ESTUDIO DE SUELOS

REPOSICIÓN DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA



CORREGIMIENTO SANTA LETICIA
MUNICIPIO DE PURACE(CAUCA)

HECTOR NARVAEZ MONTEALEGRE
INGENIERO CONSULTOR M. P. 1.940 VALLE.
Estudios Geotécnicos - Construcciones - Interventorías - Proyectos
Cra. 9°A No. 3N-36 Tel.: 8335156 Cel.: 3146410586 Popayán-Colombia
Email: hnarvaezm@gmail.com

CONTENIDO

1. INTRODUCCION 4
2. OBJETIVOS 4
3. CARACTERISTICAS DEL LUGAR 5
4. DESCRIPCION DEL PROYECTO 5
5. CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA 6
6. EXPLORACION Y MUESTREO 6
6.1 H.3.2.4-CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS SONDEOS. - 7
7. ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES 8
7.1 PERFIL ESTATIGRAFICO 9
7.1.1 SONDEO 1, 2 Y 3 9
7.2 NIVEL FREATICO 9
8. SISMOLOGIA 10
8.1 ZONA DE RIESGO SÍSMICO 10
8.2 SISMO DE DISEÑO 10
8.3 PERFIL DEL SUELO 10
9. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES 11
9.1 A.1.3.13-CONSTRUCCIÓN RESPONSABLE AMBIENTALMENTE 11
9.2 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS 11
9.3 RECOMENDACIONES DE EXCAVACIONES CON PREDIOS VECINOS. – 12
9.4 EFECTO GEOTÉCNICO EN CONSTRUCCIONES VECINAS. 12
9.5 ADECUACION DEL TERRENO. - 12
9.6 TIPO DE CIMENTACION. - 12
9.7 PROFUNDIDAD DE DESPLANTE. - 12
9.8 ESTABILIDAD DE LAS EXCAVACIONES. 13
10. ESTUDIO DE AMENAZAS 13
10.1 POTENCIAL DE COLAPSO. 13
10.2 H.9.3.3.-IDENTIFICACIÓN DE COLAPSABILIDAD- 13
10.3 POTENCIAL DE EXPANSIVIDAD Y DE LICUACION DE LOS SUELOS. – 14
10.4 POTENCIAL DE LICUACION DE LOS SUELOS. – 15
10.5 SUELOS DISPERSIVOS O ERODABLES 15
11. CARGAS DE SERVICIO 15
12. CAPACIDAD PORTANTE 15
13. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE 15
14. FACTOR DE SEGURIDAD 16
15. ANALISIS DE LOS ASENTAMIENTOS 16
15.1 H.4.8.1 NSR 10 ASENTAMIENTO INMEDIATO. – 16
15.2 NSR 10 H.4.8.2-ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN. 16
15.3 H.4.8.3-ASENTAMIENTO SECUNDARIO. – 16
15.4 H.4.8.4-ASENTAMIENTOS TOTALES. - 16
15.5 H.4.9.2-LÍMITES DE ASENTAMIENTOS TOTALES. - 16
15.6 ASENTAMIENTO DIFERENCIAL. – 17

15.7 H.4.9.3-LÍMITES DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES-..... 17
16. INTERACCION SUELO – ESTRUCTURA 17
17. LIMITACIONES 17
18. MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD..... 20
19. REGISTROS DE CAMPO..... 21
20. ENSAYOS DE LABORATORIO..... 22
21. LOCALIZACION DE SONDEOS..... 23
22. REGISTRO FOTOGRAFICO..... 28
23. ESQUEMAS DE CIMENTACION 29

El estudio geotécnico se realiza previamente al proyecto de una edificación y tiene por objeto determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarios para definir el tipo y condiciones de cimentación

1. INTRODUCCION

Según solicitud del Ingeniero Miller Ausecha Ordoñez, en representación de la Alcaldía Municipal de Puracè, se elabora este informe el cual contiene los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos para un lote de terreno, ubicado en el corregimiento de Santa Leticia, del Municipio de Puracè, Cauca.

La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud.

El Municipio de Puracè, proyecta la Reposición de la Unidad De Atención en Salud de Santa Leticia en el corregimiento de Santa Leticia, del Municipio de Puracè, Cauca, para ello se requiere hacer una cimentación entonces se hace necesario para su diseño hacer un estudio de suelos.

Un Estudio de Suelo, también conocido como Estudio Geotécnico, es un conjunto de actividades que nos permiten obtener la información de un determinado terreno.

Es una de las informaciones más importantes para la planificación, diseño y ejecución de un proyecto de construcción.

Para efectuar el estudio se realizaron unos trabajos de campo los cuales consistieron en hacer una exploración del terreno haciendo unos sondeos para obtener el perfil estratigráfico mediante obtención de muestras y con ellas hacer los respectivos ensayos en el laboratorio. De acuerdo a lo enunciado se obtienen resultados con los cuales se hace un análisis de las condiciones físicas y mecánicas de los diferentes estratos encontrados en el terreno y así poder hacer algunas recomendaciones para el diseño y la construcción de la cimentación de las obras proyectadas.

Para la elaboración de este estudio se han seguido las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes NSR 10 A.2.4 y H.2.1, Ley 400 de 1997 y Ley 1229 de 2008, las Normas Técnicas Colombianas y de la Sociedad Americana para Ensayos de Materiales.

2. OBJETIVOS

Como objetivos del presente informe tenemos

- Identificar los diferentes estratos del subsuelo y determinar sus propiedades físicas y mecánicas más importantes.
- Establecer, según la sismicidad, la zona de riesgo sísmico en que se encuentra el proyecto, el sismo de diseño, el perfil del suelo, los efectos locales y el coeficiente de importancia.
- Determinar y recomendar el tipo de cimentación más adecuado de acuerdo al presente estudio.
- Definir la profundidad de desplante de la Cimentación.
- Analizar la capacidad portante del terreno y recomendar las presiones de contacto que garanticen la estabilidad de las obras.
- Analizar los asentamientos. inmediatos
- Hacer la Valoración de Cargas
- Obtener el Factor de seguridad indirecto mínimo
- Suministrar los parámetros a utilizar en los cálculos de interacción suelo-estructura

3. CARACTERISTICAS DEL LUGAR

La obra a realizar se localiza en la cabecera corregimental de Santa Leticia, del Municipio de Puracè, del departamento del Cauca.
El Municipio de Puracé, con su cabecera Coconuco ubicada al Oriente del Departamento del Cauca, está localizada a los 02º 20' 53" de latitud norte y 76º 30' 03" de longitud oeste. Altura sobre el nivel del mar: 2.850 m. Temperatura media: 16°C. Precipitación media anual: 1.811 mm. Dista de Popayán 30 km. El área municipal es de 783 km2 y limita por el Norte con Popayán, Totoró y área en litigio con Huila, por el Este y el Sur con el departamento del Huila y por el Oeste con Sotará y Popayán. Hacen parte del municipio las inspecciones de policía de Guillermo Valencia o Paletará, La Playa, Moscopán (Santa Leticia) y Puracé. El pueblo Coconuco se localiza en la zona central del departamento del Cauca y gran parte del territorio se halla alrededor del Parque nacional natural Puracé.
La mayor parte del territorio es montañoso y su relieve corresponde a la cordillera central de los Andes, en los que se encuentra entre otros, con los accidentes orográficos de la Serranía de los Coconucos (4.235m), ubicada en los límites con el departamento del Huila, los volcanes de Pan de Azúcar (4.800 m), Puracé (4.600m), el pico de Paletará, el Páramo Blanco y los Cerros Agua Blanca, Chagartón (4.000 m), Cargachiquillo, Cuaré, Los Coconucos, Peñas Blancas y Puzná. En el municipio se encuentran 3 resguardos indígenas: Paletará, Coconuco y Puracé cuya lengua derivó del Namrik (lengua guambiana) pero mantenía usos lingüísticos del Nasayuwe (Páez) y el Quechua (Inca). Su población se estima en 6.767 personas localizadas en la margen derecha de la cuenca del río Cauca y distribuidas en los resguardos de Coconuco, Puracé y Paletará. Actualmente no hay hablantes de la lengua Coconuco, pero conservan elementos lingüísticos como toponímicos, nombres de plantas y de animales. Entre las actividades económicas se destaca la agricultura, los principales cultivos son el maíz y el fríjol, en menor escala se cultivan productos para el autoconsumo como el ulluco, el repollo y las habas, la minería (explotación de azufre), la ganadería y el comercio.
Las actividades comerciales más destacadas en el municipio se originan de los productos agropecuarios y complementan su sistema económico con actividades laborales en los cultivos de flores. Los Coconuco son uno de los grupos indígenas que aún conservan la tradición de la minga como sistema de participación y trabajo colectivo en las labores agrícolas.
En visita efectuada al sitio el 21 de agosto de 2021, se constató que donde se adelanta la construcción del Centro de Salud, es un sector urbano, no existen construcciones vecinas adosadas, no se conocen estudios anteriores relacionados con el terreno en cuestión, tiene servicios públicos y accesos vehiculares en buen estado. No existe vegetación, que con sus raíces pueda producir movimientos, por la capacidad de esta de extraer la humedad del suelo. La topografía del terreno donde se hará la Edificación, es semi plana y el terreno donde se hizo el presente estudio, está localizado en el corregimiento de Santa Leticia, del Municipio de Purace, Cauca.

4. DESCRIPCION DEL PROYECTO

En dicho lote, se proyecta la reposición de una edificación de hasta dos niveles en la cabecera corregimental de Santa Leticia, del Municipio de Puracè, esta edificación será construida, por su uso, con el sistema aporticado. Un sistema aporticado es aquel cuyos elementos estructurales principales consisten en vigas y columnas conectadas a través de

nudos formando pórticos resistentes en las dos direcciones principales de análisis (x e y). Al utilizar el sistema aporticado, este será con cimientos, en zapatas individuales con sus respectivas vigas de marre, muros en arcilla, con columnas vigas y losa en concreto reforzado, estructura de cubierta metálica y teja en fibrocemento, todo según diseño estructural.

5. CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA

La obra proyectada consiste en la reposicion de una edificación de hasta dos niveles. De acuerdo al reglamento de Construcciones Sismo Resistentes NSR-10, Ley 400 de 1997 y Ley 1229 de 2008 la estructura se clasifica así:

A.2.5.1.1-Grupo IV-Edificaciones indispensables-Son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alterno. Este grupo debe incluir:

(a) Todas las edificaciones que componen hospitales clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y/o atención de urgencias.

UNIDADES DE CONSTRUCCION		UNA
CATEGORIA DE LA UNIDAD DE CONTRUCCCION		BAJA
Hasta 3 niveles	Carga Máxima servicio columna	Menores de 800kN
Altura 2 Niveles	Carga 28.0Tn = 274.6kN (Preliminar)	
NUMERO DE SONDEOS	3 Profundidad >6m s/tabla H.3.2.1NSR10	

5.1 H.3.1 - UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN. Se define como unidad de construcción;

(a) Una edificación en altura

Para los casos donde el proyecto exceda las longitudes anotadas, se deberá fragmentar en varias unidades de construcción, por longitudes o fracción de las longitudes.

Efecto por repetición. - Para proyectos con varias unidades similares, el número total de sondeos se calculará a partir de la segunda unidad de construcción y siguientes como la mitad (50%) del encontrado para la primera unidad, aumentando al número entero siguiente al aplicar la reducción. H.3.2.6 NSR 10, en nuestro caso es un Bloque por lo tanto tomamos como una unidad, de construcción por el efecto de repetición y según:

(a) Una edificación en altura.

El Municipio de Puracè proyecta la reposición de la edificación de hasta dos niveles, construida con el sistema aporticado y las recomendaciones del Ministerio de respectivo, el POT y la oficina de planeación, será una edificación de hasta dos Niveles, el cual será soportado en una estructura de Concreto, todo según el NSR-10, una cimentación, después los pórticos por piso, terminándola en una estructura para la cubierta con cerchas y correas para sostener el techo en teja escogida por el diseñador Arquitectónico.

6. EXPLORACION Y MUESTREO

Para determinar la estratificación y las características generales de resistencia del subsuelo, en esta primera parte del estudio, dedicado a las labores de campo y debido a que el área a explorar es mediana, de acuerdo a la Norma NSR 10, para este caso, se hicieron Tres sondeos, distribuidos en los diferentes sectores, además están proporcionalmente ubicados. El número de sondeos realizados, cumplen con la Norma y cubren completamente el área que ocupará la unidad de construcción contemplada.

La exploración y muestreo se realizó con un equipo de perforación tipo Penetración Estándar, SPT, manual, llevados hasta una profundidad, de 6.0m, en más del 50% de los

sondeos para la estructura de contención, a esta profundidad se suspendió por que se considera suficiente, además cumple con la Norma NSR Tab.10 H.3.2-1.

Todas las perforaciones se realizaron con recuperación de muestras, aunque el código solo exige el 50% (NSR 10 H 3.2.4.a y c), datos considerados suficientes para el diseño de la cimentación de la estructura proyectada y de acuerdo al NSR-10.

El Ensayo de Penetración Estándar, SPT (del inglés Standard Penetration Test), es una prueba dinámica algo sencilla, que se realiza a medida que se hacen las perforaciones y permite obtener la resistencia del suelo en sitio, es un procedimiento muy usado que proporciona resultados confiables. La mecánica de la prueba y el equipo a utilizar corresponden a lo descrito en la norma ASTM D 1586-67. La prueba consiste en hacer penetrar el tubo muestreador tipo media caña a golpes dados por un martinete de 63.5 Kg. que cae desde una altura de 76 cm. se contabiliza el número de golpes necesarios para lograr una penetración de aproximadamente 1pie. dentro del suelo, este número, se anota como N y es el resultado de la prueba. El martinete se guía por la tubería de penetración y es elevado manualmente y se descarga desde la altura requerida para obtener la penetración. Paralelamente a este método se hace la toma de muestras inalteradas representativas, del suelo en estudio, usando un muestreador de media caña o cuchara (Shelby).

6.1 H.3.2.4-CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS SONDEOS. -

(b) En los sondeos con muestreo se deben tomar muestras cada metro en los primeros 5.0m de profundidad y a partir de esta profundidad, en cada cambio de material **o cada 1.5m de longitud del sondeo**, como se observa en el cuadro resumen por cada sondeo de se tomaron muestras que se hicieron cada 1.5m, en promedio, por lo cual se cumple con la Norma NSR10.

Durante la exploración y muestreo se tomaron muestras inalteradas con tubo Shelby y muestras alteradas en bolsas plásticas, también se observaron en el sitio las características más sobresalientes de cada uno de los estratos. Con las muestras obtenidas se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio: Comprensiones Simples o Inconfinadas, Humedades Naturales, Límites de Consistencia, Pesos Unitarios en estado Húmedo, Pesos Unitarios en Estado Seco, Ensayos de Granulometría y Clasificación.

Para la clasificación de los suelos se empleó el sistema unificado U. S. C. S.

Los ensayos de laboratorio se efectuaron en **INGEOANALISIS Laboratorio de Suelos** cuyos resultados se anexan en este informe y se resumen en el siguiente cuadro:

RESUMEN DE RESULTADOS DE LABORATORIO

Profundidad Mts.	Humedad %	Limite Liquido %	Índice Plástico %	Resistencia Compresión Ka/cm²	Peso Unitario Húmedo Tn/m³	Peso Unitario Seco Tn/m³	OBSERVACIONES
SONDEO 1							
0.00-0.05	****	****	****	****	****	****	Capa Vegetal
0,05-0,20	****	****	****	****	****	****	Suelo café oscuro
0,20-0,40	****	****	****	****	****	****	Suelo café y roca meteorizada.
0,40-1,00	84,4	128,0	96,3	0,71	1,25	0,68	Arcilla habana veta café rojiza CH
1,00-1,60	42,1	82,0	45,5	0,52	1,38	0,97	Arcilla habana CH Material Gran.
2,80-3,40	36,1	****	****	0,31	1,72	1,26	Arcilla habana CH Material Gran.
4,60-5,20	39,7	****	****	0,58	1,60	1,15	Arcilla habana veta café rojiza CH
5,20-6,00	37,6	****	****	0,52	1,56	1,14	Arcilla habana veta café rojiza CH

Profundidad Mts.	Humedad %	Limite Liquido %	Índice Plástico %	Resistencia Compresión Kg/cm²	Peso Unitario Húmedo Tn/m³	Peso Unitario Seco Tn/m³	OBSERVACIONES
6,00	****	****	****	****	****	****	Fin de perforación
SONDEO 2							
0.00-0.05	****	****	****	****	****	****	Capa Vegetal
0,05-0,50	****	****	****	****	****	****	Suelo café y raíces
0,50-1,10	141,2	****	****	0,54	1,20	0,50	Arcilla habana veta café rojiza CH
1,70-2,30	37,2	116,0	98,9	0,44	1,61	1,17	Arcilla habana CH Arena
3,50-4,10	40,6	43,0	18,6	0,45	1,61	1,15	Arcilla habana CL Arena y roca met.
5,30-6,00	42,3	****	****	0,67	1,57	1,10	Arcilla habana CL Arena y roca met.
6,00	****	****	****	****	****	****	Fin de perforación
SONDEO 3							
0.00-0.05	****	****	****	****	****	****	Capa Vegetal
0,05-0,30	****	****	****	****	****	****	capa de arena
0,40-1,00	107,6	126,0	48,4	0,42	1,20	0,58	Limo habano veta amarilla MH
1,00-1,60	127,8	140,0	92,3	0,79	1,28	0,56	Arcilla habana veta café rojiza CH
2,80-3,40	34,5	****	****	0,47	11,49	1,10	Arcilla habana CH Arena Mat. Gran.
4,00-4,60	36,9	****	****	0,44	1,51	1,10	Arcilla habana CH Arena Mat. Gran.
5,20-6,00	38,6	****	****	0,52	1,49	1,07	Arcilla habana CH Arena Mat. Gran.
6,00	****	****	****	****	****	****	Fin de perforación

7. ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES

El terreno donde se repondrá el Centro de Salud, está localizado en la población del Municipio de Puracé, al oriente del Departamento del Cauca, en la depresión interandina Cauca-Patía.

Los suelos de la subcuenca son de origen volcánico tipo "Andesíticos" zona (Caldono) y grupo de sedimento de la formación Popayán (sector Pescador), coinciden en su caracterización de suelos medianos muy profundos, bien drenados. Esta unidad se caracteriza por presentar un relieve moderado a abrupto que se desarrolla sobre rocas metamórficas, volcánicas y sedimentarias del Terciario y Cretáceo, correspondientes a las Formaciones Popayán, Esmita, Complejo Barroso Amaime y Complejo Argüía.

El subsuelo del Municipio de Puracé está conformado por rocas metamórficas del Complejo Cajamarca de edad Paleozoica, rocas ígneas intrusivas del Batolito de Ibagué de edad Triásico Jurásico, rocas sedimentarias de la Formaciones Caballos y Coquiyú del Cretáceo y principalmente por depósitos volcanoclasticos de la Cadena de Los Coconucos, ubicada en la cima de la Cordillera Central. de acuerdo con su localización en las estribaciones de la Cordillera Central; se caracteriza por presentar espesas capas de materiales piroclásticos, en especial ceniza volcánica.

Todo este material generalmente está recubriendo rocas metamórficas y rocas sedimentarias, en su mayoría limolitas, areniscas y conglomerados. Entre las rocas metamórficas más antiguas de esta cordillera se encuentran los esquistos, de edad paleozoica compuestos por sericita y clorita, poca plagioclasa y gran cantidad de material carbonáceo. En las partes altas del Municipio de Puracé, se presenta la roca andesita cubiertas por ceniza volcánica. En zonas de transición de clima frío a muy frío se aprecian

flujos de lodo de composición andesíticas, algunas veces, intercalados con tobas volcánicas cubiertas por ceniza, correspondiente a eyecciones más recientes de la actividad volcánica. (Asociación Méndez). La disección es moderada a alta, con valles en V abierta y cerrada y U abierta. Adicionalmente, se encuentran rocas metamórficas de edad paleozoica correspondientes al Complejo Cajamarca. El valle interandino está limitado por las fallas Romeral y Cauca, y presenta un basamento de afinidad oceánica de edad mesozoica.

El municipio presenta alta variabilidad en sus pendientes (1800 a 3800 msnm) siendo características del área de influencia las formas montañosas onduladas – quebrada a onduladas.

Morfológicamente en la zona predomina la unidad de montaña (UM) caracterizada por presentar grandes zona inclinadas, con filos y cañones de pendientes transversales altas, pero el sitio donde se realizaran las obras, tiene una topografía relativamente plana, con algunas ondulaciones de pendiente longitudinal suave y está conformado, básicamente por una Arcilla Habana, suelo con condiciones de drenaje buenas y de buenas condiciones mecánicas correspondientes a suelos Cohesivos, no se encontró nivel freático en los sondeos, a la fecha de la toma de muestras.

7.1 PERFIL ESTATIGRAFICO

7.1.1 SONDEO 1, 2 y 3

Al momento de hacer los sondeos, se evidencio inicialmente una capa vegetal hasta una profundidad de 0.05m, seguido de la presencia de un suelo café oscuro con presencia de arena, raíces y roca meteorizada hasta una profundidad de 0.50m, seguido del suelo de fundación que es una Arcilla de color Habano con vetas amarillas y cafés rojizas en todos los sondeos hasta una profundidad de 6.0m, con presencia de arena, material granular y roca meteorizada, por lo tanto, encontramos que el perfil estratigráfico está constituido, básicamente por un estrato que una arcilla de color habana. En todos los sondeos y a lo largo de todos ellos se hallaron suelos de condiciones similares, por ello tomamos el suelo como un todo, como suelo homogéneo, por lo menos bajo la estructura, que nos ocupa en este informe. La arcilla habana encontrada, es similar en todos los sondeos tiene como condiciones que es de humedad media a alta, de buena consistencia y media a alta plasticidad, de medianas a bajas condiciones mecánicas.

7.2 NIVEL FREATICO

A la fecha de la toma de las muestras, 21 de agosto de 2021, No se halló nivel freático hasta una profundidad promedio de 6.0m de los sondeos.

La no existencia del nivel freático a esta profundidad, constituye un factor de gran importancia en el proyecto y la ejecución de las cimentaciones, ya que no interviene en estas, si bien sus efectos están asociados a la naturaleza del terreno y en particular a su permeabilidad.

La fracción de este estrato está clasificada, según el sistema unificado de clasificación de suelos, como arcilla de color habana **CH**.

Los resultados de los ensayos de laboratorio varían entre los siguientes valores:

Humedad Natural (%)	34,5 - 141,2
Limite Líquido (%)	43,0 - 140,0
Índice de plasticidad (%)	18,6 - 98,9
Peso Unitario Húmedo (Tn/m^3)	1,20 - 1,72
Peso Unitario Seco (Tn/m^3)	0,50 - 1,26
Resistencia a la Compresión Simple (Kg./cm^2)	0,31 - 0,79

Se realizó el sondeo exploratorio hasta una profundidad de 6.0m donde se suspendió la perforación, ya que esta profundidad abarca la profundidad requerida según la Norma NSR 10 Tabla H 3.2-1.

8. SISMOLOGIA



La actividad volcánica neógeno–cuaternaria en Colombia está relacionada con la interacción entre las placas Nazca y Suramérica, y presenta características geológico-estructurales típicas de una zona asociada a procesos de subducción a lo largo de la margen continental (Pennington, 1981; Wilson, 1989). Los centros de emisión asociados en Colombia a esta actividad volcánica se distribuyen desde el sur del departamento de Antioquia hasta los límites con el Ecuador, y entre ellos se encuentran los de la cadena volcánica de los Coconucos. La región en estudio se encuentra sobre la micro placa tectónica denominada Bloque Norandino, que linda al Occidente con la placa Oceánica de Nazca, al oriente con la placa Suramericana y al norte con la placa Caribe, la cual se ha desarrollado entre la zona de Subducción, donde convergen las placas Oceánica y Continental, cuya traza superficial está localizada frente al Litoral Pacífico y es el límite de placas más importante en cuanto a su nivel dinámico y como fuente de sismicidad para esta región del país.

Las características y parámetros a tener en cuenta para el estudio geotécnico y diseño estructural sismo resistente, son los siguientes:

8.1 ZONA DE RIESGO SÍSMICO.

Basados en la sismicidad del área del proyecto y de acuerdo al estudio de amenaza sísmica y a la norma A.2.2 de NSR 10, el sitio del proyecto se encuentra ubicado según el mapa, en la zona de **ALTO** riesgo sísmico del mapa de amenaza sísmica, (ver mapa).

De acuerdo a la misma norma A.2.2.2 y el mapa A.2.3-2 y A.2.3-3 de NSR 10 el proyecto se encuentra en la zona 5 del mapa de valores de aceleración pico efectivo Aa. y en la Zona 5 del mapa de valores de velocidad pico efectiva Av.

8.2 SISMO DE DISEÑO.

Corresponde a un sismo cuyo coeficiente de aceleración y velocidad pico efectiva A_a y A_v sea 0.30 (Se escoge la mayor) según la tabla A.2.3-1 NSR10.

Para **Puracé Aa=0.25 y Av=0.20** aceleración y velocidad pico efectiva para diseño Ad=0.06 aceleración pico efectiva para umbral de daño dado en A.12.2. y Ae=0.12 aceleración pico efectiva reducida para diseño con seguridad limitada dado en A.10.3. (Apéndice A.4 NSR 10)

8.3 PERFIL DEL SUELO

El suelo de soporte está conformado por una arcilla de color habano, dicho suelo lo asimilamos a un perfil que corresponde al **tipo E**, el cual es un perfil según la Tabla A.2.4-1 NSR 10. Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante,

180 m/s > vs o un

Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas

IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≥0.50 kgf/cm²) > Su

A.2.4.5.2 - Paso 2 - Debe establecerse la existencia de estratos de arcilla blanda.

La arcilla blanda se define como aquella que tiene una resistencia al corte no drenado menor de 50 kPa (0.50 kgf/cm²), un contenido de agua, w , mayor del 40%, y un índice de plasticidad, IP , mayor de 20. Si hay un espesor total, H, de 3 m o más de estratos de arcilla que cumplan estas condiciones el perfil se clasifica como **tipo E**.

Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\overline{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total **H** mayor de 3 m de arcillas blandas	**IP** > 20 **w** ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\overline{s}_u$

Para tomar en cuenta los efectos locales, se utiliza el coeficiente de sitio cuyo valor correspondiente al perfil del E, según segundo criterio, así:

Coeficiente de Amplificación Fa con Aa=0.25 es 1.45. Según Tabla A.2.4-3 del NSR 10
Coeficiente de Amplificación Fv con Av=0.20 es 3.20 Según Tabla A.2.4-4 del NSR10
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA.

Según los grupos de tipo de uso (A.2.5.1. NSR-10) se obtiene el coeficiente de importancia **A.2.5.1.1-Grupo IV-Edificaciones indispensables**-Son aquellas edificaciones de atención a la comunidad que deben funcionar durante y después de un sismo, y cuya operación no puede ser trasladada rápidamente a un lugar alterno. Este grupo debe incluir:

(a) Todas las edificaciones que componen hospitales clínicas y centros de salud que dispongan de servicios de cirugía, salas de cuidados intensivos, salas de neonatos y/o atención de urgencias.

El coeficiente de importancia modifica el espectro de diseño de la estructura de acuerdo con el grupo de uso a que está dedicada la edificación. Según la tabla A.2.5-1 de NSR 10 en nuestro caso el coeficiente de importancia I para el **grupo IV es 1.50.**

9. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

Basándose en los resultados de campo y laboratorios se analizan los siguientes puntos:

9.1 A.1.3.13-CONSTRUCCIÓN RESPONSABLE AMBIENTALMENTE.

Las construcciones que se adelanten en el territorio nacional deben cumplir con la legislación y reglamentación nacional, departamental y municipal o distrital respecto al uso responsable ambientalmente de materiales y procedimientos constructivos. Se deben utilizar adecuadamente los recursos naturales y tener en cuenta el medio ambiente sin producir deterioro en él y sin vulnerar la renovación o disponibilidad futura de estos materiales. Esta responsabilidad ambiental debe desarrollarse desde la etapa de diseño y aplicarse y verificarse en la etapa de construcción.

9.2 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

Para la construcción de la cimentación, como es una cimentación superficial, las recomendaciones serian para las excavaciones que no son muy profundas, tema que se trata más adelante, en la estabilidad de las excavaciones, como el Nivel Freático no interviene en la cimentación porque en la actualidad existe a mayor profundidad, no se requieren de manejos ni cuidados especiales para la construcción de los cimientos.

9.3 RECOMENDACIONES DE EXCAVACIONES CON PREDIOS VECINOS. –

En la actualidad el predio motivo del estudio no tiene edificaciones vecinas, por lo cual, al hacer las excavaciones para la cimentación, sobre todo en los cimientos de linderos, no se correrán riesgos con vecinos, pero se deben tener en cuenta algunas precauciones así:
Previa a la ejecución de toda obra de Excavación, el reconocimiento del sitio es de primordial importancia, especialmente cuando ésta se realizará en zonas cercanas a la vialidad y/o edificaciones o en donde la existencia de infraestructura pública pueda requerir de la necesidad de su relocalización temporal (o permanente) para poder ejecutar las labores de excavación. En la ejecución de Zanjas, esas excavaciones que se caracterizan por ser más largas que anchas y con valores de profundidad variable, es prácticamente un requisito el mantener las paredes laterales en un ángulo prácticamente vertical (mayor a 60°), de forma tal de reducir el ancho de intervención de la excavación en cuestión; esto sólo es posible en zanjas excavadas en terrenos de adecuada consistencia que garanticen que el material no se disgregue, evitando su colapso. Cuando el suelo en el que se realiza la excavación no permite mantener la verticalidad referida de los taludes de la zanja, es necesario considerar posibles soluciones con miras a la Protección de las Excavaciones, y cimentaciones vecinas.

9.4 EFECTO GEOTÉCNICO EN CONSTRUCCIONES VECINAS.

En la edificación que está construida se observa que a las construcciones vecinas no se ha producido ninguna alteración por efectos de esta, por tal motivo se deduce que en las construcciones vecinas no se producirían efectos geotécnicos

9.5 ADECUACION DEL TERRENO. -

El terreno debe limpiarse de todo material orgánico y deben realizarse los drenajes necesarios para asegurar una mínima incidencia de la humedad.
Según los sondeos efectuados, el suelo hallado no requiere tratamiento alguno, solo se debe retirar lo existente, para hacer la conformación del terreno, colocar niveles y hacer las excavaciones para los cimientos, hasta la profundidad de desplante y sobre esta subrasante, colocar la cimentación de acuerdo a la profundidad ya dicha. En caso que se requiera hacer algún relleno, este debe hacerse con un material, que debe ser granular, tipo sub base, o similar, compactado con equipo mecánico, tipo compactador autopropulsado, en capas de 20cm, hasta obtener 95% del Proctor Modificado

9.6 TIPO DE CIMENTACION. -

De acuerdo con la estructura proyectada y teniendo en cuenta las características físicas y mecánicas del terreno se recomienda una cimentación superficial, que pueden ser, Zapatas individuales convencionales, zapatas corridas o combinadas, como la construcción institucional de dos niveles se sugieren las zapatas aisladas. Las zapatas deberán estar amarradas entre sí con un sistema ortogonal de vigas de amarre que configuren anillos, para evitar desplazamientos y asegurar que las cargas se transmitan al suelo en forma integral y equilibrada. Las características geométricas de la estructura de cimentación, sus dimensiones, cuantía de refuerzo y resistencia del concreto a utilizar, serán a criterio del Ingeniero Estructural. Las condiciones utilizadas en el informe son las variables mínimas requeridas de acuerdo a los datos y al conocimiento aproximado de las Cargas. El diseño definitivo de la cimentación debe estar de acuerdo con la Norma Sismo-Resistente NSR10.

9.7 PROFUNDIDAD DE DESPLANTE. -

La cimentación se colocará superficialmente, sobre el suelo amarillo compacto mínimo 0.80m tomado desde el nivel 0+00 de diseño, sobre este el solado de limpieza.
Todo según cotas del diseño arquitectónico.
El nivel de desplante debe garantizar no tener por debajo de dicho nivel suelo orgánico, o escombros, este nivel será medido a partir del nivel del piso acabado del edificio.

9.8 ESTABILIDAD DE LAS EXCAVACIONES.

Dada la consistencia de los suelos, las excavaciones para obras subterráneas deben ser a corto plazo que son estables, a largo plazo la estabilidad de estas, se disminuye considerablemente por cambios, como contenido de humedad, movimientos externos, tráfico etc. Por lo cual las excavaciones mayores de 1.20m de profundidad se deben entibar o apuntalar adecuadamente.

10. ESTUDIO DE AMENAZAS

10.1 POTENCIAL DE COLAPSO.

Los suelos colapsables corresponden a algunos tipos de suelos limo-yesíferos o limo-arenosos de naturaleza metaestable. A consecuencia de su estructura metaestable y en determinadas circunstancias, normalmente relacionadas con la presencia de agua, esos suelos pueden colapsar. Los efectos de este colapso pueden manifestarse en forma de asientos bruscos del terreno de carácter centimétrico hasta decimétricos. Más raramente puede darse asientos de algún metro y en casos extraordinarios de decenas de metros.
Los suelos encontrados no presentan ninguna de las características de suelos colapsables, sin embargo, respecto a la identificación del colapso según parámetros físicos del suelo dice Priklonski (1952) que: Kp= (W0-LP)/IP.
De acuerdo a los valores de KP, Priklonski clasifico los suelos de la siguiente manera, Kp<0; muy colapsable, Kp>0.5; no colapsables y Kp>1.0; suelos expansivos, para nuestro caso teniendo un limo homogéneo, tomamos el promedio según el cuadro siguiente.

W	LL	IP	LP	Kp
84,4	128,0	96,3	31,7	0,55
42,1	82,0	45,5	36,5	0,12
37,2	116,0	98,9	17,1	0,20
40,6	43,0	18,6	24,4	0,87
107,6	126,0	48,4	77,6	0,62
127,8	140,0	92,3	47,7	0,87
			Promedio Kp	0,54

Entonces K_p=0.54 (No Colapsable)

La valoración de riesgo de colapso que afecte a la estructura a lo largo de su vida útil, se debe tener en cuenta no sólo la valoración específica de colapsabilidad potencial del suelo, sino también las condiciones de contorno del mismo que en un momento determinado pudieran suponer el detonante del colapso tales como: Saneamiento y drenaje proyectados, existencia de jardines, existencia de solados perimetrales, proximidad de piscinas, tipología de cimentación proyectada y antecedentes en la zona.
Para prevenir un colapso se debe minimizar la posibilidad de que se desarrollen las condiciones de contorno a las que antes hacíamos referencia.

10.2 H.9.3.3.-IDENTIFICACIÓN DE COLAPSABILIDAD-

Se identifica la colapsabilidad de estos depósitos, cuando 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:

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

H.9.3.3.1-Criterio de evaluación. - De esta manera, puede decirse que si:

$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcirt}} > 1$ el suelo es estable o expansivo, y si $\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcirt}} \leq 1$ el suelo es colapsable

g_{CRIT}= Peso unitario critico como identificación de colapsabilidad
g_w= Peso específico del agua (Tn/m^3) WI= Limite Liquido en decimales
Gs= Gravedad especifica g_d= Peso unitario seco suelo (Tn/m^3)

g_w	G_s	W_l	g_{dcrit}	g_d	g_d/g_{dcrit}
1,00	2,65	1,06	0,70	0,97	1,39

Entonces 1.39 > 1 Estable o Expansivo, No colapsable

10.3 POTENCIAL DE EXPANSIVIDAD Y DE LICUACION DE LOS SUELOS. –

En la tabla siguiente, NSR 10 Tabla H9.1-1, se reproducen los criterios de laboratorio más aceptados para el reconocimiento de los suelos expansivos basados en altos valores del límite líquido, del índice de plasticidad, contenido de partículas coloidales y bajos valores del límite de contracción. En nuestro caso contamos con los valores de Limite Liquido, Índice de plasticidad y el Índice de Liquidez que es el utilizado por Priklonski.

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

Según los datos obtenidos en laboratorios, límite liquido e índice de expansión y según el índice de liquidez, se puede decir que el suelo donde se hará la edificación presenta los siguientes grados de expansión.

LL		IP	
43,00	140,0	18,6	98,90
105,8		66,7	
MUY ALTO		MUY ALTO	

Según estos datos se puede decir que el potencial de Expansión del suelo de fundación es muy alto, por lo tanto, no requiere tomar muchas precauciones al respecto.
Se debe considerar el Nivel Freático no existe, por debajo de la P.D., también según el comportamiento de construcciones vecinas, condiciones propias del terreno, no se encuentran gradientes hidráulicos o cabezas de presión cercanas, que puedan ocasionar estos fenómenos, aunque parece que los suelos encontrados no son de características expansivas ni licuables. –
Si bien es cierto que todos los suelos altamente expansivos tienen plasticidades altas, no es cierto que los suelos con elevada plasticidad sean necesariamente expansivos. Además, goza de buen drenaje para escorrentías, por lo tanto, no es factible que se den cambios de humedad severos, que ocasionen cambios volumétricos significativos, que requieran de tratamiento especial. Con el fin de alterar lo menos posible el equilibrio dinámico del subsuelo y reducir los potenciales cambios de humedad/succión, y por tanto las expansiones/contracciones del subsuelo las siguientes acciones preventivas son útiles, en este caso:
(c) Drenaje de las aguas de escorrentía. – Debe proveerse un adecuado drenaje alrededor de las estructuras por medio de pendientados perimetrales (2-10%), cunetas revestidas, áreas pavimentadas y canalizaciones de las aguas lluvias.
(e) Alcantarillados y rellenos. – Los alcantarillados en suelos expansivos, deben ser estancos; así mismo los rellenos deben hacerse con materiales inertes de baja permeabilidad y compactados según la especificación compatible.

(f) Paisajismo e irrigación. – Separar convenientemente las actividades de paisajismo, relacionadas con irrigación de plantas y jardines, de las estructuras adyacentes.

10.4 POTENCIAL DE LICUACION DE LOS SUELOS. –

Según Wang, 1979, considera que un suelo puede licuar si:
El porcentaje en peso de partículas <0.005 mm es menor del 15%.
LL<35, W/LL>0.9, Índice de liquidez <0.75
De acuerdo con los resultados del laboratorio es posible predecir que el suelo en el sitio en estudio no tiene problemas de licuación.

10.5 SUELOS DISPERSIVOS O ERODABLES

H.9.2.1-GENERALIDADES- Se identifican como suelos erodables, las arenas muy finas o los limos no cohesivos que exhiben una manifiesta vulnerabilidad ante la presencia de agua. Los suelos dispersivos son aquellos que por la naturaleza de su mineralogía (donde existe una preeminencia de cationes de sodio) son susceptibles a la defloculación (dispersión) y se rechazan en la presencia del agua así posea poco o nada de velocidad hidráulica.
Los suelos hallados no tienen ninguna de las condiciones anteriores por tal motivo no se hará valoración al respecto

11. CARGAS DE SERVICIO

Estas cargas se obtienen de manera preliminar, ya que el estudio de suelos se hace mucho antes del diseño estructural, de acuerdo a las dimensiones del lote y asumiendo cargas para la condición, sin cargas por sismo, que corresponde a un factor de seguridad mayor así: Condición. - Para Carga Muerta + Carga Viva Normal
Las cargas serán: Carga total (preliminar) para una edificación de 3 niveles de 20*40mts.

Cargas losa		Niveles	Cargas Cub		Dimensiones		Pesos Total Edificio		
CM	CV	#	CMC	CVC	A	L	kg	Tn	kN
650	180	1	100	80	12,0	14,0	169.680,0	169,7	1.664,0

Carga Actuante=169.7/168.0=1.01Tn/m^2 Entonces para mayor columna

#Colu	PC Tn	PC kN
12	28	274,6

Dentro del rango de Categoría Baja

12. CAPACIDAD PORTANTE

La capacidad portante última se evalúa según la siguiente expresión (Terzaghi)
$q_o = C\,N_C + q\,N_q + \gamma\,B\,N_\gamma/2$ Para Arcillas $C = q_u/2$ $\phi = 0^0$ $5.14<N_C<7.5$ $N_q = 1$ $N_\gamma = 0$
Esta fórmula y el valor de N_C corregidos por la forma y profundidad de los cimientos según Skempton es la siguiente: $q_o\ 1.2\ C\ N_C$
Donde Nc = 6.20 para cimentación circular o cuadrada
q_u = 0.53Kg/cm2 Promedio obtenido en la zona de interés de la cimentación.
Entonces

q_u (Kg/cm^2)	q_u (Tn/m^2)	C (Tn/m^2)	N_C	q_o (Tn/m^2)
0,53	5,27	2,64	6,2	19,61

13. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

Tomando un factor de seguridad de Tres según NSR 10 H.4.7-1, contra una falla por esfuerzo cortante obtenemos:

NSR 10 Tabla H.4.7-1 Factores de Seguridad Indirectos F_{SICP} Mínimos
Condición. - Para Carga Muerta + Carga Viva Normal $F_{SICP} = 3.0$
$F_{SICP} = 3.0$ $q_a = q_o / F_{SICP} = 19.61/3$
Entonces

qa(Tn/m²)	qa(kg/cm²)	qa(Mpa)
6,54	0,65	0,06

14. FACTOR DE SEGURIDAD

NSR 10 Tabla H.4.7-1 Factores de Seguridad Básica Minina F_{SBM} Mínimos
Condición. - Para Carga Muerta + Carga Viva Normal Diseño $F_{SBM}=1.5$
Carga Admisible 6.54/m² Carga Actuante = 1.01Tn/m²
$F_{SB}=t_F/t_A$ NSR 10 (H.2.4-3) $F_{SBM}=6.5Tn/m^2/1.0Tn/m^2$ **=6.5> 1.50 NSR 10 T.H.4.2.4-1**

15. ANALISIS DE LOS ASENTAMIENTOS

15.1 H.4.8.1 NSR 10 ASENTAMIENTO INMEDIATO. –

Los asentamientos inmediatos dependen de las propiedades de los suelos a bajas deformaciones, en cuyo caso puede aceptarse su comportamiento elástico, y de la rigidez y extensión del cimiento mismo. Ahora para cimentación de zapatas aisladas cuadradas.
Según Bowles dice: **$DH=qB(1-m^2)*I_w/E_s$**
$g = 1.46\ Tn/m^3$ Df =0.8m Zapata cuadrada
P=28.0Tn Carga en la columna principal. Dato preliminar obtenido del proyecto
B=2.00m=L Ancho de Cimiento cuadrado L=12.0m Ancho lote A=4.00m²

Tn	Tn/m²	m	Tn/m³	m	m	Tn/m²			Tn/m²	m	cm
P	qc	Df	g	B	L	qn	m	Iw	Es	DH	DH
28,00	7,00	0,80	1,46	2,00	2,00	1,80	0,36	0,82	980	0,0026	0,26

Asentamiento Inmediato = 0.26cm

15.2 NSR 10 H.4.8.2-ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN.

Los asentamientos por consolidación se producen por la migración del agua hacia afuera de los suelos saturados, como respuesta a una sobre carga externa. Se define también como consolidación primaria. La estructura a cimentar es de dos plantas, una estructura liviana, que transmite a la superficie de cimentación menos de 0.1Kg/cm2, teniendo en cuenta que el suelo no está saturado, el asentamiento por consolidación, no es importante, por ello NSR 10 H.4.8.4, consideramos no hacer ensayo de consolidación ni evaluarlo.

15.3 H.4.8.3-ASENTAMIENTO SECUNDARIO. –

La consolidación secundaria puede definirse como la deformación en el tiempo que ocurre esencialmente a un esfuerzo efectivo constante. Esto sucede en suelos de alto contenido orgánico, en nuestro caso no los tenemos en cuenta ya que los suelos estudiados no contienen materia orgánica.

15.4 H.4.8.4-ASENTAMIENTOS TOTALES. -

Son la suma de asentamientos inmediatos, por consolidación y secundarios, cuando estos últimos son importantes.

El Asentamiento Total seria 0.26cm.

15.5 H.4.9.2-LÍMITES DE ASENTAMIENTOS TOTALES. -

Los asentamientos totales calculados a 20 años se deben limitar a los siguientes valores:
(b) Para construcciones entre medianeros 15 cm, siempre y cuando no se afecten las construcciones e instalaciones vecinas.

El Asentamiento Total estaría Dentro del rango permitido

15.6 ASENTAMIENTO DIFERENCIAL. –

Para poder obtener algunos posibles Asentamientos diferenciales se hace con el análisis de las reacciones en los apoyos con la carga total de servicio.
Estos se obtienen ya con el diseño estructural, pero podemos decir preliminarmente que: Como la estructura es de dos niveles, las cargas son bajas, la construcción será cimentada sobre zapatas aisladas, con este tipo de cimentación de alta rigidez de la estructura la capacidad del suelo es muy buena, estos asentamientos serán mucho menores que los admitidos según la NSR 10 H.4.9.3.
Sin embargo, haciendo un análisis de la cimentación de la zapata central con una de borde tendríamos Según Bowles dice: $\mathbf{DH=qB(1-m^2)*I_w/E_s}$
g = 1.46 Tn/m^3 Df =0.8m Para Zapata cuadrada
P=14.0Tn Carga en la zapata de borde. Dato preliminar obtenido del proyecto
B=1.5m=L Ancho de Zapata L=4.0m Distancia entre zapatas A=2.25m^2 Z Cuadrada

	M	Tn	Tn/m2	m	Tn/m3	m	m	Tn/m2			Tn/m2	m	cm	cm
EJE	I	P	qc	Df	g	B	L	qn	m	Iw	Es	DH	DH	DD
1/B	4.00	28,00	7,00	0,80	1,46	2,00	2,00	1,80	0,36	0,82	980	0,0026	0,26	0,12
2/B		14,00	6,22	0,80	1,46	1,50	1,50	1,30	0,36	0,82	980	0,0014	0,14	

Tendríamos que el asentamiento diferencial seria 0.12cm

15.7 H.4.9.3-LÍMITES DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES-

Los asentamientos diferenciales calculados se deben limitar a los valores fijados, en las tablas H.4.9-1, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas de acuerdo con el tipo de construcción. **(c)** Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores l/300=400/300=1.33cm
El asentamiento diferencial obtenido es mucho menor que el admisible.

16. INTERACCION SUELO – ESTRUCTURA

Para el cálculo de las estructuras de confinamiento o de contención deberán emplearse los siguientes parámetros:

Peso Volumétrico	g= 1.46T/m^3
Carga Admisible	Pa = 0.06Mpa
Cohesión	C = 3.0Tn/m^2
Angulo de fricción interna	Ø = 30^0
Coeficiente de presión en reposo	K_r = 0.50
Coeficiente de presión activo	K_a = 0.33
Coeficiente de presión pasiva	K_p = 3.00

El empuje lateral de tierra para los muros es deberá calcular con la siguiente expresión:
$P_r = \mathbf{K_r\, g H^2/2}$
Para el cálculo de las cimentaciones, se deberá tomar los siguientes parámetros:
E (módulo elástico) = 150 * q_u =150 * 6 = 900Tn/m^2
K placa = E/H = 900/0.6=1500Tn/m^3 K cimentación = 900/1.2=750Tn/m^3

17. LIMITACIONES

Este estudio ha sido realizado para la **Reposición de la Unidad De Atención en Salud de Santa Leticia, en el Corregimiento de Santa Leticia, del Municipio de Puracè, Cauca** y es solamente valido el documento para este caso y en original.

Los resultados, conclusiones y recomendaciones anteriores enunciadas son para un proyecto específico y para las condiciones de suelo encontradas, bajo las cuales se analizó el presente estudio.

Cualquier variación en las características del proyecto o de las condiciones observadas en el terreno deberá ser comunicada con el fin de analizarlas y modificar el estudio de acuerdo a las nuevas condiciones.

Se agradece la confianza depositada para la realización de este Estudio y al cumplir con los objetivos propuestos, se espera ser útil en sus futuros proyectos.

Popayán, agosto de 2022

HECTOR NARVAEZ MONTEALEGRE
INGENIERO CONSULTOR M. P. 1.940 VALLE



REPOSICION UNIDAD DE ATENCION EN SALUD SANTA LETICIA, PURACE, CAUCA

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2022-1224030

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que HECTOR NARVAEZ MONTEALEGRE, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 14206752, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 76000-01940 desde el 29 de Marzo de 1978, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 604.

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

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

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

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los doce (12) días del mes de Enero del año dos mil veintidos (2022).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

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

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

18. MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

El profesional responsable de este estudio y conforme a lo establecido por la ley 400 de 1997, Articulo 28 "Experiencia del Ingeniero en Geotecnia" (Titulo H.1, Literal H.1.1.21: Firma de los Estudios), certifico que cumplo con la norma y asumo la responsabilidad del presente Estudio Geotécnico exonerando a las autoridades Municipales Competentes, conforme a lo establecido por la NSR-10 (Ley 400 de 1997, Titulo III Capítulo I, Articulo 5 y 6 : Responsabilidad de los diseños); en cualquier tipo de caso, situación o eventualidad que pudiera presentarse, en las obras a que hace referencia el presente estudio, no se ejecuten conforme a lo estipulado por el mismo, no asumiremos responsabilidad civil ni penal alguna.

Además, por medio de la presente se certifica que las Normas utilizadas para el Estudio de Suelos para el proyecto de **Reposición de la Unidad De Atención en Salud de Santa Leticia, en el Corregimiento de Santa Leticia, del Municipio de Puracè, Cauca,** son las que están contempladas en las **Normas Colombianas De Diseño Y Construcción Sismo Resistente, NSR–10**, Ley **1229 de 2008** y demás Decretos Reglamentarios.

La presente certificación se firma en Popayán, a los cinco (05) días del mes de agosto de 2022.

Atentamente,

HECTOR NARVAEZ MONTEALEGRE
INGENIERO CIVIL M. P. 1.940 VALLE

19. REGISTROS DE CAMPO



DESCRIPCIÓN DE TERRENO

EXPLORACIÓN DE CAMPO

FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021

SOLICITA:	ING. MILLER AUSECHA ORDOÑEZ
PROYECTO:	REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
DIRECCIÓN:	CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA

1 - TIPO DE VEGETACIÓN		DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN
NADA DE VEGETACIÓN	☐	
POCA VEGETACIÓN	☐	
MUCHA VEGETACIÓN	X	

2 - EDIFICACIONES VECINAS

EDIFICIOS			CASAS			BODEGAS		
SI: ☐ NO: X			SI: X NO: ☐			SI: ☐ NO: X		
CANTIDAD	NIVELES	TOTAL	CANTIDAD	NIVELES	TOTAL	CANTIDAD	NIVELES	TOTAL
			2	1				
					2			

3 - ELEMENTOS VECINOS

☐	ESTRUCTURAS CON FALLAS	☐	PRESENCIA DE RIOS
☐	PRESENCIA DE MUROS	☐	NACIMIENTOS DE AGUA
☐	PRESENCIA DE TALUDES	☐	PRESENCIA DE LAGUNAS
X	PRESENCIA DE QUEBRADAS	☐	PRESENCIA DE HUMEDALES

OTROS:	

4 - CLIMATOLOGIA

CONDICIÓN CLIMÁTICA EN LA QUE SE EFECTUO EL ESTUDIO

TEMPLADO	☐	CÁLIDO	X	HÚMEDO	ARENOSO ☐	☐

5 - TIPO DE TERRENO

SECO	☐	HÚMEDO	X	ROCOSO	☐	PANTANOSO	☐

6 - CLASIFICACIÓN VISUAL DEL TERRENO

TIPO DE SUELO	ORGÁNICO ☐	LIMO O ARCILLOSO X	ROCOSO ☐	ARENOSO ☐
TOPOGRAFIA DEL LUGAR	PLANO X	ONDULADO ☐	INCLINADO ☐	MUY INCLINADO ☐

OBSERVACIONES

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SOLICITA ING. MILLER AUSECHA ORDOÑEZ

PERFIL DEDUCTIVO

SONDEO 1		SONDEO 2		SONDEO 3	
0,00		0,00		0,00	
0,05	CAPA VEGETAL	0,05	CAPA VEGETAL	0,05	CAPA VEGETAL
0,20	SUELO CAFÉ OSCURO		CAFÉ OSCURO CON PRESENCIA DE RAICES	0,30	CAPA DE ARENA
0,40	SUELO CAFÉ CON ROCA METEORIZADO	0,50		0,40	
1,00	ARCILLA HABANA CON VETAS CAFÉ ROJIZAS	1,10	ARCILLA HABANA CON VETAS CAFÉ ROJIZAS	1,00	LIMO HABANO CON VETAS AMARILLAS Y CAFES
1,60	ARCILLA HABANA CON VETAS AMARILLAS Y PRESENCIA DE ARENA	1,70		1,60	HABANA CON VETAS CAFÉ ROJIZAS
2,20		2,30	ARCILLA HABANA CON VETAS AMARILLAS Y PRESENCIA DE ARENA	2,20	
2,80		2,90		2,80	
3,40	ARCILLA HABANA CON PRESENCIA DE MATERIAL GRANULAR	3,50		3,40	ARCILLA HABANA CON PRESENCIA DE ARENA Y MATERIAL GRANULAR
4,00		4,10	ARCILLA HABANA CON PRESENCIA DE ARENA Y ROZA METEORIZADA	4,00	
4,60		4,70		4,60	ARCILLA HABANA CON PRESENCIA DE ARENA Y MATERIAL GRANULAR
5,20	ARCILLA HABANA CON VETAS CAFES ROJIZAS	5,30		5,20	
6,00	ARCILLA HABANA CON VETAS CAFES ROJIZAS	6,00	ARCILLA HABANA CON PRESENCIA DE ARENA Y ROZA METEORIZADA	6,00	ARCILLA HABANA CON PRESENCIA DE ARENA Y MATERIAL GRANULAR
FIN DE LA PERFORACIÓN		FIN DE LA PERFORACIÓN		FIN DE LA PERFORACIÓN	

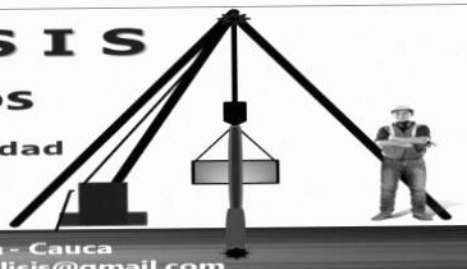
OBSERVACIONES: **NO SE ENCONTRÓ NIVEL FREÁTICO**

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS

Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras



Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021

PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA

UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA

SOLICITA: ING. MILLER AUSECHA ORDOÑEZ

SONDEO: 1 (N2°14'25,536"-W76°10'17,4")

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Profundidad Metros	Número SPT	Tipo de Muestra	No. de Muestra	Descripción del Suelo	Clasificación	Humedad Natural	Color
0,00							
0,05				CAPA VEGETAL			
0,20				CAFÉ OSCURO			
0,40	APIQUE			CAFÉ CON ROCA METEORIZADA			
1,00		SHELBY	1	ARCILLA HABANO CON VETAS CAFÉ ROJIZAS	CH	84,40%	
1,60		SHELBY	2	ARCILLA HABANO CON VETAS AMARILLAS PRESENCIA DE ARENA	CH	42,10%	
2,20	2 - 3 - 3						
2,80	2 - 2 - 2	SHELBY	3	ARCILLA HABANO CON PRESENCIA DE MATERIAL GRANULAR	CH	36,10%	
3,40	3 - 2 3						
4,00	3 - 2 - 2						
4,60		SHELBY	4	ARCILLA HABANO CON VETAS CAFES ROJIZAS	CH	39,70%	
5,20		SHELBY	5	ARCILLA HABANO CON VETAS CAFES ROJIZAS	CH	37,59%	
6,00				FIN DE LA PERFORACIÓN			

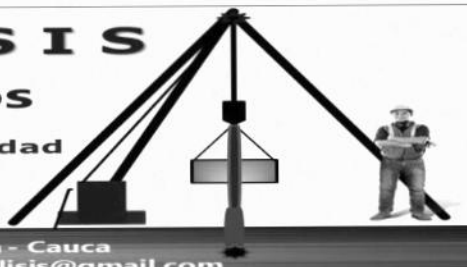
OBSERVACIONES: NO SE DETECTO NIVEL FREÁTICO

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS

Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras



Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SOLICITA: ING. MILLER AUSECHA ORDOÑEZ
SONDEO: **2** **(N2°14'25,0"-W76°10'16,9")**

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Profundidad Metros	Número SPT	Tipo de Muestra	No. de Muestra	Descripción del Suelo	Clasificación	Humedad Natural	Color
0,00							
0,05				CAPA VEGETAL			
	APIQUE			CAFÉ OSCURO CON PRESENCIA DE RAICES			
0,50							
		SHELBY	1	ARCILLA HABANO CON VETAS CAFÉ ROJIZAS	CH	141,20%	
1,10	2 - 2 - 2						
1,70		SHELBY	2	ARCILLA HABANO CON VETAS AMARILLAS Y PRESENCIA DE ARENA	CH	37,20%	
2,30	3 - 2 - 2						
2,90	2 - 2 - 2						
3,50		SHELBY	3	ARCILLA COLOR HABANO CON PRESENCIA DE ARENA Y ROCA METEORIZADA	CL	40,60%	
4,10	2- 2 - 2						
4,70	2 - 3 -2						
5,30		SHELBY	4	ARCILLA COLOR HABANO CON PRESENCIA DE ARENA Y ROCA METEORIZADA	CL	42,26%	
6,00				FIN DE LA PERFORACIÓN			

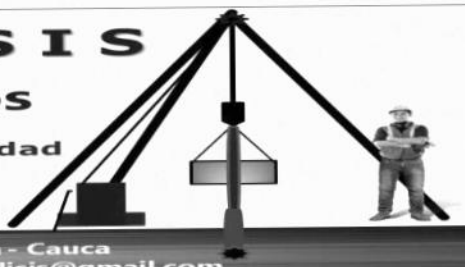
OBSERVACIONES: NO SE DETECTO NIVEL FREÁTICO

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS

Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras



Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SOLICITA: ING. MILLER AUSECHA ORDOÑEZ
SONDEO: 3 (N2°14'25,788"-W76°10'17,184")

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Profundidad Metros	Número SPT	Tipo de Muestra	No. de Muestra	Descripción del Suelo	Clasificación	Humedad Natural	Color
0,00							
0,05				CAPA VEGETAL			
0,30	APIQUE			CAPA DE ARENA			
0,40							
1,00		SHELBY	1	LIMO HABANO CON VETAS AMARILLA Y CAFES	MH	107,60%	
1,60		SHELBY	2	ARCILLA HABANO CON VETAS CAFÉ ROJIZAS	CH	127,80%	
2,20	2 - 2 - 1						
2,80	1 - 2 - 1	SHELBY	3	ARCILLA HABANO CON PRESENCIA DE ARENA Y MATERIAL GRANULAR	CH	34,50%	
3,40	2 - 1 - 2						
4,00		SHELBY	4	ARCILLA HABANO CON PRESENCIA DE ARENA Y MATERIAL GRANULAR	CH	36,89%	
4,60	2 - 1 - 1						
5,20		SHELBY	5	ARCILLA HABANO CON PRESENCIA DE ARENA Y MATERIAL GRANULAR	CH	38,59%	
6,00				FIN DE LA PERFORACIÓN			

OBSERVACIONES: NO SE DETECTO NIVEL FREÁTICO

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU



20. ENSAYOS DE LABORATORIO

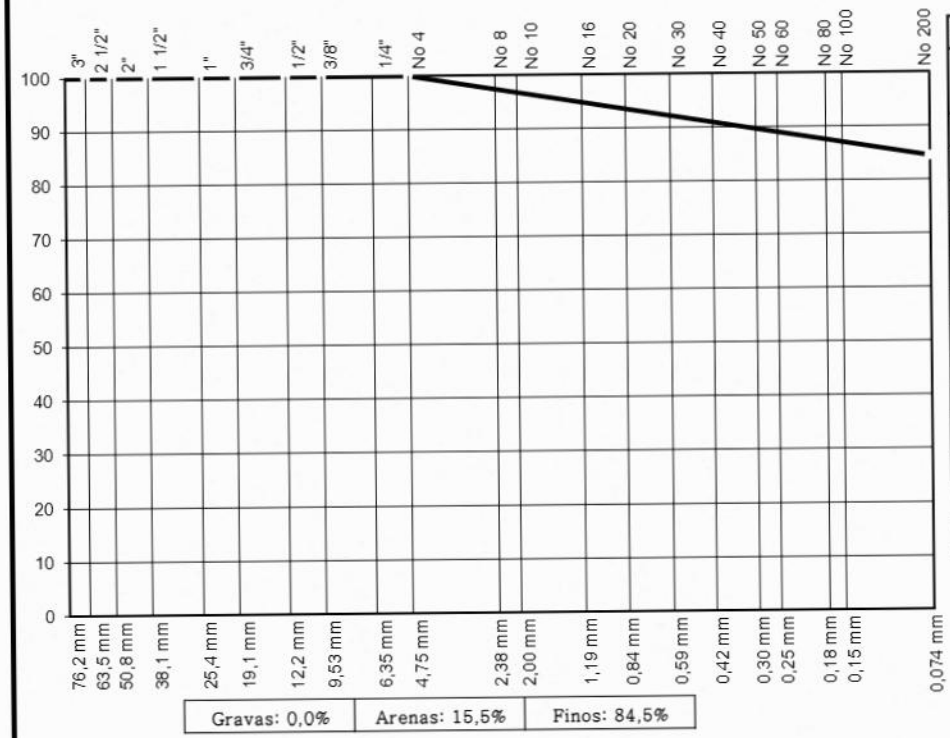
NORME LATERITE

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos
• Estudios de Suelos y Pavimentos • Control de Calidad de Obras
Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

ANALISIS GRANULOMETRICO
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
INDICE DE PLASTICIDAD

FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021

PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 1 SHELBY 1
PROFUND: DE 0,40 A 1,00 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON VETAS CAFÉ ROJIZAS



Gravas: 0,0%	Arenas: 15,5%	Finos: 84,5%

ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Inicial (gr): 136,2

TAMIS mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
4"	0,00	0,0	100,0
3 1/2"	0,00	0,0	100,0
3"	0,00	0,0	100,0
2 1/2"	0,00	0,0	100,0
2"	0,00	0,0	100,0
1 1/2"	0,00	0,0	100,0
1"	0,00	0,0	100,0
3/4"	0,00	0,0	100,0
1/2"	0,00	0,0	100,0
3/8"	0,00	0,0	100,0
No 4	0,00	0,0	100,0
200	21,12	15,5	84,5
P 200	115,12	84,5	0,0

136,2

LIMITES D' ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO

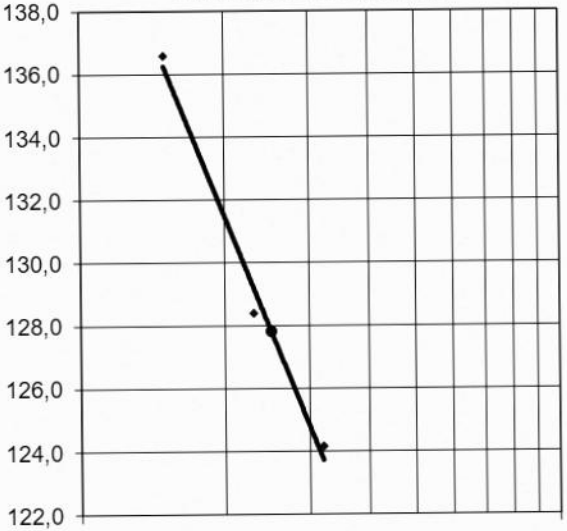
# DE GOLPES	32	23	15	
Peso 1 (g)	22,90	22,60	25,40	
Peso 2 (g)	13,60	12,20	14,20	
Peso 3 (g)	6,11	4,10	6,00	
% Humedad	124,2	128,4	136,6	

LIMITE PLASTICO

H.NAT.

Peso 1 (g)	28,02	25,10		26,30
Peso 2 (g)	22,90	20,00		16,00
Peso 3 (g)	6,60	4,10		3,80
% Humedad	31,4	32,1		84,4

LIMITE D' ATTERBERG



Resultados	
LIMITE LIQUIDO:	128,0
LIMITE PLASTICO	31,7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	96,3
HUMEDAD NATURAL.	84,4
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0,5

CLASIFICACION

A A S H T O (I.G.): **A-7-5 (91)**
U. S. C. S.: **CH**

OBSERVACIONES

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: **1 SHELBY 1**
PROFUNDIDAD: DE 0,40 A 1,00 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON VETAS CAFÉ ROJIZAS
CLASIFICACION: **CH**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	1,65	16,7	0,10
100	0,010	0,990	2,74	16,8	0,16
150	0,015	0,985	3,78	16,9	0,22
200	0,020	0,980	5,10	17,0	0,30
250	0,025	0,975	5,95	17,1	0,35
300	0,030	0,970	6,95	17,2	0,40
350	0,035	0,965	7,92	17,3	0,46
400	0,040	0,960	8,86	17,4	0,51
450	0,045	0,955	9,50	17,5	0,54
500	0,050	0,950	10,33	17,6	0,59
550	0,055	0,945	11,11	17,7	0,63
600	0,060	0,940	11,50	17,8	0,65
650	0,065	0,935	11,98	17,9	0,67
700	0,070	0,930	12,49	18,1	0,69
750	0,075	0,925	12,81	18,2	0,70
800	0,080	0,920	12,99	18,3	0,71
850	0,085	0,915	**13,01**	**18,4**	**0,71**
900	0,090	0,910	12,92	18,5	0,70
950	0,095	0,905	12,80	18,6	0,69
1000	0,100	0,900		18,7	0,00
1050	0,105	0,895		18,8	0,00
1100	0,110	0,890		18,9	0,00
1150	0,115	0,885		19,0	0,00
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	207,8
W SECO	grs	112,7
HUMEDAD:	%	84,40

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,25
P.UNIT.SECO:	0,68



AREA CORREGIDA

$AC = \frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

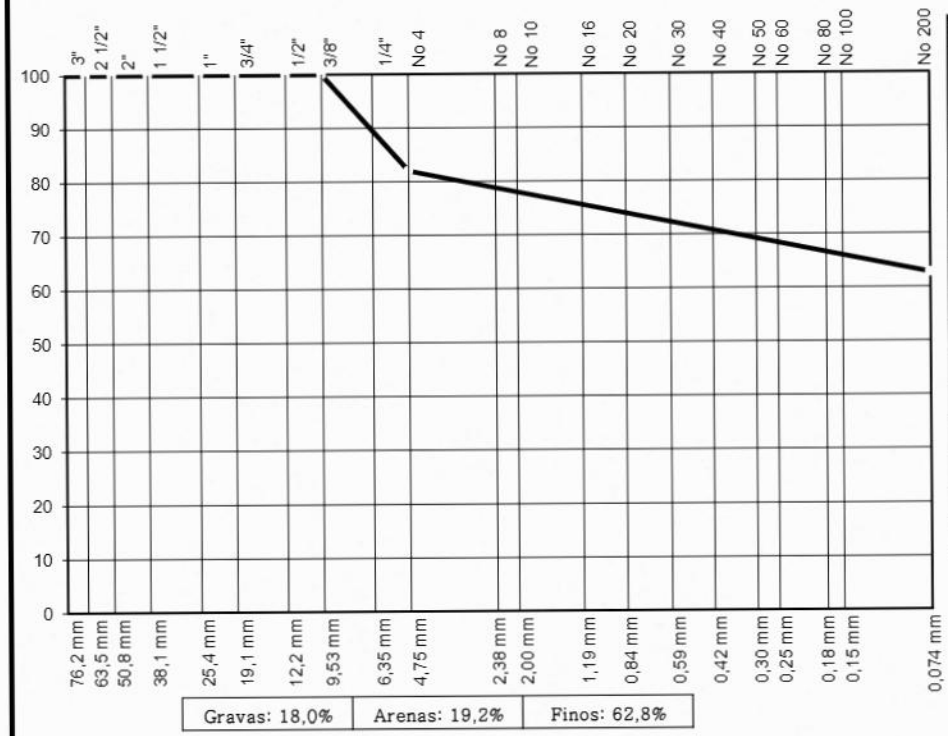
NORME LATERITE

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos
• Estudios de Suelos y Pavimentos
• Control de Calidad de Obras
Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

ANALISIS GRANULOMETRICO
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
INDICE DE PLASTICIDAD

FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021

PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 1 SHELBY 2
PROFUND: DE 1,00 A 1,60 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON VETAS AMARILLAS Y PRESENCIA DE ARENA



Gravas: 18,0%	Arenas: 19,2%	Finos: 62,8%

ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Inicial (gr): 167,6

TAMIS mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
4"	0,00	0,0	100,0
3 1/2"	0,00	0,0	100,0
3"	0,00	0,0	100,0
2 1/2"	0,00	0,0	100,0
2"	0,00	0,0	100,0
1 1/2"	0,00	0,0	100,0
1"	0,00	0,0	100,0
3/4"	0,00	0,0	100,0
1/2"	0,00	0,0	100,0
3/8"	0,00	0,0	100,0
No 4	30,12	18,0	82,0
200	32,25	19,2	62,8
P 200	105,23	62,8	0,0
	167,6		

LIMITES D' ATTERBERG

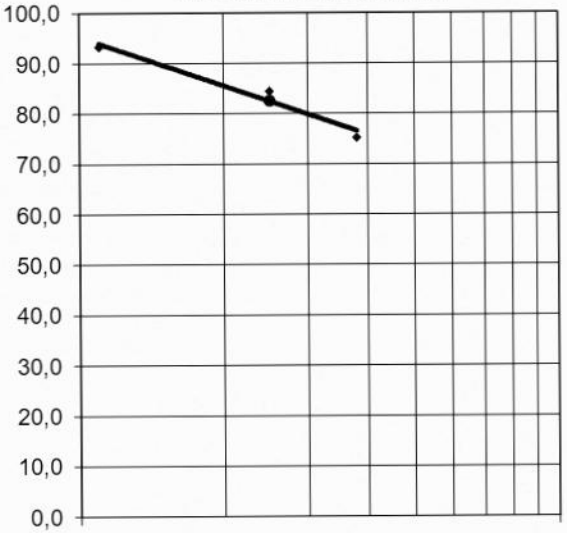
LIMITE LIQUIDO

# DE GOLPES	38	25	11	
Peso 1 (g)	23,10	27,89	23,90	
Peso 2 (g)	15,20	18,60	14,20	
Peso 3 (g)	4,70	7,60	3,80	
% Humedad	75,2	84,5	93,3	

LIMITE PLASTICO

				H.NAT.
Peso 1 (g)	26,70	24,02		33,60
Peso 2 (g)	20,70	18,60		24,80
Peso 3 (g)	4,20	3,80		3,90
% Humedad	36,4	36,6		42,1

LIMITE D' ATTERBERG



Resultados	
LIMITE LIQUIDO:	82,0
LIMITE PLASTICO	36,5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	45,5
HUMEDAD NATURAL.	42,1
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0,1

OBSERVACIONES

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

CLASIFICACION

A A S H T O (I.G.): **A-7-5 (29)**
U. S. C. S.: **CH**

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: **1 SHELBY 2**
PROFUNDIDAD: DE 1,00 A 1,60 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON VETAS AMARILLAS Y PRESENCIA DE ARENA
CLASIFICACION: **CH**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	0,60	16,7	0,04
100	0,010	0,990	1,20	16,8	0,07
150	0,015	0,985	1,70	16,9	0,10
200	0,020	0,980	2,25	17,0	0,13
250	0,025	0,975	2,79	17,1	0,16
300	0,030	0,970	3,30	17,2	0,19
350	0,035	0,965	3,93	17,3	0,23
400	0,040	0,960	4,48	17,4	0,26
450	0,045	0,955	5,07	17,5	0,29
500	0,050	0,950	5,60	17,6	0,32
550	0,055	0,945	6,22	17,7	0,35
600	0,060	0,940	6,83	17,8	0,38
650	0,065	0,935	7,31	17,9	0,41
700	0,070	0,930	7,81	18,1	0,43
750	0,075	0,925	8,25	18,2	0,45
800	0,080	0,920	8,68	18,3	0,47
850	0,085	0,915	9,01	18,4	0,49
900	0,090	0,910	9,35	18,5	0,51
950	0,095	0,905	9,59	18,6	0,52
1000	0,100	0,900	**9,80**	**18,7**	**0,52**
1050	0,105	0,895	9,45	18,8	0,50
1100	0,110	0,890	9,02	18,9	0,48
1150	0,115	0,885	8,65	19,0	0,46
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	228,7
W SECO	grs	160,9
HUMEDAD:	%	42,10

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,38
P.UNIT.SECO:	0,97



AREA CORREGIDA

AC= $\frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: **1 SHELBY 3**
PROFUNDIDAD: DE 2,80 A 3,40 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON PRESENCIA DE MATERIAL GRANULAR
CLASIFICACION: **CH**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	0,51	16,7	0,03
100	0,010	0,990	0,89	16,8	0,05
150	0,015	0,985	1,23	16,9	0,07
200	0,020	0,980	1,69	17,0	0,10
250	0,025	0,975	1,99	17,1	0,12
300	0,030	0,970	2,33	17,2	0,14
350	0,035	0,965	2,68	17,3	0,15
400	0,040	0,960	2,96	17,4	0,17
450	0,045	0,955	3,29	17,5	0,19
500	0,050	0,950	3,62	17,6	0,21
550	0,055	0,945	3,85	17,7	0,22
600	0,060	0,940	4,15	17,8	0,23
650	0,065	0,935	4,37	17,9	0,24
700	0,070	0,930	4,60	18,1	0,25
750	0,075	0,925	4,80	18,2	0,26
800	0,080	0,920	4,94	18,3	0,27
850	0,085	0,915	5,20	18,4	0,28
900	0,090	0,910	5,40	18,5	0,29
950	0,095	0,905	5,57	18,6	0,30
1000	0,100	0,900	**5,78**	**18,7**	**0,31**
1050	0,105	0,895	5,42	18,8	0,29
1100	0,110	0,890	5,02	18,9	0,27
1150	0,115	0,885	4,89	19,0	0,26
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

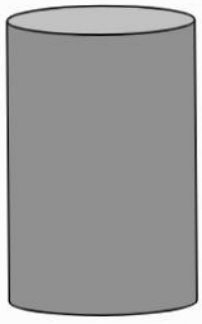
DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	285,4
W SECO	grs	209,7
HUMEDAD:	%	36,10

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,72
P.UNIT.SECO:	1,26



AREA CORREGIDA

$AC = \frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

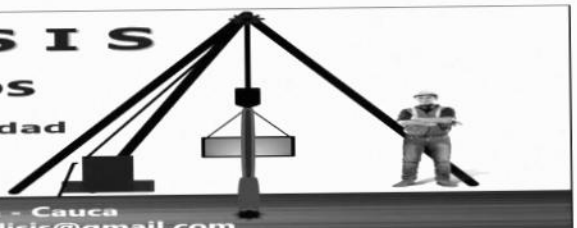
ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 1 SHELBY 4
PROFUNDIDAD: DE 4,60 A 5,20 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON VETAS CAFÉ ROJIZAS
CLASIFICACION: CH

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	0,80	16,7	0,05
100	0,010	0,990	1,45	16,8	0,09
150	0,015	0,985	2,04	16,9	0,12
200	0,020	0,980	2,65	17,0	0,16
250	0,025	0,975	3,27	17,1	0,19
300	0,030	0,970	4,01	17,2	0,23
350	0,035	0,965	4,49	17,3	0,26
400	0,040	0,960	5,29	17,4	0,30
450	0,045	0,955	5,95	17,5	0,34
500	0,050	0,950	6,48	17,6	0,37
550	0,055	0,945	7,13	17,7	0,40
600	0,060	0,940	7,72	17,8	0,43
650	0,065	0,935	8,30	17,9	0,46
700	0,070	0,930	8,76	18,1	0,48
750	0,075	0,925	9,19	18,2	0,50
800	0,080	0,920	9,58	18,3	0,52
850	0,085	0,915	9,93	18,4	0,54
900	0,090	0,910	10,31	18,5	0,56
950	0,095	0,905	10,56	18,6	0,57
1000	0,100	0,900	**10,87**	**18,7**	**0,58**
1050	0,105	0,895	9,56	18,8	0,51
1100	0,110	0,890	8,56	18,9	0,45
1150	0,115	0,885	6,23	19,0	0,33
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	265,9
W SECO	grs	190,3
HUMEDAD:	%	39,70

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,60
P.UNIT.SECO:	1,15



AREA CORREGIDA

$AC = \frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: **1 SHELBY 5**
PROFUNDIDAD: DE 5,20 A 6,00 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON VETAS CAFÉ ROJIZAS
CLASIFICACION: **CH**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	0,12	16,7	0,01
100	0,010	0,990	1,25	16,8	0,07
150	0,015	0,985	2,25	16,9	0,13
200	0,020	0,980	4,25	17,0	0,25
250	0,025	0,975	4,85	17,1	0,28
300	0,030	0,970	5,21	17,2	0,30
350	0,035	0,965	5,56	17,3	0,32
400	0,040	0,960	6,12	17,4	0,35
450	0,045	0,955	6,35	17,5	0,36
500	0,050	0,950	6,89	17,6	0,39
550	0,055	0,945	7,12	17,7	0,40
600	0,060	0,940	7,54	17,8	0,42
650	0,065	0,935	7,96	17,9	0,44
700	0,070	0,930	8,25	18,1	0,46
750	0,075	0,925	8,45	18,2	0,46
800	0,080	0,920	8,68	18,3	0,47
850	0,085	0,915	9,10	18,4	0,49
900	0,090	0,910	9,35	18,5	0,51
950	0,095	0,905	9,56	18,6	0,51
1000	0,100	0,900	**9,69**	**18,7**	**0,52**
1050	0,105	0,895	9,25	18,8	0,49
1100	0,110	0,890	8,56	18,9	0,45
1150	0,115	0,885	5,69	19,0	0,30
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	259,9
W SECO	grs	188,9
HUMEDAD:	%	37,59

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,56
P.UNIT.SECO:	1,14



AREA CORREGIDA

$AC = \frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: **2 SHELBY 1**
PROFUNDIDAD: DE 0,50 A 1,10 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON VETAS CAFÉ ROJIZAS
CLASIFICACION: **CH**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	0,98	16,7	0,06
100	0,010	0,990	1,82	16,8	0,11
150	0,015	0,985	2,57	16,9	0,15
200	0,020	0,980	3,24	17,0	0,19
250	0,025	0,975	4,04	17,1	0,24
300	0,030	0,970	4,90	17,2	0,28
350	0,035	0,965	5,57	17,3	0,32
400	0,040	0,960	6,27	17,4	0,36
450	0,045	0,955	6,95	17,5	0,40
500	0,050	0,950	7,52	17,6	0,43
550	0,055	0,945	8,00	17,7	0,45
600	0,060	0,940	8,41	17,8	0,47
650	0,065	0,935	8,81	17,9	0,49
700	0,070	0,930	8,97	18,1	0,50
750	0,075	0,925	9,29	18,2	0,51
800	0,080	0,920	9,57	18,3	0,52
850	0,085	0,915	9,83	18,4	0,53
900	0,090	0,910	9,94	18,5	0,54
950	0,095	0,905	10,13	18,6	0,54
1000	0,100	0,900	**10,15**	**18,7**	**0,54**
1050	0,105	0,895	9,56	18,8	0,51
1100	0,110	0,890	8,56	18,9	0,45
1150	0,115	0,885	7,25	19,0	0,38
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	199,1
W SECO	grs	82,5
HUMEDAD:	%	141,20

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,20
P.UNIT.SECO:	0,50



AREA CORREGIDA

AC= $\frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

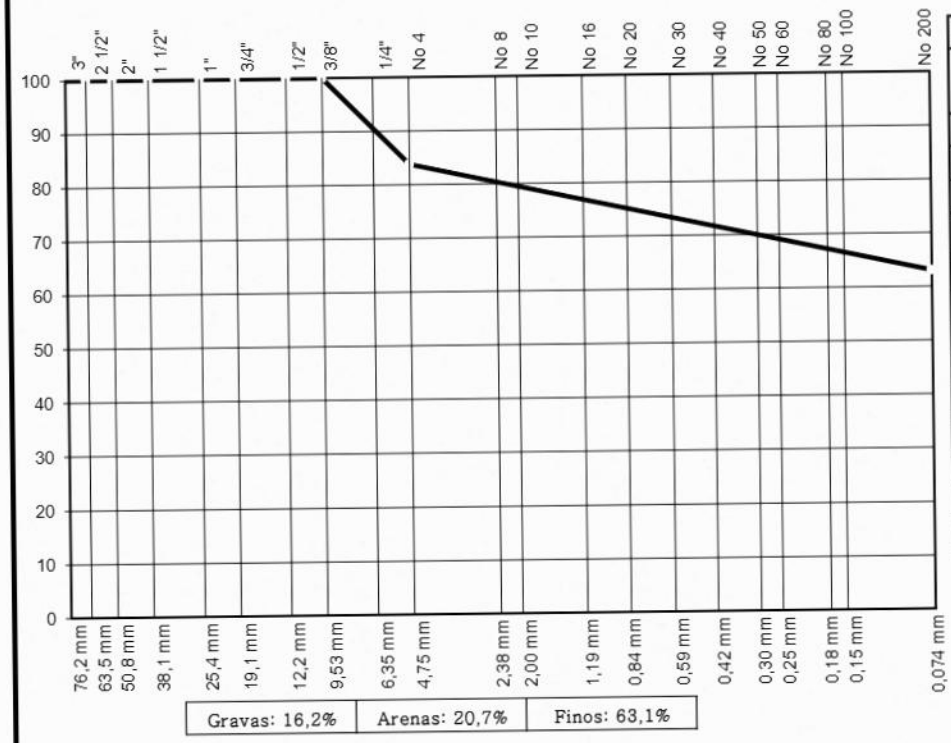
NORME LATERITE

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos
• Estudios de Suelos y Pavimentos
• Control de Calidad de Obras
Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

ANALISIS GRANULOMETRICO
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
INDICE DE PLASTICIDAD

FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021

PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 2 SHELBY 2
PROFUND: DE 1,70 A 2,30 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON VETAS AMARILLAS Y PRESENCIA DE ARENA



Gravas: 16,2%	Arenas: 20,7%	Finos: 63,1%

ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Inicial (gr): 155,8

TAMIS mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
4"	0,00	0,0	100,0
3 1/2"	0,00	0,0	100,0
3"	0,00	0,0	100,0
2 1/2"	0,00	0,0	100,0
2"	0,00	0,0	100,0
1 1/2"	0,00	0,0	100,0
1"	0,00	0,0	100,0
3/4"	0,00	0,0	100,0
1/2"	0,00	0,0	100,0
3/8"	0,00	0,0	100,0
No 4	25,26	16,2	83,8
200	32,25	20,7	63,1
P 200	98,25	63,1	0,0
	155,8		

LIMITES D' ATTERBERG

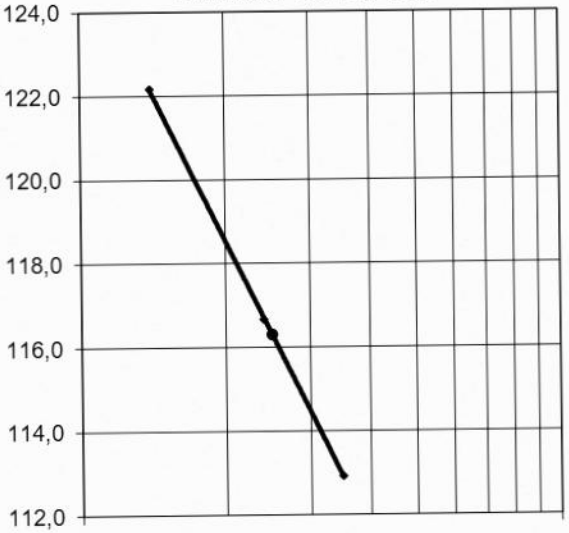
LIMITE LIQUIDO

# DE GOLPES	35	24	14	
Peso 1 (g)	24,65	23,30	25,65	
Peso 2 (g)	14,60	12,80	13,80	
Peso 3 (g)	5,70	3,80	4,10	
% Humedad	112,9	116,7	122,2	

LIMITE PLASTICO

				H.NAT.
Peso 1 (g)	33,90	27,70		32,50
Peso 2 (g)	29,60	24,20		24,80
Peso 3 (g)	4,00	4,10		4,10
% Humedad	16,8	17,4		37,2

LIMITE D' ATTERBERG



Resultados	
LIMITE LIQUIDO:	116,0
LIMITE PLASTICO	17,1
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	98,9
HUMEDAD NATURAL.	37,2
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0,2

OBSERVACIONES

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

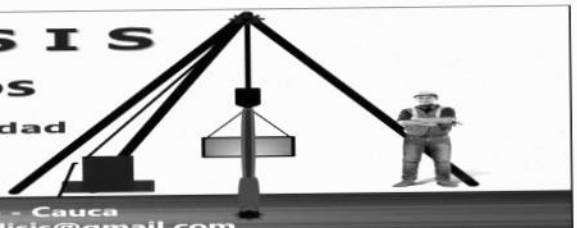
CLASIFICACION

A A S H T O (I.G.): **A-7-6 (59)**
U. S. C. S.: **CH**

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: **2 SHELBY 2**
PROFUNDIDAD: DE 1,70 A 2,30 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON VETAS AMARILLAS Y PRESENCIA DE ARENA
CLASIFICACION: **CH**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	0,65	16,7	0,04
100	0,010	0,990	1,09	16,8	0,06
150	0,015	0,985	1,59	16,9	0,09
200	0,020	0,980	1,93	17,0	0,11
250	0,025	0,975	2,42	17,1	0,14
300	0,030	0,970	2,85	17,2	0,17
350	0,035	0,965	3,31	17,3	0,19
400	0,040	0,960	3,84	17,4	0,22
450	0,045	0,955	4,25	17,5	0,24
500	0,050	0,950	4,62	17,6	0,26
550	0,055	0,945	5,07	17,7	0,29
600	0,060	0,940	5,49	17,8	0,31
650	0,065	0,935	5,84	17,9	0,33
700	0,070	0,930	6,32	18,1	0,35
750	0,075	0,925	6,61	18,2	0,36
800	0,080	0,920	6,95	18,3	0,38
850	0,085	0,915	7,25	18,4	0,39
900	0,090	0,910	7,57	18,5	0,41
950	0,095	0,905	7,83	18,6	0,42
1000	0,100	0,900	8,08	18,7	0,43
1050	0,105	0,895	**8,26**	**18,8**	**0,44**
1100	0,110	0,890	8,02	18,9	0,42
1150	0,115	0,885	7,56	19,0	0,40
1200	0,020	0,880	6,29	19,1	0,33
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	267,5
W SECO	grs	195,0
HUMEDAD:	%	37,20

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,61
P.UNIT.SECO:	1,17



AREA CORREGIDA

$AC = \frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

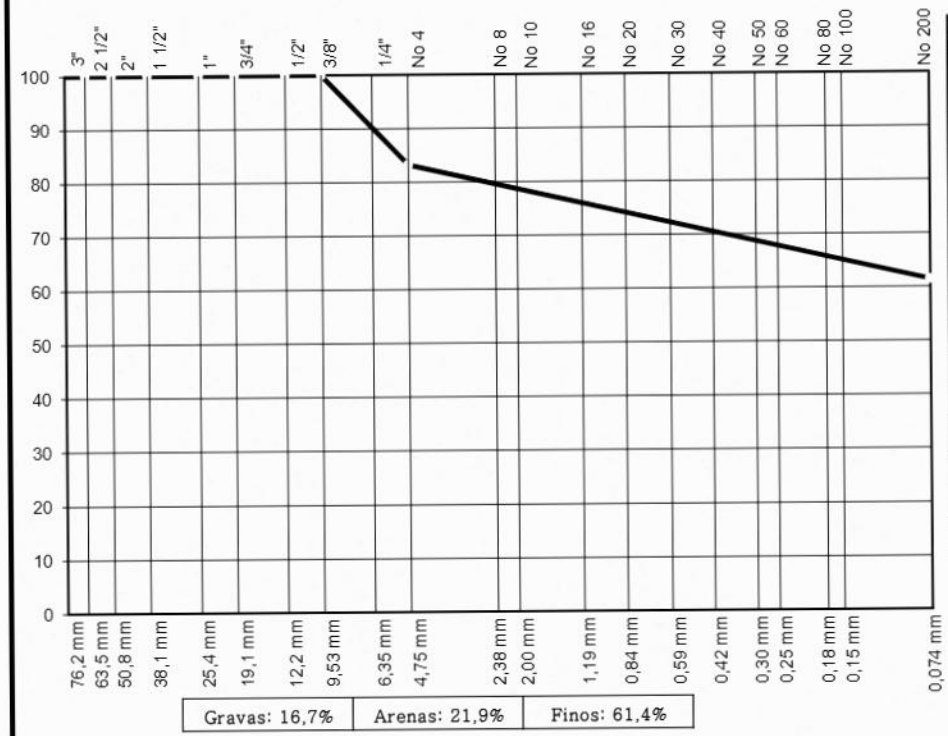
NORME LATERITE

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos
• Estudios de Suelos y Pavimentos • Control de Calidad de Obras
Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

ANALISIS GRANULOMETRICO
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
INDICE DE PLASTICIDAD

FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021

PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 2 SHELBY 3
PROFUND: DE 3,50 A 4,10 m
MATERIAL: ARCILLA COLOR HABANO CON PRESENCIA DE ARENA Y ROCA METEORIZADA



Gravas: 16,7%	Arenas: 21,9%	Finos: 61,4%

ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Inicial (gr): 156,7

TAMIS mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
4"	0,00	0,0	100,0
3 1/2"	0,00	0,0	100,0
3"	0,00	0,0	100,0
2 1/2"	0,00	0,0	100,0
2"	0,00	0,0	100,0
1 1/2"	0,00	0,0	100,0
1"	0,00	0,0	100,0
3/4"	0,00	0,0	100,0
1/2"	0,00	0,0	100,0
3/8"	0,00	0,0	100,0
No 4	26,23	16,7	83,3
200	34,25	21,9	61,4
P 200	96,23	61,4	0,0

156,7

LIMITES D' ATTERBERG

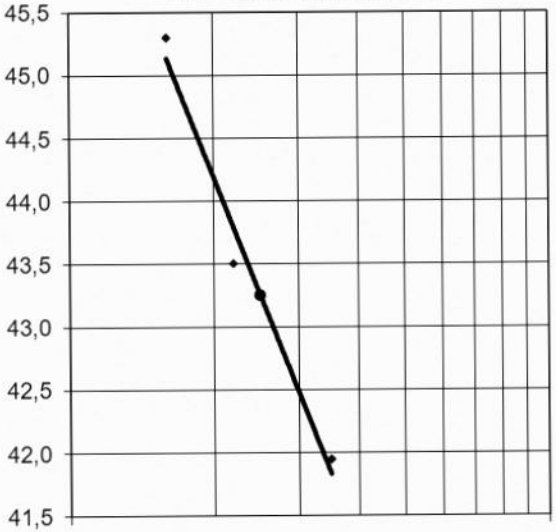
LIMITE LIQUIDO

# DE GOLPES	35	22	16	
Peso 1 (g)	25,25	26,00	20,90	
Peso 2 (g)	19,00	19,30	15,60	
Peso 3 (g)	4,10	3,90	3,90	
% Humedad	41,9	43,5	45,3	

LIMITE PLASTICO

				H.NAT.
Peso 1 (g)	19,10	32,15		31,10
Peso 2 (g)	16,30	26,60		23,30
Peso 3 (g)	4,90	3,70		4,10
% Humedad	24,6	24,2		40,6

LIMITE D' ATTERBERG



Resultados	
LIMITE LIQUIDO:	43,0
LIMITE PLASTICO	24,4
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	18,6
HUMEDAD NATURAL.	40,6
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0,9

CLASIFICACION

A A S H T O (I.G.): **A-7-6 (10)**
U. S. C. S.: **CL**

OBSERVACIONES

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: **2 SHELBY 3**
PROFUNDIDAD: DE 3,50 A 4,10 m
MATERIAL: ARCILLA COLOR HABANO CON PRESENCIA DE ARENA Y ROCA METEORIZADA
CLASIFICACION: **CL**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	0,72	16,7	0,04
100	0,010	0,990	1,35	16,8	0,08
150	0,015	0,985	1,93	16,9	0,11
200	0,020	0,980	2,59	17,0	0,15
250	0,025	0,975	3,28	17,1	0,19
300	0,030	0,970	3,84	17,2	0,22
350	0,035	0,965	4,36	17,3	0,25
400	0,040	0,960	4,94	17,4	0,28
450	0,045	0,955	5,47	17,5	0,31
500	0,050	0,950	5,95	17,6	0,34
550	0,055	0,945	6,36	17,7	0,36
600	0,060	0,940	6,80	17,8	0,38
650	0,065	0,935	7,21	17,9	0,40
700	0,070	0,930	7,61	18,1	0,42
750	0,075	0,925	7,88	18,2	0,43
800	0,080	0,920	8,17	18,3	0,45
850	0,085	0,915	**8,24**	**18,4**	**0,45**
900	0,090	0,910	8,19	18,5	0,44
950	0,095	0,905	8,07	18,6	0,43
1000	0,100	0,900	7,85	18,7	0,42
1050	0,105	0,895		18,8	0,00
1100	0,110	0,890		18,9	0,00
1150	0,115	0,885		19,0	0,00
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	268,2
W SECO	grs	190,8
HUMEDAD:	%	40,60

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,61
P.UNIT.SECO:	1,15



AREA CORREGIDA

$AC = \frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: **2 SHELBY 4**
PROFUNDIDAD: DE 5,30 A 6,00 m
MATERIAL: ARCILLA COLOR HABANO CON PRESENCIA DE ARENA Y ROCA METEORIZADA
CLASIFICACION: **CL**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	1,25	16,7	0,07
100	0,010	0,990	2,50	16,8	0,15
150	0,015	0,985	4,25	16,9	0,25
200	0,020	0,980	5,26	17,0	0,31
250	0,025	0,975	6,23	17,1	0,36
300	0,030	0,970	7,57	17,2	0,44
350	0,035	0,965	7,89	17,3	0,46
400	0,040	0,960	8,26	17,4	0,47
450	0,045	0,955	9,23	17,5	0,53
500	0,050	0,950	9,68	17,6	0,55
550	0,055	0,945	10,12	17,7	0,57
600	0,060	0,940	10,56	17,8	0,59
650	0,065	0,935	11,02	17,9	0,62
700	0,070	0,930	11,25	18,1	0,62
750	0,075	0,925	11,44	18,2	0,63
800	0,080	0,920	**12,25**	**18,3**	**0,67**
850	0,085	0,915	11,02	18,4	0,60
900	0,090	0,910	9,56	18,5	0,52
950	0,095	0,905	8,02	18,6	0,43
1000	0,100	0,900		18,7	0,00
1050	0,105	0,895		18,8	0,00
1100	0,110	0,890		18,9	0,00
1150	0,115	0,885		19,0	0,00
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	261,0
W SECO	grs	183,5
HUMEDAD:	%	42,26

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,57
P.UNIT.SECO:	1,10



AREA CORREGIDA

AC= $\frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

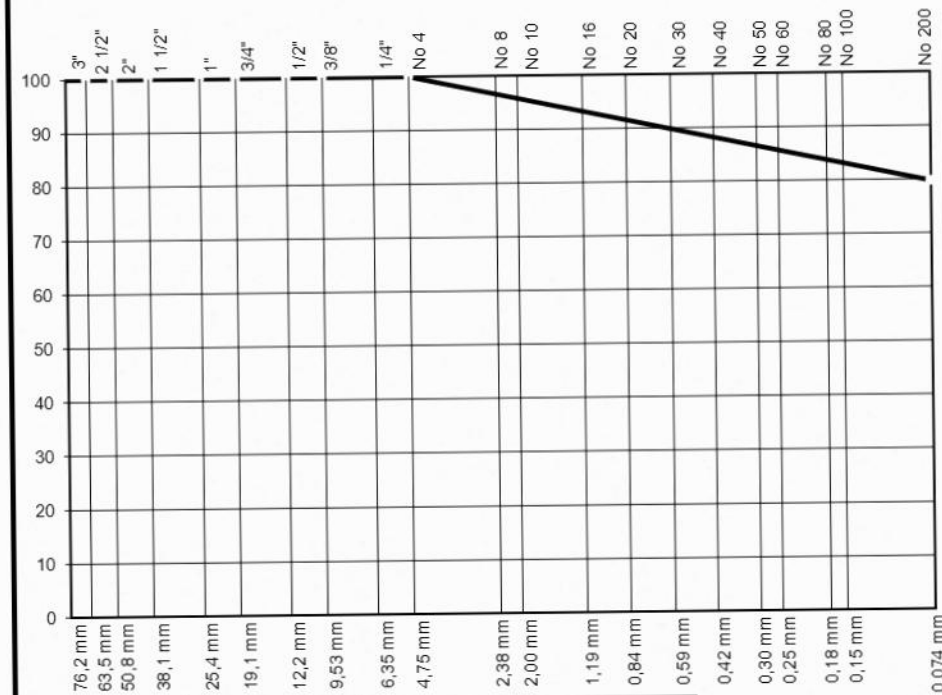
NORME LATERITE

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos
• Estudios de Suelos y Pavimentos
• Control de Calidad de Obras
Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

ANALISIS GRANULOMETRICO
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
INDICE DE PLASTICIDAD

FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021

PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 3 SHELBY 1
PROFUND: DE 0,40 A 1,00 m
MATERIAL: LIMO HABANO CON VETAS AMARILLAS Y CAFES



Gravas: 0,0%	Arenas: 20,3%	Finos: 79,7%

ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Inicial (gr): 129,5

TAMIS mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
4"	0,00	0,0	100,0
3 1/2"	0,00	0,0	100,0
3"	0,00	0,0	100,0
2 1/2"	0,00	0,0	100,0
2"	0,00	0,0	100,0
1 1/2"	0,00	0,0	100,0
1"	0,00	0,0	100,0
3/4"	0,00	0,0	100,0
1/2"	0,00	0,0	100,0
3/8"	0,00	0,0	100,0
No 4	0,00	0,0	100,0
200	26,23	20,3	79,7
P 200	103,23	79,7	0,0

129,5

LIMITES D' ATTERBERG

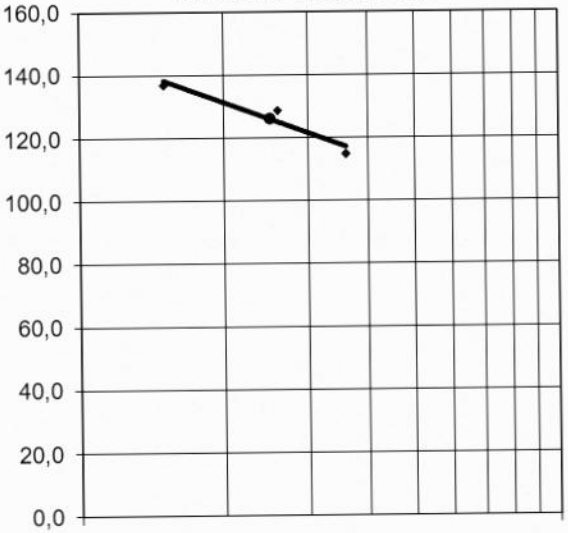
LIMITE LIQUIDO

# DE GOLPES	36	26	15	
Peso 1 (g)	29,00	20,56	28,90	
Peso 2 (g)	18,90	11,30	17,40	
Peso 3 (g)	10,11	4,10	9,00	
% Humedad	114,9	128,6	136,9	

LIMITE PLASTICO

				H.NAT.
Peso 1 (g)	21,50	23,80		21,02
Peso 2 (g)	13,80	15,20		12,20
Peso 3 (g)	3,90	4,10		4,00
% Humedad	77,8	77,5		107,6

LIMITE D' ATTERBERG



Resultados	
LIMITE LIQUIDO:	126,0
LIMITE PLASTICO	77,6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	48,4
HUMEDAD NATURAL.	107,6
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0,6

OBSERVACIONES

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

CLASIFICACION

A A S H T O (I.G.): **A-7-5 (53)**
U. S. C. S.: **MH**

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 3 **SHELBY** 1
PROFUNDIDAD: DE 0,40 A 1,00 m
MATERIAL: LIMO HABANO CON VETAS AMARILLAS Y CAFES
CLASIFICACION: **MH**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	0,85	16,7	0,05
100	0,010	0,990	1,65	16,8	0,10
150	0,015	0,985	2,29	16,9	0,14
200	0,020	0,980	3,09	17,0	0,18
250	0,025	0,975	3,81	17,1	0,22
300	0,030	0,970	4,68	17,2	0,27
350	0,035	0,965	5,27	17,3	0,30
400	0,040	0,960	5,94	17,4	0,34
450	0,045	0,955	6,43	17,5	0,37
500	0,050	0,950	6,80	17,6	0,39
550	0,055	0,945	7,21	17,7	0,41
600	0,060	0,940	7,41	17,8	0,42
650	0,065	0,935	**7,50**	**17,9**	**0,42**
700	0,070	0,930	7,31	18,1	0,40
750	0,075	0,925	6,90	18,2	0,38
800	0,080	0,920	5,56	18,3	0,30
850	0,085	0,915		18,4	0,00
900	0,090	0,910		18,5	0,00
950	0,095	0,905		18,6	0,00
1000	0,100	0,900		18,7	0,00
1050	0,105	0,895		18,8	0,00
1100	0,110	0,890		18,9	0,00
1150	0,115	0,885		19,0	0,00
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA		
DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19
CONTENIDO DE AGUA		
W HUMEDO	grs	198,8
W SECO	grs	95,8
HUMEDAD:	%	107,6
PESOS UNITARIOS gr/cm^3		
P.UNIT.HUMEDO:		1,20
P.UNIT.SECO:		0,58



AREA CORREGIDA

$AC = \frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

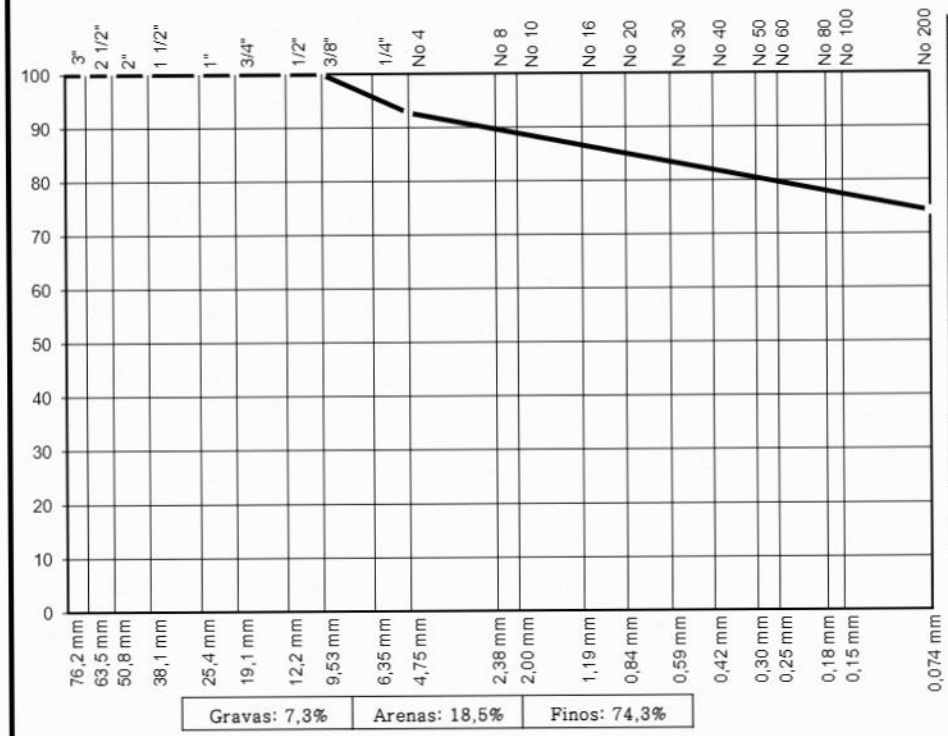
NORME LATERITE

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos
• Estudios de Suelos y Pavimentos
• Control de Calidad de Obras
Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

ANALISIS GRANULOMETRICO
LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO
INDICE DE PLASTICIDAD

FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021

PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 3 **SHELBY** 2
PROFUND: DE 1,00 A 1,60 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON VETAS CAFÉ ROJIZAS



Gravas: 7,3%	Arenas: 18,5%	Finos: 74,3%

ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Inicial (gr): 131,3

TAMIS mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
4"	0,00	0,0	100,0
3 1/2"	0,00	0,0	100,0
3"	0,00	0,0	100,0
2 1/2"	0,00	0,0	100,0
2"	0,00	0,0	100,0
1 1/2"	0,00	0,0	100,0
1"	0,00	0,0	100,0
3/4"	0,00	0,0	100,0
1/2"	0,00	0,0	100,0
3/8"	0,00	0,0	100,0
No 4	9,56	7,3	92,7
200	24,25	18,5	74,3
P 200	97,52	74,3	0,0
	131,3		

LIMITES D' ATTERBERG

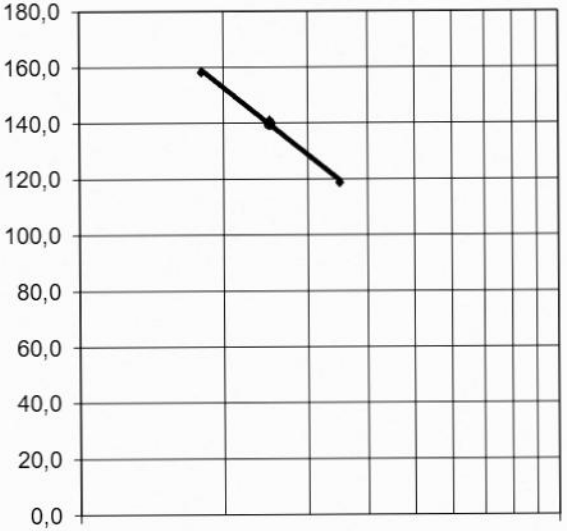
LIMITE LIQUIDO

# DE GOLPES	35	25	18	
Peso 1 (g)	28,00	22,12	26,68	
Peso 2 (g)	17,45	12,25	14,15	
Peso 3 (g)	8,56	5,26	6,23	
% Humedad	118,7	141,2	158,2	

LIMITE PLASTICO

				H.NAT.
Peso 1 (g)	19,02	15,12		24,60
Peso 2 (g)	14,25	12,25		13,10
Peso 3 (g)	4,25	6,23		4,10
% Humedad	47,7	47,7		127,8

LIMITE D' ATTERBERG



Resultados	
LIMITE LIQUIDO:	140,0
LIMITE PLASTICO	47,7
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	92,3
HUMEDAD NATURAL.	127,8
ÍNDICE DE LIQUIDEZ:	0,9

CLASIFICACION

A A S H T O (I.G.): **A-7-5 (76)**
U. S. C. S.: **CH**

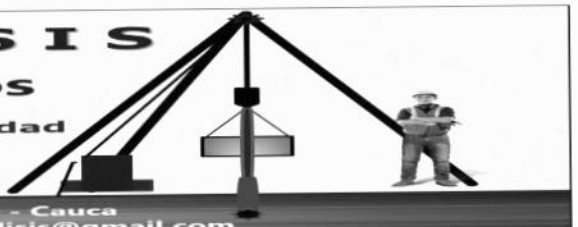
OBSERVACIONES

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 3 **SHELBY** 2
PROFUNDIDAD: DE 1,00 A 1,60 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON VETAS CAFÉ ROJIZAS
CLASIFICACION: **CH**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	1,03	16,7	0,06
100	0,010	0,990	2,22	16,8	0,13
150	0,015	0,985	3,35	16,9	0,20
200	0,020	0,980	4,81	17,0	0,28
250	0,025	0,975	6,23	17,1	0,36
300	0,030	0,970	7,90	17,2	0,46
350	0,035	0,965	9,33	17,3	0,54
400	0,040	0,960	10,91	17,4	0,63
450	0,045	0,955	12,14	17,5	0,69
500	0,050	0,950	13,33	17,6	0,76
550	0,055	0,945	**13,90**	**17,7**	**0,79**
600	0,060	0,940	13,74	17,8	0,77
650	0,065	0,935	12,28	17,9	0,69
700	0,070	0,930	10,25	18,1	0,57
750	0,075	0,925		18,2	0,00
800	0,080	0,920		18,3	0,00
850	0,085	0,915		18,4	0,00
900	0,090	0,910		18,5	0,00
950	0,095	0,905		18,6	0,00
1000	0,100	0,900		18,7	0,00
1050	0,105	0,895		18,8	0,00
1100	0,110	0,890		18,9	0,00
1150	0,115	0,885		19,0	0,00
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	213,1
W SECO	grs	93,5
HUMEDAD:	%	127,80

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,28
P.UNIT.SECO:	0,56



AREA CORREGIDA

AC= $\frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

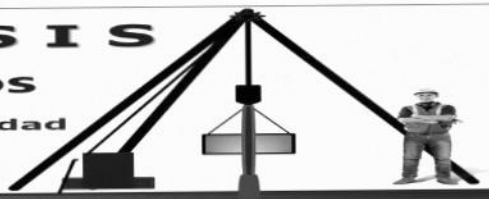
ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 3 **SHELBY** 3
PROFUNDIDAD: DE 2,80 A 3,40 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON PRESENCIA DE ARENA Y MATERIAL GRANULAR
CLASIFICACION: **CH**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	0,72	16,7	0,04
100	0,010	0,990	1,22	16,8	0,07
150	0,015	0,985	1,37	16,9	0,08
200	0,020	0,980	2,01	17,0	0,12
250	0,025	0,975	2,38	17,1	0,14
300	0,030	0,970	2,83	17,2	0,16
350	0,035	0,965	3,35	17,3	0,19
400	0,040	0,960	3,72	17,4	0,21
450	0,045	0,955	4,13	17,5	0,24
500	0,050	0,950	4,60	17,6	0,26
550	0,055	0,945	5,00	17,7	0,28
600	0,060	0,940	5,50	17,8	0,31
650	0,065	0,935	5,93	17,9	0,33
700	0,070	0,930	6,39	18,1	0,35
750	0,075	0,925	6,82	18,2	0,37
800	0,080	0,920	7,34	18,3	0,40
850	0,085	0,915	7,68	18,4	0,42
900	0,090	0,910	8,04	18,5	0,43
950	0,095	0,905	8,40	18,6	0,45
1000	0,100	0,900	**8,77**	**18,7**	**0,47**
1050	0,105	0,895	8,45	18,8	0,45
1100	0,110	0,890	8,02	18,9	0,42
1150	0,115	0,885	7,69	19,0	0,40
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

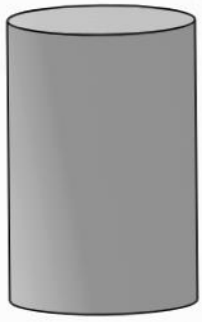
DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	246,9
W SECO	grs	183,6
HUMEDAD:	%	34,50

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,49
P.UNIT.SECO:	1,10



AREA CORREGIDA

$AC = \frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

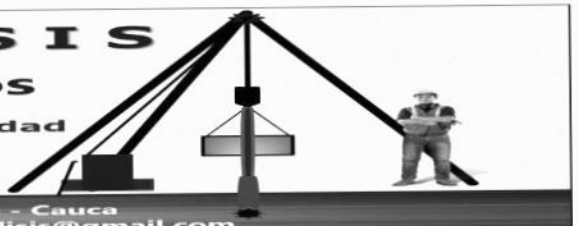
ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 3 **SHELBY** 4
PROFUNDIDAD: DE 4,00 A 4,60 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON PRESENCIA DE ARENA Y MATERIAL GRANULAR
CLASIFICACION: **CH**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	0,56	16,7	0,03
100	0,010	0,990	1,25	16,8	0,07
150	0,015	0,985	1,89	16,9	0,11
200	0,020	0,980	2,25	17,0	0,13
250	0,025	0,975	3,23	17,1	0,19
300	0,030	0,970	3,65	17,2	0,21
350	0,035	0,965	4,12	17,3	0,24
400	0,040	0,960	4,56	17,4	0,26
450	0,045	0,955	4,89	17,5	0,28
500	0,050	0,950	5,25	17,6	0,30
550	0,055	0,945	5,65	17,7	0,32
600	0,060	0,940	5,96	17,8	0,33
650	0,065	0,935	6,23	17,9	0,35
700	0,070	0,930	6,45	18,1	0,36
750	0,075	0,925	6,75	18,2	0,37
800	0,080	0,920	6,95	18,3	0,38
850	0,085	0,915	7,45	18,4	0,40
900	0,090	0,910	7,68	18,5	0,42
950	0,095	0,905	8,12	18,6	0,44
1000	0,100	0,900	**8,25**	**18,7**	**0,44**
1050	0,105	0,895	8,02	18,8	0,43
1100	0,110	0,890	7,56	18,9	0,40
1150	0,115	0,885	6,99	19,0	0,37
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	250,1
W SECO	grs	182,7
HUMEDAD:	%	36,89

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,51
P.UNIT.SECO:	1,10



AREA CORREGIDA

$AC = \frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

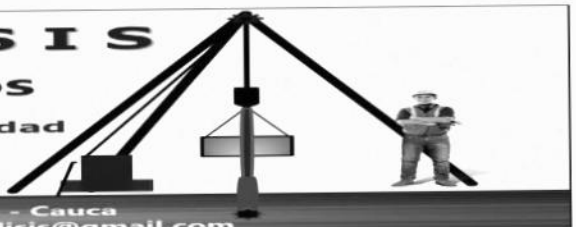
ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



FECHA: 21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SONDEO: 3 **SHELBY** 5
PROFUNDIDAD: DE 5,20 A 6,00 m
MATERIAL: ARCILLA HABANO CON PRESENCIA DE ARENA Y MATERIAL GRANULAR
CLASIFICACION: **CH**

DEFOR. 0.01mm	DEFOR. UNITAR AH/H	I-DEF. UNIT.	CARGA Kg	ÁREA CORREGIDA cm^2	RESISTENCIA Kg/cm^2
50	0,005	0,995	0,56	16,7	0,03
100	0,010	0,990	1,12	16,8	0,07
150	0,015	0,985	2,25	16,9	0,13
200	0,020	0,980	3,25	17,0	0,19
250	0,025	0,975	4,25	17,1	0,25
300	0,030	0,970	4,89	17,2	0,28
350	0,035	0,965	5,26	17,3	0,30
400	0,040	0,960	5,89	17,4	0,34
450	0,045	0,955	6,23	17,5	0,36
500	0,050	0,950	6,78	17,6	0,39
550	0,055	0,945	7,56	17,7	0,43
600	0,060	0,940	7,96	17,8	0,45
650	0,065	0,935	8,12	17,9	0,45
700	0,070	0,930	8,45	18,1	0,47
750	0,075	0,925	8,96	18,2	0,49
800	0,080	0,920	9,25	18,3	0,51
850	0,085	0,915	9,35	18,4	0,51
900	0,090	0,910	**9,56**	**18,5**	**0,52**
950	0,095	0,905	9,25	18,6	0,50
1000	0,100	0,900	8,56	18,7	0,46
1050	0,105	0,895	6,96	18,8	0,37
1100	0,110	0,890		18,9	0,00
1150	0,115	0,885		19,0	0,00
1200	0,020	0,880		19,1	0,00
1250	0,025	0,875		19,2	0,00
1300	0,030	0,870		19,3	0,00
1350	0,035	0,865		19,4	0,00
1400	0,040	0,860		19,5	0,00
1450	0,045	0,855		19,6	0,00
1500	0,050	0,850		19,7	0,00
1550	0,055	0,845		19,8	0,00
1600	0,060	0,840		19,9	0,00

MEDIDAS DE LA MUESTRA

DIAMETRO	cm	4,60
ALTURA	cm	10,00
AREA	cm^2	16,62
VOLUMEN	cm^3	166,19

CONTENIDO DE AGUA

W HUMEDO	grs	247,5
W SECO	grs	178,6
HUMEDAD:	%	38,59

PESOS UNITARIOS gr/cm^3

P.UNIT.HUMEDO:	1,49
P.UNIT.SECO:	1,07



AREA CORREGIDA

$AC = \frac{\Delta O}{\text{I-DEFORMACION UNITARIA}}$

OBSERVACIONES

ESTUDIOS DE SUELOS - ENSAYOS DE LABORATORIO - CONTROL DE CALIDAD
Calle 42N #6-32 - Teléfonos: 300 5707480 / 305 3264043 - Popayán (C.)
ingeoanalisis@gmail.com

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

I N G E O A N Á L I S I S
Laboratorio de Suelos
• Estudios de Suelos y Pavimentos
• Control de Calidad de Obras
Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com



MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

El suscrito Geotecnólogo **Luis Enrique Tobar Plaza,** con matricula profesional **19516009060 CAU**, del laboratorio de suelos **INGEOANALISIS**, se hace responsable por la ejecución de los ensayos de laboratorio realizados para la **Reposición de la unidad de atención en Salud de santa leticia, en el predio ubicado en el Corregimiento de Santa Leticia del municipio de Puracé, departamento del Cauca,** certificando que se cumple con todas las normas establecidas para los ensayos de laboratorio.

Para constancia se firma en Popayán, a los veintiún (21) días del mes de agosto de 2021.

Atentamente,

LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

21. LOCALIZACION DE SONDEOS

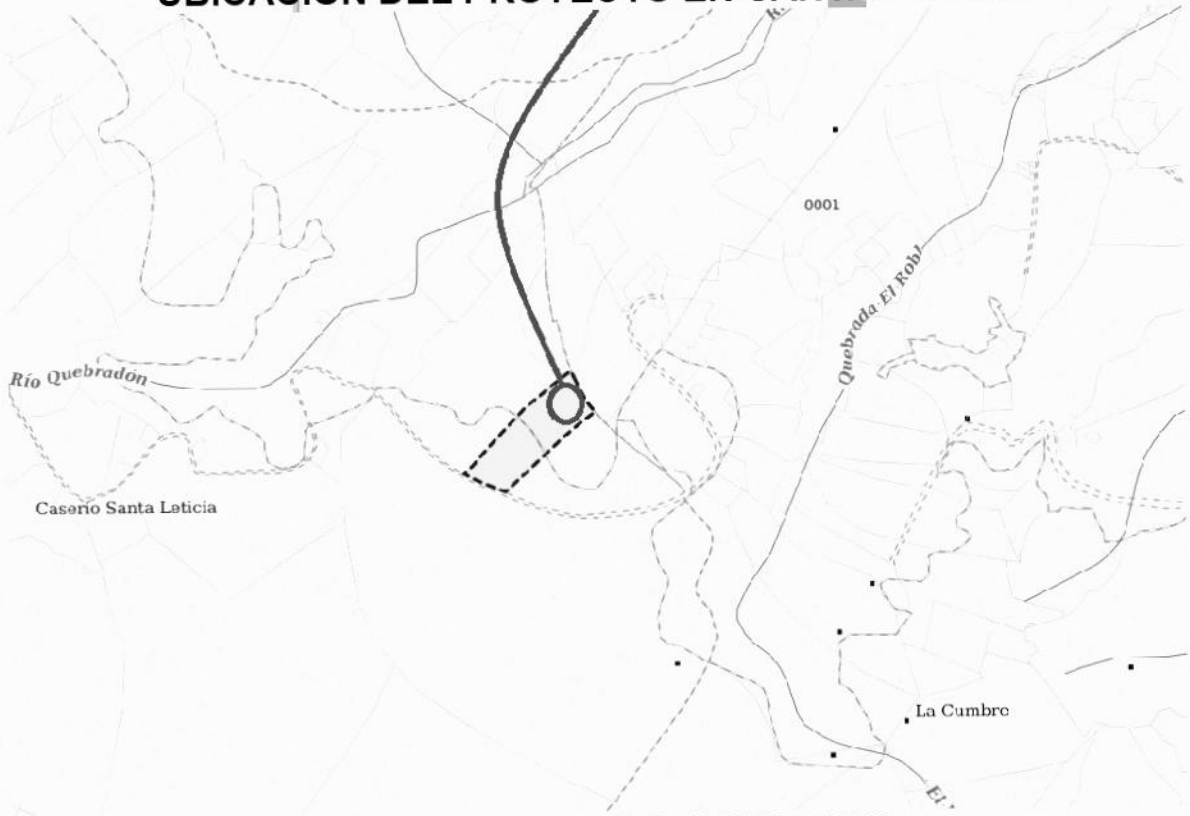
LOCALIZACION GEOGRAFICA NACIONAL

REPOSICIÓN DE LA UNIDAD DE ATENCIÓN EN SALUD, CORREGIMIENTO SANTA LETICIA MUNICIPIO DE PURACE, CAUCA

UBICACION DEL CENTRO DE SALUD EN SANTA LETICIA PURACE

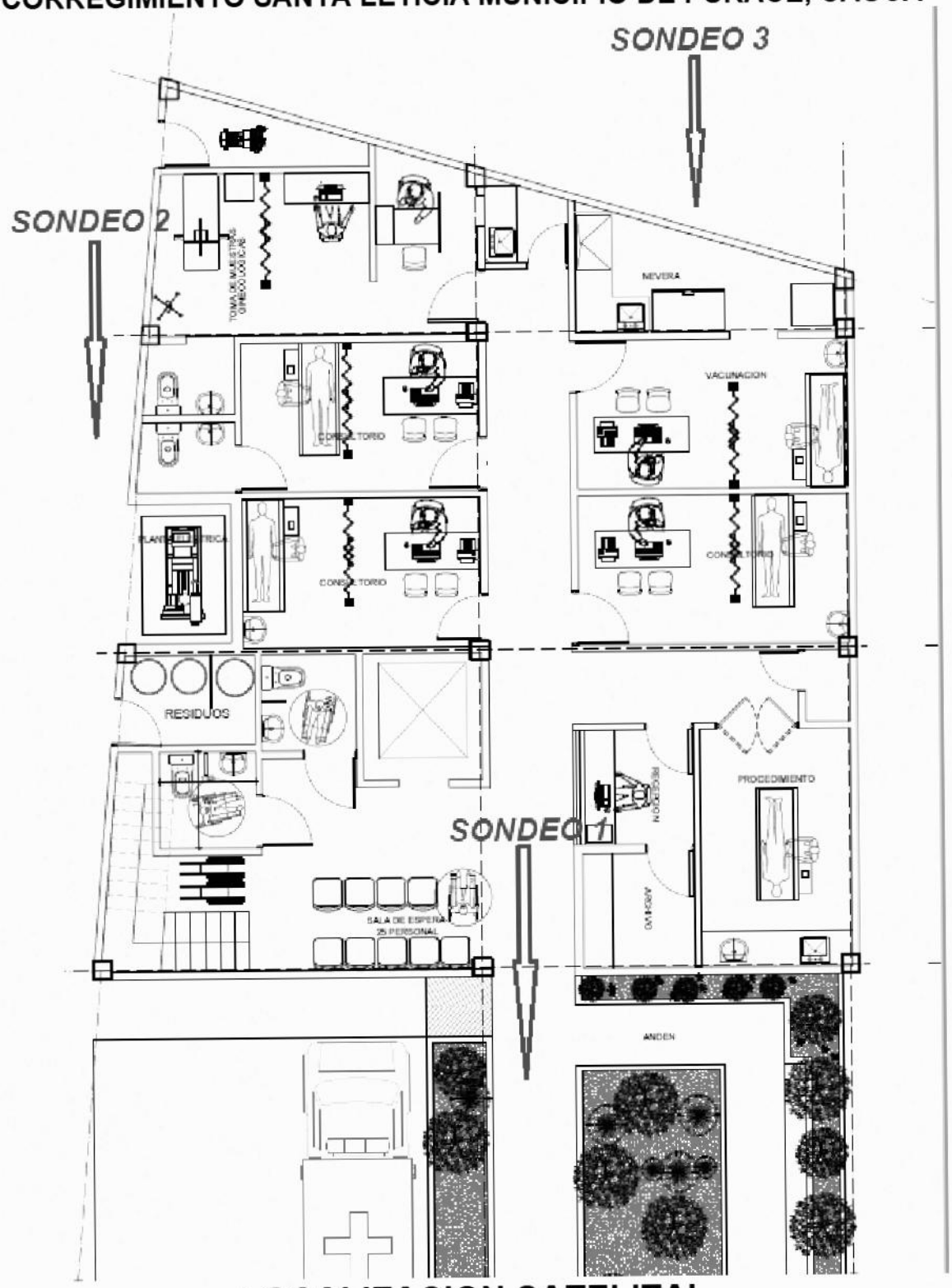


UBICACIÓN DEL PROYECTO EN SANTA LETICIA



UBICACION DE LOS SONDEOS

REPOSICIÓN DE LA UNIDAD DE ATENCIÓN EN SALUD, CORREGIMIENTO SANTA LETICIA MUNICIPIO DE PURACE, CAUCA



LOCALIZACION SATELITAL

REPOSICIÓN DE LA UNIDAD DE ATENCIÓN EN SALUD, CORREGIMIENTO SANTA LETICIA MUNICIPIO DE PURACE, CAUCA



LOCALIZACION REGIONAL

INGEOANÁLISIS

Laboratorio de Suelos

- Estudios de Suelos y Pavimentos
- Control de Calidad de Obras

Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

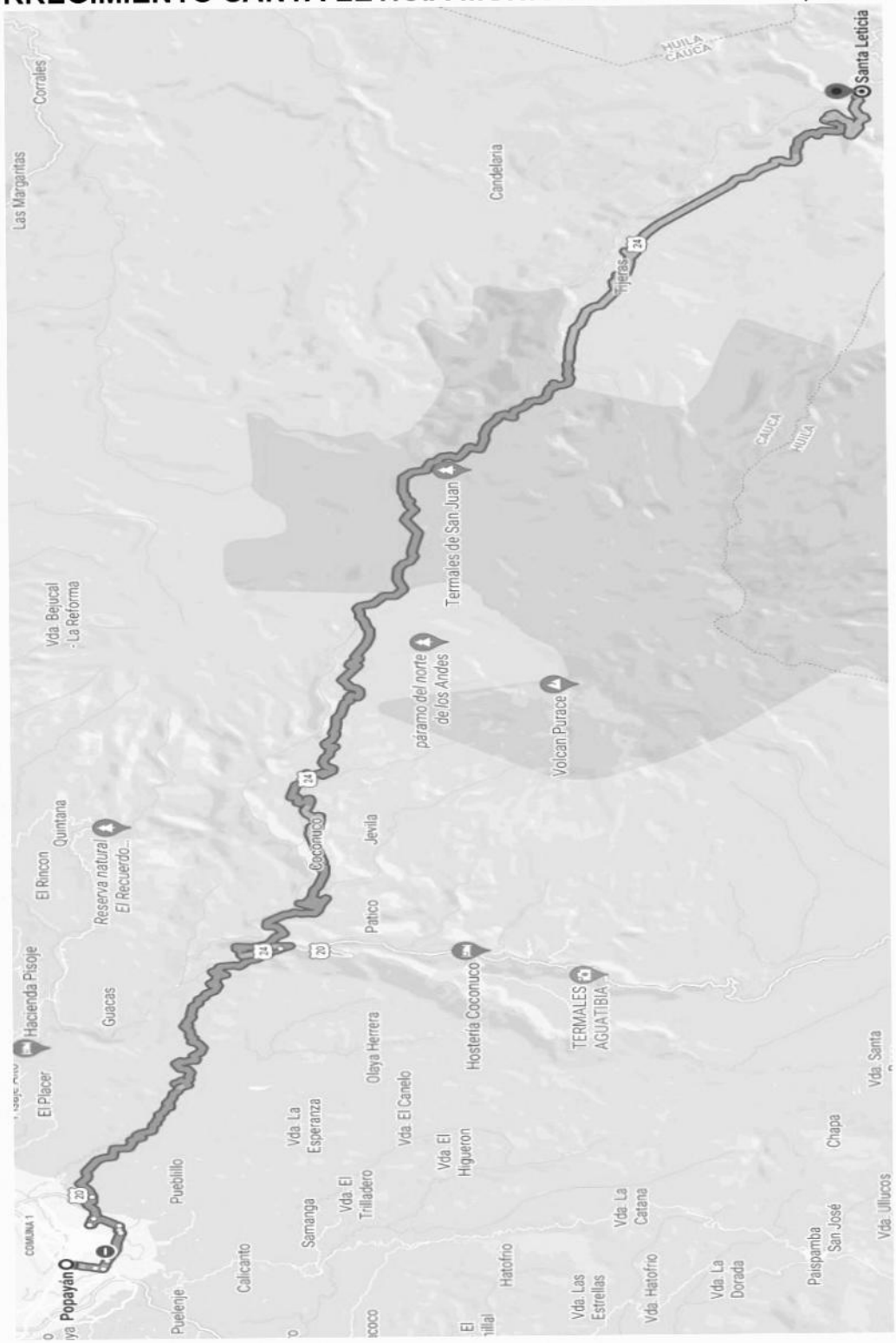
FECHA:	21 DE AGOSTO DE 2021
PROYECTO:	REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN:	CABECERA MUNICIPAL SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA
SOLICITA:	ING. MILLER AUSECHA ORDOÑEZ
LOCALIZACIÓN:	**N 2.240632 W-76.171376**

UBICACIÓN DE LOS SONDEOS



LUIS ENRIQUE TOBAR P.
Geotecnólogo
MP 19516009060 CAU

REPOSICIÓN DE LA UNIDAD DE ATENCIÓN EN SALUD, CORREGIMIENTO SANTA LETICIA MUNICIPIO DE PURACE, CAUCA



22. REGISTRO FOTOGRAFICO

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos
• Estudios de Suelos y Pavimentos
• Control de Calidad de Obras
Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

REGISTRO FOTOGRÁFICO

PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA



UBICACIÓN: CORREGIMIENTO SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA

21 DE AGOSTO DE 2021

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos
• Estudios de Suelos y Pavimentos
• Control de Calidad de Obras
Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

REGISTRO FOTOGRAFICO

PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CORREGIMIENTO SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA



REALIZACIÓN SONDEO # 1 SPT



MUESTRA INALTERADA TIPO SHELLBY



REALIZACIÓN SONDEO # 2 SPT



MUESTRA INALTERADA TIPO SHELLBY

INGEOANÁLISIS
Laboratorio de Suelos
• Estudios de Suelos y Pavimentos
• Control de Calidad de Obras
Calle 42 N #6-32, Popayán - Cauca
Teléfono: 300 5707480 - ingeoanalisis@gmail.com

REGISTRO FOTOGRAFICO

PROYECTO: REPOSICION DE LA UNIDAD DE ATENCION EN SALUD DE SANTA LETICIA
UBICACIÓN: CORREGIMIENTO SANTA LETICIA, MUNICIPIO DE PURACÉ - CAUCA



REALIZACIÓN SONDEO # 3 SPT



MUESTRA INALTERADA TIPO SHELLBY

23. ESQUEMAS DE CIMENTACION

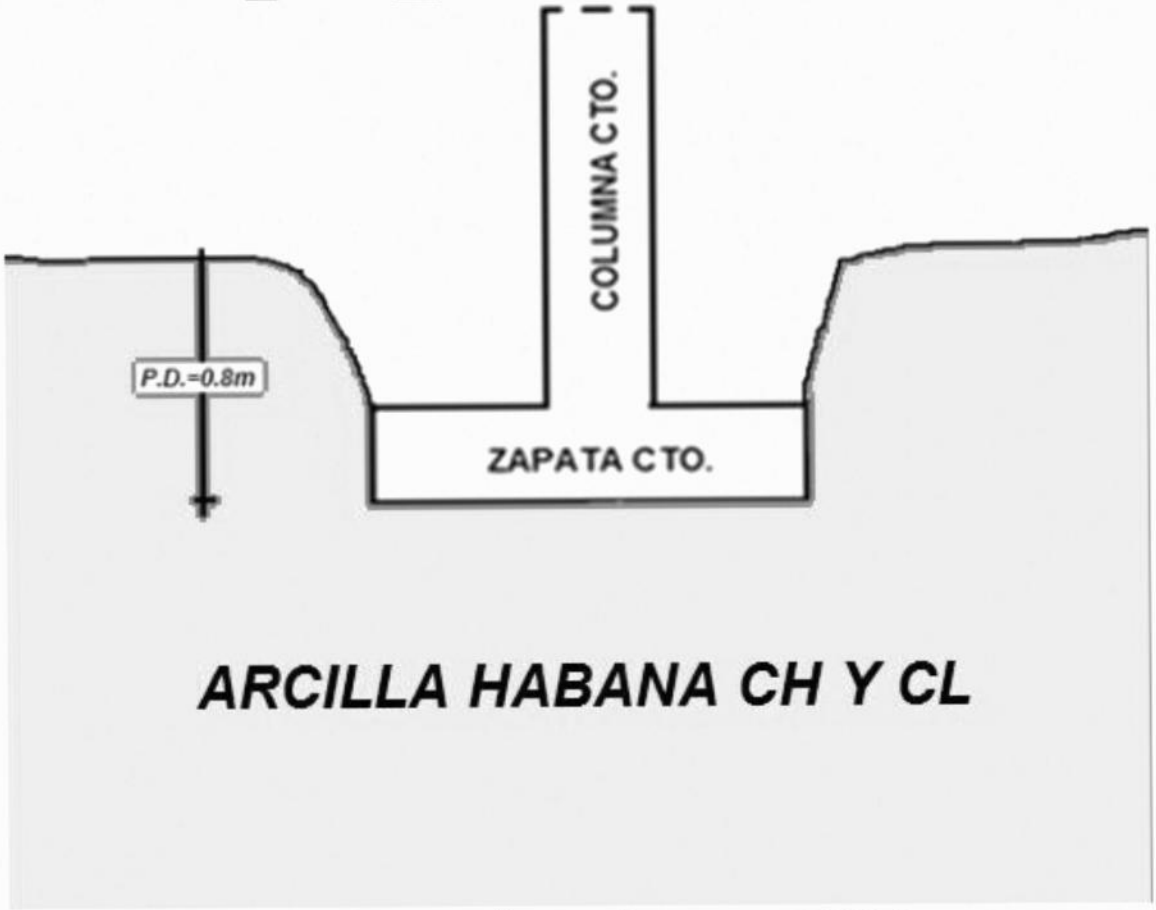
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE

REPOSICIÓN DE LA UNIDAD DE ATENCIÓN EN SALUD, CORREGIMIENTO SANTA LETICIA MUNICIPIO DE PURACE, CAUCA



ESQUEMA DE ESTRUCTURA

CIMENTACION PROPUESTA



DIMENSIONES SEGÚN DISEÑO ESTRUCTURAL