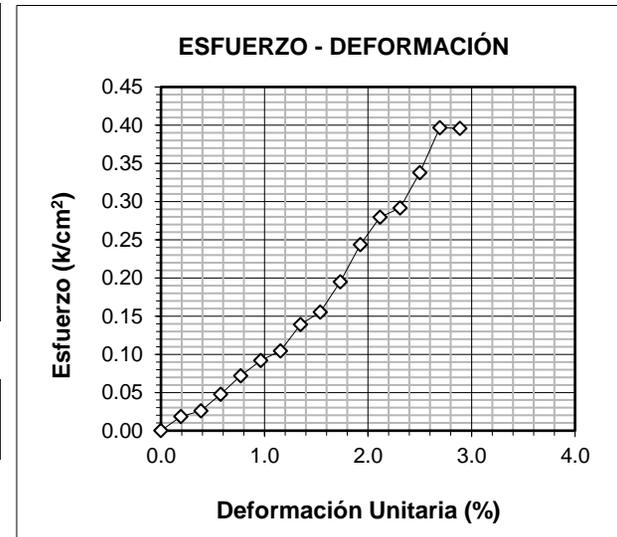
MODO DE FALLA



ANTERIOR



POSTERIOR



REALIZA: _____



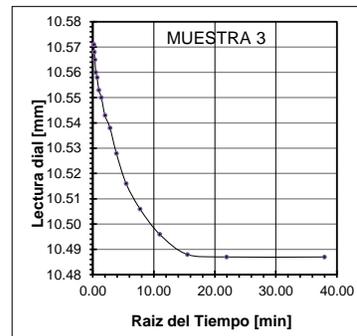
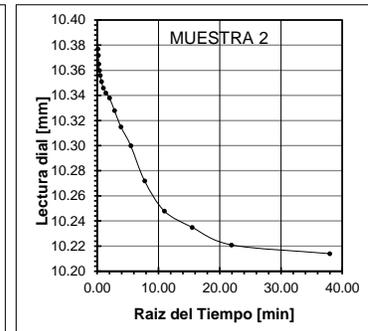
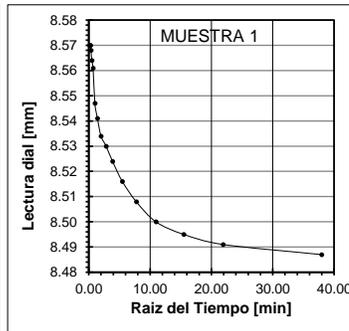
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD)
INV E-154-13**

PROYECTO :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO
SOLICITANTE:	FUNDACIÓN CATALINA MUÑOZ
LOCALIZACIÓN:	VEREDA VILLAFLORES, MUNICIPIO DE SIBUNDOY
REFERENCIA:	APIQUE A-1 PROFUNDIDAD = 2.00 m
FECHA:	ABRIL 04 DE 2022

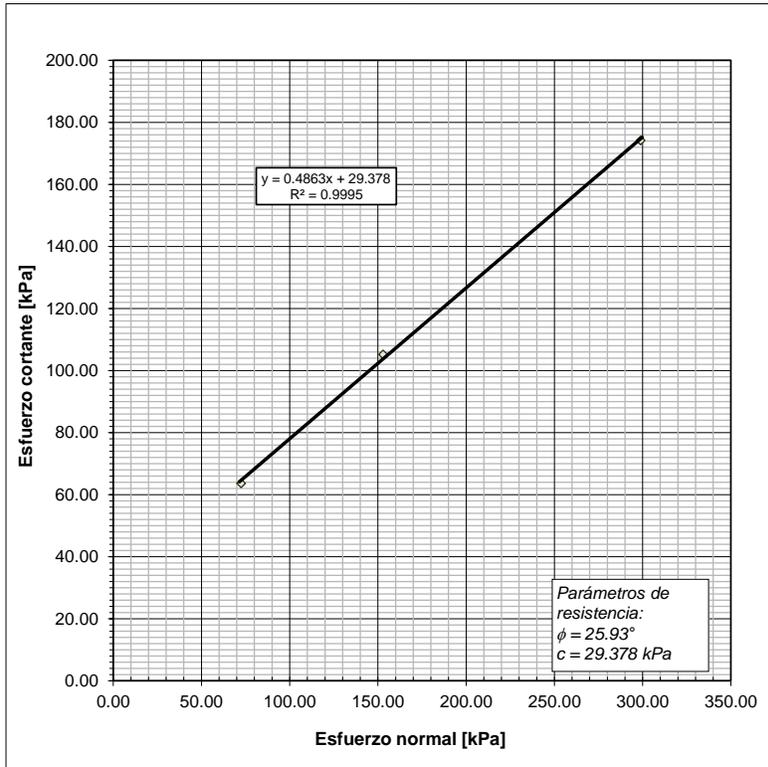
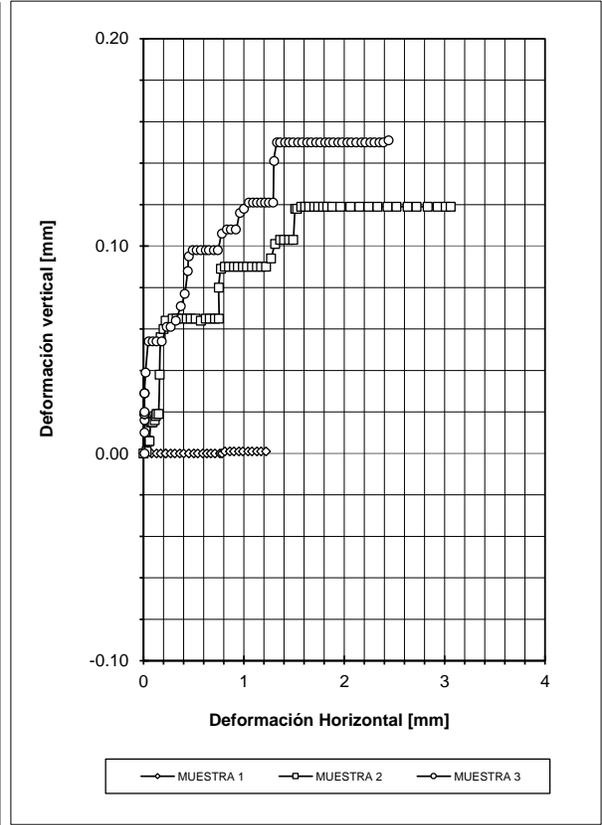
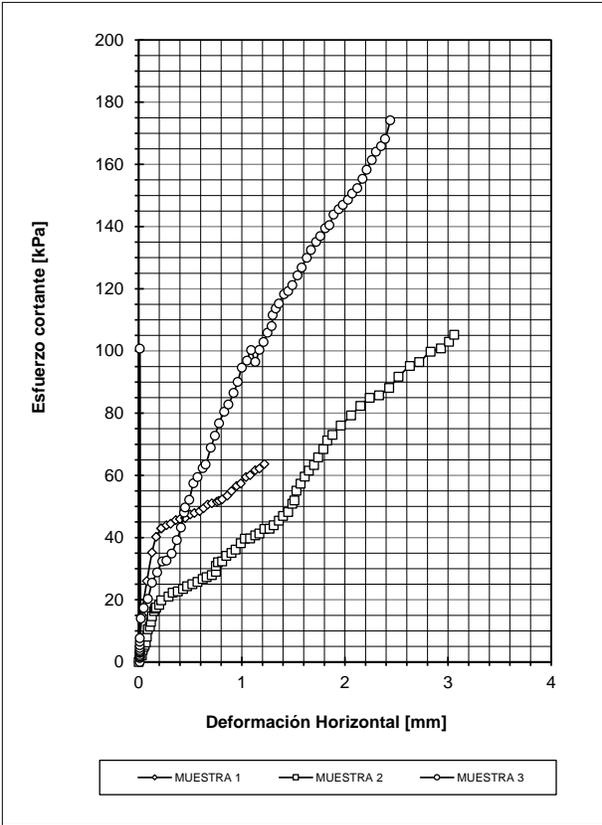
	MUESTRA No. 1			MUESTRA No. 2			MUESTRA No. 3			
CARGA [N]	138.63			278.62			553.62			
ESFUERZO NORMAL[Kpa]	70.2			141.1			280.3			
DIÁMETRO [cm]	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	5.02	
DIÁMETRO PROMEDIO [cm]	5.02			5.02			5.02			
ALTURA [cm]	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92	1.92	1.94	1.94	1.94	
ALTURA PROMEDIO [cm]	1.92			1.92			1.94			
AREA [cm²]	19.75			19.75			19.75			
VOLUMEN [cm³]	37.94			37.98			38.23			
LIMITE LÍQUIDO (%)	-			-			-			
GRAVEDAD ESPECÍFICA, Gs	-			-			-			
PESO HÚMEDO DE LA MUESTRA [gr]	58.78			58.96			58.94			
PESO HUMEDO + TARA [gr]	34.25	31.45	31.89	35.02	27.47	31.95	32.13	36.32	31.68	
PESO SECO + TARA [gr]	27.29	25.26	25.53	27.76	22.37	25.54	25.76	28.83	25.38	
PESO TARA [gr]	9.18	9.11	9.09	9.06	9.22	8.97	9.08	9.47	9.20	
HUMEDAD [%]	38.40	38.31	38.69	38.80	38.74	38.69	38.17	38.68	38.97	
HUMEDAD PROMEDIO [%]	38.47			38.74			38.61			PROMEDIO
PESO UNITARIO HÚMEDO [Ton/m³]	1.55			1.55			1.54			1.55
PESO UNITARIO SECO [Ton/m³]	1.12			1.12			1.11			1.12

ETAPA DE CONSOLIDACIÓN

		MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3
ESFUERZO NORMAL[Kpa]		70.2	141.1	280.3
TIEMPO [min]	RAIZ DEL TIEMPO [min]	LECTURA DIAL [mm]	LECTURA DIAL [mm]	LECTURA DIAL [mm]
0	0.000	0	0.000	0.000
0.017	0.129	8.570	10.377	10.571
0.033	0.183	8.570	10.372	10.571
0.067	0.258	8.570	10.365	10.568
0.133	0.365	8.568	10.360	10.565
0.250	0.500	8.564	10.356	10.560
0.500	0.707	8.561	10.351	10.558
1.000	1.000	8.547	10.346	10.553
2.000	1.414	8.541	10.342	10.550
4.000	2.000	8.534	10.338	10.543
8.000	2.828	8.530	10.328	10.538
15.000	3.873	8.524	10.315	10.528
30.000	5.477	8.516	10.300	10.516
60.000	7.746	8.508	10.272	10.506
120.000	10.954	8.500	10.248	10.496
240.000	15.492	8.495	10.235	10.488
480.000	21.909	8.491	10.221	10.487
1440.000	37.947	8.487	10.214	10.487



Velocidad de Corte: 0.050 mm/min



Realiza:	Aprueba:
Ing. Adriana Narváez R.- M.P. 52202-363787	Ing. Lorena Narváez M.M.P 52202-155091 NRN



**ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO
PERFORACIÓN P-1
SPT (Golpes/pie)**



Ensayos de Campo
Perforación a Rotación y Percusión
Penetración Estándar - Nspst

PROYECTO :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO		FECHA DE INICIO:	22/03/2022
SOLICITANTE:	FUNDACIÓN CATALINA MUÑOZ		FECHA DE FINALIZACIÓN:	23/03/2022
LOCALIZACIÓN:	VEREDA VILLAFLO, MUNICIPIO DE SIBUNDOY		NIVEL FREÁTICO INICIAL (m):	-
REFERENCIA:	PERFORACIÓN P-1	EQUIPO:	NIVEL FREÁTICO FINAL (m):	-
		TIPO PETTY		

PROF (m)	MUESTRA No.	GOLPES SPT			CAJA No.	N campo (golpes/pie)	AVANCE	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
		6"	12"	18"						
1.25	MUESTRA 1. 0.80 - 1.25 m	5	5	5	1	0.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	SM	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ OSCURO CON ALGUNAS RAÍCES	
2.25	MUESTRA 2. 1.80 - 2.25 m	3	3	4		1.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	ML	LIMO POCO PLÁSTICO COLOR CAFÉ CLARO	
3.25	MUESTRA 3. 2.80 - 3.25 m	7	4	4		2.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	SM	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CON AMARILLO	
4.25	MUESTRA 4. 3.80 - 4.25 m	9	8	8		3.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	SM	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CON AAMRILLO	
5.25	MUESTRA 5. 4.80 - 5.25 m	9	12	12		4.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	ML	LIMO ARENOSO POCO PLÁSTICO COLOR AMARILLO	
6.25	MUESTRA 6. 5.80 - 6.25 m	5	5	4		5.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	ML	LIMO ARENOSO POCO PLÁSTICO COLOR AMARILLO	
						6.00				

PROFUNDIDAD TOTAL PERFORACIÓN = 6.25 metros

<i>Laboratorista:</i>	<i>Jefe Laboratorio:</i>
Ing. Adriana Narvaez - MP 52202-363787 NRÑ	Ing. Lorena Narváz M.MP 52202-155091 NRÑ



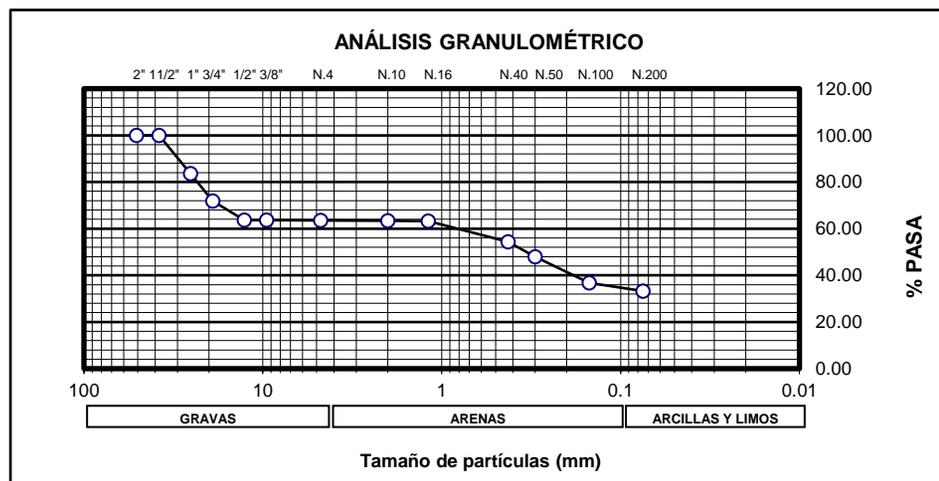
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO		FECHA : ABR-04-2022
SOLICITANTE: FUNDACION CATALINA MUNOZ		
LOCALIZACIÓN: VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY		CLASIFICACIÓN:
REFERENCIA: PERFORACIÓN P-1 PROFUNDIDAD = 0.80 m - 1.25 m		U.S.C.: SM
DESCRIPCION: ARENA LIMOSA COLOR CAFE OSCURO CON ALGUNAS RAICES		AASHTO :

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	35.59	16.38	83.62
3/4"	19.05	25.69	11.82	71.79
1/2"	12.7	17.62	8.11	63.68
3/8"	9.525	0	0.00	63.68
No. 4	4.75	0.45	0.21	63.48
No. 10	2	0.17	0.08	63.40
No.16	1.19	0.39	0.18	63.22
No. 40	0.425	19.29	8.88	54.34
No. 50	0.3	14.04	6.46	47.88
No. 100	0.15	24.11	11.10	36.78
No. 200	0.075	7.66	3.53	33.26



Peso Antes (gr): 217.26
Peso Después (gr): 145.01

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.			4
P1 (gr)			96.65
P2 (gr)	NL	NL	79.96
P3 (gr)			15.33
% HUMEDAD			25.82
No. GOLPES			

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



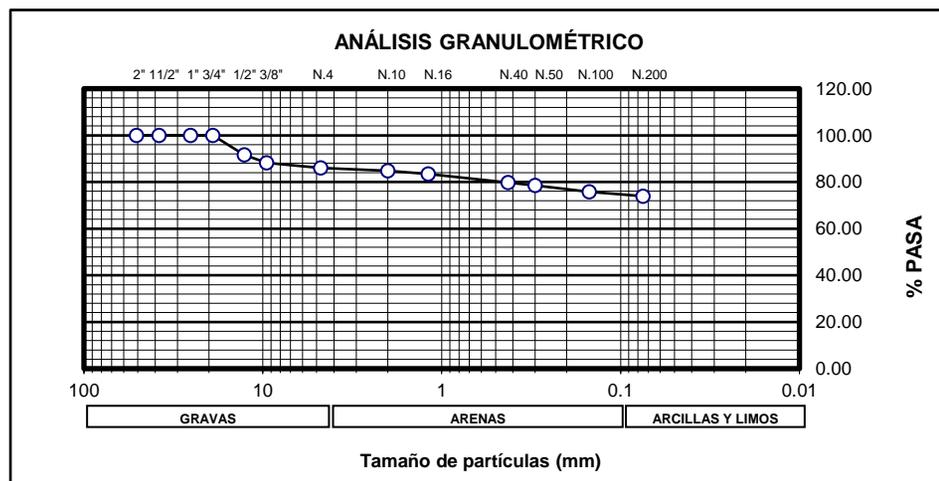
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA : ABR-04-2022
SOLICITANTE: FUNDACION CATALINA MUNOZ	
LOCALIZACIÓN: VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:
REFERENCIA: PERFORACIÓN P-1 PROFUNDIDAD = 1.80 m - 2.25 m	U.S.C.: ML
DESCRIPCION: LIMO POCO PLASTICO COLOR CAFE CLARO	AASHTO :

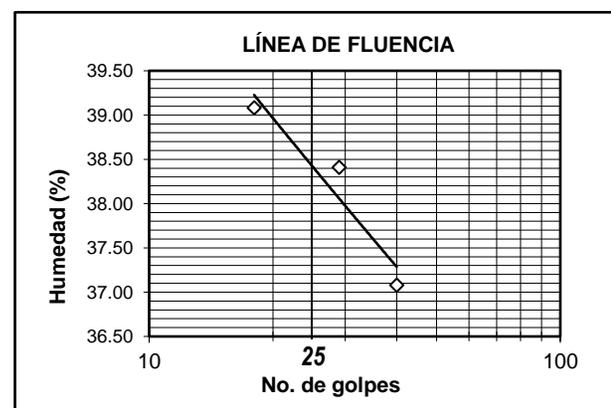
TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	12.83	8.39	91.61
3/8"	9.525	5.18	3.39	88.22
No. 4	4.75	3.29	2.15	86.07
No. 10	2	1.87	1.22	84.85
No. 16	1.19	2.26	1.48	83.37
No. 40	0.425	5.55	3.63	79.74
No. 50	0.3	1.91	1.25	78.49
No. 100	0.15	4.14	2.71	75.79
No. 200	0.075	2.85	1.86	73.92



Peso Antes (gr): 152.94
Peso Después (gr): 39.88

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD
No. REC.	1	2	3	4	5	7
P1 (gr)	32.43	34.31	36.83	22.77	24.34	62.20
P2 (gr)	27.55	29.10	30.97	20.85	21.98	55.66
P3 (gr)	15.08	15.54	15.17	15.30	15.12	15.52
% HUMEDAD	39.08	38.41	37.08	34.68	34.40	16.29
No. GOLPES	18	29	40			

Límite líquido =	38.42
Límite plástico =	34.54
Índice de plasticidad =	3.88



LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



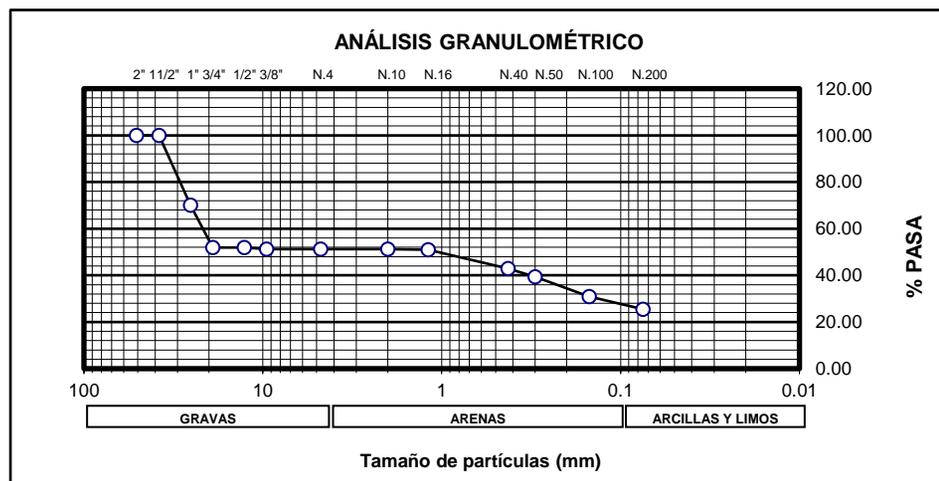
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA :	ABR-04-2022
SOLICITANTE:	FUNDACION CATALINA MUNOZ		
LOCALIZACIÓN:	VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:	
REFERENCIA:	PERFORACIÓN P-1 PROFUNDIDAD = 2.80 m - 3.25 m	U.S.C.:	SM
DESCRIPCION:	ARENA LIMOSA COLOR CAFE CON AMARILLO	AASHTO :	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	65.2	29.96	70.04
3/4"	19.05	39.37	18.09	51.95
1/2"	12.7	0	0.00	51.95
3/8"	9.525	1.61	0.74	51.21
No. 4	4.75	0	0.00	51.21
No. 10	2	0.03	0.01	51.19
No. 16	1.19	0.51	0.23	50.96
No. 40	0.425	17.49	8.04	42.92
No. 50	0.3	7.64	3.51	39.41
No. 100	0.15	18.67	8.58	30.83
No. 200	0.075	11.65	5.35	25.48



Peso Antes (gr): 217.61
Peso Después (gr): 162.17

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.			6
P1 (gr)			76.15
P2 (gr)	NL	NL	NP
P3 (gr)			14.82
% HUMEDAD			15.94
No. GOLPES			

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



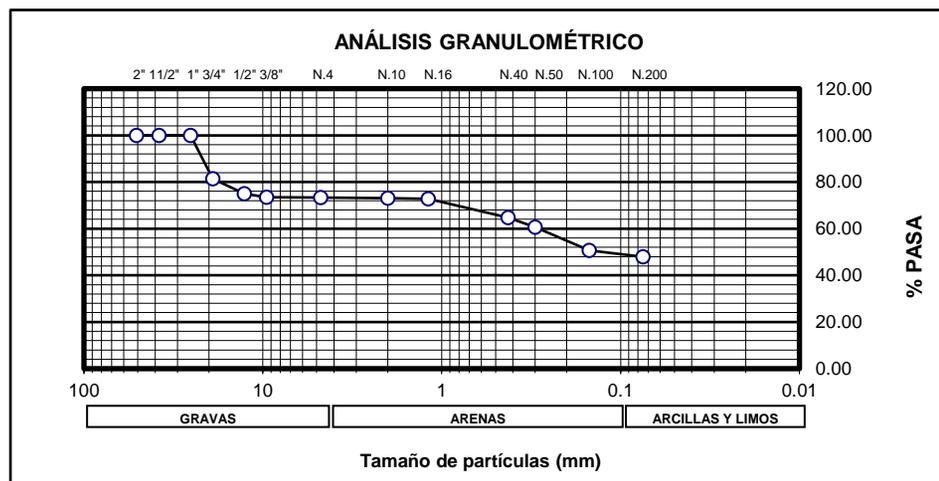
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA :	ABR-04-2022
SOLICITANTE:	FUNDACION CATALINA MUNOZ		
LOCALIZACIÓN:	VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:	
REFERENCIA:	PERFORACIÓN P-1 PROFUNDIDAD = 3.80 m - 4.25 m	U.S.C.:	SM
DESCRIPCION:	ARENA LIMOSA COLOR CAFE CON AAMRILLO	AASHTO :	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	40.29	18.59	81.41
1/2"	12.7	13.99	6.46	74.95
3/8"	9.525	3.36	1.55	73.40
No. 4	4.75	0.13	0.06	73.34
No. 10	2	0.52	0.24	73.10
No.16	1.19	0.56	0.26	72.84
No. 40	0.425	17.47	8.06	64.78
No. 50	0.3	9.04	4.17	60.61
No. 100	0.15	21.43	9.89	50.72
No. 200	0.075	6.06	2.80	47.92



Peso Antes (gr): 216.7
Peso Después (gr): 112.85

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.			7
P1 (gr)			79.59
P2 (gr)	NL	NL	NP
P3 (gr)			15.54
% HUMEDAD			20.80
No. GOLPES			

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



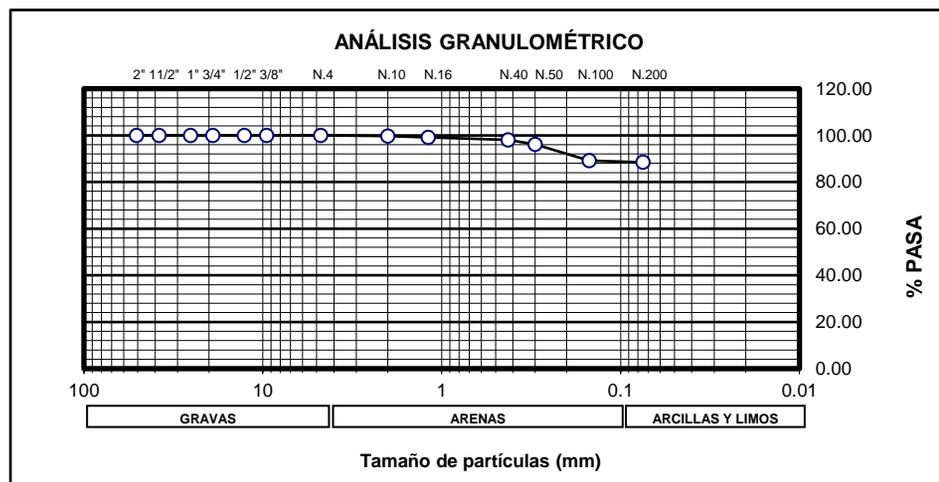
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO		FECHA : ABR-04-2022
SOLICITANTE: FUNDACION CATALINA MUNOZ		
LOCALIZACIÓN: VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY		CLASIFICACIÓN:
REFERENCIA: PERFORACIÓN P-1 PROFUNDIDAD = 4.80 m - 5.25 m		U.S.C.: ML
DESCRIPCION: LIMO ARENOSO POCO PLASTICO COLOR AMARILLO		AASHTO :

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0	0.00	100.00
No. 10	2	0.44	0.30	99.70
No. 16	1.19	0.92	0.64	99.06
No. 40	0.425	1.47	1.02	98.04
No. 50	0.3	2.85	1.97	96.07
No. 100	0.15	10.05	6.95	89.13
No. 200	0.075	1.02	0.71	88.42



Peso Antes (gr): 144.68
Peso Después (gr): 16.75

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		HUMEDAD
No. REC.						8
P1 (gr)						84.92
P2 (gr)	NL	NL	NL	NP	NP	64.29
P3 (gr)						15.55
% HUMEDAD						42.33
No. GOLPES						

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



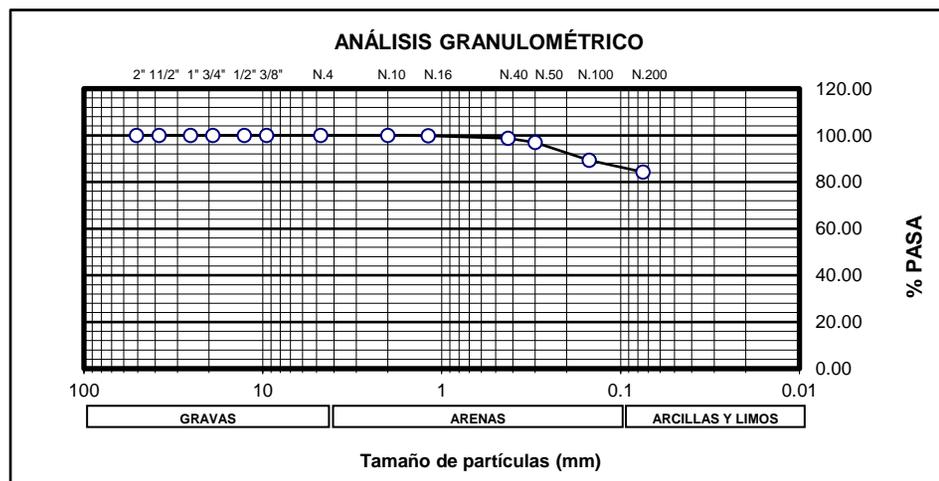
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA :	ABR-04-2022
SOLICITANTE:	FUNDACION CATALINA MUNOZ		
LOCALIZACIÓN:	VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:	
REFERENCIA:	PERFORACIÓN P-1 PROFUNDIDAD = 5.80 m - 6.25 m	U.S.C.:	ML
DESCRIPCION:	LIMO ARENOSO POCO PLASTICO COLOR AMARILLO	AASHTO :	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0	0.00	100.00
No. 10	2	0	0.00	100.00
No. 16	1.19	0.18	0.15	99.85
No. 40	0.425	1.39	1.17	98.68
No. 50	0.3	2.02	1.69	96.99
No. 100	0.15	9.24	7.75	89.24
No. 200	0.075	5.93	4.97	84.27



Peso Antes (gr): 119.27
Peso Después (gr): 18.76

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.			9
P1 (gr)			76.09
P2 (gr)	NL	NL	NP
P3 (gr)			17.34
% HUMEDAD			43.26
No. GOLPES			

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



**ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO
PERFORACIÓN P-2
SPT (Golpes/pie)**

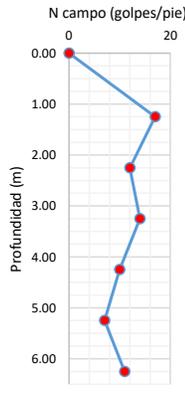


Ensayos de Campo

Perforación a Rotación y Percusión
Penetración Estándar - Nspst

PROYECTO :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCIÓN DE SALÓN DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO		FECHA DE INICIO:	23/03/2022
SOLICITANTE:	FUNDACIÓN CATALINA MUÑOZ		FECHA DE FINALIZACIÓN:	24/03/2022
LOCALIZACIÓN:	VEREDA VILLAFLO, MUNICIPIO DE SIBUNDOY		NIVEL FREÁTICO INICIAL (m):	-
REFERENCIA:	PERFORACIÓN P-2	EQUIPO:	NIVEL FREÁTICO FINAL (m): -	
		TIPO PETTY		

PROF (m)	MUESTRA No.	GOLPES SPT			CAJA No.	N campo (golpes/pie)	AVANCE	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES
		6"	12"	18"						
1.25	MUESTRA 1. 0.80 - 1.25 m	5	9	8	2	0.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	ML	LIMO ARENOSO POCO PLÁSTICO COLOR CAFÉ OSCURO CON CAFÉ	
2.25	MUESTRA 2. 1.80 - 2.25 m	7	7	5		1.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	ML	ARENA LIMOSA COLOR CAFÉ CLARO	
3.25	MUESTRA 3. 2.80 - 3.25 m	9	7	7		2.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	SM	LIMO ARENOSO POCO PLÁSTICO COLOR AMARILLO	
4.25	MUESTRA 4. 3.80 - 4.25 m	5	5	5		3.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	ML	ARENA LIMOSA COLOR GRIS VERDOSO	
5.25	MUESTRA 5. 4.80 - 5.25 m	3	4	3		4.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	SM	LIMO ARENOSO POCO PLÁSTICO COLOR AMARILLO	
6.25	MUESTRA 6. 5.80 - 6.25 m	5	5	6		5.00	PERCUSIÓN Cuchara partida	ML	ARENA LIMOSA COLOR GRIS VERDOSO CON VETAS CAFÉS	
PROFUNDIDAD TOTAL PERFORACIÓN =		6.25 metros								



<i>Laboratorista:</i>	<i>Jefe Laboratorio:</i>
Ing. Adriana Narvaez - MP 52202-363787 NRÑ	Ing. Lorena Narváz M.MP 52202-155091 NRÑ



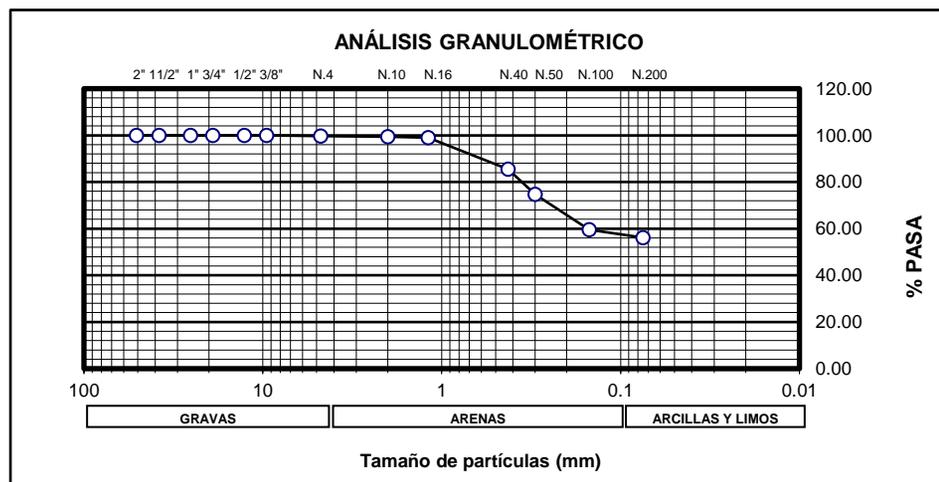
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA : ABR-04-2022
SOLICITANTE: FUNDACION CATALINA MUNOZ	
LOCALIZACIÓN: VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:
REFERENCIA: PERFORACIÓN P-2 PROFUNDIDAD = 0.80 m - 1.25 m	U.S.C.: ML
DESCRIPCION: LIMO ARENOSO POCO PLASTICO COLOR CAFE OSCURO CON CAFE	AASHTO :

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0.63	0.39	99.61
No. 10	2	0.45	0.28	99.34
No. 16	1.19	0.47	0.29	99.05
No. 40	0.425	22.01	13.55	85.49
No. 50	0.3	17.63	10.85	74.64
No. 100	0.15	24.51	15.09	59.55
No. 200	0.075	5.52	3.40	56.15



Peso Antes (gr): 162.42
Peso Después (gr): 71.22

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.			10
P1 (gr)			81.76
P2 (gr)	NL	NL	66.88
P3 (gr)			15.05
% HUMEDAD			28.71
No. GOLPES			

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



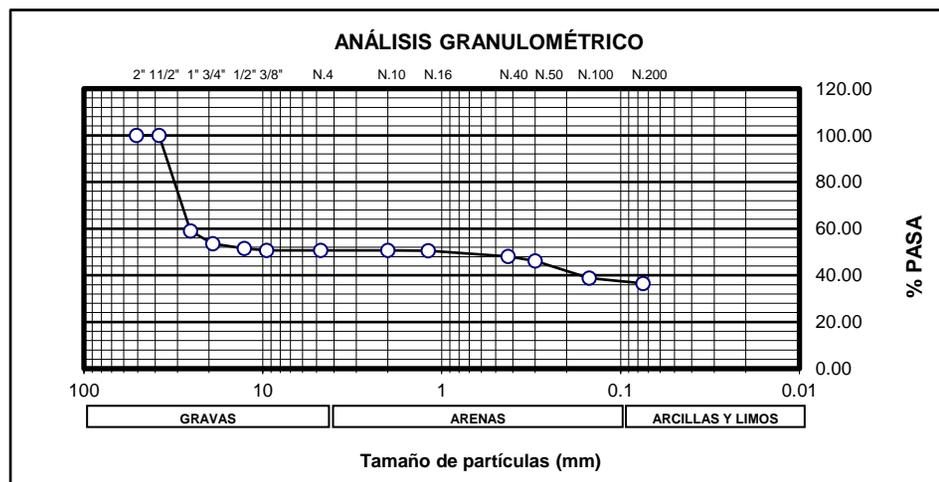
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO : ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO		FECHA : ABR-04-2022
SOLICITANTE: FUNDACION CATALINA MUNOZ		
LOCALIZACIÓN: VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY		CLASIFICACIÓN:
REFERENCIA: PERFORACIÓN P-2 PROFUNDIDAD = 1.80 m - 2.25 m		U.S.C.: SM
DESCRIPCION: ARENA LIMOSA COLOR CAFE CLARO		AASHTO :

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	89.40	40.94	59.06
3/4"	19.05	12.04	5.51	53.55
1/2"	12.7	4.62	2.12	51.43
3/8"	9.525	1.62	0.74	50.69
No. 4	4.75	0	0.00	50.69
No. 10	2	0.12	0.05	50.63
No. 16	1.19	0.20	0.09	50.54
No. 40	0.425	5.36	2.45	48.09
No. 50	0.3	4.18	1.91	46.17
No. 100	0.15	16.08	7.36	38.81
No. 200	0.075	4.95	2.27	36.54



Peso Antes (gr): 218.37
Peso Después (gr): 138.57

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.			11
P1 (gr)			71.40
P2 (gr)	NL	NL	63.71
P3 (gr)			14.65
% HUMEDAD			15.67
No. GOLPES			

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



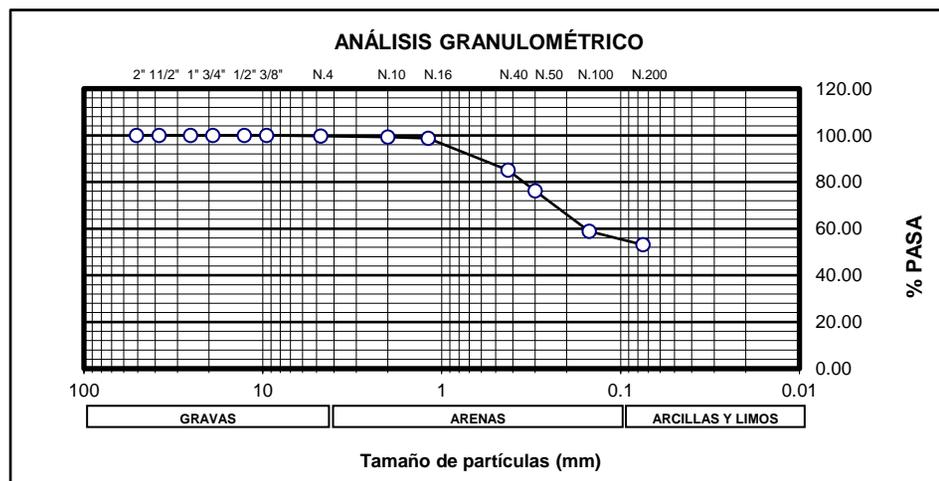
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA :	ABR-04-2022
SOLICITANTE:	FUNDACION CATALINA MUNOZ		
LOCALIZACIÓN:	VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:	
REFERENCIA:	PERFORACIÓN P-2 PROFUNDIDAD = 2.80 m - 3.25 m	U.S.C.:	ML
DESCRIPCION:	LIMO ARENOSO POCO PLASTICO COLOR AMARILLO	AASHTO :	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0.48	0.33	99.67
No. 10	2	0.60	0.41	99.26
No. 16	1.19	0.71	0.48	98.78
No. 40	0.425	20.03	13.65	85.13
No. 50	0.3	13.14	8.95	76.18
No. 100	0.15	25.44	17.33	58.85
No. 200	0.075	8.48	5.78	53.07



Peso Antes (gr): 146.77
Peso Después (gr): 68.88

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.			12
P1 (gr)			94.59
P2 (gr)	NL	NL	NP
P3 (gr)			14.70
% HUMEDAD			34.29
No. GOLPES			

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



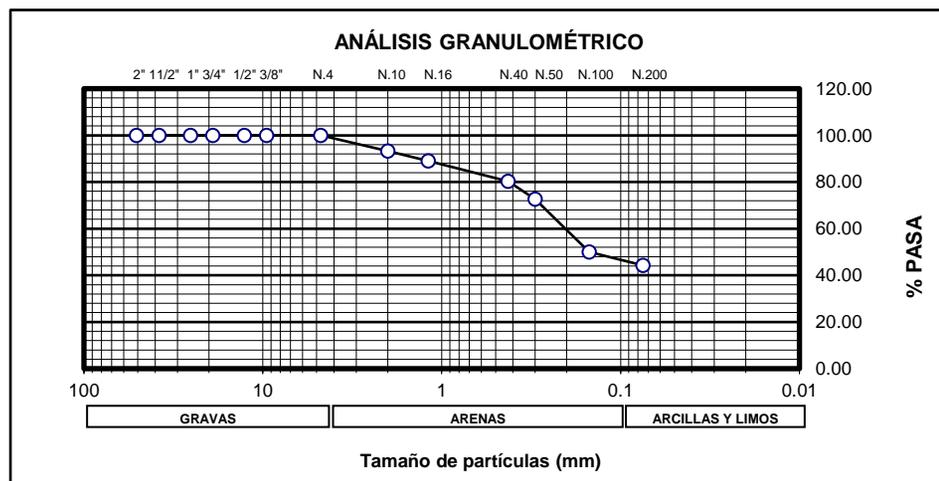
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA :	ABR-04-2022
SOLICITANTE:	FUNDACION CATALINA MUNOZ		
LOCALIZACIÓN:	VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:	
REFERENCIA:	PERFORACIÓN P-2 PROFUNDIDAD = 3.80 m - 4.25 m	U.S.C.:	SM
DESCRIPCION:	ARENA LIMOSA COLOR GRIS VERDOSO	AASHTO :	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0	0.00	100.00
No. 10	2	8.13	6.72	93.28
No. 16	1.19	5.17	4.28	89.00
No. 40	0.425	10.47	8.66	80.34
No. 50	0.3	9.23	7.63	72.71
No. 100	0.15	27.42	22.68	50.03
No. 200	0.075	6.98	5.77	44.26



Peso Antes (gr): 120.91
Peso Después (gr): 67.4

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.			13
P1 (gr)			141.65
P2 (gr)	NL	NL	NP
P3 (gr)			15.00
% HUMEDAD			24.74
No. GOLPES			

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



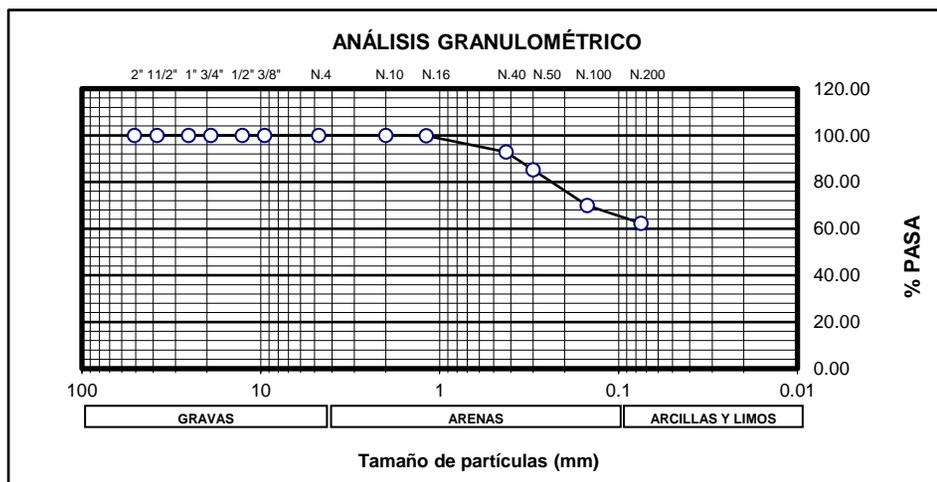
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA :	ABR-04-2022
SOLICITANTE:	FUNDACION CATALINA MUNOZ		
LOCALIZACIÓN:	VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:	
REFERENCIA:	PERFORACIÓN P-2 PROFUNDIDAD = 4.80 m - 5.25 m	U.S.C.: ML	
DESCRIPCION:	LIMO ARENOSO POCO PLASTICO COLOR AMARILLO	AASHTO :	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	0	0.00	100.00
3/4"	19.05	0	0.00	100.00
1/2"	12.7	0	0.00	100.00
3/8"	9.525	0	0.00	100.00
No. 4	4.75	0	0.00	100.00
No. 10	2	0.23	0.09	99.91
No. 16	1.19	0.19	0.07	99.84
No. 40	0.425	18.03	6.96	92.88
No. 50	0.3	19.86	7.67	85.21
No. 100	0.15	39.7	15.32	69.89
No. 200	0.075	19.56	7.55	62.34



Peso Antes (gr): 259.07
Peso Después (gr): 97.57

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.			14
P1 (gr)			89.20
P2 (gr)	NL	NL	64.85
P3 (gr)			14.70
% HUMEDAD			48.55
No. GOLPES			

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com



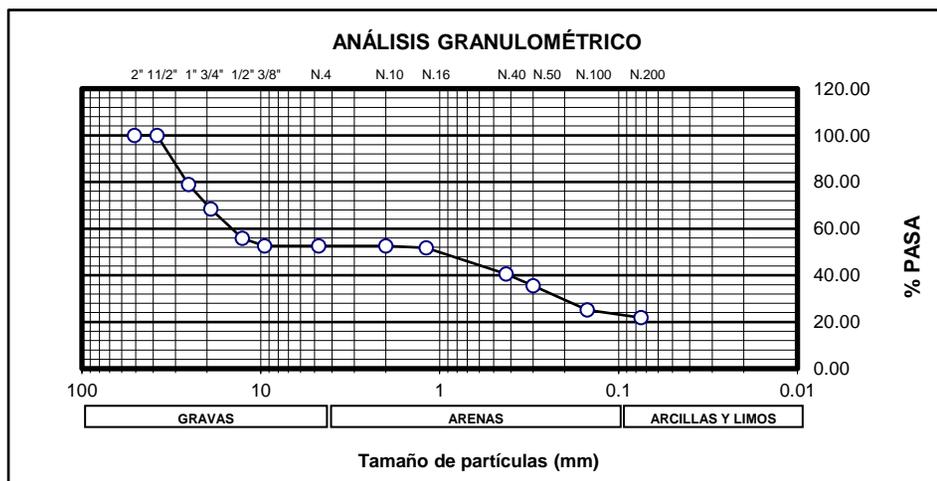
Laboratorio

Granulometría y Límites de Atterberg

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, LÍMITES DE ATTERBERG Y HUMEDAD NORMAS INV E-123-07, INV E-125-07, INV E-126-07, INV E-135-07.

PROYECTO :	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CONSTRUCCION DE SALON DEL PENSAMIENTO PARA LA COMUNIDAD INDÍGENA SOL DE LOS PASTOS DEL MUNICIPIO DE SIBUNDOY, DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	FECHA :	ABR-04-2022
SOLICITANTE:	FUNDACION CATALINA MUNOZ		
LOCALIZACIÓN:	VEREDA VILLAFLOR, MUNICIPIO DE SIBUNDOY	CLASIFICACIÓN:	
REFERENCIA:	PERFORACIÓN P-1 PROFUNDIDAD = 5.00 m - 6.25 m	U.S.C.:	SM
DESCRIPCION:	ARENA LIMOSA COLOR GRIS VERDOSO CON VETAS CAFES	AASHTO :	

TAMIZ	ABERTURA	PESO RET.(gr)	% RET (gr)	% PASA
2"	50.8	0	0.00	100.00
1.5"	38.1	0	0.00	100.00
1"	25.4	50.04	21.05	78.95
3/4"	19.05	25.01	10.52	68.43
1/2"	12.7	29.93	12.59	55.84
3/8"	9.525	7.70	3.24	52.60
No. 4	4.75	0	0.00	52.60
No. 10	2	0.18	0.08	52.52
No.16	1.19	1.7	0.72	51.81
No. 40	0.425	26.57	11.18	40.63
No. 50	0.3	12.28	5.17	35.46
No. 100	0.15	24.53	10.32	25.14
No. 200	0.075	7.84	3.30	21.85



Peso Antes (gr): 237.71
Peso Después (gr): 185.78

	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	HUMEDAD
No. REC.			15
P1 (gr)			51.16
P2 (gr)	NL	NL	NP
P3 (gr)			14.57
% HUMEDAD			26.70
No. GOLPES			

Límite líquido =	NL
Límite plástico =	NP
Índice de plasticidad =	-

LABORATORISTA: _____

Suelos Geotecnia y Cimentaciones

NIT. 5268884-3
Barrio Aquine II Alto Manzana E Casa 3
Móvil: 313 683 0513 Teléfono: (+2) 7 36 66 88
Correo electrónico: soilgec@gmail.com