



S I S M O T E R R A
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y SÍSMICA

INFORME GEOTECNICO

IG-007-24

EDIFICIO DE SALUD

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
RIOBAMBA, CHIMBORAZO**

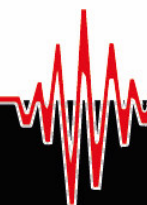
ING. HERNÁN COLOMA

Mayo del 2024



CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES	3
2.	OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO	4
3.	INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA	5
3.1.	Descripción de la campaña exploratoria de campo con métodos directos	5
3.2.	Descripción de la campaña exploratoria de campo con métodos indirectos	6
3.2.1.	Sondeo geo eléctrico	6
3.2.2.	Sondeos basados en la propagación de ondas sísmicas	6
3.3.	Descripción de los ensayos de laboratorio	7
4.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA	8
4.1.	Interpretación de la estratigrafía a partir de los sondeos mecánicos	8
4.2.	Interpretación de la estratigrafía a partir de los sondeos geofísicos	11
4.2.1.	Sondeo geo eléctrico	11
4.2.2.	Sísmica de refracción y MASW	11
5.	ZONA SÍSMICA	16
6.	DISEÑO GEOTÉCNICO DE CIMENTACIONES	17
6.1.	Propuesta con una cimentación superficial	18
6.1.1.	Revisión del estado límite de falla (capacidad de carga)	18
6.1.2.	Revisión del estado límite de servicio (asentamientos elásticos) cimentación superficial	18
7.	CONCLUSIONES	19
8.	RECOMENDACIONES	21
8.1.	Cimentaciones superficiales	21
8.2.	Empuje de suelos	22
9.	CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS	22
9.1.	Construcción de excavaciones	22
9.2.	Preservación del suelo de cimentación	23
9.3.	Relleno de las excavaciones para cimientos	24
9.4.	Diseño de hormigones para cimentación	24
9.5.	Instalaciones hidrosanitarias	24
9.6.	Sub-dren bajo el contrapiso del último subsuelo	24
9.7.	Barrera en contra del ascenso capilar (capa de aislamiento granular)	26
9.8.	Geotextil No Tejido	27
10.	REFERENCIAS	27
11.	INDICACIONES GENERALES	28





FIGURAS

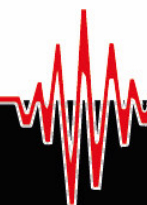
Figura 1.- Ubicación del sitio del proyecto. Imagen tomada de Google Maps.	3
Figura 2.- Afloramiento rocos en el sector en estudio	10
Figura 3.- Ubicación de laguna cerca del área investigada	10
Figura 4.- Ensayo geo eléctrico sector del Edificio de Salud	11
Figura 5.- Domocromas sondeo geofísico SG-2	12
Figura 6.- Domocromas sondeo geofísico SG-3	13
Figura 7.- Perfil sísmica de refracción, sondeo geofísico SG-2	13
Figura 8.- Perfil sísmica de refracción, sondeo geofísico SG-3	14
Figura 9.- Análisis de dispersión sondeos geofísicos (izq) SG-2 y (der) SG-3.	15
Figura 10.- Análisis de inversión y ajuste a la curva experimental para los sondeos geofísicos (izq) SG-2 y (der) SG-3.	15
Figura 11.- Perfil de velocidades de onda cortante vs la profundidad, (izq) SG-2 y (der) SG-3.	16
Figura 12.- Distribución de esfuerzos y asentamientos elásticos debajo de una cimentación superficial	19
Figura 13.- Recomendación para el diseño geotécnico de cimentaciones superficiales Edificio de Salud	21
Figura 14.- Esquema del subdren a instalar, corte típico (arriba) y planta (abajo)	26
Figura 15.- Esquema del sistema para evitar el ascenso capilar	27

TABLAS

Tabla 1.- Sondeos directos ejecutados (abril del 2024)	6
Tabla 2.- Sondeo geo eléctrico ejecutado (abril del 2024)	6
Tabla 3.- Sondeos sísmicos ejecutados (mayo del 2024)	7
Tabla 4.- Los parámetros elásticos SG-2 (arriba) y SG-3 (abajo)	16
Tabla 5.- Espectro de respuesta sísmica según la zona sísmica y el tipo de suelo	17
Tabla 6.- Esfuerzo admisible del suelo para una cimentación superficial	18

ANEXOS

- Anexo N°1:** Ubicación de sondeos
- Anexo N°2:** Registros de la exploración y perfil geotécnico
- Anexo N°3:** Ensayos de laboratorio
- Anexo N°4:** Capacidad de carga y asentamientos para una cimentación superficial
- Anexo N°5:** Registro fotográfico



ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL EDIFICIO DE SALUD - UNACH

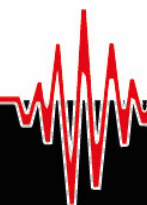
1. ANTECEDENTES

El Ing. Hernán Coloma, que se encuentra desarrollando el proyecto “EDIFICIO DE SALUD-UNACH” ubicado en la calle Jaime Roldós Aguilera, Universidad Nacional de Chimborazo, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, ha solicitado el asesoramiento de esta oficina para establecer los parámetros geotécnicos necesarios para el diseño geotécnico de los diferentes elementos de la edificación. En la Fig. 1 se muestra la ubicación y colindancias del área en estudio.



Figura 1.- Ubicación del sitio del proyecto. Imagen tomada de Google Maps.

El sector noroccidental del cantón Riobamba se encuentra emplazado sobre las formaciones Yunguilla, Volcánicos Chimborazo y depósitos glaciares. Por otro lado, la geología del sector oriental de esta ciudad está constituido en su mayoría por metavolcanitas con débil metamorfismo de la Formación Unidad Alao Paute, y sobre las lavas intermedias y básicas de la Formación Volcánicos El Altar. En una porción minoritaria está conformado por tobas y aglomerados volcánicos de la Formación Tarqui. Este sector del país presenta altitudes que oscilan entre los 2600 y los 3100 msnm.





Respecto al clima en el cantón Riobamba, la temperatura generalmente varía de 8 °C a 19 °C durante el año y rara vez baja a menos de 5 °C o sube a más de 22 °C. Los meses más fríos son de octubre a enero. La temporada con mayores precipitaciones va desde enero a junio, con una probabilidad de más del 53 % de lluvia. El mes con mayor precipitación es abril, con un promedio de 136 mm/m² de lluvia.

El predio en estudio se encuentra ubicado al noreste del campus de la Universidad Nacional de Chimborazo en un sector dominado por una pendiente media con sentido oeste-este. Actualmente, el área del proyecto se encuentra ocupado por vegetación baja de la zona, y colinda al norte y este con la calle Jaime Roldós Aguilera, al sur con unas canchas deportivas y al oeste con un área destinada a laboratorios y taller mecánico.

La estructura planificada está conformada por dos subsuelos, una planta baja y 7 plantas altas, es decir, 10 niveles de construcción. La estructura será construida con acero y hormigón armado, las luces máximas entre columnas en el sentido este-oeste varían entre 8.10 y 10.20 m y en la dirección norte-sur oscilan entre 8.28 y 10.90 m. Bajo estas condiciones, la máxima carga, que será transmitida al suelo de cimentación, transmitida por la columna más cargada oscilará entre 800 y 4000 kN (80 y 400 Ton). El área en planta del proyecto es de aproximadamente 1600 m² y correspondería a una unidad de construcción. Respecto al uso de la estructura, se considera como estructuras de ocupación especial de debido a que es un centro de educación y albergará más de trescientas personas. Según la NEC-SE-DS (2015), se deberá ejecutar un estudio geotécnico que cumpla con: *"Para edificaciones esenciales o peligrosas y ocupación especiales (descritas en la Tabla 6 de la NEC-SE-DS) se deberá considerar la campaña de exploración directa (sondeos geotécnicos) e indirecta (geofísicos), necesarias para generar un estudio geotécnico que garantice la estabilidad de la cimentación de las edificaciones a corto y largo plazo, es decir, durante la vida útil de la estructuras, y no solamente lo indicado en la Tabla 2."*

2. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Los objetivos del presente informe geotécnico son los siguientes:

1. Definir las condiciones estratigráficas existentes en el predio donde se implantará el proyecto.
2. Establecer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales característicos del sitio.
3. Llevar a cabo el análisis geotécnico que permita la revisión de los estados límite de falla (capacidad de carga) y de servicio (asentamientos).

De acuerdo con los objetivos planteados, el alcance que comprende el presente estudio





geotécnico es el siguiente:

1. Realizar una exploración del subsuelo por medio de métodos directos e indirectos en el área que ocupará el proyecto.
2. Ejecutar pruebas de laboratorio para la identificación de las propiedades físicas de los materiales encontrados.
3. Elaborar un informe geotécnico que contenga la descripción de la estratigrafía y el análisis para el diseño geotécnico de la cimentación del proyecto.

3. INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

3.1. Descripción de la campaña exploratoria de campo con métodos directos

La campaña exploratoria de campo estuvo compuesta por cuatro (4) sondeos directos ejecutados con ensayos de penetración estándar (SPT) que alcanzaron profundidades entre 2.0 y 13.0 metros medidos con respecto al nivel del terreno, denominados como SM-1 al SM-4. Durante la ejecución de estos sondeos, se realizó el ensayo de penetración estándar (SPT) según lo especificado en la norma ASTM D-1586, la cual consiste en el hincado de un tubo partido con medidas estándares (60 cm de largo y 34.9 mm de diámetro interno) por medio del impacto de un martillo de 63.5 kg de masa dejado caer desde una altura de 76.2 cm. La limpieza del sondeo se realizó con avance en seco y posteriormente, se contó el número de golpes (N_{sp}) necesarios para hincar la cuchara partida los últimos 30 cm. Además, durante las maniobras se recuperaron muestras alteradas a diferentes profundidades. Estas pruebas fueron llevadas a cabo con un equipo de perforación manual compuesto por un motor de 6.5 HP, trípode, tubería AW y equipo menor. En el sondeo SM-1 se utilizó una variante al ensayo de penetración estándar que consistió en hincar un cono perdible y contar el número de golpes requerido por cada 10 cm de penetración en el suelo. Es importante mencionar que la energía aplicada en esta prueba es la misma empleada en el ensayo de penetración estándar.

En la Tabla 1, se describe la profundidad de cada uno de los sondeos ejecutados y, como se puede observar, en la fecha de ejecución de la campaña exploratoria, realizada en el mes de marzo del 2024, se encontró nivel freático en el sondeo SM-1 a una profundidad de 9.0 m medidos con respecto al nivel actual del terreno. Es importante mencionar que en los sondeos del SM-2 al SM-4 se intentó en cuatro ocasiones mover la ubicación del sondeo, pero aun así no fue posible pasar el estrato conformado por gravas y material granular con diámetro mayores a 5 cm.





Tabla 1.- Sondeos directos ejecutados (abril del 2024)

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO (m)
SM-1	12.7	9.0
SM-2	3.0	--
SM-3	5.0	--
SM-4	5.0	--

En el Anexo N° 1 se presenta la ubicación de los sondeos ejecutados y en el reporte fotográfico, ubicado en el Anexo N° 5, se muestran las actividades desarrolladas durante la campaña exploratoria de campo.

3.2. Descripción de la campaña exploratoria de campo con métodos indirectos

La campaña exploratoria estuvo complementada por la ejecución de ensayos geofísicos, conforme se detalla a continuación.

3.2.1. Sondeo geo eléctrico

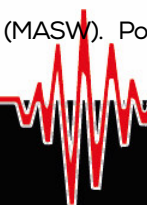
Este ensayo se lo realizó con el método del sistema de selección de frecuencia de campo eléctrico natural porque utiliza el campo eléctrico natural como fuente de campo, conforme se muestra en la Tabla 2. El equipo es el modelo PQWT-TC150 que funciona basándose en las diferencias en las propiedades de conductividad de las estructuras geológicas subterráneas. El equipo estuvo conformado por una consola para la adquisición de datos, un cable de corriente de 10 m, dos electrodos de cobre, cargador y batería. Con esta metodología fue posible medir la diferencia eléctrica del campo magnético natural de la tierra y su variación a diferentes frecuencias y profundidades para identificar las diferentes unidades geológicas del sector.

Tabla 2.- Sondeo geo eléctrico ejecutado (abril del 2024)

SONDEO	LONGITUD CUBIERTA (m)
SG-1	20

3.2.2. Sondeos basados en la propagación de ondas sísmicas

Para conocer las propiedades elásticas de los materiales del sector, se realizaron tendidos sísmicos (ASTM D6429) en base a métodos activos de adquisición de datos para ejecutar ensayos tanto de sísmica de refracción (ASTM D5777) como de análisis multicanal de ondas superficiales (MASW). Por





medio de estas metodologías es posible adquirir series temporales para realizar análisis basados en ondas tanto de compresión (V_p) como cortantes (V_s) con el objetivo de conocer de una forma indirecta los tipos de geo materiales y sus espesores para conformar un modelo geotécnico. El tendido para la adquisición de datos (arreglo sísmico) fue planteado de acuerdo con las características del proyecto y al espacio disponible, conforme se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3.- Sondeos sísmicos ejecutados (mayo del 2024)

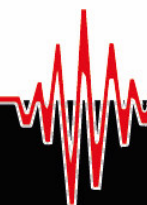
SONDEO	LONGITUD TENDIDO (m)	SEPARACIÓN GEÓFONOS (m)	ESTACIONES Y UBICACIÓN (m)	REPETICIONES	INTERVALO DE MUESTREO Y LONGITUD
SG-2	69.0	3.0	7 (-5, 10.5, 22.5, 34.5, 46.5, 58.5 y 74 m)	Mínimo 5 veces	1.25 y 2.0×10^{-3} s; 1 y 2 s
SG-3	69.0	3.0	7 (-5, 10.5, 22.5, 34.5, 46.5, 58.5 y 74 m)	Mínimo 5 veces	1.25 y 2.0×10^{-3} s; 1 y 2 s

Para estos ensayos, se utilizó un sismógrafo marca SeismeX24 (N° 002024249), 24 geófonos de 4.5 Hz, 1 cable y geófono para gatillo (100 m), 2 cables de adquisición de datos, 1 martillo de 8 kg, 1 placa de acero, cinta métrica, 1 cable USB y computador personal.

El ensayo de análisis multicanal de ondas superficiales utiliza la propagación de ondas de superficie (ondas de Rayleigh) y el resultado final puede ser presentado en 1D o 2D. El ensayo es útil para obtener la velocidad de onda cortante en los 30 primeros metros del estrato en estudio (V_{s30}) cuyo valor es importante para una correcta clasificación sísmica del perfil de suelo. Por otro lado, el ensayo de sísmica de refracción consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas de compresión (V_p) generadas por una fuente de energía activa localizados en diferentes puntos del tendido sísmico sobre la superficie del terreno.

3.3. Descripción de los ensayos de laboratorio

Para conocer las propiedades físicas y mecánicas de los diferentes tipos de estratos encontrados durante los trabajos de campo, todas las muestras recuperadas en campo fueron sometidas a ensayos de clasificación manual - visual (ASTM D 2488) y de contenido natural de agua (ASTM D 2216 / ASTM D 4643). En muestras representativas de los diferentes horizontes encontrados, se realizaron ensayos granulométricos (ASTM D 422) y de límites de Atterberg (ASTM D 4318). Además, con la información antes mencionada se efectuó la clasificación de los suelos según el SUCS (ASTM D 2487) y el detalle de los ensayos efectuados se encuentra en el Anexo N° 3 del presente informe.





4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATIGRAFÍA

4.1. Interpretación de la estratigrafía a partir de los sondeos mecánicos

Con la información recopilada durante la campaña exploratoria de campo, la descripción manual-visual y los ensayos de laboratorio efectuados se ha clasificado a los diferentes estratos identificados siguiendo las recomendaciones del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). A continuación, se describe la estratigrafía encontrada en cada sondeo:

SONDEO SM-1

- En la parte superficial y hasta una profundidad de 6.0 m, se identificó un limo arenoso de baja plasticidad, color café, olor inorgánico, humedad baja, dilatancia rápida, tenacidad baja, plasticidad nula, resistencia seca nula. La fracción arenosa presenta partículas subangulares de tamaños que oscilan entre 0.075 y 0.5 mm. El Nspt de campo varía entre 4 y 23 golpes, el contenido de agua entre 6 y 18 %, el contenido de finos varía entre 50 y 52 %. La clasificación es ML.
- A continuación, entre 6.0 y 10.0 m de profundidad, se identificó una arena limosa con grava, color café, húmeda a muy húmeda. Fracción arenosa color gris y café formada por partículas angulares de entre 0.5 y 2 mm. Gravas de tamaño máximo de 2 cm. Matriz de limo no plástico. El Nspt de campo fluctúa de 22 a 36 golpes, el contenido de agua de 9 a 13 %, el contenido de finos de 15 a 20 %. La clasificación es SM.
- Finalmente, entre 10.0 m y hasta la profundidad investigada, se encontró una arena mal graduada/limosa de color gris y café, muy húmeda y olor inorgánico. Presencia de gravas de hasta 2 cm, angulares. Fracción arenosa de tamaño entre 0.5 y 2 mm, subangular. El Nspt de campo fue de 45 golpes, el contenido de agua oscila entre 11 y 15 % y el contenido de finos es del 10 %. La clasificación es SP-SM. El sondeo sigue hasta una profundidad de 12.7 m con el uso de un cono perdible.

SONDEO SM-2

- En la parte superficial y hasta una profundidad de 3.0 m, se identificó una arena limosa con grava. La fracción arenosa color gris y café, húmeda y olor inorgánico formada por partículas angulares de entre 0.5 y 2 mm con matriz de limo no plástico. Se identificaron gravas de tamaño máximo de 2 cm subangulares. El Nspt de campo varía entre 19 y 20 golpes, el contenido de agua entre 9 y 10 %, el contenido de finos es del 40 %. La clasificación es SM.





- Finalmente, entre 3.0 m y hasta la profundidad investigada, se encontró una grava limosa con matriz café, húmeda, se observan partículas con diámetros mayores a 5 cm y forma subangular. El Nspt de campo fue mayor a 50 golpes. La clasificación manual visual es GM.

SONDEO SM-3

- En la parte superficial y hasta una profundidad de 1.5 m, se identificó una arena limosa color gris, humedad baja, olor inorgánico, tamaño máximo de partículas entre 0.075 y 0.5 mm con forma subangular y matriz fina no plástica. El Nspt de campo fue de 17 golpes, el contenido de agua del 3.5 % y el contenido de finos es del 45 %. La clasificación es SM.
- Más abajo, entre 1.5 y 5.0 m de profundidad, se identificó una arena limosa con grava, color gris, humedad baja, olor inorgánico, tamaño de partículas entre 0.075 y 2 mm, subangulares. Partículas de grava de hasta 3.5 cm subangulares y matriz de finos no plásticos. El Nspt de campo fluctúa de 41 a 43 golpes, el contenido de agua del 5.0 %, el contenido de finos de 20 a 40 %. La clasificación es SM.
- Finalmente, entre 5.0 m y hasta la profundidad investigada, se encontró una grava limosa con matriz gris, húmeda, se observan partículas con diámetros mayores a 5 cm y matriz no plástica. El Nspt de campo fue mayor a 50 golpes. La clasificación manual visual es GM.

SONDEO SM-4

- En la parte superficial y hasta una profundidad de 5.0 m, se identificó una arena limosa con grava, color gris, olor inorgánico, partículas subangulares de tamaño predominante entre 0.075 y 0.5 mm. Presencia de gravas de hasta 3 cm y matriz fina no plástica. El Nspt de campo fluctúa entre 18 y 38 golpes, el contenido de agua entre 6 y 9 % y el contenido de finos entre 20 y 24 %. La clasificación es SM.
- Finalmente, entre 5.0 m y hasta la profundidad investigada, se encontró una grava limosa con matriz gris, húmeda, se observan partículas con diámetros mayores a 5 cm y matriz no plástica. El Nspt de campo fue mayor a 50 golpes. La clasificación manual visual es GM.

En general, en el sector investigado donde se implantará la estructura se observan afloramiento de rocas con diámetros superiores a 2.0 m y en la Fig. 2 se muestra una fotografía en la que se observa el afloramiento de material rocoso antes mencionado.





Figura 2.- Afloramiento rocos en el sector en estudio

Como se indica en la Tabla 1, únicamente se encontró nivel freático en el sondeo SM-1 y este hallazgo puede estar relacionado con la existencia de una laguna ubicada a 200 m con dirección noreste del proyecto del proyecto. Este cuerpo de agua puede influir en el comportamiento hidrogeológico del sector y el nivel freático puede sufrir variaciones estacionales.



Figura 3.- Ubicación de laguna cerca del área investigada

En los registros de perforación ubicado en el Anexo N° 2, se muestran las características relevantes de los diferentes estratos identificados.



4.2. Interpretación de la estratigrafía a partir de los sondeos geofísicos

4.2.1. Sondeo geo eléctrico

Para que un acuífero pueda almacenar y producir agua subterránea, deben existir espacios entre las partículas del suelo o fracturas donde se pueda almacenar el líquido y estos poros deben estar conectados para permitir su flujo. Para conocer el potencial de almacenamiento de agua, se realizó un sondeo geo eléctrico basado en la diferencia de las propiedades de conductividad de las estructuras geológicas subterráneas. Con este objeto se midió la diferencia eléctrica del campo magnético natural de la tierra y su variación a diferentes frecuencias y profundidades. Las variaciones en las frecuencias del campo electromagnético en el subsuelo pueden variar entre 0-30 kHz.

En la Fig. 4 se observa que, en el Edificio de Salud, los estratos profundos de roca se ubican a una profundidad aproximada de 90 m, supra yacido por depósitos constituidos por depósitos muy húmedos y se puede observar en esta misma figura una disposición casi horizontal del contacto entre los depósitos y el material rocoso. Se observa en la misma Fig 4 la respuesta del campo eléctrico en mV para generar un perfil cuyas regiones con un esquema de color rojo indican las zonas altamente resistivas y, a medida que el espectro de colores migra hacia el color azul, la resistencia disminuye. Las regiones con una alta acumulación de agua subterránea se identifican con una concentración de color más azul. Estos resultados se relacionan con la identificación del nivel freático, conforme se explicó en el acápite 4.1.

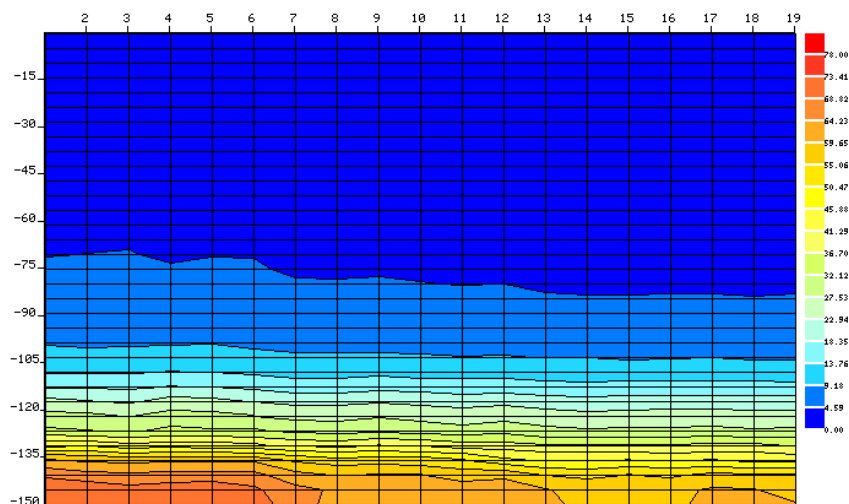


Figura 4.- Ensayo geo eléctrico sector del Edificio de Salud

4.2.2. Sísmica de refracción y MASW

En una primera etapa, se utilizaron las señales adquiridas en campo para calcular el perfil del suelo



a partir de sísmica de refracción. Respecto a este tipo de ensayos, el procesamiento de la información se encuentra dividido en tres partes fundamentales, como son:

- La adquisición de datos en campo, realizada con geófonos de baja frecuencia y un equipo de adquisición de datos para transformar los movimientos mecánicos de los geófonos en señales digitales sirve para conocer el comportamiento de las ondas sísmicas en el campo.
- Identificación de los primeros arribos a partir de las señales adquiridas en campo.
- Obtención de las domocromas que constituyen la interpretación de las velocidades longitudinales obtenidas en campo.

En el presente estudio, el análisis para el procesamiento de los ensayos de sísmica de refracción se empleó el programa desarrollado por el SismoTerra para obtener los primeros arribos y luego trazar las domocromas, conforme se muestra en las Figs 5 y 6.

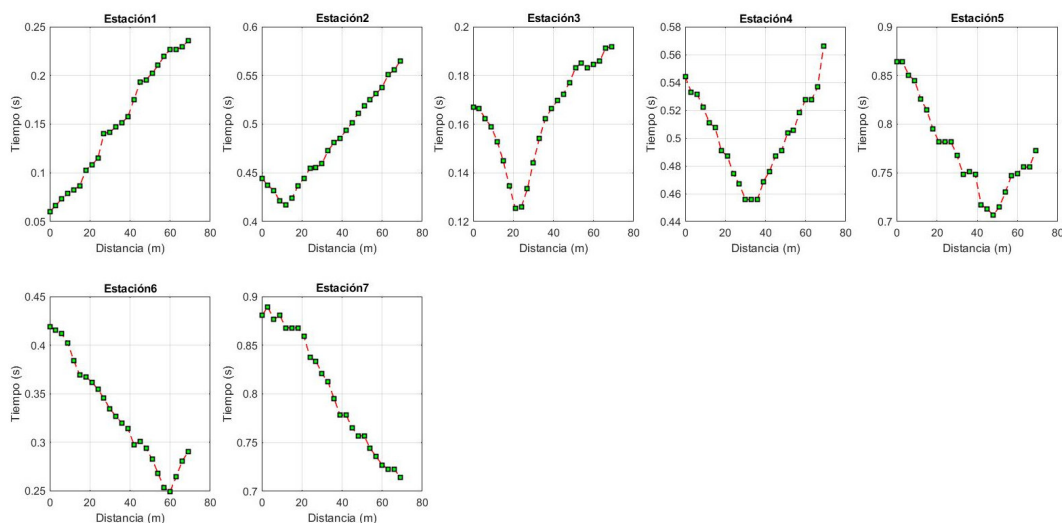


Figura 5.- Domocromas sondeo geofísico SG-2



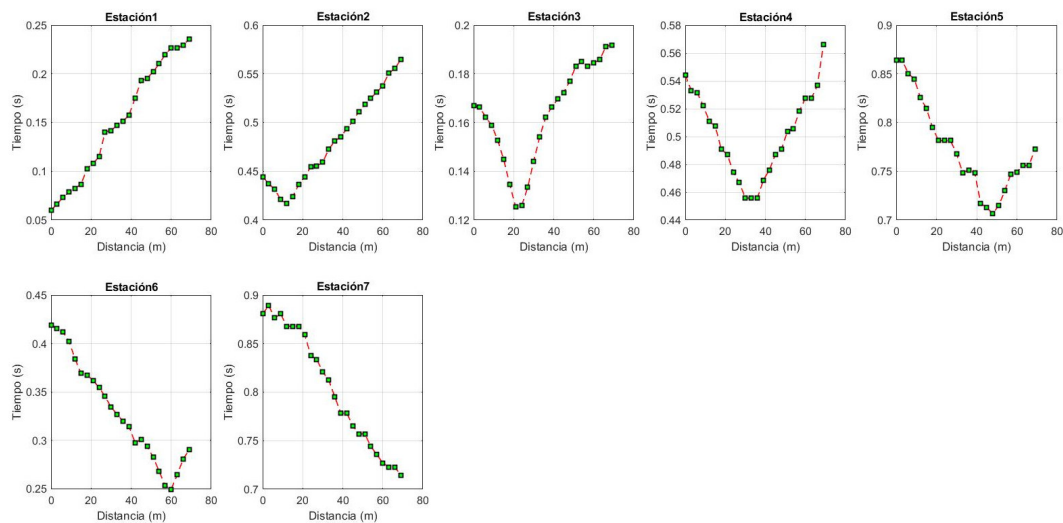


Figura 6.- Domocromas sondeo geofísico SG-3

Una vez procesada la información presentada en las Figs 5 y 6, se puede establecer el perfil de velocidades longitudinales hasta la profundidad investigada, conforme se muestra en las Figs 7 y 8.

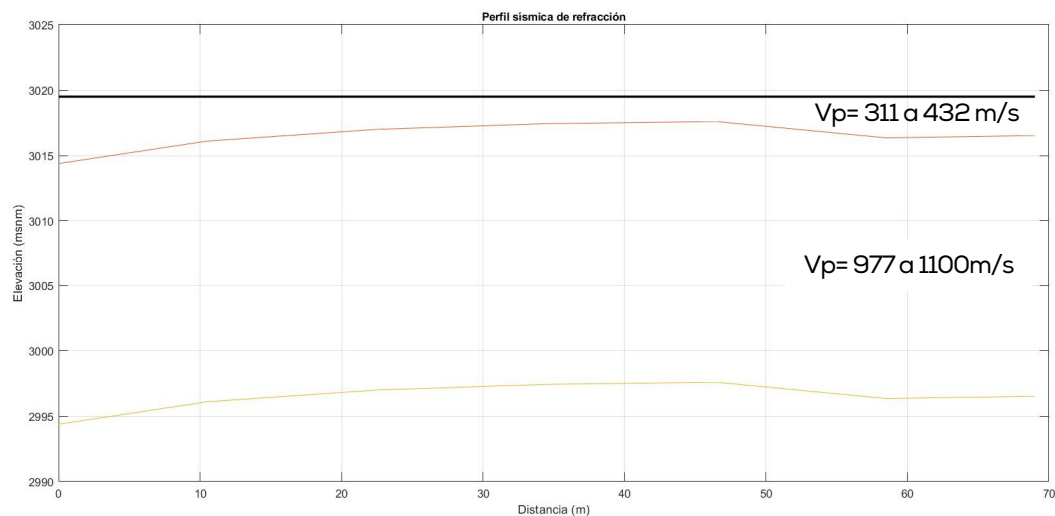
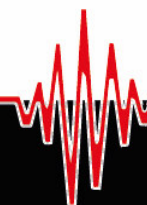


Figura 7.- Perfil sísmica de refracción, sondeo geofísico SG-2



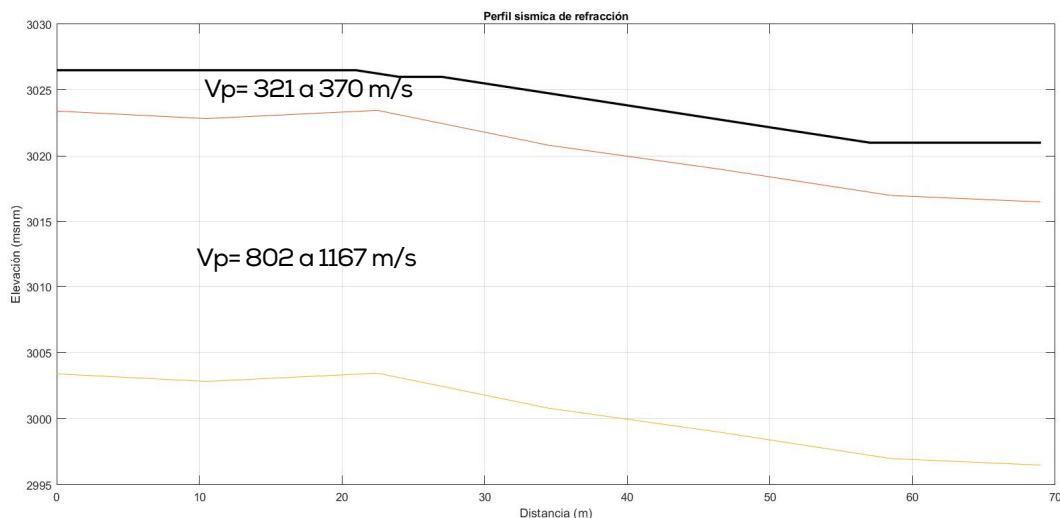


Figura 8.- Perfil sísmica de refracción, sondeo geofísico SG-3

Respecto a los ensayos tipo MASW efectuados, este tipo de ensayo se encuentra dividido en tres partes fundamentales para su interpretación que son:

- La adquisición de datos en campo, realizada con geófonos de baja frecuencia y un equipo de adquisición de datos para transformar los movimientos mecánicos de los geófonos en señales digitales sirve para conocer el comportamiento de las ondas sísmicas en el campo.
- El análisis de dispersión (dominio de la frecuencia) se refiere a la transformación de la información desde el dominio del tiempo al dominio de la frecuencia y el cálculo de las velocidades de fase, asumiendo que las ondas Rayleigh se asemejan en un 95 % a las ondas cortantes. Se seleccionan los componentes que poseen el mayor valor de amplitud normalizada.
- El análisis de inversión consiste en obtener el perfil de ondas cortantes a partir de un retro análisis y cálculos iterativos a partir de la obtención de una curva de dispersión teórica. Para la conformación de este modelo es necesario conocer la velocidad de onda longitudinal, densidad, coeficiente de Poisson y velocidad de onda cortante de los estratos presentes en el sector.

En el presente estudio, el análisis para el procesamiento de los ensayos MASW efectuados se empleó el programa desarrollado por el equipo Geopsy que es una herramienta informática de código abierto para investigaciones y aplicaciones geofísicas. Para las dos líneas sísmicas llevadas a cabo denominadas SG-2 y SG-3, la Fig 9 muestra el análisis de dispersión llevado a cabo en cada sondeo geofísico.



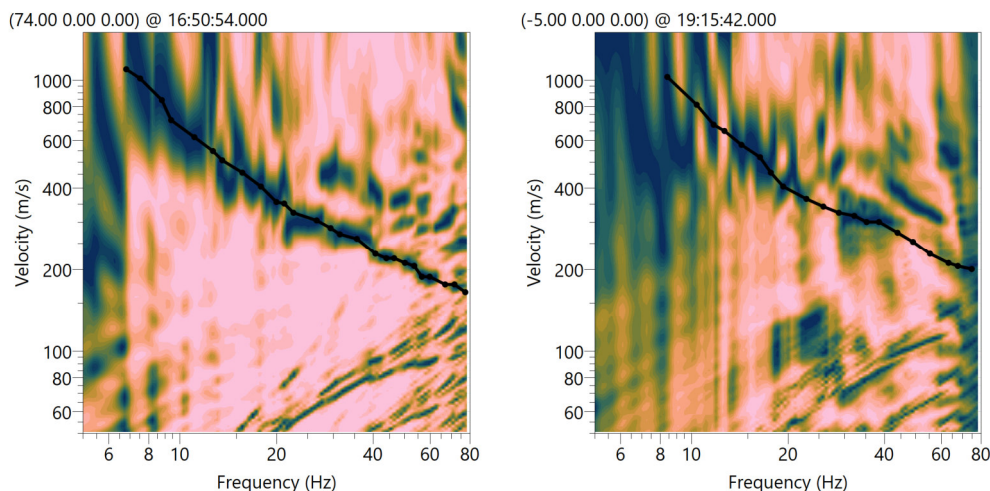


Figura 9.- Análisis de dispersión sondeos geofísicos (izq) SG-2 y (der) SG-3.

En una segunda etapa del análisis se planteó un modelo inicial con el cual se realizaron 10000 iteraciones hasta encontrar un modelo el perfil de ondas cortantes que se ajuste a las curvas de dispersión mostradas en la Fig 9. En este análisis se obtuvieron los resultados mostrados en la Fig 10 con errores menores a 0.04.

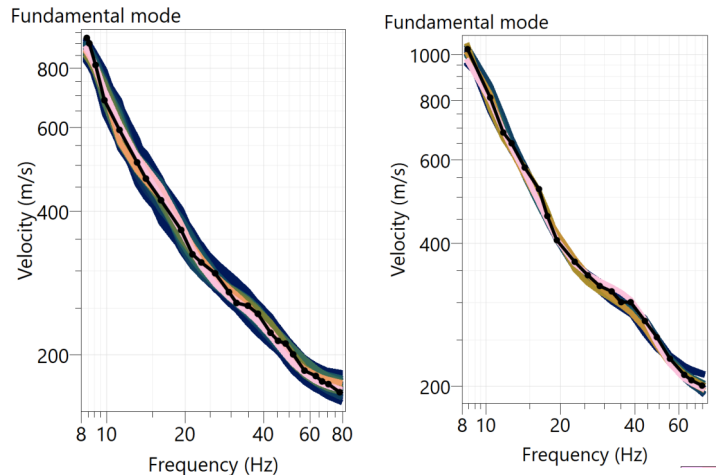
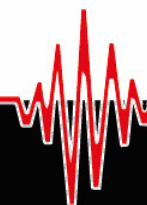


Figura 10.- Análisis de inversión y ajuste a la curva experimental para los sondeos geofísicos (izq) SG-2 y (der) SG-3.

Finalmente, se obtuvieron los perfiles de velocidad de onda cortante respecto a la profundidad de cada uno de los sondeos ejecutados, conforme se indica en la Fig 11.



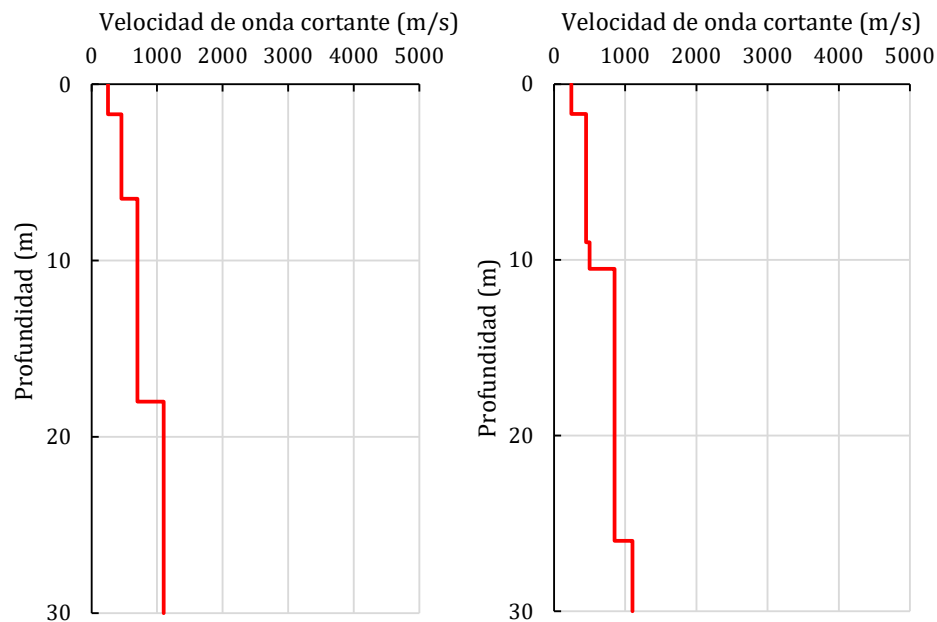


Figura 11.- Perfil de velocidades de onda cortante con respecto a la profundidad, (izq) SG-2 y (der) SG-3.

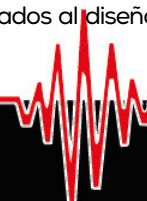
Los parámetros elásticos obtenidos a partir del análisis de inversión se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4.- Los parámetros elásticos SG-2 (arriba) y SG-3 (abajo)

Vs m/s	prof m	h m	Poisson	Densidad kN/m ³	G MPa	E MPa
250	1.7	1.7	0.35	1800	1.13	3.04
450	6.5	4.8	0.35	1800	3.65	9.84
700	18	11.5	0.35	1800	8.82	23.81
1100	30	12	0.35	1800	21.78	58.81
Vs m/s	prof m	h m	Poisson	Densidad kN/m ³	G MPa	E MPa
245	1.7	1.7	0.35	1800	1.08	2.92
450	9	7.3	0.35	1800	3.65	9.84
500	10.5	1.5	0.35	1800	4.50	12.15
850	26	15.5	0.35	1800	13.01	35.11
1100	30	4	0.35	1800	21.78	58.81

5. ZONA SÍSMICA

La NEC-SE-DS (2015) presenta los requerimientos y metodologías que deben ser aplicados al diseño



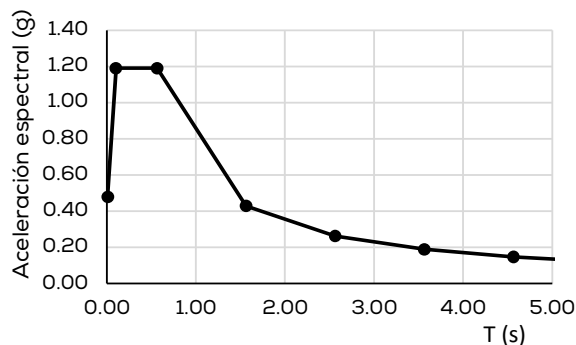
sismo resistente de edificios en función de la respuesta de sitio ante cargas sísmicas. Se debe considerar la zona sísmica del sector y las características del suelo en el cual se implantará el proyecto. Con esta información, se calculará el espectro de respuesta sísmica indicado en la normativa obtenido para una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años (período de retorno de 475 años) y evaluado a partir de un estudio de peligro sísmico probabilista.

Para definir el tipo de perfil de suelo para el diseño sísmico, la NEC-SE-DS provee diferentes procedimientos para clasificar el perfil en los 30 m superiores, como son: la velocidad de onda cortante media (V_s) o el número medio de golpes del ensayo de penetración estándar (N_{60}). Conforme los resultados en la Tabla 4, se han calculado los valores de la V_{s30} para el sondeo SG-2 es 794 m/s y el sondeo SG-3 es 734 m/s, y los períodos fundamentales de vibración de la columna de suelo son 0.15 s y 0.16 s, respectivamente. El proyecto se encuentra implantado en el cantón Riobamba donde la zona sísmica del sector es igual a 0.40 g ($Z=0.40$) y se ha considerado un perfil de suelo para el diseño sísmico tipo C. En la Tabla 5 se presenta el espectro de respuesta a ser considerado para el cálculo de la estructura.

Tabla 5.- Espectro de respuesta sísmica según la zona sísmica y el tipo de suelo

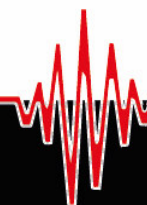
	T (s)	acel. (g)
	0.01	0.48
T_o	0.10	1.19
T_c	0.56	1.19
	1.56	0.43
	2.56	0.26
	3.56	0.19
	4.56	0.15
	5.56	0.12

$z = 0.4$
 $F_a = 1.2$
 $F_d = 1.11$
 $F_s = 1.11$
 $\eta = 2.48$
 $r = 1$



6. DISEÑO GEOTÉCNICO DE CIMENTACIONES

En esta sección se presenta la revisión de los estados límites de falla y de servicio para la cimentación del proyecto propuesto.



6.1. Propuesta con una cimentación superficial

6.1.1. Revisión del estado límite de falla (capacidad de carga)

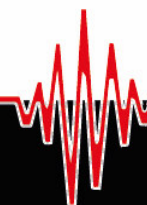
Debido a las características del proyecto y a las características de los estratos encontrados, se procedió a revisar el estado límite de falla de una cimentación superficial por medio de la filosofía de diseño de última resistencia. Este análisis se realizó usando las ecuaciones propuestas por Meyerhof (1956, 1974) a partir del N_{spt} . En la Tabla 6, se presentan los valores calculados de la capacidad de carga admisible para una cimentación superficial en función del ancho del cimiento y del N_{spt} . Además, en el Anexo N° 4 de presenta el detalle de los valores obtenidos de la capacidad de carga.

Tabla 6.- Esfuerzo admisible del suelo para una cimentación superficial

Prof. m	q adm (kPa) B = 2.0 m			
	SM-1	SM-2	SM-3	SM-4
1.00	66.03	330.2	280.63	297.1
2.00	100.51	628.2	540.24	326.7
3.00	251.28		515.11	289.0
4.00	213.58		540.24	477.4
5.00	288.97		628.19	628.2
6.00	452.30			
7.00	448.35			
8.00	256.30			
9.00	296.56			
10.00	468.90			
11.00	447.08			
11.50	398.38			
12.00	475.60			
12.50	465.99			

6.1.2. Revisión del estado límite de servicio (asentamientos elásticos) para una cimentación superficial

Para el cálculo de los asentamientos provocados en el estrato subyacente a la cimentación superficial por la carga transmitida calculada a partir de los datos del esfuerzo admisible del suelo y descrita previamente, se asume un análisis de tipo elástico. Debido al tipo de material encontrado en la zona, se espera los asentamientos elásticos provocados por la diferencia entre los esfuerzos transmitidos por la estructura y los esfuerzos admisibles de cada estrato encontrado menores a 25.4 mm.



Además, en la Fig 12 se presenta la distribución de esfuerzos provocados por el esfuerzo transmitido de 200.0 kPa en una placa rígida rectangular de 2.0 x 10.0 m actuando en la estratigrafía considerada y los respectivos asentamientos elásticos inducidos. La información de los módulos de deformación fue obtenida a partir de la información presentada en la Tabla 4 y como se puede observar, el esfuerzo máximo provoca un asentamiento elástico del orden de 23 mm, el cual es comparable con el evaluado con los datos de la prueba de penetración estándar. Esta distribución de esfuerzos es calculada con la teoría elástica propuesta por Boussinesq para una placa rígida y los asentamientos elásticos fueron evaluados a partir de las características esfuerzo-deformación representativa de los materiales encontrados. Estos cálculos fueron llevados a cabo en el programa ST_ISOBARAS_BOUSSINESQ desarrollado por Sismoterra.

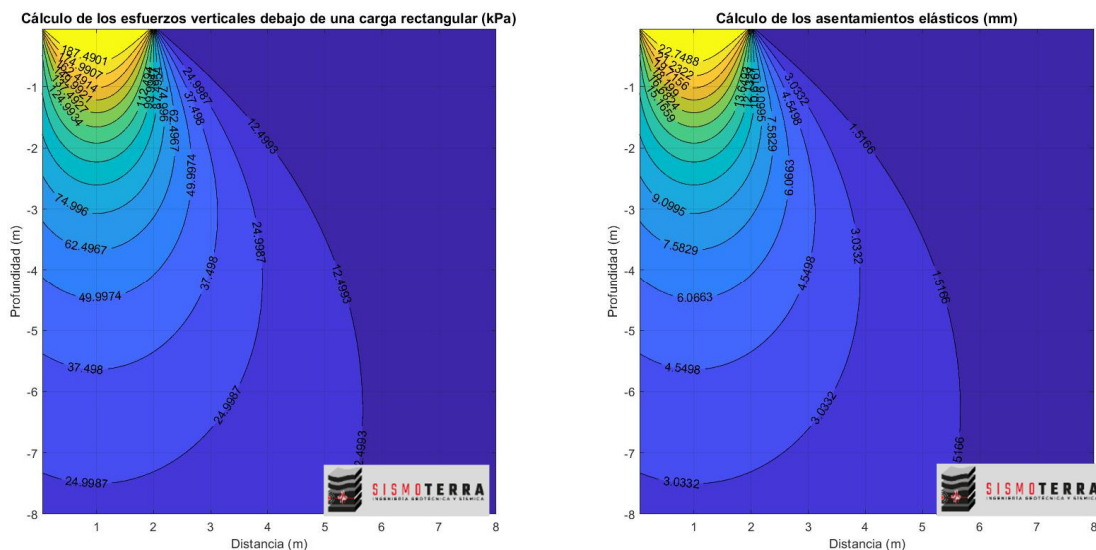
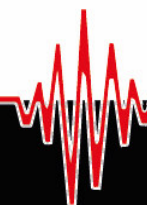


Figura 12.- Distribución de esfuerzos y asentamientos elásticos debajo de una cimentación superficial

7. CONCLUSIONES

- El presente informe es aplicable para la construcción del proyecto “EDIFICIO DE SALUD-UNACH” ubicado en la calle Jaime Roldós Aguilera, Universidad Nacional de Chimborazo, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.
- La campaña exploratoria de campo estuvo conformada por cuatro (4) sondeos directos ejecutados con el ensayo de penetración estándar (SPT) y profundidades entre 2.0 y 13.0 metros medidos con respecto al nivel del terreno, denominados como SM-1 al SM-4.
- Adicionalmente, se complementó la campaña exploratoria con la ejecución de tres (3) ensayos indirectos con técnicas geofísicas. El sondeo SG-1 fue realizado mediante una técnica geoelectrica y los sondeos SG-2 y SG-3 realizados con tendidos geofísicos usando técnica activa de interpretación como son la sísmica de refracción y MASW.





- El perfil estratigráfico del predio en el que se planifica construir el proyecto está conformado de la siguiente manera:

SONDEO SM-1

- En la parte superficial y hasta una profundidad de 6.0 m, se identificó un limo de baja plasticidad, color café; ML.
- A continuación, entre 6.0 y 10.0 m de profundidad, se identificó una arena limosa con grava, color café; SM.
- Finalmente, entre 10.0 m y hasta la profundidad investigada, se encontró una arena mal graduada/limosa de color gris y café. SP-SM. El sondeo sigue hasta una profundidad de 12.7 m con el uso de un cono perdible.

SONDEO SM-2

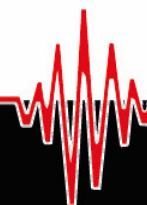
- En la parte superficial y hasta una profundidad de 3.0 m, se identificó una arena limosa con grava. La fracción arenosa color gris y café; SM.
- Finalmente, entre 3.0 m y hasta la profundidad investigada, se encontró una grava limosa con matriz café; GM.

SONDEO SM-3

- En la parte superficial y hasta una profundidad de 1.5 m, se identificó una arena limosa color gris; SM.
- Más abajo, entre 1.5 y 5.0 m de profundidad, se identificó una arena limosa con grava, color gris; SM.
- Finalmente, entre 5.0 m y hasta la profundidad investigada, se encontró una grava limosa con matriz gris; GM.

SONDEO SM-4

- En la parte superficial y hasta una profundidad de 5.0 m, se identificó una arena limosa con grava, color gris; SM.
- Finalmente, entre 5.0 m y hasta la profundidad investigada, se encontró una grava limosa con matriz gris; GM.
- En la fecha en la que fueron realizados los trabajos de campo, se encontró nivel freático a una profundidad de 9.0 m respecto al nivel actual del terreno en el sondeo SM-1.



- Debido a la ubicación geográfica del proyecto, el coeficiente Z de aceleración sísmica es 0.4 y de acuerdo con el tipo de suelo encontrado el perfil sísmico es clasificado como tipo C, según lo establecido en la NEC-SE-DS (2015).
- A partir de los datos recopilados se han calculado los valores de la V_{s30} para los sondeos SG-2 (795 m/s) y SG-3 (734 m/s). Además, se evaluaron los períodos fundamentales de vibración de la columna de suelo son 0.15 s y 0.16 s, respectivamente.
- En el acápite 6 del presente informe, se indican los parámetros geotécnicos obtenidos de la verificación de los estados límites de falla (capacidad de carga) y servicio (asentamiento), según lo establecido en la NEC-SE-GC (2015).

8. RECOMEDACIONES

8.1. Cimentaciones superficiales

Para el diseño de geotécnico de las cimentaciones, se presentan las siguientes recomendaciones, a continuación:

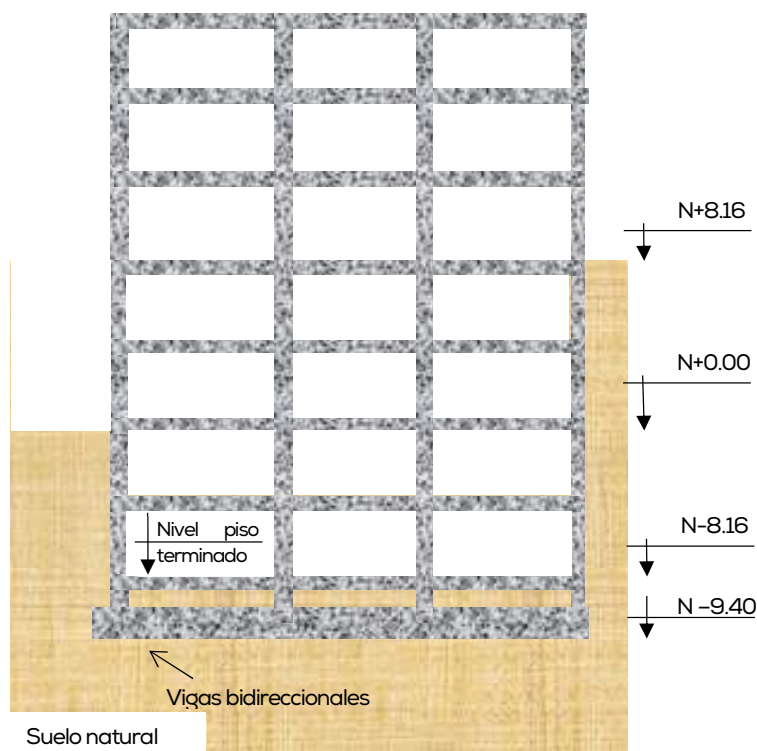


Figura 13.- Recomendación para el diseño geotécnico de cimentaciones superficiales Edificio de Salud

Para el diseño de las cimentaciones superficiales, el esfuerzo de carga admisible tiene un valor





de 200.0 kPa (20.0 t/m²) y el coeficiente de reacción del suelo sin considerar el mejoramiento es de 18.32 MPa/m (1868 t/m²/m).

Una vez que se tenga la información del diseño estructural de las edificaciones, se podrán revisar nuevamente los estados límites de falla y de servicio para verificar que se cumplen con los requisitos establecidos por el proyecto. Las recomendaciones para el diseño de cimentaciones superficiales se basan en la revisión del estado límite de servicio, es decir, no superan los 25 mm de asentamientos elásticos o inmediatos.

8.2. Empuje de suelos

Para evaluar de los empujes hacia las estructuras de contención, que transmitirá el suelo, se emplearon los siguientes datos:

γ = Peso específico del suelo = 18 kN/m³

ϕ = Ángulo de fricción interna del suelo = 30°

c = Cohesión = 0 kN/m²

q = Sobrecarga sobre muro = 10.0 kN/m²

k_a = Coeficiente activo de presión del suelo (Rankine) = $\tan^2(45 - \phi/2)$ = 0.33

k_0 = Coeficiente en reposo de presión del suelo (Jaky) = $1 - \sin \phi$ = 0.50

k_h = Coeficiente sísmico = 0.24

9. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

A continuación, se presentan algunas consideraciones que se deberán tener en cuenta durante la etapa constructiva.

9.1. Construcción de excavaciones

La mala calidad de los primeros estratos y el natural deterioro que ocurre en los suelos a partir de la realización de las excavaciones puede ocasionar la excesiva deformación de sus paredes, o aún la producción de deslizamientos, durante la etapa de construcción de las edificaciones. Estos hechos a su vez pueden poner en peligro la estabilidad de las obras adyacentes, así como la seguridad del personal y equipo de construcción, con los consiguientes problemas técnicos y económicos.

Para limitar la posibilidad de ocurrencia de estos problemas, se deberá implementar una serie de medidas, algunas de las cuales se mencionan a continuación.



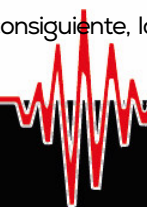


- Diseño de un método constructivo que considere la calidad del suelo del sector, la profundidad de las excavaciones y la existencia de obras en la vecindad.
- Programación de un eficiente sistema de control de calidad, a fin de verificar el cabal cumplimiento del sistema diseñado.
- Implementación, durante la construcción, del sistema de control para detectar los problemas en forma inmediata y tomar las medidas correctivas con oportunidad.
- Rapidez en el proceso constructivo de las excavaciones de manera que las excavaciones permanezcan abiertas y sin sostenimiento, el menor tiempo posible.
- Las excavaciones serán realizadas preferentemente en temporadas secas o de poca pluviosidad y con protección de las paredes de las excavaciones con hormigón lanzado, especialmente contra los efectos dañinos de las lluvias y cambios de temperatura. Si la fiscalización lo estima pertinente en forma alternativa se puede utilizar láminas de polietileno para proteger los suelos expuestos a la acción atmosférica.
- Diseño y construcción de un sistema de entibados de las paredes de las excavaciones para garantizar tanto la estabilidad de las excavaciones como la producción de deformaciones pequeñas.
- La construcción por etapas, concluyendo las labores de cimentación en un sector, antes de continuar con el siguiente, también ayudará a minimizar los problemas constructivos.
- Se deberá considerar un rubro de retiro de materiales pétreos de al menos 2.0 m de diámetro y voladura de materiales pétreos.
- Para la construcción de muros anclados, se deberá considerar el empleo de equipo especializado que permita la rotura de material pétreo con métodos neumáticos o similares.

9.2. Preservación del suelo de cimentación

Los últimos veinte centímetros de excavación se deberán realizar en forma manual para minimizar la sobre excavación y evitar la alteración excesiva de la estructura natural del suelo. Éstas se deben efectuar de acuerdo con las dimensiones y emplazamiento indicados en los planos de proyecto. Los procedimientos de excavación deberán planificarse de manera que provoquen la menor alteración del terreno natural y eviten la sobre excavación.

Antes de concluir las excavaciones, se deberá verificar por medio de equipo topográfico de precisión el nivel y/o cota del suelo que recibirá la cimentación de las estructuras; posteriormente se recomienda colocar el replantillo y los cimientos en forma rápida, luego de concluida la excavación. Si se deja expuesto el plano de fundación, la acción del de los agentes ambientales y de las aguas de escorrentía podría ocasionar el deterioro de la calidad del suelo de cimentación y, por consiguiente, la





disminución de su capacidad portante.

9.3. Relleno de las excavaciones para cimientos

Para hacer el relleno sobre los cimientos se utilizará los suelos naturales provenientes de las excavaciones. Sin embargo, los suelos orgánicos o los que contengan exceso de pómez, basura o fragmentos de tamaño mayor a 3" deben ser desechados. Los materiales que se utilicen deben ser compactados, humedecidos o secados según corresponda, hasta que alcancen el 95% de la máxima densidad de acuerdo con el ensayo Próctor Estándar.

9.4. Diseño de hormigones para cimentación

Realizar el diseño del hormigón estructural acorde con las condiciones específicas del agregado que se encuentre en la zona, tipo de cemento a emplear y tomar muestras mediante cilindros de prueba para realizar ensayos de compresión simple, con el fin de llevar un correcto control de calidad.

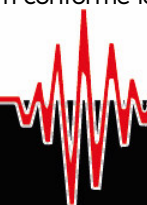
9.5. Instalaciones hidrosanitarias

Se deberá diseñar y construir las instalaciones hidrosanitarias para conducción de agua potable, drenaje de aguas lluvia y servida entre otras, así como los reservorios de agua contemplados para almacenamiento de agua potable para consumo doméstico y sistema de protección contra incendios para la edificación, de tal manera que se garanticen la hermeticidad durante su vida útil; con ello se evitarán filtraciones hacia los estratos inferiores de las cimentaciones, previniendo que se modifiquen las propiedades geomecánicas consideradas en el presente informe, lo cual podría producir asentamientos diferenciales en la estructura con el transcurso del tiempo.

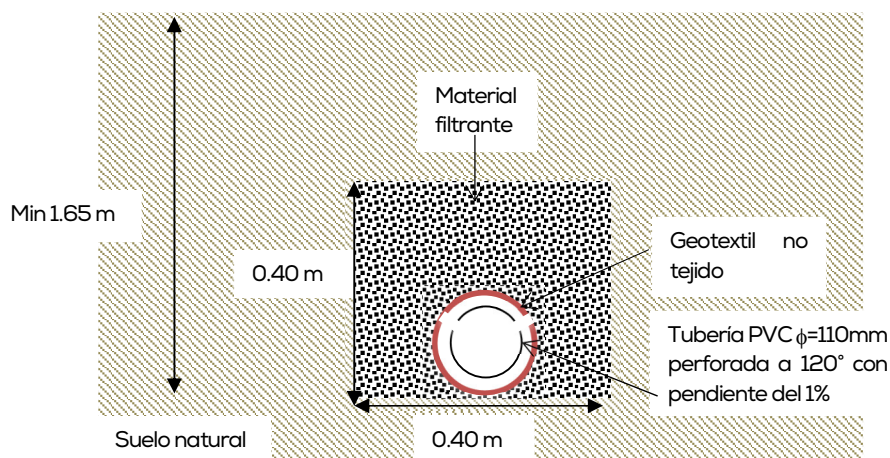
9.6. Sub-dren bajo el contrapiso del último subsuelo

Se construirá un drenaje subterráneo mediante el empleo de tubería perforada de PVC para drenaje, geotextil y material granular de filtro para relleno. Se excavará una zanja de 0.40 x 0.40 m de sección y dentro de ésta se colocará la tubería de PVC ranurada y recubierta en su perímetro por un geotextil de tipo no tejido que generará un filtro evitando el arrastre de suelos con diámetros menores al material drenante. Finalmente, se colocará el material granular drenante hasta completar la dimensión del subdren. El agua captada por el subdren deberá ser conducida directamente a la red de aguas pluviales de la red municipal.

La tubería empleada deberá ser fuerte, duradera y libre de defectos, grietas y deformaciones. El geotextil no tejido deberá cumplir con el tamaño de la abertura aparente de 0.18 mm conforme la



norma ASTM D 4751, así como también la permeabilidad a 50 mm HW de 0.17 cm/s, permitividad de 2.4 s⁻¹ y tasa de flujo de 7700 l/min/m² conforme la ASTM D 4491. El material filtrante para rellenar la zanja, como medio permeable, deberá ser roca o piedra triturada, limpia y durable, libre de materias orgánicas, terrones de arcilla u otras sustancias inconvenientes. Este material será Clase 1 - Tipo B según la Tabla 822.4.1 de las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes (MOP - 001-F 2002). En la Fig 14 se muestra un esquema del subdren a utilizarse y la ubicación en planta.



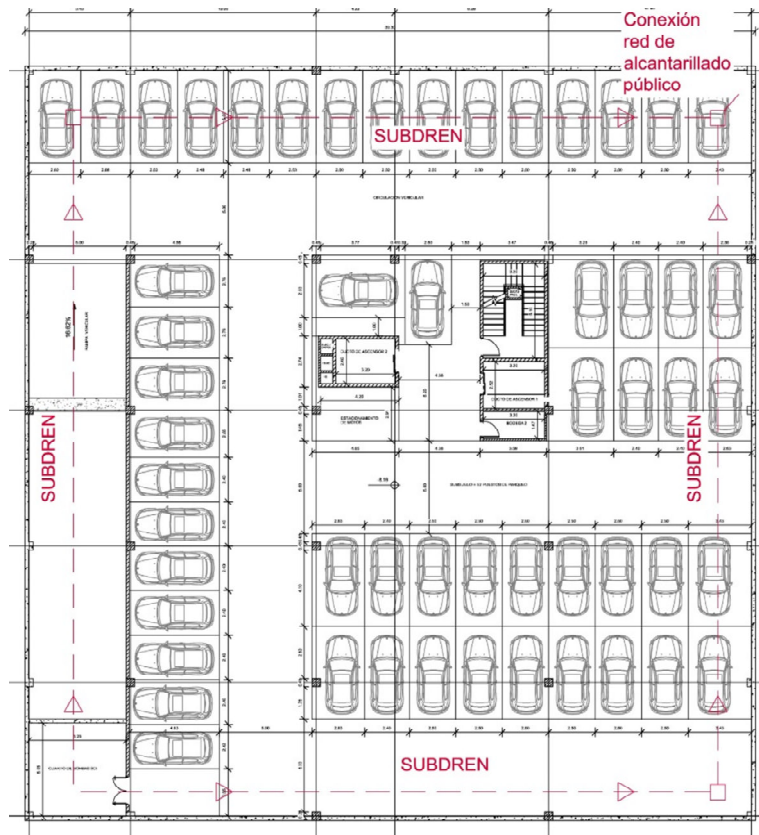


Figura 14.- Esquema del subdren a instalar, corte típico (arriba) y planta (abajo)

9.7. Barrera en contra del ascenso capilar (capa de aislamiento granular)

La presencia de aguas subterráneas, así como la posibilidad de que este nivel experimente pequeñas oscilaciones relacionadas con las estaciones climáticas anuales, o aún oscilaciones mayores, relacionadas con periodos climáticos excepcionales, hace ver la necesidad de diseñar y construir un sistema que impida el ascenso capilar a las paredes y contrapiso, conforme se muestra en la Fig 15.



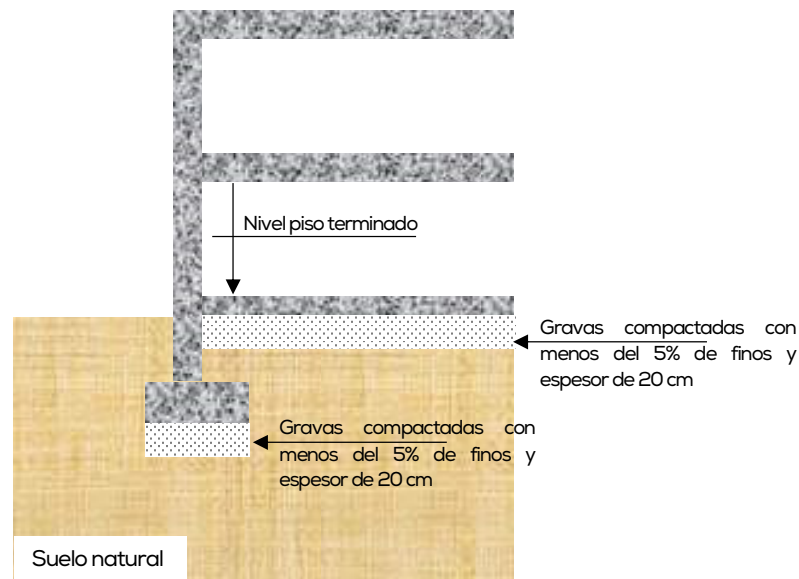


Figura 15.- Esquema del sistema para evitar el ascenso capilar

Lo anterior se complementará con el diseño de un sistema de impermeabilización tanto para el piso, como para los muros perimetrales.

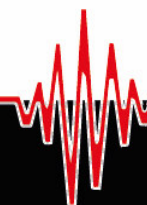
9.8. Geotextil No Tejido

Para separar el material de subbase y el suelo natural, se usará un geotextil no tejido que cumpla los siguientes requisitos:

- Resistencia a la tensión método tira ancha de mínimo 13 kN/m
- Resistencia al punzonamiento mínimo de 450 N
- Resistencia al punzonamiento estático (CBR) de 2400 N
- Estabilidad UV – Resistencia retenida después de 500 horas, mayor al 70 %
- Tamaño abertura aparente 0.15 mm

10. REFERENCIAS

- Bowles, JE. (1997). *Foundation analysis and design*, 5th edition. The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Meyerhof, GG. (1956). Penetration tests and bearing capacity of cohesionless soils. *JSMFD, ASCE*, 82(SM 1), 1-19.
- Meyerhof, GG. (1974). General report: Outside Europe. *ESOPT, Stocolmo*, 2(1), 40-48.
- MIDUVI, (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción





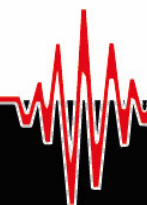
Vesic, AS. (1961). Beams on elastic subgrade and the Winkler's hypothesis. *En el 5to ICSMFE*, 1, 845-850.

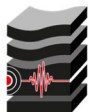
II. INDICACIONES GENERALES

Las recomendaciones expuestas en este Informe se basan en los trabajos de campo, laboratorio y oficina, para el proyecto "EDIFICIO DE SALUD-UNACH" ubicado en la calle Jaime Roldós Aguilera, Universidad Nacional de Chimborazo, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. Sin embargo, dada la naturaleza limitada de toda investigación geotécnica, así como las posibilidades de cambio en las condiciones del subsuelo, los parámetros de diseño geotécnico presentados deberán ser comprobados por un especialista geotécnico durante la construcción del proyecto.

Atentamente,

Ing. Alfonso Fernández Lavín, PhD
SISMOTERRA





ANEXO 1

UBICACIÓN DE LOS SONDEOS



SONDEO	PROF. (m)	COORDENADAS		COTA (msnm)
		NORTE	ESTE	
SM-1	13.0	9817237.5	762493.1	3019.3
SM-2	3.0	9817230.9	762478.3	3021.3
SM-3	5.0	9817220.3	762458.4	3026.3
SM-4	5.0	9817219.5	762480.1	3021.5



IMPLANTACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

ESCALA : 1/500

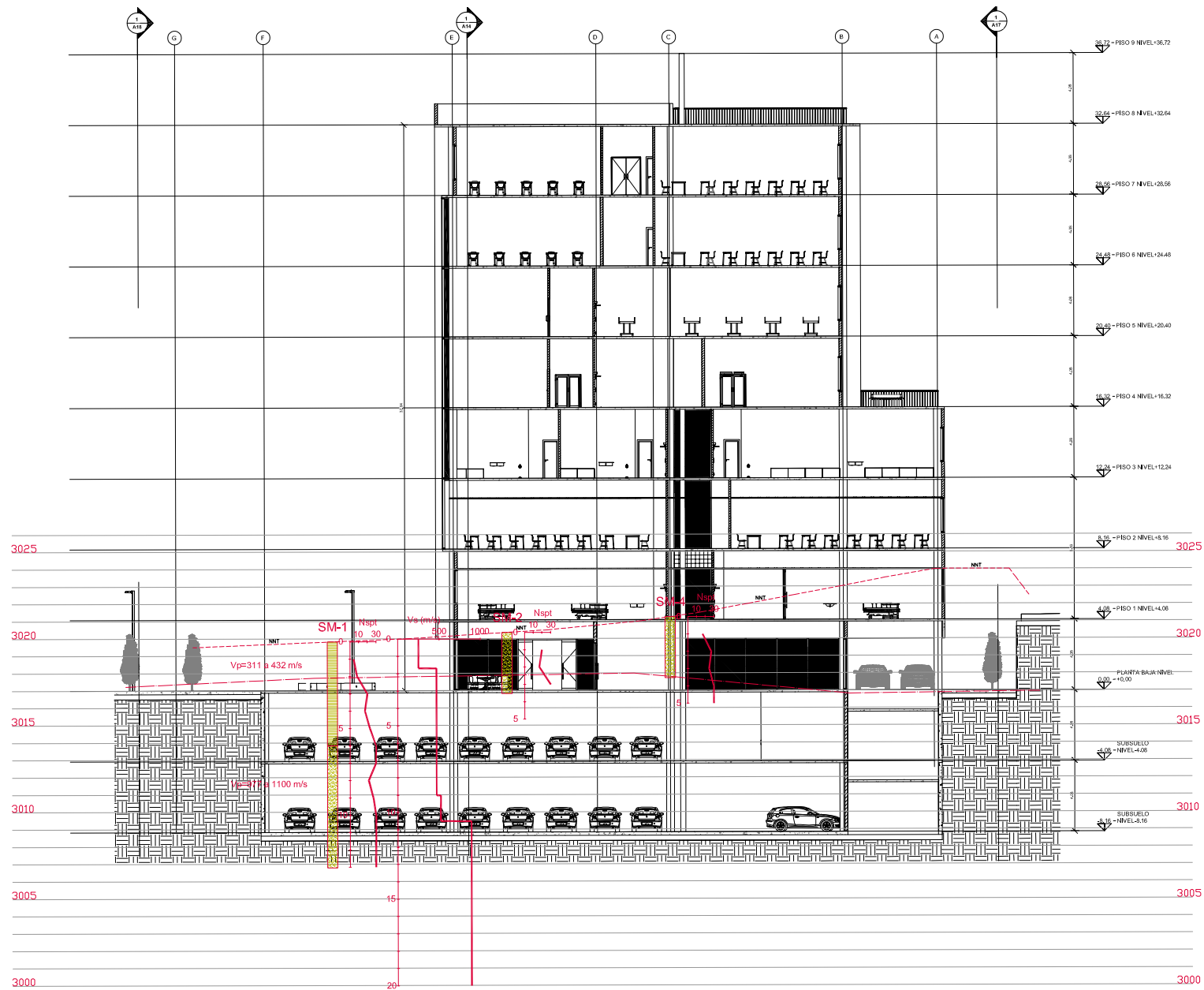
NOTAS:
1.- El plano topográfico fue entregado por el cliente.
2.- La profundidad de los sondeos está referenciada al nivel del terreno en la fecha que se realizaron los trabajos de campo.
3.- Las medidas están en metros.

SIMBOLOGÍA:
 Sondeo con ensayo de penetración estándar (SPT)
 Línea sísmica
 Sondeo eléctrico

DESCRIPCIÓN:	POR:	FECHA:
DIBUJO	AFL	06/04/24
APROBACIÓN	CCZ	06/04/24

SISNOTERRA
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y SÍSMICA
www.sisnoterra.com.ec

CLIENTE:	ING. HERNÁN COLOMA	
PROYECTO:	EDIFICIO DE SALUD	
UBICACIÓN:	UNACH, RIOBAMBA, CHIMBORAZO	
CONTIENE:	UBICACIÓN DE SONDEOS	HOJA: 1 de 1



PERFIL GEOTÉCNICO

ESCALA : 1/350

- NOTAS:
- 1.- El plano topográfico fue entregado por el cliente.
 - 2.- La profundidad de los sondeos está referenciada al nivel del terreno en la fecha que se realizaron los trabajos de campo.
 - 3.- Las medidas están en metros.

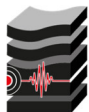
SIMBOLOGÍA:

- Sondeo con ensayo de penetración estándar (SPT)
- Línea sísmica
- Sondeo eléctrico

DESCRIPCIÓN:	POR:	FECHA:
DIBUJO	AFL	06/04/24
APROBACIÓN	CCZ	06/04/24

SISMOTERRA
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y SÍSMICA
www.sismoterra.com.ec

CLIENTE:	ING. HERNÁN COLOMA
PROYECTO:	EDIFICIO DE SALUD
UBICACIÓN:	UNACH, RIOBAMBA, CHIMBORAZO
CONTIENE:	PERFIL GEOTÉCNICO
HOJA:	1 de 1



ANEXO 2

REGISTROS DE EXPLORACIÓN



REGISTRO DE PERFORACIÓN - PERFIL ESTRATIGRÁFICO



PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD
OBRA : CIMENTACIÓN
SONDEO Nº : SM-1
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
CAMPUS LA DOLOROSA, RIOBAMBA

COTA PERF. : 3019.3 msnm
NIVEL REF. : Levantamiento topográfico
NIV. FREÁT 9.00 m
FECHA N. F 2024-04-01
REVISÓ AFL
FECHA ABRIL/2024

PROF. m	COTA PERF. :	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	ESTRATIGRAFÍA	MUESTRA		Número de golpes en campo N spt		RECUPERACIÓN (%)	NIVEL FREÁTICO	NÚMERO DE GOLPES EN CAMPO (Nspt)	CONTENIDO DE AGUA Wp What WL	Wnat	GRANULOMETRÍA PORCENTAJE PASA TAMIZ Nº						LÍMITES DE ATTERBERG WL Wp Ip			SUCS
				Nº	TIPO	Parcial	Total						%	3/8"	4	10	40	200	%	%	%	
0.0	####	Limo arenoso de baja plasticidad, color café, olor inorgánico, humedad baja, dilatancia rápida, tenacidad baja, plasticidad nula, resistencia seca nula. La fracción arenosa presenta partículas subangulares de tamaños que oscilan entre 0.075 y 0.5 mm.																				ML
0.5	####																					
1.0	####			1	A	2	3	4														
1.5	####																					
2.0	####			2	A	4	4	8														
2.5	####																					
3.0	####			3	A	6	10	20														
3.5	####																					
4.0	####			4	A	6	8	17														
4.5	####	Arena limosa con grava, color café, húmeda a muy húmeda. Fracción arenosa color gris y café formada por partículas angulares de entre 0.5 y 2 mm. Gravas de																				
5.0	####			5	A	16	14	23														
5.5	####																					
6.0	####			6	A	17	17	36														SM
6.5	####																					
7.0	####			7	A	21	21	36														
7.5	####																					
8.0	3011.30			8	A	13	14	22														SM
8.5	####																					
9.0	####			9	A	13	12	27														
9.5	####																					

SIMBOLOGÍA:

Tipo de muestra:

A	Alterada
I	Inalterada

	Limo		Arena		Orgánico
	Arcilla		Grava		

Wnat	Contenido natural de agua	SH	Tubo de pared delgada
wL	Limite liquido	SUCS	Sistema Unificado de clasificación de suelos
wP	Limite plástico	R	Rechazo: 50 golpes en 15 cm
Ip	Indice plástico		Total de 100 golpes
NP	No plástico		No se observa avance/10 golpes

REGISTRO DE PERFORACIÓN - PERFIL ESTRATIGRÁFICO



PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD
OBRA : CIMENTACIÓN
SONDEO Nº : SM-1
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
CAMPUS LA DOLOROSA, RIOBAMBA

COTA PERF. : 3019.3 msnm
NIVEL REF. : Levantamiento topográfico

NIV. FREÁT 9.00 m
FECHA N. F 2024-04-01
REVISÓ AFL
FECHA ABRIL/2024

PROF. m	COTA PERF. :	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	ESTRATIGRAFÍA	MUESTRA		Número de golpes en campo		RECUPERACIÓN (%)	NIVEL FREÁTICO	NÚMERO DE GOLPES EN CAMPO (Nspt)	CONTENIDO DE AGUA Wp Wnat WL	Wnat	GRANULOMETRÍA PORCENTAJE PASA TAMIZ N°						LÍMITES DE ATTERBERG			SUCS		
				N°	TIPO	N spt							W _L	W _P	I _P									
						Parcial	Total																	
10.0	#####	Arena mal graduada/limosa de color gris y café, muy húmeda y olor inorgánico. Presencia de gravas de hasta 2cm, angulares. Fracción arenosa de tamaño entre 0.5 y 2 mm, subangular.		10	A	36	25	##	45	100			%	3/8"	4	10	40	200	%	%	%	SP-SM		
10.5	#####													14.8										
11.0	#####			11	A	##	25	##	45	100				10.7	65	49	35	19	10	NP	NP		NP	
11.5	#####	CONTINÚA ENSAYO CON CONO																						
12.0	#####																							
12.5	#####																							
13.0	#####																							
13.5	#####																							
14.0	#####																							
14.5	#####																							
15.0	#####																							
15.5	#####																							
16.0	#####																							
16.5	#####																							
17.0	#####																							
17.5	#####																							
18.0	#####																							
18.5	#####																							
19.0	#####																							
19.5	#####																							

SIMBOLOGÍA:

Tipo de muestra:

A

Alterada

I

Inalterada

Limo

Arcilla

Arena

Grava

Orgánico

Wnat

Contenido natural de agua

wL

Limite líquido

wP

Limite plástico

Ip

Indice plástico

NP

No plástico

SH

Tubo de pared delgada

SUCS

Sistema Unificado de clasificación de suelos

R

Rechazo: 50 golpes en 15 cm

Total de 100 golpes

No se observa avance/10 golpes

REGISTRO DE PERFORACIÓN - ENSAYO CON CONO



PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD
OBRA : CIMENTACIÓN
SONDEO Nº : SM-1
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
CAMPUS LA DOLOROSA, RIOBAMBA

COTA PERF. : ##### msnm
NIVEL REF. : Levantamiento topográfico
REVISÓ : AFL
FECHA : ABRIL/2024

PROF.	COTA PERF. :	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	NÚMERO DE GOLPES EN CAMPO	PROF.	COTA PERF. :	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	NÚMERO DE GOLPES EN CAMPO
m			Golpes/ 10 cm	m			Golpes/ 10 cm
11.5	3007.80	Se presume la existencia de gravas con matriz limosa compacidad relativa densa.	17	15.5	3003.80		
11.6	3007.70		14	15.6	3003.70		
11.7	3007.60		13	15.7	3003.60		
11.8	3007.50		12	15.8	3003.50		
11.9	3007.40		13	15.9	3003.40		
12.0	3007.30		14	16.0	3003.30		
12.1	3007.20		17	16.1	3003.20		
12.2	3007.10		16	16.2	3003.10		
12.3	3007.00		22	16.3	3003.00		
12.4	3006.90		22	16.4	3002.90		
12.5	3006.80	FIN DE LA EXPLORACIÓN	22	16.5	3002.80		
12.6	3006.70		22	16.6	3002.70		
12.7	3006.60		21	16.7	3002.60		
12.8	3006.50			16.8	3002.50		
12.9	3006.40			16.9	3002.40		
13.0	3006.30			17.0	3002.30		
13.1	3006.20			17.1	3002.20		
13.2	3006.10			17.2	3002.10		
13.3	3006.00			17.3	3002.00		
13.4	3005.90			17.4	3001.90		
13.5	3005.80			17.5	3001.80		
13.6	3005.70			17.6	3001.70		
13.7	3005.60			17.7	3001.60		
13.8	3005.50			17.8	3001.50		
13.9	3005.40			17.9	3001.40		
14.0	3005.30			18.0	3001.30		
14.1	3005.20			18.1	3001.20		
14.2	3005.10			18.2	3001.10		
14.3	3005.00			18.3	3001.00		
14.4	3004.90			18.4	3000.90		
14.5	3004.80			18.5	3000.80		
14.6	3004.70			18.6	3000.70		
14.7	3004.60			18.7	3000.60		
14.8	3004.50			18.8	3000.50		
14.9	3004.40			18.9	3000.40		
15.0	3004.30			19.0	3000.30		
15.1	3004.20			19.1	3000.20		
15.2	3004.10			19.2	3000.10		
15.3	3004.00			19.3	3000.00		
15.4	3003.90			19.4	2999.90		

SIMBOLOGÍA:

Tipo de muestra:

A	Alterada
I	Inalterada

	Limo		Arena
	Arcilla		Grava

W _{nat}	Contenido natural de agua
w _L	Limite liquido
w _p	Limite plástico
I _p	Indice plástico

SH	Tubo de pared delgada
SUCS	Sistema Unificado de clasificación de suelos
R	Rechazo:

REGISTRO DE PERFORACIÓN - PERFIL ESTRATIGRÁFICO



PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD
OBRA : CIMENTACIÓN
SONDEO Nº : SM-2
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
CAMPUS LA DOLOROSA, RIOBAMBA

COTA PERF. : 3021.3 msnm
NIVEL REF. : Levantamiento topográfico

NIV. FREÁT
FECHA N. F
REVISÓ AFL
FECHA ABRIL/2024

PROF.	COTA PERF. :	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	ESTRATIGRAFÍA	MUESTRA		Número de golpes en campo		RECUPERACIÓN (%)	NIVEL FREÁTICO	NÚMERO DE GOLPES EN CAMPO (Nspt)	CONTENIDO DE AGUA Wp Wnat WL	Wnat	GRANULOMETRÍA PORCENTAJE PASA TAMIZ N°						LÍMITES DE ATTERBERG			SUCS	
				N°	TIPO	N spt							W _L	W _P	I _P								
						Parcial	Total																
m												%	3/8"	4	10	40	200	%	%	%			
0.0	#####	Arena limosa con grava. Fracción arenosa color gris y café, húmeda y olor inorgánico formada por partículas angulares de entre 0.5 y 2 mm. Gravas de tamaño máximo																					
0.5	#####																						
1.0	#####			1	A	6	8	12	20	50			9.5					40					
1.5	#####																						
2.0	#####			2	A	11	10	9	19	50			8.7	94	90	84	69	40	NP	NP	NP	SM	
2.5	#####																						
3.0	#####	Grava limosa con matriz café, húmeda, se observan partículas con diámetros mayores a 5 cm subangulares.		3	A	50		R	10												GM		
3.5	#####	FIN DE LA EXPLORACIÓN																					
4.0	#####																						
4.5	#####																						
5.0	#####																						
5.5	#####																						
6.0	#####																						
6.5	#####																						
7.0	#####																						
7.5	#####																						
8.0	#####																						
8.5	#####																						
9.0	#####																						
9.5	#####																						

SIMBOLOGÍA:

Tipo de muestra:

A	Alterada
I	Inalterada

	Limo		Arena		Orgánico
	Arcilla		Grava		

Wnat	Contenido natural de agua	SH	Tubo de pared delgada
wL	Limite liquido	SUCS	Sistema Unificado de clasificación de suelos
wP	Limite plástico	R	Rechazo: 50 golpes en 15 cm
Ip	Indice plástico		Total de 100 golpes
NP	No plástico		No se observa avance/10 golpes

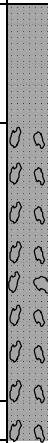
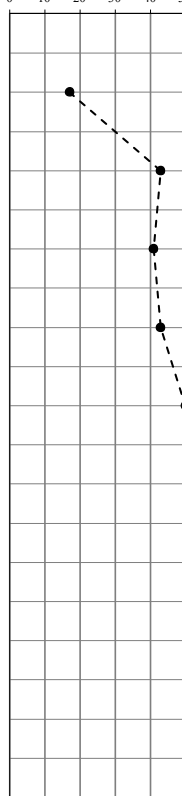
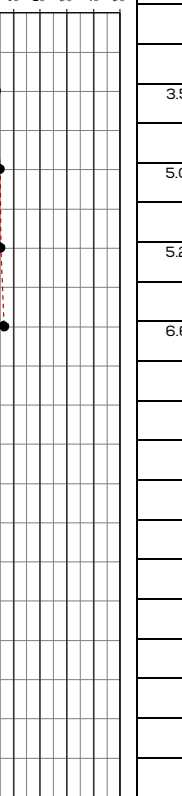
REGISTRO DE PERFORACIÓN - PERFIL ESTRATIGRÁFICO



PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD
OBRA : CIMENTACIÓN
SONDEO Nº : SM-3
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
CAMPUS LA DOLOROSA, RIOBAMBA

COTA PERF. : 3026.3 msnm
NIVEL REF. : Levantamiento topográfico

NIV. FREÁT
FECHA N. F
REVISÓ AFL
FECHA ABRIL/2024

PROF.	COTA PERF. :	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	ESTRATIGRAFÍA	MUESTRA		Número de golpes en campo		RECUPERACIÓN (%)	NIVEL FREÁTICO	NÚMERO DE GOLPES EN CAMPO (Nspt)	CONTENIDO DE AGUA Wp Wnat WL	Wnat	GRANULOMETRÍA PORCENTAJE PASA TAMIZ N°						LÍMITES DE ATTERBERG			SUCS
				N°	TIPO	N spt							W _L	W _P	I _P							
						Parcial	Total															
m												%	3/8"	4	10	40	200	%	%	%		
0.0	#####	Arena limosa color gris, humedad baja, olor inorgánico, tamaño máximo de partículas entre 0.075 y 0.5 mm																				
0.5	#####																					
1.0	#####					1		7	7	10	17	30		3.5	94	92	86	71	45	NP	NP	NP
1.5	#####	Arena limosa con grava, color gris, humedad baja, olor inorgánico, tamaño de partículas entre 0.075 y 2 mm, subangulares. Partículas de grava de hasta 3.5 cm															40					
2.0	#####			2	A	13	##	23	43	60		5.0										
2.5	#####																					
3.0	#####			3	A	##	23	18	41	50		5.2	77	71	60	43	25	NP	NP	NP	SM	
3.5	#####																					
4.0	#####			4	A	##	21	##	43	100		6.6						20				
4.5	#####																					
5.0	#####			5	A	50 /3			R	10								10				GM
5.5	#####	FIN DE LA EXPLORACIÓN																				
6.0	#####																					
6.5	#####																					
7.0	#####																					
7.5	#####																					
8.0	#####																					
8.5	#####																					
9.0	#####																					
9.5	#####																					

SIMBOLOGÍA:

Tipo de muestra:

A	Alterada
I	Inalterada

	Limo		Arena		Orgánico
	Arcilla		Grava		

Wnat	Contenido natural de agua	SH	Tubo de pared delgada
wL	Limite liquido	SUCS	Sistema Unificado de clasificación de suelos
wP	Limite plástico	R	Rechazo: 50 golpes en 15 cm
Ip	Indice plástico		Total de 100 golpes
NP	No plástico		No se observa avance/10 golpes

REGISTRO DE PERFORACIÓN - PERFIL ESTRATIGRÁFICO



SISMOTERRA
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y SÍSMICA

PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD
OBRA : CIMENTACIÓN
SONDEO N° : SM-4
UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
CAMPUS LA DOLOROSA, RIOBAMBA

COTA PERF. : 3021.5 msnm
NIVEL REF. : Levantamiento topográfico

NIV. FREÁT
FECHA N. F
REVISÓ AFL
FECHA ABRIL/2024

PROF.	COTA PERF. : m	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	ESTRATIGRAFÍA	MUESTRA		Número de golpes en campo N spt		RECUPERACIÓN (%)	NIVEL FREÁTICO	NÚMERO DE GOLPES EN CAMPO (Nspt)	CONTENIDO DE AGUA Wp What WL	What	GRANULOMETRÍA PORCENTAJE PASA TAMIZ Nº						LÍMITES DE ATTERBERG			SUCS	
				Nº	TIPO	N spt							W _L	W _P	I _P								
						Parcial	Total																
0.0	#####	Arena limosa con grava, color gris, olor inorgánico, partículas subangulares de tamaño predominante entre 0.075 y 0.5 mm. Presencia de gravas de hasta 3 cm y										%	3/8"	4	10	40	200	%	%	%	SM		
0.5	#####																						
1.0	#####			1		5	6	12	18			70		8.8					20				
1.5	#####																						
2.0	#####			2	A	11	14	12	26			70		5.8	75	65	55	39	24	NP		NP	NP
2.5	#####																						
3.0	#####			3	A	11	10	13	23			100		6.1					20				
3.5	#####																						
4.0	#####	Grava limosa con matriz gris, húmeda, se observan partículas con diámetros mayores a 5 cm		4	A	23	19	19	38	80		5.9	65	56	48	36	21	NP	NP	NP	SM		
4.5	#####																						
5.0	#####			5	A	38	##	50 /4	R	10						10				GM			
5.5	#####																						
6.0	#####	FIN DE LA EXPLORACIÓN																					
6.5	#####																						
7.0	#####																						
7.5	#####																						
8.0	#####																						
8.5	#####																						
9.0	#####																						
9.5	#####																						

SIMBOLOGÍA:

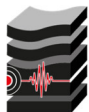
Tipo de muestra:
A Alterada
I Inalterada

Limo
Arcilla

Arena
Grava

Wnat Contenido natural de agua
wL Limite liquido
wp Limite plástico
Ip Indice plástico
NP No plástico

SH Tubo de pared delgada
SUCS Sistema Unificado de clasificación de suelos
R Rechazo: 50 golpes en 15 cm
Total de 100 golpes
No se observa avance/10 golpes



ANEXO 3

ENSAYOS DE LABORATORIO



GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA



PROYECTO : Edificio Salud
OBRA : Cimentación
SONDEO N° : SM-1
UBICACION : UNACH, campus Norte
 Riobamba, Provincia de Chimborazo

MUESTRA No. : 3
PROFUNDIDAD: 3,0-3,5 m
TIPO DE MUESTRA: Alterada

CONTENIDO ORG. : NO
REVISÓ: CCZ
FECHA: mar-24

CONTENIDO DE AGUA (ASTM D2216)

PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
28.18	25.79	5.23	11.62	11.71
30.69	28.03	5.47	11.79	

LÍMITES DE ATTERBERG

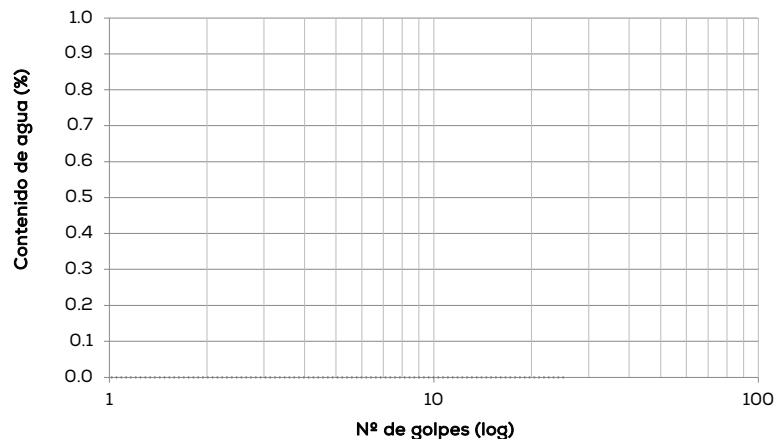
# GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

					NP

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

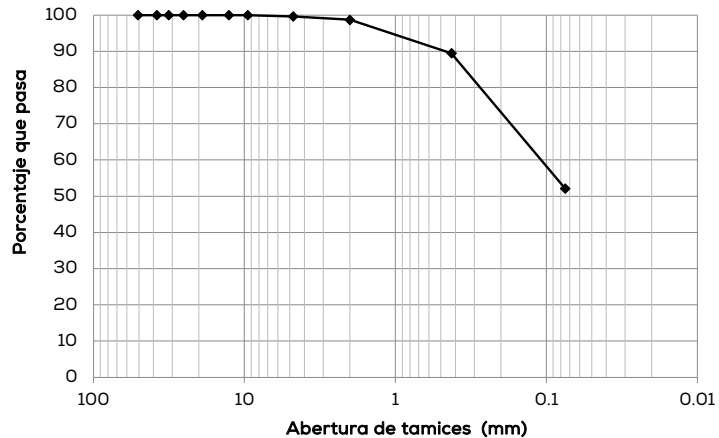
					NP



GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente = 48.32 g
 Masa recip. + suelo hum. = 317.63 g
 Masa de suelo humedo = 269.31 g
 Masa de suelo seco = 241.08 g

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL (g)	PESO RET. ACUMULADO (g)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	-	-	-	100.00
2 1/2"	-	-	-	100.00
2"	-	-	-	100.00
1 1/2"	-	-	-	100.00
1 1/4"	-	-	-	100.00
1"	-	-	-	100.00
3/4"	-	-	-	100.00
1/2"	-	-	-	100.00
3/8"	-	-	-	100.00
N°4	0.78	0.78	0.32	99.68
N°10	2.29	3.07	1.27	98.73
N°40	22.25	25.32	10.50	89.50
N°200	90.14	115.46	47.89	52.11
< N°200	125.62	241.08	100.00	-



RESUMEN DE RESULTADOS:

GRANULOMETRÍA:

GRAVA = 0 %
 ARENA = 48 %
 FINOS = 52 %

D 10 = --
 D 30 = --
 D 60 = 0.15

Cu= --
 Cc= --

LÍMITES DE ATTERBERG:

HUMEDAD NATURAL = 11.7%
 LÍMITE LÍQUIDO = NP
 LÍMITE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE DE LIQUIDEZ = NP

CLASIFICACION SUCS:

SÍMBOLO DE GRUPO : ML
NOMBRE DE GRUPO :
 Limo arenoso

NOTAS:

NP = Muestra no plástica

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA



PROYECTO : Edificio Salud
OBRA : Cimentación
SONDEO N° : SM-1
UBICACION : UNACH, campus Norte
 Riobamba, Provincia de Chimborazo

MUESTRA No. : 6
PROFUNDIDAD: 6,0-6,5 m
TIPO DE MUESTRA: INALTERADA

CONTENIDO ORG. : NO
REVISÓ: CCZ
FECHA: mar-24

CONTENIDO DE AGUA (ASTM D2216)

PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
32.27	30.05	4.96	8.85	8.71
38.88	36.24	5.46	8.58	

LÍMITES DE ATTERBERG

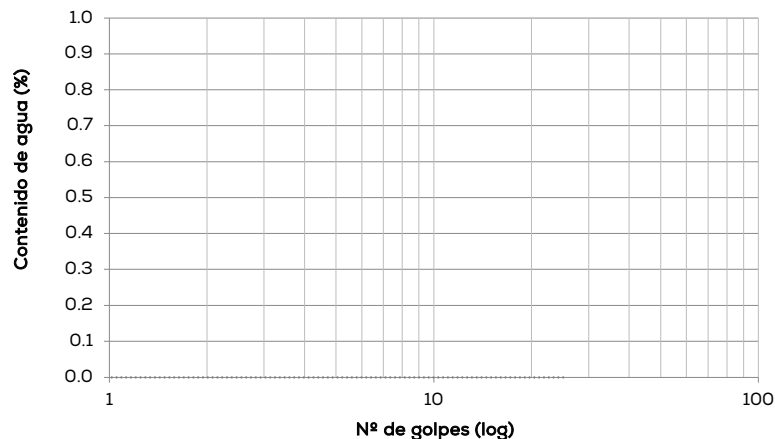
# GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

					NP

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

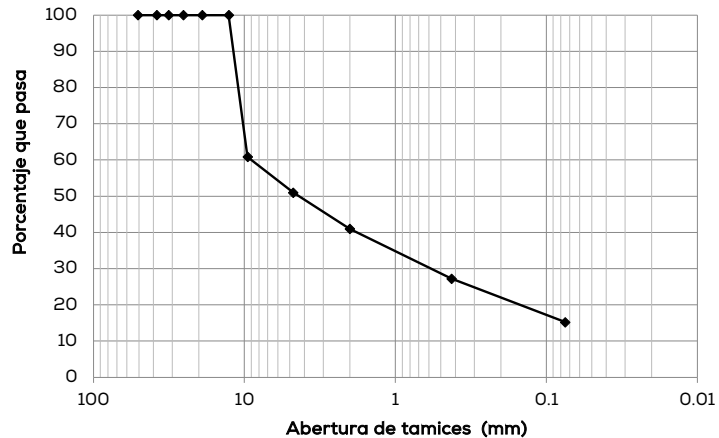
					NP



GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente = 48.44 g
 Masa recip. + suelo hum. = 479.23 g
 Masa de suelo humedo = 430.79 g
 Masa de suelo seco = 396.27 g

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL (g)	PESO RET. ACUMULADO (g)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	-	-	-	100.00
2 1/2"	-	-	-	100.00
2"	-	-	-	100.00
1 1/2"	-	-	-	100.00
1"	-	-	-	100.00
3/4"	-	-	-	100.00
1/2"	-	-	-	100.00
3/8"	155.06	155.06	39.13	60.87
N°4	39.07	194.13	48.99	51.01
N°10	39.87	234.00	59.05	40.95
N°40	54.35	288.35	72.77	27.23
N°200	47.59	335.94	84.78	15.22
< N°200	60.33	396.27	100.00	-



RESUMEN DE RESULTADOS:

GRANULOMETRÍA:

GRAVA = 39 %
 ARENA = 46 %
 FINOS = 15 %

D 10 = --
 D 30 = 0.74
 D 60 = 9.05

Cu= --
 Cc= --

LÍMITES DE ATTERBERG:

HUMEDAD NATURAL = 8.7%
 LÍMITE LÍQUIDO = NP
 LÍMITE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE DE LIQUIDEZ = NP

CLASIFICACION:

SÍMBOLO DE GRUPO : SM
 NOMBRE DE GRUPO :
 Arena limosa con grava

NOTAS:

NP = Muestra no plástica

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA



PROYECTO : Edificio Salud
OBRA : Cimentación
SONDEO N° : SM-1
UBICACION : UNACH, campus Norte
 Riobamba, Provincia de Chimborazo

MUESTRA No. : 8
PROFUNDIDAD: 8.00 - 8.50 m
TIPO DE MUESTRA: Alterada

CONTENIDO ORG. : NO
REVISÓ: CCZ
FECHA: mar-24

CONTENIDO DE AGUA (ASTM D2216)

PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
47.59	43.16	5.34	11.71	12.49
50.61	45.33	5.51	13.26	

LÍMITES DE ATTERBERG

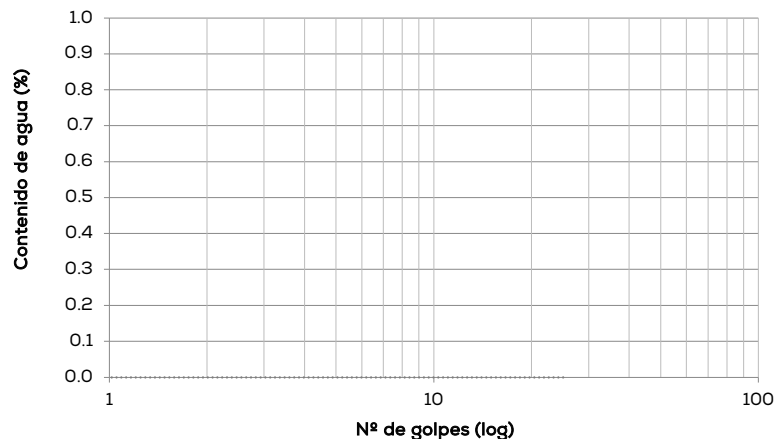
# GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

					NP

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

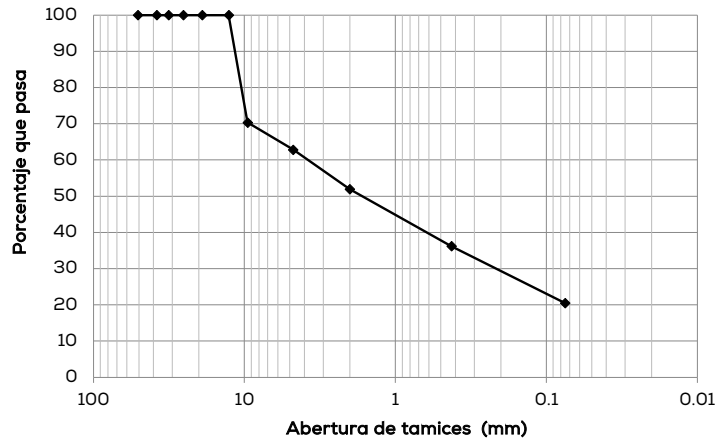
					NP



GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente = 50.47 g
 Masa recip. + suelo hum. = 453.55 g
 Masa de suelo humedo = 403.08 g
 Masa de suelo seco = 358.34 g

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL (g)	PESO RET. ACUMULADO (g)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	-	-	-	100.00
2 1/2"	-	-	-	100.00
2"	-	-	-	100.00
1 1/2"	-	-	-	100.00
1 1/4"	-	-	-	100.00
1"	-	-	-	100.00
3/4"	-	-	-	100.00
1/2"	-	-	-	100.00
3/8"	106.14	106.14	29.62	70.38
N°4	27.06	133.20	37.17	62.83
N°10	39.11	172.31	48.09	51.91
N°40	56.38	228.69	63.82	36.18
N°200	56.40	285.09	79.56	20.44
< N°200	73.25	358.34	100.00	-



RESUMEN DE RESULTADOS:

GRANULOMETRÍA:

GRAVA = 30 %
 ARENA = 50 %
 FINOS = 20 %

D 10 = --
 D 30 = 0.29
 D 60 = 3.93

Cu= --
 Cc= --

LÍMITES DE ATTERBERG:

HUMEDAD NATURAL = 12.5%
 LÍMITE LÍQUIDO = NP
 LÍMITE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE DE LIQUIDEZ = NP

CLASIFICACION:

SÍMBOLO DE GRUPO : SM
 NOMBRE DE GRUPO :
 Arena limosa con grava

NOTAS:

NP = Muestra no plástica

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA



PROYECTO : Edificio Salud
OBRA : Cimentación
SONDEO N° : SM-1
UBICACION : UNACH, campus Norte
 Riobamba, Provincia de Chimborazo

MUESTRA No. : 11
PROFUNDIDAD: 11.00 - 11.50 m
TIPO DE MUESTRA: Alterada

CONTENIDO ORG. : NO
REVISÓ: CCZ
FECHA: mar-24

CONTENIDO DE AGUA (ASTM D2216)

PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
51.37	47.02	5.16	10.39	10.75
56.88	51.72	5.25	11.10	

LÍMITES DE ATTERBERG

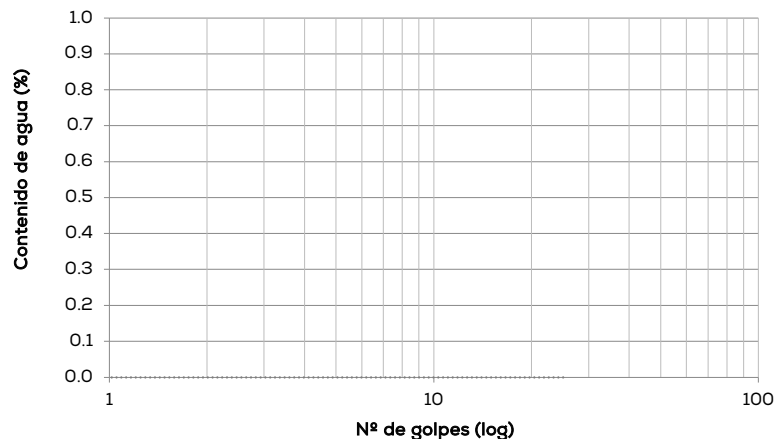
# GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

					NP

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

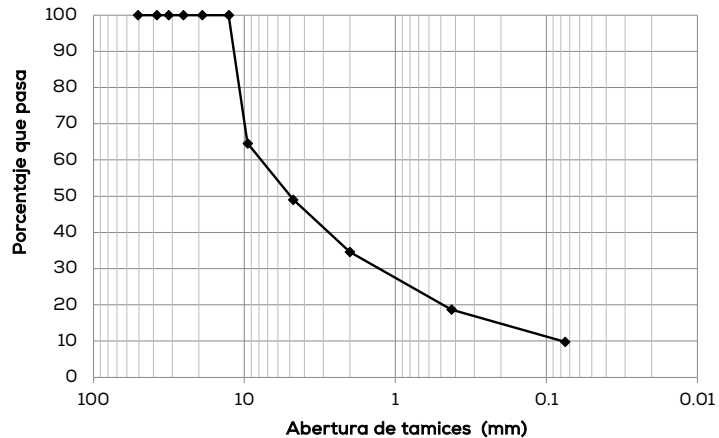
					NP



GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente = 51.51 g
 Masa recip. + suelo hum. = 528.77 g
 Masa de suelo humedo = 477.26 g
 Masa de suelo seco = 430.94 g

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL (g)	PESO RET. ACUMULADO (g)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	-	-	-	100.00
2 1/2"	-	-	-	100.00
2"	-	-	-	100.00
1 1/2"	-	-	-	100.00
1"	-	-	-	100.00
3/4"	-	-	-	100.00
1/2"	-	-	-	100.00
3/8"	152.57	152.57	35.40	64.60
N°4	66.95	219.52	50.94	49.06
N°10	62.36	281.88	65.41	34.59
N°40	68.46	350.34	81.30	18.70
N°200	38.33	388.67	90.19	9.81
< N°200	42.27	430.94	100.00	-



RESUMEN DE RESULTADOS:

GRANULOMETRÍA:

GRAVA = 35 %
 ARENA = 55 %
 FINOS = 10 %

D 10 = 0.08
 D 30 = 1.53
 D 60 = 8.09

Cu = 107.90
 Cc = 3.84

LÍMITES DE ATTERBERG:

HUMEDAD NATURAL = 10.7%
 LÍMITE LÍQUIDO = NP
 LÍMITE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE DE LIQUIDEZ = NP

CLASIFICACION:

SÍMBOLO DE GRUPO : SP-SM
 NOMBRE DE GRUPO :

Arena mal graduada con limo

NOTAS:

NP = Muestra no plástica

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA



PROYECTO : Edificio Salud
OBRA : Cimentación
SONDEO N° : SM-2
UBICACION : UNACH, campus Norte
 Riobamba, Provincia de Chimborazo

MUESTRA No. : 2
PROFUNDIDAD: 2.00 - 2.50 m
TIPO DE MUESTRA: Alterada

CONTENIDO ORG. : NO
REVISÓ: CCZ
FECHA: mar-24

CONTENIDO DE AGUA (ASTM D2216)

PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
32.13	30.00	5.42	8.67	8.70
32.88	30.66	5.27	8.74	

LÍMITES DE ATTERBERG

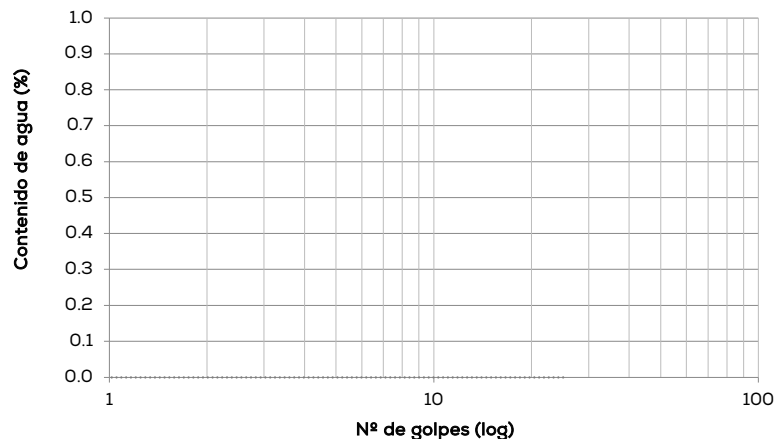
# GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

					NP

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

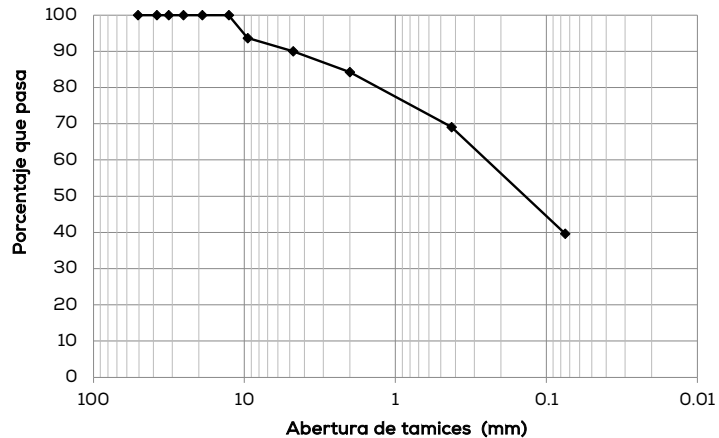
					NP



GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente = 47.2 g
 Masa recip. + suelo hum. = 338.27 g
 Masa de suelo humedo = 291.07 g
 Masa de suelo seco = 267.76 g

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL (g)	PESO RET. ACUMULADO (g)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	-	-	-	100.00
2 1/2"	-	-	-	100.00
2"	-	-	-	100.00
1 1/2"	-	-	-	100.00
1 1/4"	-	-	-	100.00
1"	-	-	-	100.00
3/4"	-	-	-	100.00
1/2"	-	-	-	100.00
3/8"	16.94	16.94	6.33	93.67
N°4	9.75	26.69	9.97	90.03
N°10	15.42	42.11	15.73	84.27
N°40	40.54	82.65	30.87	69.13
N°200	78.91	161.56	60.34	39.66
< N°200	106.20	267.76	100.00	-



RESUMEN DE RESULTADOS:

GRANULOMETRÍA:

GRAVA = 6 %
 ARENA = 54 %
 FINOS = 40 %

D 10 = --
 D 30 = --
 D 60 = 0.29

Cu = --
 Cc = --

LÍMITES DE ATTERBERG:

HUMEDAD NATURAL = 8.7%
 LÍMITE LÍQUIDO = NP
 LÍMITE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE DE LIQUIDEZ = NP

CLASIFICACION:

SÍMBOLO DE GRUPO : SM
NOMBRE DE GRUPO :
 Arena limosa

NOTAS:

NP = Muestra no plástica

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA



PROYECTO : Edificio Salud
OBRA : Cimentación
SONDEO N° : SM-3
UBICACION : UNACH, campus Norte
 Riobamba, Provincia de Chimborazo

MUESTRA No. : 1
PROFUNDIDAD: 1.00 - 1.50 m
TIPO DE MUESTRA: Alterada

CONTENIDO ORG. : NO
REVISÓ: CCZ
FECHA: mar-24

CONTENIDO DE AGUA (ASTM D2216)

PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
30.76	29.90	5.24	3.49	3.49
30.76	29.90	5.23	3.49	

LÍMITES DE ATTERBERG

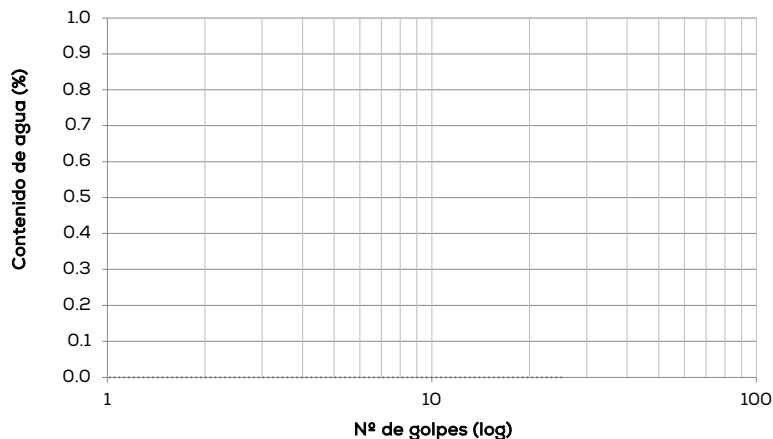
# GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

		#N/D	NP
		#N/D	
		#N/D	
		#N/D	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

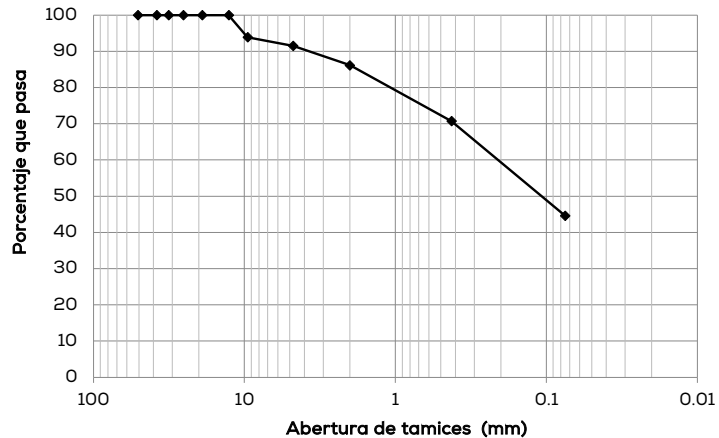
		#N/D	NP
		#N/D	



GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente = 48.8 g
 Masa recip. + suelo hum. = 320.39 g
 Masa de suelo humedo = 271.59 g
 Masa de suelo seco = 262.44 g

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL (g)	PESO RET. ACUMULADO (g)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	-	-	-	100.00
2 1/2"	-	-	-	100.00
2"	-	-	-	100.00
1 1/2"	-	-	-	100.00
1 1/4"	-	-	-	100.00
1"	-	-	-	100.00
3/4"	-	-	-	100.00
1/2"	-	-	-	100.00
3/8"	15.98	15.98	6.09	93.91
N°4	6.26	22.24	8.47	91.53
N°10	14.07	36.31	13.84	86.16
N°40	40.48	76.79	29.26	70.74
N°200	68.64	145.43	55.41	44.59
< N°200	117.01	262.44	100.00	-



RESUMEN DE RESULTADOS:

GRANULOMETRÍA:

GRAVA = 6 %
 ARENA = 49 %
 FINOS = 45 %

D 10 = --
 D 30 = --
 D 60 = 0.25

Cu= --
 Cc= --

LÍMITES DE ATTERBERG:

HUMEDAD NATURAL = 3.5%
 LÍMITE LÍQUIDO = NP
 LÍMITE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE DE LIQUIDEZ = NP

CLASIFICACION:

SÍMBOLO DE GRUPO : SM
NOMBRE DE GRUPO :
 Arena limosa

NOTAS:

NP = Muestra no plástica

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA



PROYECTO : Edificio Salud
OBRA : Cimentación
SONDEO N° : SM-3
UBICACION : UNACH, campus Norte
 Riobamba, Provincia de Chimborazo

MUESTRA No. : 3
PROFUNDIDAD: 3.00 - 3.50 m
TIPO DE MUESTRA: Alterada

CONTENIDO ORG. : NO
REVISÓ: CCZ
FECHA: mar-24

CONTENIDO DE AGUA (ASTM D2216)

PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
30.09	28.85	5.31	5.27	5.23
28.06	26.95	5.54	5.18	

LÍMITES DE ATTERBERG

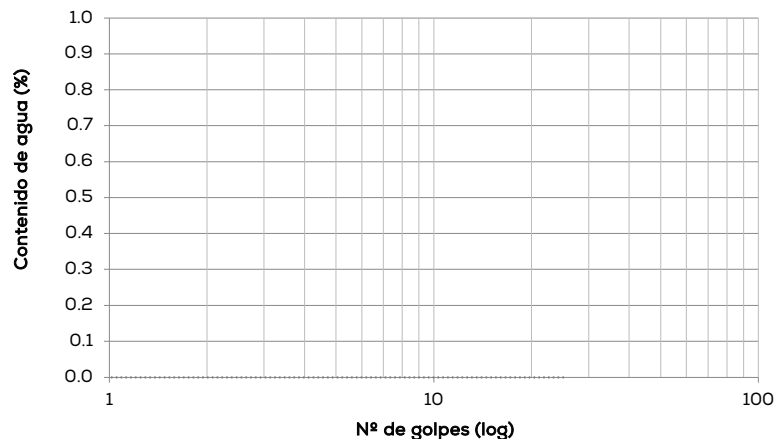
# GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

		#N/D	NP
		#N/D	
		#N/D	
		#N/D	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

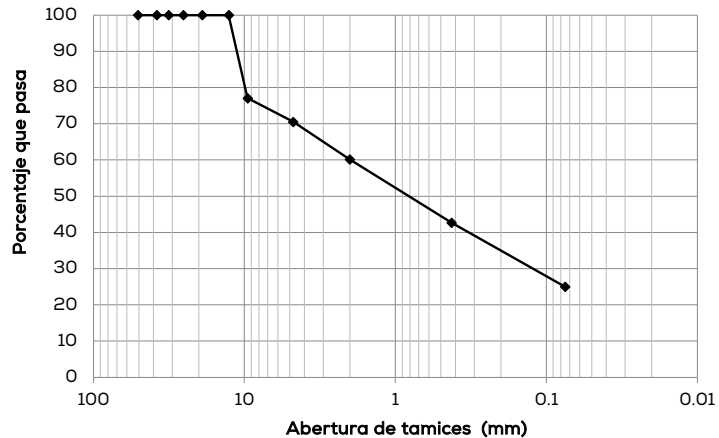
		#N/D	NP
		#N/D	



GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente = 47.96 g
 Masa recip. + suelo hum. = 351.74 g
 Masa de suelo humedo = 303.78 g
 Masa de suelo seco = 288.69 g

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL (g)	PESO RET. ACUMULADO (g)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	-	-	-	100.00
2 1/2"	-	-	-	100.00
2"	-	-	-	100.00
1 1/2"	-	-	-	100.00
1"	-	-	-	100.00
3/4"	-	-	-	100.00
1/2"	-	-	-	100.00
3/8"	66.21	66.21	22.93	77.07
N°4	18.86	85.07	29.47	70.53
N°10	30.01	115.08	39.86	60.14
N°40	50.35	165.43	57.30	42.70
N°200	51.07	216.50	74.99	25.01
< N°200	72.19	288.69	100.00	-



RESUMEN DE RESULTADOS:

GRANULOMETRÍA:

GRAVA = 23 %
 ARENA = 52 %
 FINOS = 25 %

D 10 = --
 D 30 = 0.15
 D 60 = 1.84

Cu= --
 Cc= --

LÍMITES DE ATTERBERG:

HUMEDAD NATURAL = 5.2%
 LÍMITE LÍQUIDO = NP
 LÍMITE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE DE LIQUIDEZ = NP

CLASIFICACION:

SÍMBOLO DE GRUPO : SM
NOMBRE DE GRUPO :
 Arena limosa con grava

NOTAS:

NP = Muestra no plástica

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA



PROYECTO : Edificio Salud
OBRA : Cimentación
SONDEO N° : SM-4
UBICACION : UNACH, campus Norte
 Riobamba, Provincia de Chimborazo

MUESTRA No. : 2
PROFUNDIDAD: 2.00 - 2.50 m
TIPO DE MUESTRA: Alterada

CONTENIDO ORG. : NO
REVISÓ: CCZ
FECHA: mar-24

CONTENIDO DE AGUA (ASTM D2216)

PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
27.76	26.47	5.22	6.07	5.77
29.65	28.38	5.16	5.47	

LÍMITES DE ATTERBERG

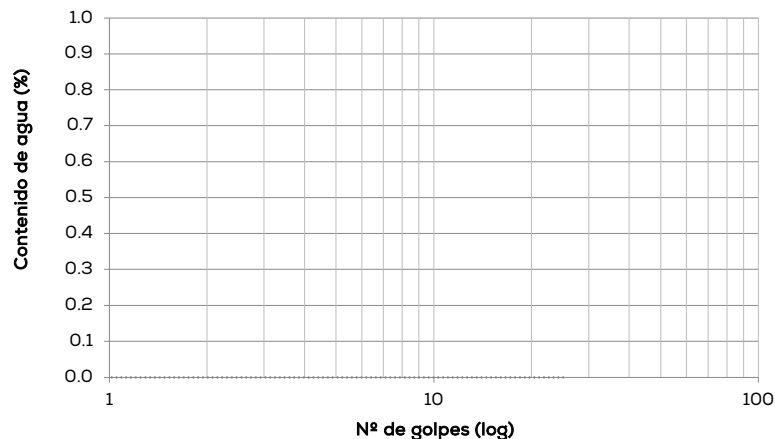
# GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

		#N/D	NP
		#N/D	
		#N/D	
		#N/D	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

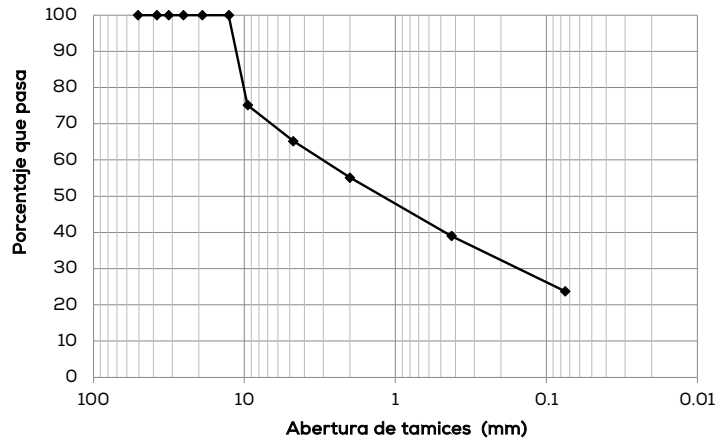
		#N/D	NP
		#N/D	



GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente = 47.9 g
 Masa recip. + suelo hum. = 347.73 g
 Masa de suelo humedo = 299.83 g
 Masa de suelo seco = 283.47 g

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL (g)	PESO RET. ACUMULADO (g)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	-	-	-	100.00
2 1/2"	-	-	-	100.00
2"	-	-	-	100.00
1 1/2"	-	-	-	100.00
1"	-	-	-	100.00
3/4"	-	-	-	100.00
1/2"	-	-	-	100.00
3/8"	70.41	70.41	24.84	75.16
N°4	28.13	98.54	34.76	65.24
N°10	28.53	127.07	44.83	55.17
N°40	45.84	172.91	61.00	39.00
N°200	43.14	216.05	76.22	23.78
< N°200	67.42	283.47	100.00	-



RESUMEN DE RESULTADOS:

GRANULOMETRÍA:

GRAVA = 25 %
 ARENA = 51 %
 FINOS = 24 %

D 10 = --
 D 30 = 0.22
 D 60 = 3.10

Cu = --
 Cc = --

LÍMITES DE ATTERBERG:

HUMEDAD NATURAL = 5.8%
 LÍMITE LÍQUIDO = NP
 LÍMITE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE DE LIQUIDEZ = NP

CLASIFICACION:

SÍMBOLO DE GRUPO : SM
NOMBRE DE GRUPO :
 Arena limosa con grava

NOTAS:

NP = Muestra no plástica

GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE CONSISTENCIA



PROYECTO : Edificio Salud
OBRA : Cimentación
SONDEO N° : SM-4
UBICACION : UNACH, campus Norte
 Riobamba, Provincia de Chimborazo

MUESTRA No. : 4
PROFUNDIDAD: 4.00 - 4.50 m
TIPO DE MUESTRA: Alterada

CONTENIDO ORG. : NO
REVISÓ: CCZ
FECHA: mar-24

CONTENIDO DE AGUA (ASTM D2216)

PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
(g)	(g)	(g)	(%)	(%)
34.42	32.57	5.10	6.73	5.91
32.63	31.32	5.51	5.08	

LÍMITES DE ATTERBERG

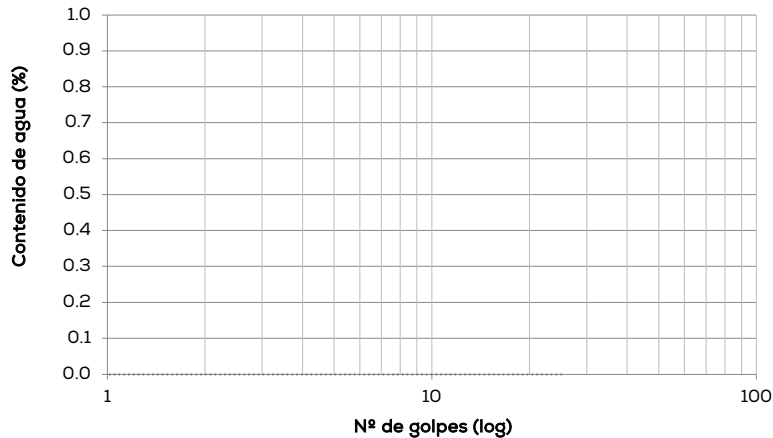
# GOLPES	PESO HUMEDO	PESO SECO	PESO RECIP.	CONTENIDO DE AGUA	RESULTADO
	(g)	(g)	(g)	(%)	(%)

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D4318)

		#N/D	NP
		#N/D	
		#N/D	
		#N/D	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D4318)

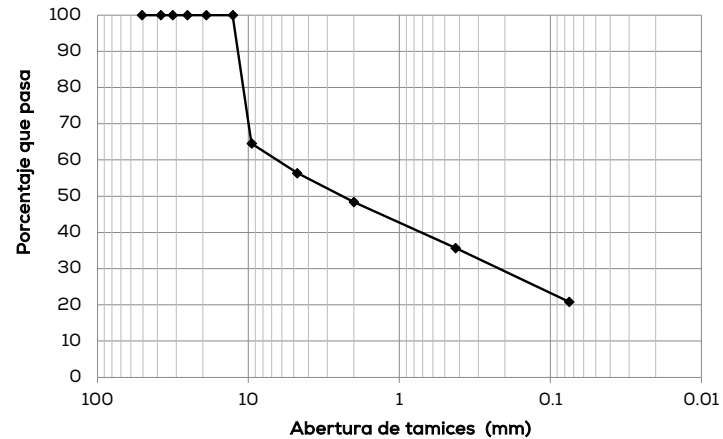
		#N/D	NP
		#N/D	



GRANULOMETRÍA (ASTM D422)

Masa del recipiente = 46.74 g
 Masa recip. + suelo hum. = 315.86 g
 Masa de suelo humedo = 269.12 g
 Masa de suelo seco = 254.11 g

TAMIZ	PESO RET. PARCIAL (g)	PESO RET. ACUMULADO (g)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3"	-	-	-	100.00
2 1/2"	-	-	-	100.00
2"	-	-	-	100.00
1 1/2"	-	-	-	100.00
1 1/4"	-	-	-	100.00
1"	-	-	-	100.00
3/4"	-	-	-	100.00
1/2"	-	-	-	100.00
3/8"	90.04	90.04	35.43	64.57
N°4	20.80	110.84	43.62	56.38
N°10	20.34	131.18	51.62	48.38
N°40	32.21	163.39	64.30	35.70
N°200	37.78	201.17	79.17	20.83
< N°200	52.94	254.11	100.00	-



RESUMEN DE RESULTADOS:

GRANULOMETRÍA:

GRAVA = 35 %
 ARENA = 44 %
 FINOS = 21 %

D 10 = --
 D 30 = 0.29
 D 60 = 6.66

Cu= --
 Cc= --

LÍMITES DE ATTERBERG:

HUMEDAD NATURAL = 5.9%
 LÍMITE LÍQUIDO = NP
 LÍMITE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE PLÁSTICO = NP
 ÍNDICE DE LIQUIDEZ = NP

CLASIFICACION:

SÍMBOLO DE GRUPO : SM
NOMBRE DE GRUPO :
 Arena limosa con grava

NOTAS:

NP = Muestra no plástica



PROYECTO:	Edificio Salud	RESPONSABLE	CCZ
OBRA :	Cimentacion	FECHA	ABR.2024
SONDEO N° :	SM-1		
UBICACIÓN:	UNACH, campus Norte		
	Riobamba, Provincia de Chimborazo		

		PESO			CONTENIDO DE AGUA (%)	PROMEDIO (%)	OBSERVACIONES
PROFUNDIDAD (m)	RECIPIENTE (N°)	RECIPIENTE (g)	HÚMEDO (g)	SECO (g)			
0.0							
0.5							
1.0	182	5.24	27.99	26.77	5.67	5.8	
	214	5.33	24.69	23.61	5.91		
1.5							
2.0	124	5.35	28.42	26.50	9.08	8.9	
	183	5.24	25.86	24.19	8.81		
2.5							
3.0	174	5.23	28.18	25.79	11.62	11.7	
	237	5.47	30.69	28.03	11.79		
3.5							
4.0	190	5.11	35.30	32.10	11.86	12.4	
	181	5.18	39.41	35.50	12.90		
4.5							
5.0	173	5.23	32.35	28.19	18.12	18.1	
	121	5.30	33.92	29.53	18.12		
5.5							
6.0	111	4.96	32.27	30.05	8.85	8.7	
	226	5.46	38.88	36.24	8.58		
6.5							
7.0	233	5.60	33.47	31.14	9.12	9.2	
	160	5.23	36.10	33.48	9.27		
7.5							
8.0	101	5.34	47.59	43.16	11.71	12.5	
	210	5.47	50.61	45.33	13.25		
8.5							
9.0	128	5.29	52.99	47.42	13.22	13.0	
	236	5.51	55.54	49.90	12.71		
9.5							



PROYECTO:	Edificio Salud	RESPONSABLE	CCZ
OBRA :	Cimentacion	FECHA	ABR.2024
SONDEO N° :	SM-1		
UBICACIÓN:	UNACH, campus Norte		
	Riobamba, Provincia de Chimborazo		

		PESO			CONTENIDO DE AGUA (%)	PROMEDIO (%)	OBSERVACIONES
PROFUNDIDAD (m)	RECIPIENTE (N°)	RECIPIENTE (g)	HÚMEDO (g)	SECO (g)			
10.0	194	5.03	52.38	46.14	15.18	14.8	
	213	5.58	51.37	45.63	14.33		
10.5							
11.0	115	5.16	51.37	47.02	10.39	10.7	
	117	5.25	56.88	51.72	11.10		
11.5							
12.0							
12.5							
13.0							
13.5							
14.0							
14.5							
15.0							
15.5							
16.0							
16.5							
17.0							
17.5							
18.0							
18.5							
19.0							
19.5							



SISMOTERRA
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y SÍSMICA

CONTENIDO NATURAL DE AGUA

PROYECTO:	Edificio Salud	RESPONSABLE	CCZ
OBRA :	Cimentacion	FECHA	ABR.2024
SONDEO N° :	SM-2		
UBICACIÓN:	UNACH, campus Norte		
	Riobamba, Provincia de Chimborazo		

		PESO			CONTENIDO DE AGUA (%)	PROMEDIO (%)	OBSERVACIONES
PROFUNDIDAD (m)	RECIPIENTE (N°)	RECIPIENTE (g)	HÚMEDO (g)	SECO (g)			
0.0							
0.5							
1.0	180	5.12	25.53	23.76	9.50	9.5	
	171	5.21	24.45	22.78	9.50		
1.5							
2.0	158	5.42	32.13	30.00	8.67	8.7	
	147	5.27	32.88	30.66	8.74		
2.5							
3.0							
3.5							
4.0							
4.5							
5.0							
5.5							
6.0							
6.5							
7.0							
7.5							
8.0							
8.5							
9.0							
9.5							



CONTENIDO NATURAL DE AGUA

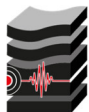
PROYECTO:	Edificio Salud	RESPONSABLE	CCZ
OBRA :	Cimentacion	FECHA	ABR.2024
SONDEO N° :	SM-3		
UBICACIÓN:	UNACH, campus Norte		
	Riobamba, Provincia de Chimborazo		

		PESO			CONTENIDO DE AGUA (%)	PROMEDIO (%)	OBSERVACIONES
PROFUNDIDAD (m)	RECIPIENTE (N°)	RECIPIENTE (g)	HÚMEDO (g)	SECO (g)			
0.0							
0.5							
1.0	125	5.24	30.76	29.90	3.49	3.5	
	175	5.23	30.76	29.90	3.49		
1.5							
2.0	172	5.33	29.70	28.54	5.00	5.0	
	232	5.60	29.51	28.39	4.91		
2.5							
3.0	166	5.31	30.09	28.85	5.27	5.2	
	217	5.54	28.06	26.95	5.18		
3.5							
4.0	249	10.25	64.35	61.12	6.35	6.6	
	255	10.15	62.05	58.70	6.90		
4.5							
5.0							
5.5							
6.0							
6.5							
7.0							
7.5							
8.0							
8.5							
9.0							
9.5							



PROYECTO:	Edificio Salud	RESPONSABLE	CCZ
OBRA :	Cimentacion	FECHA	ABR.2024
SONDEO N° :	SM-4		
UBICACIÓN:	UNACH, campus Norte		
	Riobamba, Provincia de Chimborazo		

		PESO			CONTENIDO DE AGUA (%)	PROMEDIO (%)	OBSERVACIONES
PROFUNDIDAD (m)	RECIPIENTE (N°)	RECIPIENTE (g)	HÚMEDO (g)	SECO (g)			
0.0							
0.5							
1.0	201	5.71	28.47	26.61	8.90	8.8	
	200	5.12	27.52	25.74	8.63		
1.5							
2.0	193	5.22	27.76	26.47	6.07	5.8	
	103	5.16	29.65	28.38	5.47		
2.5							
3.0	109	5.20	30.76	29.34	5.88	6.1	
	191	5.22	25.69	24.49	6.23		
3.5							
4.0	163	5.10	34.42	32.57	6.73	5.9	
	220	5.51	32.63	31.32	5.08		
4.5							
5.0							
5.5							
6.0							
6.5							
7.0							
7.5							
8.0							
8.5							
9.0							
9.5							



ANEXO 4

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS PARA UNA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL



Meyerhof (1956, 1974)



ESTADO LÍMITE DE FALLA: CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

SISMOTERRA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

A PARTIR DEL Nspt - MEYERHOF (1956, 1974)

PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD **NIVEL REFERENCIAL:** 3019.30 msnm

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO RIOBAMBA, CHIMBORAZO	FECHA: MAYO/2024 SONDEO: SM-1	NIVEL FREÁTICO: REVISÓ: CCZ
--	--	--

PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD **NIVEL REFERENCIAL:** 3019.30 msnm

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO RIOBAMBA, CHIMBORAZO	FECHA: MAYO/2024 SONDEO: SM-1	NIVEL FREÁTICO: REVISÓ: CCZ
--	--	--

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO RIOBAMBA, CHIMBORAZO	FECHA: MAYO/2024 SONDEO: SM-1	NIVEL FREÁTICO: REVISÓ: CCZ
--	--	--

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO RIOBAMBA, CHIMBORAZO	FECHA: MAYO/2024 SONDEO: SM-1	NIVEL FREÁTICO: REVISÓ: CCZ
--	--	--

[illegible]

Meyerhof (1956, 1974)



ESTADO LÍMITE DE FALLA: CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

SISMOTERRA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

A PARTIR DEL Nspt - MEYERHOF (1956, 1974)

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO RIOBAMBA, CHIMBORAZO	FECHA: MAYO/2024 SONDEO: SM-2	NIVEL FREÁTICO: REVISÓ: CCZ
--	--	--

PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD **NIVEL REFERENCIAL:** 3021.30 msnm

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO **FECHA:** MAYO/2024 **NIVEL FREÁTICO:**

SONDEO: SM-2
 REVISÓ: CCZ

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO **FECHA:** MAYO/2024 **NIVEL FREÁTICO:**

SONDEO: SM-2
 REVISÓ: CCZ

[illegible]

Meyerhof (1956, 1974)



ESTADO LÍMITE DE FALLA: CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

SISMOTERRA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

A PARTIR DEL Nspt - MEYERHOF (1956, 1974)

PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD **NIVEL REFERENCIAL:** 3026.30 msnm

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	FECHA: MAYO/2024	NIVEL FREÁTICO:
RIOBAMBA, CHIMBORAZO	SONDEO: SM-3	REVISÓ: CCZ

PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD **NIVEL REFERENCIAL:** 3026.30 msnm

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	FECHA: MAYO/2024	NIVEL FREÁTICO:
RIOBAMBA, CHIMBORAZO	SONDEO: SM-3	REVISÓ: CCZ

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	FECHA: MAYO/2024	NIVEL FREÁTICO:
RIOBAMBA, CHIMBORAZO	SONDEO: SM-3	REVISÓ: CCZ

RIOBAMBA, CHIMBORAZO
 SONDEO: SM-3
 REVISÓ: CCZ

[illegible]

Meyerhof (1956, 1974)



ESTADO LÍMITE DE FALLA: CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

SISMOTERRA CIMENTACIONES SUPERFICIALES

A PARTIR DEL Nspt - MEYERHOF (1956, 1974)

PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD **NIVEL REFERENCIAL:** 3021.50 msnm

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO RIOBAMBA, CHIMBORAZO	FECHA: MAYO/2024 SONDEO: SM-4	NIVEL FREÁTICO: REVISÓ: CCZ
--	--	--

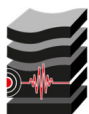
PROYECTO: EDIFICIO DE SALUD **NIVEL REFERENCIAL:** 3021.50 msnm

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO RIOBAMBA, CHIMBORAZO	FECHA: MAYO/2024 SONDEO: SM-4	NIVEL FREÁTICO: REVISÓ: CCZ
--	--	--

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO RIOBAMBA, CHIMBORAZO	FECHA: MAYO/2024 SONDEO: SM-4	NIVEL FREÁTICO: REVISÓ: CCZ
--	--	--

RIOBAMBA, CHIMBORAZO **SONDEO:** SM-4 **REVISÓ:** CCZ

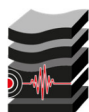
[illegible]



ANEXO 5

REGISTRO FOTOGRÁFICO





PROYECTO: Edificio de Salud
OBRA: Cimentación
LUGAR: Universidad Nacional de Chimborazo
UBICACIÓN: Riobamba, Chimborazo

FECHA: Mayo-2024

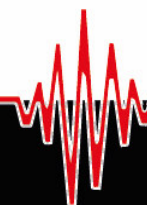
ANEXO FOTOGRÁFICO

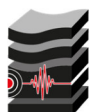


Fotografía 1.- Trabajos de campo sondeo SM-1



Fotografía 2.- Trabajos de campo sondeo SM-2





PROYECTO: Edificio de Salud
OBRA: Cimentación
LUGAR: Universidad Nacional de Chimborazo
UBICACIÓN: Riobamba, Chimborazo

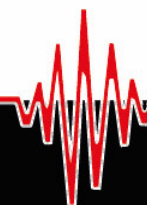
FECHA: Mayo-2024

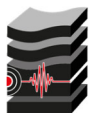


Fotografía 3.- Trabajos de campo sondeo SM-3



Fotografía 4.- Trabajos de campo sondeo SM-4





PROYECTO: Edificio de Salud
OBRA: Cimentación
LUGAR: Universidad Nacional de Chimborazo
UBICACIÓN: Riobamba, Chimborazo

FECHA: Mayo-2024

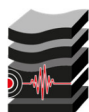


Fotografía 5.- Trabajos de campo sondeo geofísico SG-1 (eléctrico)



Fotografía 6.- Trabajos de campo sondeo geofísico SG-2 (sismico)





PROYECTO: Edificio de Salud
OBRA: Cimentación
LUGAR: Universidad Nacional de Chimborazo
UBICACIÓN: Riobamba, Chimborazo

FECHA: Mayo-2024



Fotografía 7.- Trabajos de campo sondeo geofísico SG-3 (sismico)

