

Salgar, 25 de abril de 2023

ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS

INTERESADO:
HÉCTOR MAURICIO VÉLEZ GONZÁLEZ

EDIFICACIÓN DE SÓTANO Y CUATRO PISOS
CALLE 29 N° 28-30



SALGAR – ANTIOQUIA

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	6
2. GENERALIDADES	8
2.1 Antecedentes teóricos del método de ensayo SPT	8
2.2 Antecedentes teóricos del método de rotación	9
3. METODOLOGÍA	12
3.1 Recolección de información básica	12
3.2 Exploración de campo	12
Método De Penetración Estándar SPT (Standard Penetration Test)	12
Perforación con rotación	13
3.3 Estudio de oficina y laboratorio	16
3.4 Elaboración de informe final	17
4. ASPECTOS GENERALES	17
4.1 Localización de la zona de estudio	17
4.2 Clima de Salgar	19
4.2.1 Temperatura	19
4.2.2 precipitación	20
4.2.3 Humedad	20
5. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS	21
Geología	21
Geomorfología	21
6. TECTONISMO GENERAL	23
7. SISMICIDAD	25
8. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA	27
8.1 Ensayo de penetración estándar (SPT)	28
8.1.1 SONDEO N° 1	28
8.1.2 SONDEO N° 2	30
8.1.3 SONDEO N° 3	32
8.1.4 SONDEO N° 4	34
8.2 ESTRATIGRAFÍA PROMEDIO	35
8.3 Módulo De Elasticidad	37
8.4 Módulo De Balastro	37
8.5 NIVEL FREÁTICO	39

9. CARACTERISTICAS FISICO MECANICAS DEL TERRENO	40
Resultado de laboratorio	40
10. CALCULO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE	41
Cálculo de capacidad portante con base en el método de Terzaghi - Meyerhof	41
11. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES	42
11.1 Consideraciones de la estructura	42
11.2 Cimentación	42
➤ Muro de contención (En caso de ser necesario)	44
Teoría de muro de contención	44
Parámetros del muro de contención	45
11.3 Clasificación del perfil del suelo	47
12. DISEÑO SISMO RESISTENTE NSR-10	49
12.1 Valores de coeficientes sísmicos	49
13. COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	50
13.1 Grupos de uso	51
13.1.1 Grupo IV – Edificaciones indispensables	51
13.1.2 Grupo III - Edificaciones de atención a la comunidad	51
13.1.3 Grupo II – Estructuras de ocupación especial	52
13.1.4 Grupo I – Estructuras de ocupación normal	52
13.2 Coeficiente de importancia	52
14. CALCULO DE ASENTAMIENTOS	52
15. RECOMENDACIONES GENERALES Y DE VERIFICACION	54
15.1 Proceso constructivo	54
15.1.1 Construcción manual	54
15.1.2 Construcción mecánica	55
15.2 Excavaciones y protección de estructuras vecinas	56
Protección de estructuras vecinas (En caso de ser necesario).	56
15.3 Llenos estructurales (en caso de ser necesario)	62
15.4 Manejo Y Bombeos de aguas superficiales y subterráneas	62
15.5 Acta de vecindad	64
16. LIMITACIONES	64
17. RECOMENDACIONES Y ACLARACIONES GENERALES	65
18. ANEXOS	67

18.1 Registro de perforaciones SPT	67
18.2 Resultados de laboratorio	67
18.3 Clasificación perfil del suelo	67
18.4 Espectros de diseño NSR-10	67
18.5 Matricula, certificación del COPNIA y acreditación del ingeniero	67
 Tabla 1, norma NTC promulgadas por el INCONTEC	17
Tabla 2, principales sismos sentidos en Colombia.....	25
Tabla 3, Modulo de Elasticidad (Es) y Modulo de Balasto (Ks) – Perforación N°1	38
Tabla 4, Modulo de Elasticidad (Es) y Modulo de Balasto (Ks) – Perforación N°2	38
Tabla 5, Modulo de Elasticidad (Es) y Modulo de Balasto (Ks) – Perforación N°3	39
Tabla 6, Modulo de Elasticidad (Es) y Modulo de Balasto (Ks) – Perforación N°4	39
Tabla 7, resultados de laboratorio	40
Tabla 8, Capacidad admisible del suelo según el diámetro de la pila - Vivienda	42
Tabla 9, A.2.4-2 NSR-10. Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E	47
Tabla 10, A.2.4-1 NSR-10 Clasificación de los perfiles de suelos	48
Tabla 11, Tabla A.2.4-3 de la NSR-10 Valores de coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro	49
Tabla 12, Tabla A.2.4-4 de la NSR-10 Valores de coeficiente F_v , para la zona de periodos intermedios del espectro	49
Tabla 13, parámetros sísmicos	50
Tabla 14, coeficiente de importancia	52
 Ilustración 1, Mecanismos de empuje y elevación	11
Ilustración 2, Relación velocidad de avance-empuje.....	11
Ilustración 3, trípode.....	13
Ilustración 4, equipos de rotación	13
Ilustración 5, cuchara partida.....	14
Ilustración 6, muestreador estándar o cuchara partida (Split Spoon) utilizado durante la realización del ensayo de penetración estándar (SPT).....	16
Ilustración 7, muestra recuperada en campo.....	16
Ilustración 8, localización de la zona del estudio.....	18
Ilustración 9, perforaciones.....	18
Ilustración 10, resumen del clima	19
Ilustración 11, temperatura máxima y mínima promedio.....	19
Ilustración 12, áreas geográficas para la distribución de las Rocas Metamórficas, según Mario Maya, INGEOMINAS (2001). Y Mapa geológico de Colombia.....	24
Ilustración 13, Localización epicentral de los sismos con $M_s \geq 3$ (1541-2009)	27
Ilustración 14, Registro Fotográfico	35
Ilustración 15, nivel freático	40

Ilustración 16, cementación superficial y profundas	43
Ilustración 17, muro en voladizo	45
Ilustración 18, construcción manual	54
Ilustración 19, construcción manual	55
Ilustración 20, construcción mecánica	55
Ilustración 21, conformación de taludes, cuñas y trincheras de un recinto	58
Ilustración 22, orden de ejecución de un recinto (isométrico)	59
Ilustración 23, detalles básicos de un recinto sección transversal	60
Ilustración 24, detalles de un recinto vaciado de arriba hacia abajo sección transversal	61
Ilustración 25, Aguas subterráneas	64

1. INTRODUCCIÓN

En la calle 29 N° 28-39 del municipio de Salgar, se pretende la solicitud de licencia para cuatro pisos y sótano, para la cual es necesario conocer las condiciones geotécnicas y el comportamiento del suelo para la propuesta de la cimentación.

De acuerdo con las recomendaciones del “Reglamento de la Norma Sismo Resistente NSR-10”, Capítulo H.3 (Caracterización geotécnica del suelo); tablas H.3.1-1 y H.3.2-1 consideramos adelantar el pasado 25 de abril de 2023 las exploraciones por medio del ensayo S.P.T (Standard Penetration Test).

En este informe se presentan los resultados de las investigaciones de campo y de laboratorio que se llevaron a cabo, las cuales permitieron establecer el perfil geológico de las formaciones superficiales y se avalúan los parámetros geomecánicos de las diferentes capas que conforman el subsuelo en relación con el tipo de estructura que se va a construir; después de un análisis y evaluación de esta información se formulan las recomendaciones para el diseño de las cimentaciones, entre otras.

El análisis y recomendaciones contenidas en este informe se aplican únicamente al proyecto relacionado anteriormente y a las condiciones geotécnicas allí encontradas, para las cuales se realizó el presente estudio.

En caso de realizar modificaciones en el proyecto o se encuentren condiciones diferentes, se debe verificar la necesidad de realizar exploraciones, análisis y recomendaciones geotécnicas adicionales.

De acuerdo con lo establecido en el título H de la NSR 10 tenemos:

Tabla H.3.1-1

Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta tres niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre cuatro y diez niveles	Entre 801 y 4.000 kN
Alta	Entre once y veinte niveles	Entre 4.001 y 8.000 kN
Especial	Mayor a veinte niveles	Mayores de 8.000 kN

De acuerdo con la tabla H.3.1-1, la construcción se clasifica como categoría media.

H.3.2.3 – NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS – El número mínimo de sondeos de exploración que deberá efectuarse en el terreno donde se desarrollará el proyecto se definen en la tabla H.3.2-1

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

Teniendo en cuenta el numeral H.3.2.5 **PROFUNDIDAD DE LOS SONDEOS** — “Por lo menos el 50% de todos los sondeos debe alcanzar la profundidad dada en la Tabla H.3.2-1, afectada a su vez por los siguientes criterios, los cuales deben ser justificados por el ingeniero geotecnista. La profundidad indicativa se considerará a partir del nivel inferior de excavación para sótanos o cortes de explanación. Cuando se construyan rellenos, dicha profundidad se considerará a partir del nivel original del terreno” y el numeral H.3.2.6 **NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS** “Para definir el número de sondeos en un proyecto, se definirán Inicialmente las unidades de construcción de acuerdo con las normas dadas en el numeral H.3.1.1. En todos los casos el número mínimo de sondeos para un estudio será de tres (3) y para definir el número se debe aplicar el mayor número de sondeos resultante y el número de unidades de construcción.”

A continuación, se presenta un resumen de la metodología utilizada, los resultados de campo, resultados de laboratorios, su interpretación y las recomendaciones que deberán adoptarse para el proyecto estructural de la cimentación y su construcción.

2. GENERALIDADES

2.1 Antecedentes teóricos del método de ensayo SPT

Los orígenes del ensayo SPT se remontan al año 1902, cuando el Coronel Charles R. Gow comenzó a hacer perforaciones exploratorias utilizando muestreadores hincados, de 1 pulgada (25 mm) de diámetro, el cual se hincaba al suelo mediante un martillo de 110 lb (50Kg) en la base del sondaje, para contribuir en la estimación de costos de excavación manual de Caissons con campana, y con ello desarrolló la práctica de hincar en el suelo un tubo para obtener muestras, marcando el inicio del muestreo dinámico de los suelos.

El muestreador de cuchara partida, similar al utilizado actualmente, debe su desarrollo a los trabajos efectuados por H.A. Mohr, Gerente de Distrito de Gow División en Nueva Inglaterra (USA) y a G.F.A. Fletcher de la Raymond Concrete Pile Company en 1927.

Fletcher y Mohr “estandarizaron” en 1930 el método de hincar una cuchara partida de 2 pulgadas (50 mm) de diámetro usando una masa de 125 lb (62.5 kg) de peso que cae desde una altura de 30 pulgadas (760 mm), como lo describe Mohr en 1937. Es interesante mencionar que Mohr en 1943 declaró que el ensayo permite tener una gruesa idea de las condiciones del suelo.

El término “Ensayo de Penetración Estándar” fue probablemente utilizado por primera vez por Terzaghi en 1947 en su artículo “Recent Trends in Subsoil exploration”, el cual fue presentado en la 7ª Conferencia de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones efectuada en Texas, USA.

El uso del ensayo SPT en el diseño de zapatas superficiales y profundas se extendió rápidamente después de 1948, cuando la primera edición del libro “Soil Mechanics in Engineering Practice” de Terzaghi & Peck fue publicado; ya que en él se indicaba una correlación entre el número de golpes para penetrar 30 cm (N_{spt}) y la densidad relativa (D_r). Rápidamente el método fue adoptado por el US Corps of Engineers y el US Bureau of Reclamation.

Las primeras correlaciones SPT publicadas aparecieron en la Figura 177, de la página 423 de la primera edición de 'Mecánica de Suelos en la Práctica de Ingeniería' de Terzaghi y Peck, publicada en 1948. Este libro es el primer texto donde se hace referencia al ensayo SPT. Posteriormente, se presentaron correlaciones entre el número de golpes del SPT y la consistencia de limos y arcillas, y la densidad relativa de arenas, en Peck, R. B.; Hanson, W. E.; y Thornburn, T. H., 1953, Foundation Engineering: John Wiley & Sons, New York, 410 p. En este libro, los autores indicaron que los datos para las arenas eran más confiables que los publicados para limos y arcillas.

En 1953, Peck et al, propusieron ábacos para el diseño de zapatas en arena, en donde la capacidad de soporte admisible fue relacionada con el número de golpes

(Nspt) y un asentamiento total de 25 mm (2.5 cm).

En 1954 Jim Parsons de Moran, Proctor, Freeman & Mueser introdujo el procedimiento convencional donde se registra el número de golpes para los tres incrementos de 6" de longitud, usando un barril muestreador de 18 pulgadas. El valor registrado para la primera etapa de avance es descartado debido a la alteración de la muestra y ajuste por caída de la tubería. Esto ahorró tiempo y dinero ya que no se requería la limpieza con el barreno jet que él había introducido en 1940. El segundo par de número son entonces combinados y reportados como un único valor para las últimas 12 pulgadas. Este valor se conoció como el número de golpes estándar, N, o Nspt.

El interés por estandarizar los métodos comunes de ensayos de penetración en suelos, se remontan a la 4ª Conferencia Internacional de Mecánica de Suelos y Fundaciones realizada en Londres en 1957. En aquella ocasión se encargó a un subcomité la tarea de estudiar la posible estandarización de los métodos de penetración estáticos y dinámicos.

En el año 1958 la American Standard Testing Method (ASTM) publicó el documento denominado "Tentative method for penetration test and split barrel sampling of soils". Sólo en el año 1967 alcanzó la categoría de norma (ASTM D1586).

En 1999 en el décimo congreso de geotecnias en Colombia el ingeniero Álvaro González, determinó una nueva expresión para corregir la presión de confinamiento, con la cual también desarrolló una nueva correlación enfocada a suelos de Colombia.

2.2 Antecedentes teóricos del método de rotación

El principio utilizado por las perforadoras rotativas consiste en aplicar energía al terreno haciendo rotar un útil de corte o destroza conjuntamente con la acción de una fuerza de empuje. Este tipo de perforación se empezó a utilizar en minería sobre rocas blandas; sin embargo, la rapidez de desplazamiento y montaje de estos equipos, la variedad de útiles de corte ha favorecido su uso en otros campos.

El giro del útil lo realiza el motor de la perforadora en superficie, que acciona una mesa o cabeza de rotación que, a su vez, mueve el tren de varillaje y éste finalmente transmite el giro al útil. Los útiles de corte que se emplean en rotación son las barrenas helicoidales, las coronas circulares y las cabezas tricono, según el tipo de terreno, del diámetro del talador y de la finalidad de la perforación (extracción de testigos o avance a destroza).

La perforación a rotación presenta características diferentes si se realiza en roca o en suelos. En roca el avance se produce por corte y compresión: el giro se realiza

mediante sonda o rotor y la presión por barra de carga, varillaje y empuje hidráulico. En el caso de los suelos, si éstos son granulares no demasiado cohesivos, la perforación se realiza con una barrena helicoidal; en el caso de granulares muy sueltos es necesario el uso de cucharas.

El avance de la perforación rotativa en rocas se produce por la influencia simultánea de la presión que el útil de corte ejerce sobre el terreno y el efecto producido por el giro de dicho útil sobre la roca. Estas dos acciones se pueden provocar con diversos medios y potencia según las fuentes de energía y los sistemas de empuje y rotación empleados.

Las formas de energía motriz de uso más frecuente son la térmica y la eléctrica. La primera se suele utilizar en perforadoras pequeñas y medianas, generalmente montadas sobre camión en equipos accionados por el propio motor del camión o más frecuentemente por dos motores, el del camión más otro independiente. Para perforadoras montadas en equipos de mayor tamaño (diámetros de perforación superior a 250 mm, lo más normal es emplear energía eléctrica a media tensión, alimentando la perforadora con corriente alterna. En algunas instalaciones mineras también se emplean equipos diésel-eléctricos cuyo coste de mantenimiento es aproximadamente un 15% inferior al de los equipos diésel.

La aplicación de la potencia se realiza mediante mecanismos de transmisión mecánicos e hidráulicos. La energía se transmite a través de las barras de perforación, que giran al mismo tiempo que penetra la boca, debido a la intensidad de la fuerza de avance. Prácticamente, casi sin excepciones, esta fuerza de empuje se obtiene a partir de un motor hidráulico. En este tipo de perforación, las pérdidas de energía en las barras y la boca son despreciables, por este motivo, la velocidad de penetración no varía apenas con la longitud del barreno. Para girar las barras y conseguir el par necesario, estas máquinas tienen un sistema de rotación montado habitualmente sobre un bastidor que se desliza a lo largo del mástil de la perforadora. El barrido del detritus de la perforación se realiza con aire comprimido, para lo cual el equipo está dotado de uno o dos compresores ubicados en la sala de máquinas.

Empuje y elevación

El empuje para aplicar dependerá de la resistencia del terreno y del diámetro de la perforación. El mecanismo de empuje está diseñado para aplicar una fuerza del orden del 50% del peso de la máquina, alcanzando los equipos de mayor tamaño un peso de unas 120 t. Los sistemas de empuje, además de proporcionar la presión suficiente sobre el fondo de la perforación, sirven para elevar y manipular el conjunto de varillas o barras que hay que añadir o quitar durante la ejecución de la perforación. Se pueden emplear sistemas mecánicos (por cadena o cremallera) o hidráulicos. Los sistemas hidráulicos están formados por dos cilindros combinados, son más potentes y fácilmente controlables.

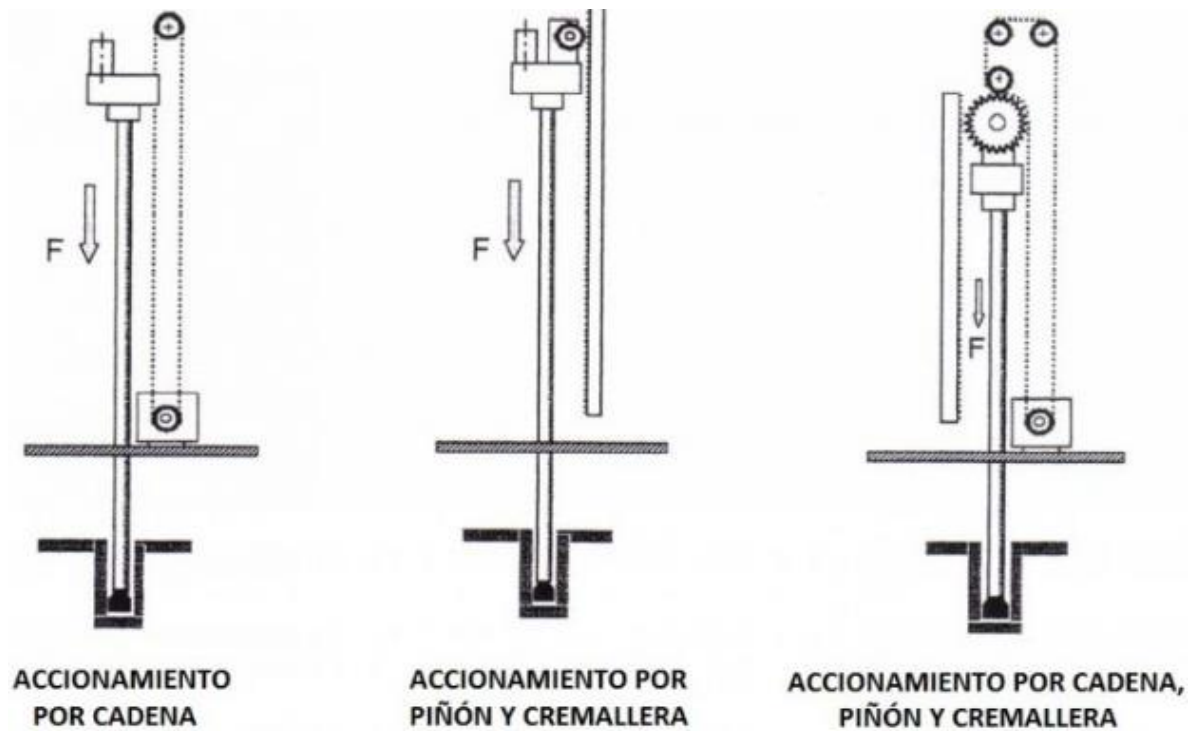


Ilustración 1, Mecanismos de empuje y elevación

El empuje transmitido al fondo del taladro debe ser suficiente para que el efecto conjunto sobre la roca genere una tensión superior a su resistencia a compresión. Pero tampoco conviene un empuje excesivo que aumente el desgaste del equipo. La velocidad de penetración aumenta proporcionalmente al empuje hasta un límite a partir del cual el útil se agarrota y los insertos se incrustan en la roca. En estas condiciones, el desgaste aumenta considerablemente junto con un mayor consumo de energía y, si la roca es dura, puede producirse la rotura de los dientes del útil.

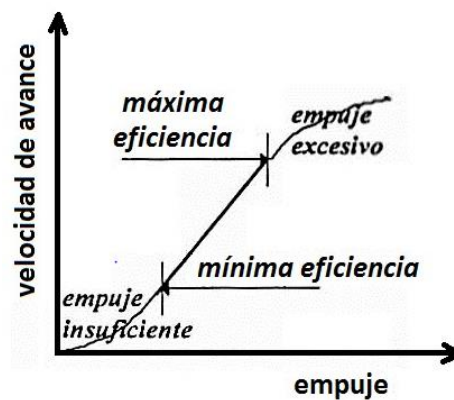


Ilustración 2, Relación velocidad de avance-empuje

3. METODOLOGÍA

Para realizar el presente estudio geotécnico se siguió un esquema metodológico que parte del reconocimiento y evaluación del terreno, mediante el levantamiento de información in situ, donde se examinan las formaciones geológicas y el relieve.

El estudio geotécnico se ajusta a los lineamientos propuestos por la Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (ISSMGE) en su capítulo correspondiente a Geotecnia de Suelos Residuales en el cual hace relevancia a la caracterización y diagnóstico del entorno geotécnico donde se ejecutara el proyecto, incluyendo el criterio de estabilidad, además de la observación macroscópica de las muestras del suelo recuperadas en la etapa de exploración en la cual se distingue los grados y zonas de meteorización propias del perfil geotécnico característico del lugar, así como su material parental, presencia o ausencia de estructuras relictas, complementando además con la ejecución e interpretación de los ensayos de laboratorio pertinentes.

A continuación, presentamos el proceso metodológico utilizado:

3.1 Recolección de información básica: Se consultó información disponible concerniente a identificar rasgos morfo genéticos, topográficos, geología y clima. Posteriormente, se analizó el material recolectado y se procedió a la interpretación de cada uno de ellos, con la finalidad de conocer los patrones de relieve y los procesos erosivos y de movimientos de masa del área del interés y la definición de los sitios para realizar las exploraciones.

3.2 Exploración de campo: Tiene como objetivo la observación de los tipos de suelos, acción de las corrientes y formas del terreno. Además, se determinan los perfiles estratigráficos de los depósitos y se registra la posición del nivel freático.

Las exploraciones de campo se llevaron a cabo mediante la ejecución de cuatro perforaciones realizadas utilizando los siguientes métodos.

Método De Penetración Estándar SPT (Standard Penetration Test)

El método ha sido estandarizado desde 1958, con varias revisiones (ASTM D-1586) y consiste (p.ej. Bowles, 1988) en hincar un muestreador estándar hecho en aleación de acero 4130. El tubo es forjado, tratado térmicamente y luego se ranura, dando su acabado final. Todas las zapatas (punteras) son tratadas térmicamente para garantizar un producto de alta durabilidad.

Una válvula de retención de tipo Bola evita que se lave el material de muestra.

Este muestreador estándar partido de 18" (> 45cm) de largo (Ilustración 3) colocado al extremo de una varilla AW, por medio de un peso (martillo) de 143.3lb (> 65.0kg) que se deja caer "libremente" desde una altura de 30" (> 76cm), anotando los golpes necesarios para penetrar cada 6" (> 15cm).



Ilustración 3, trípode

Perforación con rotación

El principio utilizado por este sistema consiste en aplicar energía a la roca haciendo rotar una herramienta (trépano) conjuntamente con la acción de una gran fuerza de empuje.



Ilustración 4, equipos de rotación

En la práctica, este sistema de perforación presenta tres variantes según el tipo de herramienta utilizado:

- Rotación con trépano cortante
- Rotación con trépano triturante
- Rotación con herramienta abrasiva

El primero fue usado originalmente en la perforación de pozos petrolíferos, pero limitado sólo a formaciones rocosas más bien blandas. En los inicios del siglo XX aparecen los primeros trépanos provistos de rodillos indentados que ruedan sobre el fondo del hoyo, ejerciendo una acción triturante sobre la roca, capaces de perforar formaciones rocosas de dureza mediana. Su diseño evoluciona rápidamente hasta la herramienta conocida con el nombre de tricono.

A principios de los años '50 esta tecnología se empieza a aplicar en los primeros equipos rotativos diseñados para realizar perforaciones de tronadura en minas a cielo abierto. Innovaciones posteriores, principalmente en lo que dice relación con el diseño de estos triconos y la calidad de los aceros utilizados en su fabricación, le dan hoy en día a este sistema una gran versatilidad. Se aplica tanto en rocas blandas como muy duras, sin restricciones en cuanto a la longitud de los tiros. Su única limitación es el diámetro de perforación. Por razones que se explicarán más adelante, este sistema no se aplica en diámetros menores a 150 mm para fines de fragmentación de rocas.

La perforación rotativa con una herramienta abrasiva - corona de diamantes o diamantina como se le conoce en la terminología minera- se utiliza exclusivamente para sondajes destinados a la recuperación de testigos de roca con fines de exploración y/o reconocimiento de un cuerpo mineralizado, tema que no está incluido en los alcances de este curso.

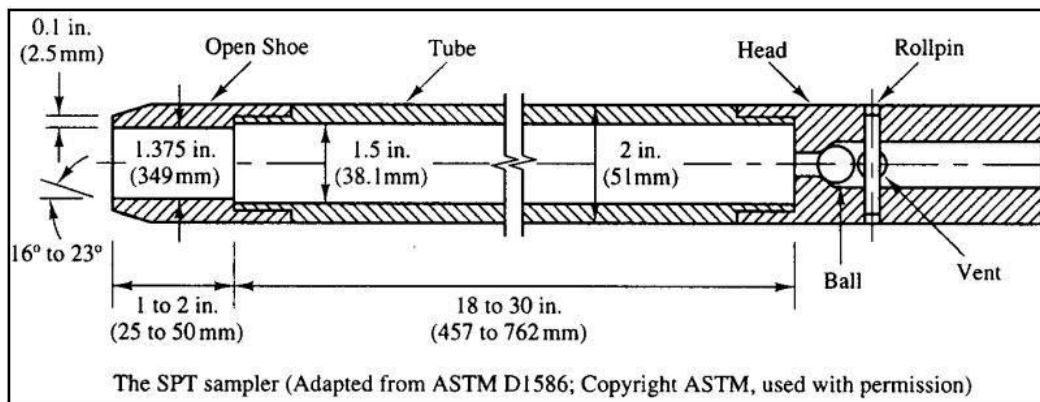


Ilustración 5, cuchara partida

Ilustración 2: Santiago Osorio. 01 de junio de 2018. Historia de la Geotecnia. <http://geotecnia-sor.blogspot.com/2012/04/historia-de-la-geotecnia-terzaghi-y-el.html>

El valor normalizado de penetración N es para 12" (1 pie» 30cm), se expresa en golpes/pie y es la suma de los dos últimos valores registrados. El ensayo se dice que muestra "rechazo" si: (a) N es mayor de 50 golpes/15cm, (b) N es igual a 100golpes/pie o (c) No hay avance luego de 10 golpes.

Aunque se denomina "estándar", el ensayo tiene muchas variantes y fuentes de diferencia, en especial a la energía que llega al tomamuestras, entre las cuales sobresalen (Bowles, 1988):

- 1) Equipos producidos por diferentes fabricantes
- 2) Diferentes configuraciones del martillo de hincia, de las cuales tres son las más comunes:
 - (a) el antiguo de pesa con varilla de guía interna
 - (b) el martillo anular ("donut")
 - (c) el de seguridad
- 3) La forma de control de la altura de caída:
 - (a) si es manual, cómo se controle la caída.
 - (b) si es con la manila en la polea del equipo depende de: el diámetro y condición de la manila, el diámetro y condición de la polea, del número de vueltas de la manila en la polea y de la altura real de caída de la pesa.
- 4) Si hay o no revestimiento interno en el tomamuestras, el cual normalmente no se usa.
- 5) La cercanía del revestimiento externo al sitio de ensayo, el cual debe ser estar alejado.
- 6) La longitud de la varilla desde el sitio de golpe y el tomamuestras.
- 7) El diámetro de la perforación
- 8) La presión de confinamiento efectiva al tomamuestras, la cual depende del esfuerzo vertical efectivo en el sitio del ensayo.

Para casi todas estas variantes hay factores de corrección a la energía teórica de referencia E_r y el valor de N de campo debe corregirse de la siguiente forma (Bowles,1988):

$$N_{crr} = N * C_n * n_1 * n_2 * n_3 * n_4$$

En la cual N_{crr} = valor de N corregido

N = valor de N de campo

C_n = factor de corrección por confinamiento efectivo

n_1 = factor por energía del martillo ($0.45 \leq n_1 \leq 1$)

n_2 = factor por longitud de la varilla ($0.75 \leq n_2 \leq 1$)

n_3 = factor por revestimiento interno de tomamuestras ($0.8 \leq n_3 \leq 1$)

n_4 = factor por diámetro de la perforación (> 1 para $D > 5"$, $= 1.15$ para $D = 8"$)

El factor de corrección que utilizamos para los estudios de suelos manuales y con tripode es de 0.70 el cual multiplica al número de golpes hallados en campo hallando así el número de golpes corregido N_{crr} .

$$N_{crr} = N * C_n * n_1 * n_2 * n_3 * n_4.$$

$$C_n * n_1 * n_2 * n_3 * n_4 = 0.70$$

$$N_{crr} = 0.70 N$$

3.2.1 Recuperación de muestras: Durante la ejecución de los sondeos se recuperaron muestras remoldeadas de los materiales que conforman el subsuelo en la zona del estudio. La grafica siguiente muestra la cuchara partida con el material obtenido en la perforación. De cada sondeo se levantó columna estratigráfica con la descripción de los materiales detectados al avanzar la exploración, la localización, tipo de muestras tomadas y la posición del nivel freático en los casos en que se encontró.



Ilustración 6, muestreador estándar o cuchara partida (Split Spoon) utilizado durante la realización del ensayo de penetración estándar (SPT)



Ilustración 7, muestra recuperada en campo

3.3 Estudio de oficina y laboratorio:

Esta etapa contempla la realización de los ensayos de laboratorio a las muestras obtenidas en campo, proceso que dura una semana para su análisis y de esta manera determinar sus propiedades índices, que definan el modelo y parámetros resistentes para el análisis geotécnico.

Tabla 1, norma NTC promulgadas por el INCONTEC

NORMAS NTC PROMULGADAS POR EL INCONTEC	
NTC 1493	Suelos. Ensayo para determinar el límite plástico e índice de plasticidad. (ASTM D 4318)
NTC 1494	Suelos. Ensayo para determinar el límite líquido. (ASTM D 4318)
NTC 1495	Suelos. Ensayo para determinar el contenido de agua. (ASTM D 2216)
NTC 1503	Suelos. Ensayo para determinar los factores de contracción. ASTM D 427
NTC 1504	Suelos. Clasificación para propósitos de ingeniería. (ASTM D 2487)
NTC 1522	Suelos. Ensayo para determinar la granulometría por tamizado NTC 1527

3.4 Elaboración de informe final:

En esta etapa se recopila toda la información, se presenta los resultados de los estudios y se dan las recomendaciones para los diseños, teniendo presente tanto las condiciones de sismicidad del área de proyecto y la definición de las aceleraciones máximas para el sismo de diseño, según la NSR-10.

4. ASPECTOS GENERALES

En este capítulo se expone el marco físico-biótico general donde se localiza la zona del estudio con el fin de establecer un marco ambiental donde se establecerá el proyecto.

4.1 Localización de la zona de estudio

Salgar es un municipio colombiano localizado en la subregión Suroeste del departamento de Antioquia. Limita por el norte con los municipios de Urrao, Betulia y Concordia, por el este con Concordia, Venecia y Tarso, por el sur con Pueblorrico y Ciudad Bolívar, y por el oeste con el municipio de El Carmen de Atrato departamento del Chocó y el municipio de Urrao.

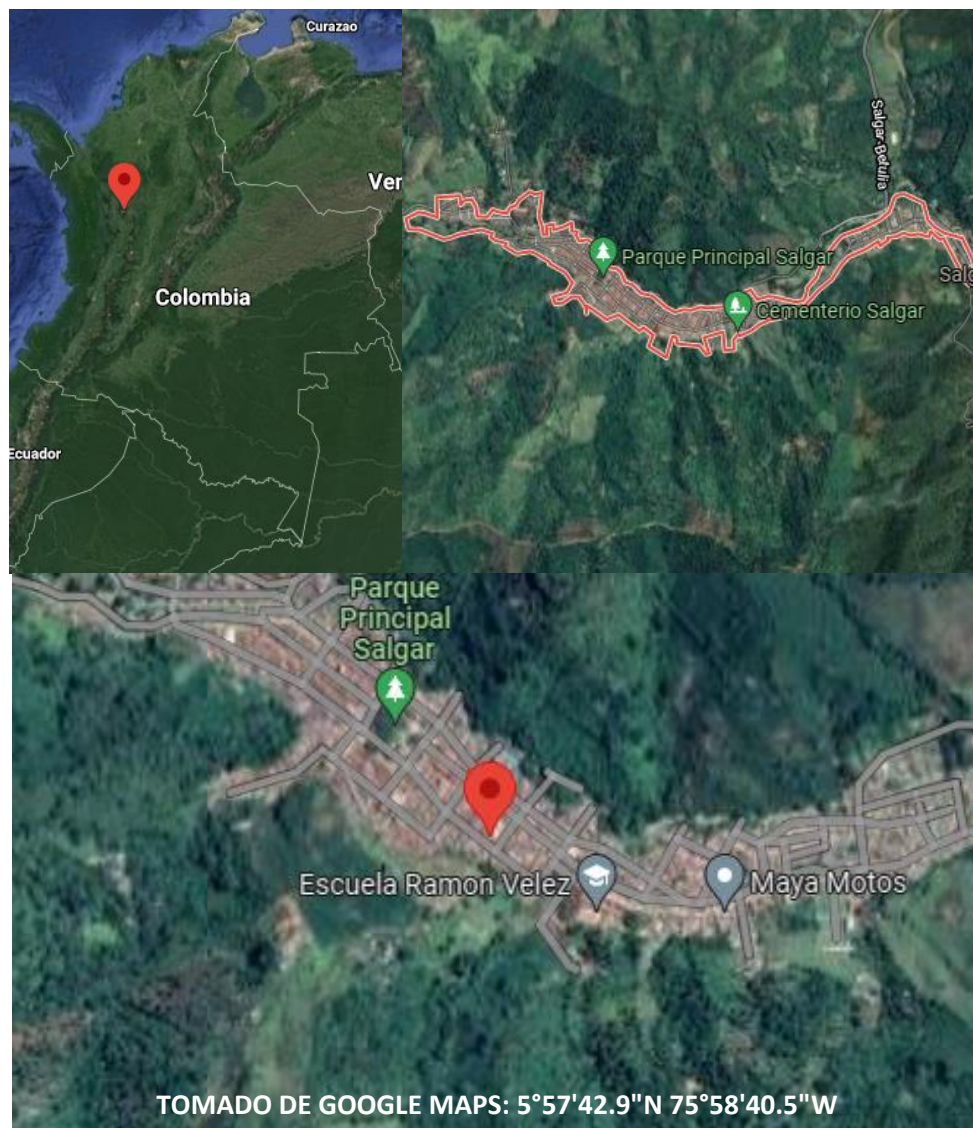


Ilustración 8, localización de la zona del estudio

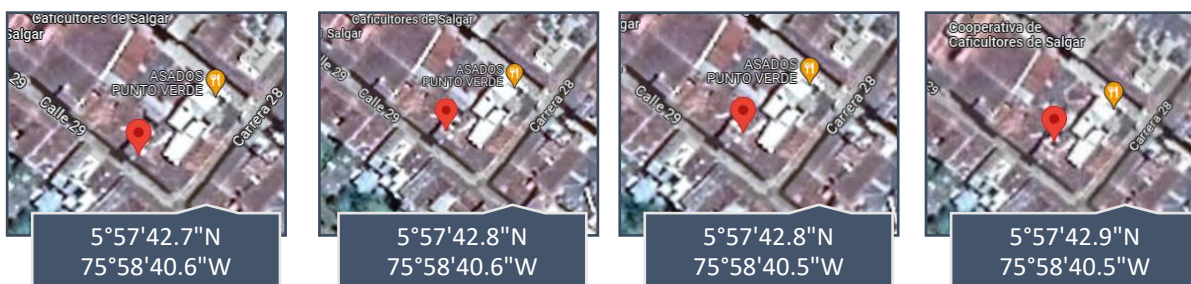


Ilustración 9, perforaciones

4.2 Clima de Salgar

En Salgar, los veranos son cortos; los inviernos son cortos y está cómodo, mojado y nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 16 °C a 24 °C y rara vez baja a menos de 15 °C o sube a más de 26 °C.

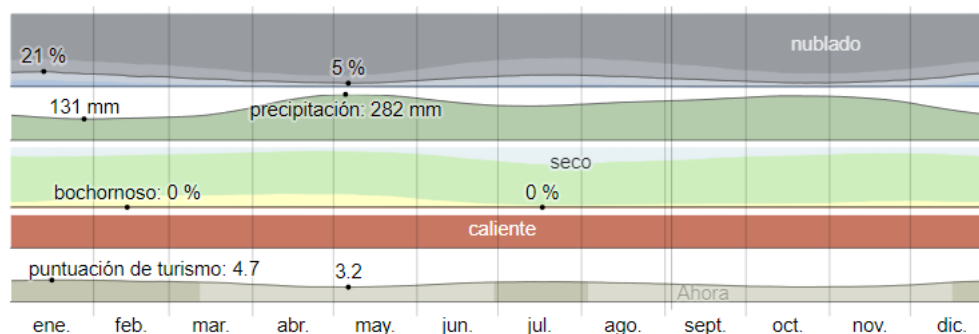


Ilustración 10, resumen del clima

4.2.1 Temperatura

La temporada templada dura 2,4 meses, del 10 de junio al 24 de agosto, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 24 °C. El día más caluroso del año es el 22 de julio, con una temperatura máxima promedio de 24 °C y una temperatura mínima promedio de 16 °C.

La temporada fresca dura 2,1 meses, del 3 de octubre al 8 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 23 °C. El día más frío del año es el 19 de octubre, con una temperatura mínima promedio de 16 °C y máxima promedio de 23 °C.

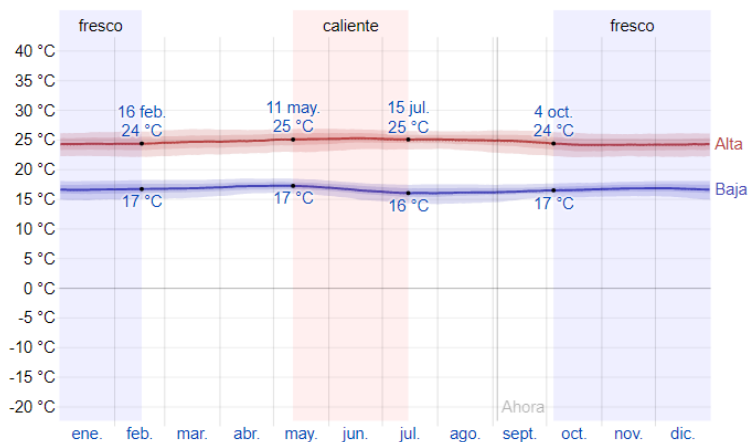
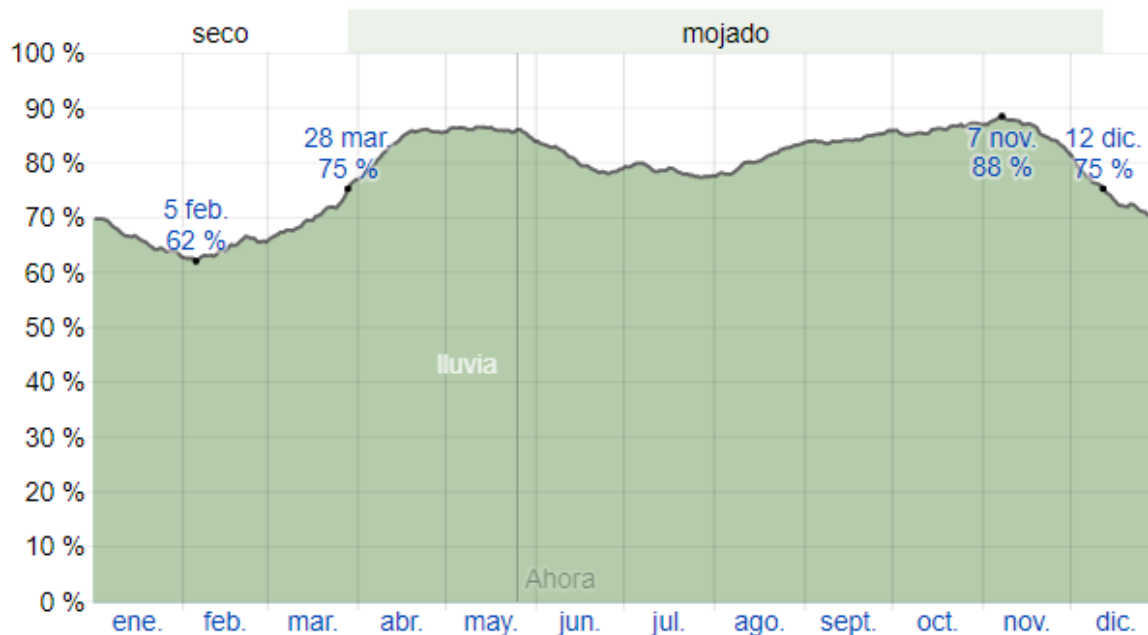


Ilustración 11, temperatura máxima y mínima promedio



4.2.2 precipitación

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Salgar varía durante el año.

La temporada más mojada dura 8,5 meses, de 28 de marzo a 12 de diciembre, con una probabilidad de más del 75 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 88 % el 7 de noviembre.

La temporada más seca dura 3,5 meses, del 12 de diciembre al 28 de marzo. La probabilidad mínima de un día mojado es del 62 % el 5 de febrero.

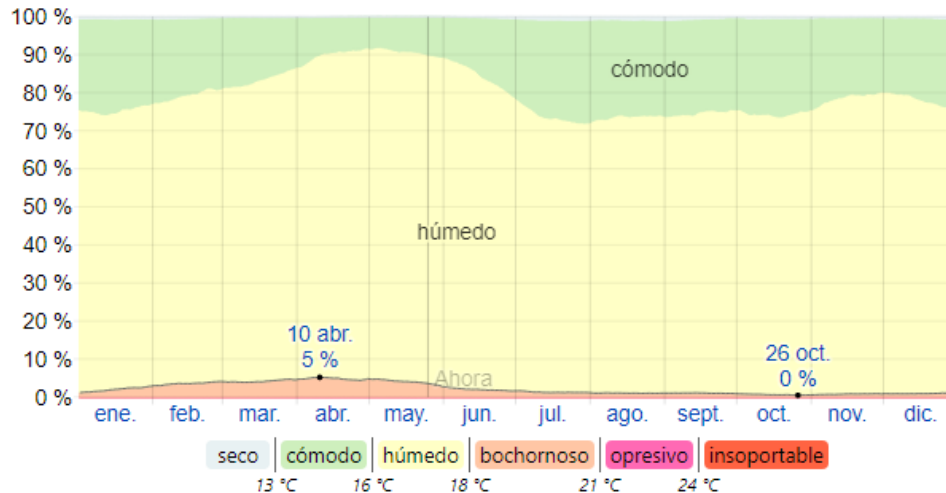
Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. En base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 88 % el 7 de noviembre.

4.2.3 Humedad

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más

lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.

El nivel de humedad percibido en Salgar, debido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoportable, no varía considerablemente durante el año, y permanece entre el 2 % del 3 %



5. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

Geología

El marco tectónico regional coincide con el emplazamiento de un arco continental en la margen oeste de la Cordillera Occidental durante el Neógeno, conocido como el arco Chocó-Panamá. El Batolito de Farallones representa la evolución al oriente del arco magmático, que al formarse instruye rocas sedimentarias e ígneas pertenecientes al grupo Cañas Gordas. El basamento está constituido por rocas sedimentarias pelíticas como limolitas y arenitas deformadas tectónicamente, las cuales están clasificadas dentro de la nomenclatura estratigráfica como pertenecientes al miembro Urrao, de la Formación Penderisco, del grupo Cañas Gordas. Esta unidad durante el proceso orogénico fue intruida por rocas magmáticas calcoalcalinas conformadas por el Batolito de Farallones (Calle, 1980) y, posteriormente, por cuellos volcánicos y subvolcánicos de diatremas de composición dacítica.

Geomorfología

Geológicamente al territorio Municipal lo conforman los siguientes grupos de rocas:

ROCAS IGNEAS

ROCAS HIPOABISALES PORFIRITICAS

Td : Pórfido Dacítico

Kvb FORMACION BARROSO: Secuencia volcánica compuesta por flujos de basaltos, aglomerados y tobas de cristales con interestratificaciones de chert oscuro de poco espesor.

ROCAS SEDIMENTARIAS

SEDIMENTOS CUATERNARIOS

Qt : Terrazas

Kaa FORMACION PENDERISCO (MIEMBRO URRAO) : Secuencia de limolitas de color negro macizas aveces silíceas , shales de color oscuro grauvacas de color gris claro y argilitas con estructura pizarrosa

Tmc FORMACION COMBIA: Formación sedimentaria - volcánica compuesta por • Tobas volcánicas y derrames eruptivos aglomerados , brechas , basaltos , andesitas con capas sedimentarias en la parte superior , compuesto por conglomerados y areniscas tobáceas Mioceno - Plioceno .

Morfológicamente el área se caracteriza por tener un relieve bastante irregular , de topografía abrupta dominada por valles estrechos y profundos escavado por los ríos y afluentes , con vertientes de fuertes pendientes , los movimientos de masa son muy frecuentes en el espacio , la fuerza de las pendientes no permiten la soliflucción lenta y en consecuencia se trata sobre todo de rupturas en las formaciones superficiales plásticas o vueltas líquidas por una infiltración fuerte de las aguas lluvias ; si bien estos fenómenos se observan bajo bosques primarios o secundarios, ellos parecen más activos en las regiones desmontadas Bajo el bosque el impacto de las gotas de lluvia es amortizado por los estratos inferiores y por la hojarasca sin embargo la ausencia de un horizonte humífero espeso , facilita el arrastre de partículas del suelo que van a enturbiar las aguas de esconrentía . La reptación del suelo llega a rellenar las cicatrices de pequeñas dimensiones mientras que las más grandes se transforman en surcos o zanjas (cárcavas).

En la cordillera occidental, como en el resto de los Andes colombianos, hay una tendencia de las estructuras a estar orientadas aproximadamente en sentido Norte-Sur, tal es el caso de las mayorías de las fallas geológicas o identificadas en el territorio Municipal como son. la falla Remolino, la falla Mistrato y la falla Guasabra cruzadas por la falla San Juan.

Algunas de estas fallas presentan una marcada influencia en los procesos morfogénicos actuales, incrementado las tasas de erosión y el riesgo sísmico para el diseño de obras civiles.

6. TECTONISMO GENERAL

La tectónica global donde se enmarca el proyecto, consiste en una diversidad de terrenos con características geológicas diferentes, las cuales conforman una especie de cuñas, delimitadas por la interacción de tres placas tectónicas (Nazca, Caribe y Suramérica), y para la cual, Cline y Otros (1981), acuñaron el nombre de “Bloque Nor-Andino”.

La placa Nazca tiene un sentido de desplazamiento general de occidente a oriente y una velocidad de 60 mm/año. Esta placa, al occidente de Colombia, dentro del océano Pacífico, en la denominada Fosa Colombo-Ecuatoriana, se está subduciendo bajo la placa Suramérica. Al norte está en contacto con la placa Caribe a lo largo de una falla transcurrente sinistral, que se prolonga al oeste a partir de la zona del Darién, a lo largo de la plataforma continental del Pacífico Panameño (Sarria, 1990).

La placa Suramérica se mueve en dirección general oriente-occidente, con una ligera componente noroccidental y a una velocidad de 10 a 20 mm/año. La placa Caribe tiene un desplazamiento relativamente menor en la dirección occidente-oriente. Entre las placas Caribe y Suramérica, los límites no están bien definidos, existiendo hipótesis que la ubican por la costa del Mar Caribe y otros a lo largo del flanco este de la cordillera Oriental de Colombia (Sarria, 1990).

La actividad compresiva generada por la interacción de las tres placas, ha desarrollado en el Bloque Nor-Andino, una serie de deformaciones a lo largo de fallas con dirección N-S, una de las cuales es la zona de fallas Cauca–Romeral, de gran importancia para el proyecto.

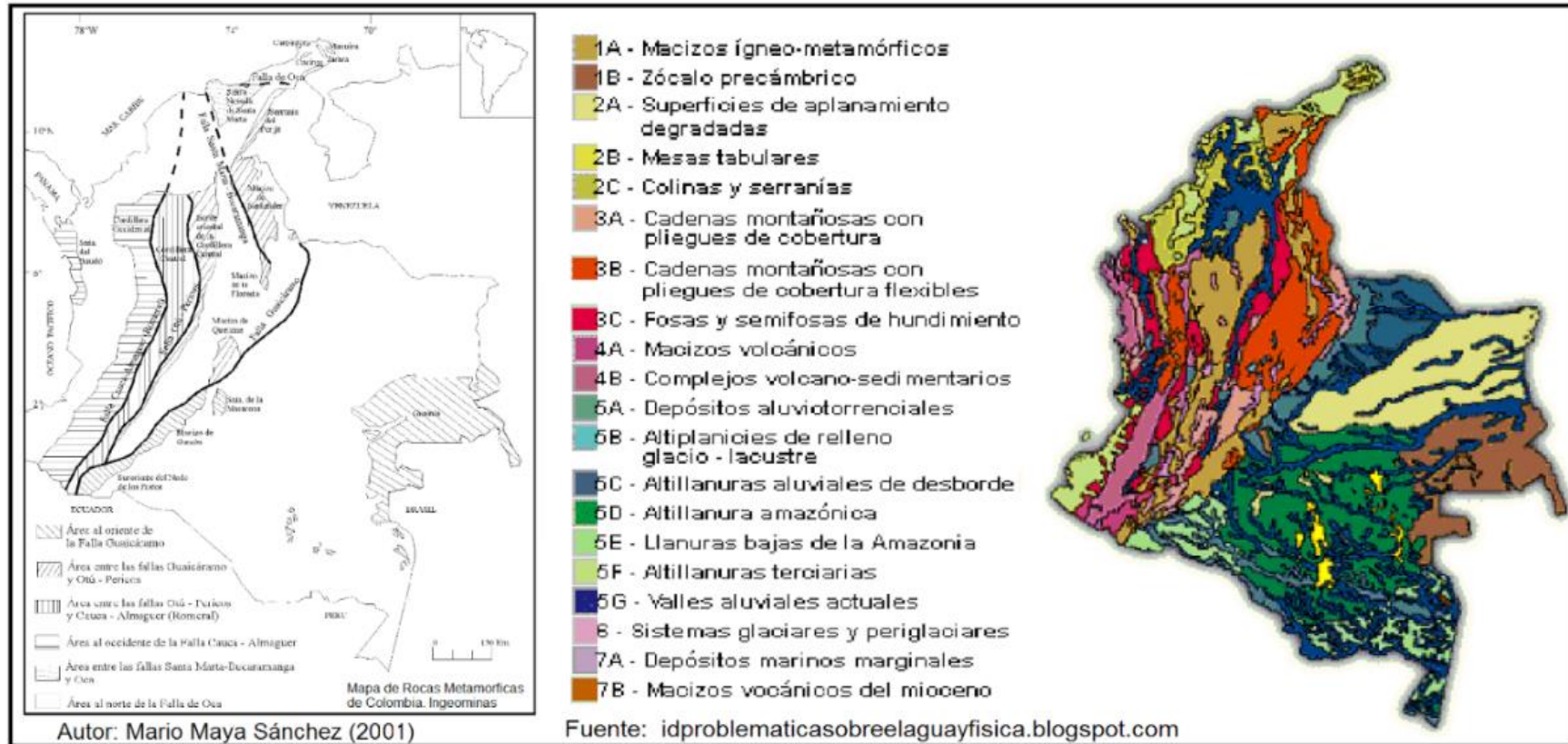


Ilustración 12, áreas geográficas para la distribución de las Rocas Metamórficas, según Mario Maya, INGEOMINAS (2001). Y Mapa geológico de Colombia

7. SISMICIDAD

La recopilación de información sobre sismos sentidos en Colombia, realizando por Arango y Velásquez (1993), reportan 37 sismo ocurridos en el periodo que va de 1730 a 1979, de los cuales cuatro se registran con intensidades VII, siete con intensidades VI (incluyendo el sismo del 18 de octubre de 1992), y diez con intensidades V. En la tabla N°1 se presenta una descripción macro sísmica de los terremotos que más han afectado los municipios que se encuentran en los alrededores del Proyecto. Además, según la historia sísmica para Colombia, la cual se encuentra mejor documentada dentro del periodo del último siglo, considera como fuentes sismo génicas de posible afectación para el proyecto las siguientes:

Norte del Valle – Risaralda – Chocó y Quindío:

Se han registrado eventos intermedios, con magnitudes de 6 y 7, los cuales se habían localizado en Manizales.

Atrato y Urabá:

Incluyendo los eventos de la zona de Frontino, como los que sucedieron entre 1903 y 1904. Aún los eventos con magnitudes menores han reportado licuación de suelos y deslizamientos en laderas escarpadas cubiertas de bosque.

Costa del Chocó:

Los eventos documentos son recientes. Sismos de magnitud 6-7 han provocado licuación de suelos y deslizamientos en área epicentrales poco pobladas.

Santander:

Eventos con magnitudes mayores de seis han producido intensidades de VI o mayores en el NE de Antioquia.

Tabla 2, principales sismos sentidos en Colombia

FECHA	DESCRIPCIÓN	INTENSIDAD (MM)	MAGNITUD	EPICENTRO
Marzo 8 / 1883	Sentido en gran parte de Colombia Daños en catedral de Medellín (Santafé de Antioquia??)	VIII+	> 7,0	Atrato medio (??)
Agosto 26 / 1904	Sismo fuerte y corto sentido en Medellín. Con réplicas			Valle de Aburra (??)

1903 - 1904	Serie de sismos sentidos en Antioquia. Región epicentral al SW de Frontino	VIII+	> 6,0	SW de Frontino
Abril 4 / 1911	Daños en iglesias de Yarumal y campamento. Sentido en Remedios			NW de Ituango (?)
Febrero 14 / 1952	Daños en iglesias y casas de Medellín, Santafé de Antioquia y Giraldo	VIII	6,7 Ms	Atrato Medio
Diciembre 2 / 1957	Sentido fuerte en Medellín. Daños en Dabeiba (?)	VI	6,7	Atrato Medio
Julio 29 - 1967	Intensidades de VII en Yarumal y poblaciones vecinas	VII	6,3	Santander
Diciembre 2 / 1970	Intensidades de VI en Ituango y Campamento	VII	> 5,5	Urabá
Agosto 30 / 1973	Daños en poblaciones del NE de Antioquia	VI	5,7 Mb	Santander
Marzo 19 / 1987	Duración 15 días sismos cortos y fuertes al SW de Frontino. Daños en Murri, Nutibara y Frontino	VII+	5,6 Mb	Atrato Medio
Octubre 18 / 1992	Sentido en gran parte de Colombia. Daños en Medellín, Bogotá y Cali. Eventos previos y centenares de réplicas	VIII+	7,4 Ms	Atrato Medio
Enero 9 / 1993	Tres sismos fuertes y cortos causaron pánico en muchas personas de Medellín y poblaciones cercanas	IV - V	3	Valle de Aburrá (??)

Las principales fuentes sismogénicas que afectan el proyecto se deben diferenciar entre fuentes intraplaca y fuentes interplaca. Además, debe tenerse presente que la liberación de energía elástica acumulada en las zonas interplaca e intraplaca se produce en ciertos sectores de las cortezas, los cuales se denominan sismo fuentes debido a que en ellos se ha producido una cantidad relevante de sismos de diversas magnitudes, registrado tanto en catálogos instrumentales como en documentos históricos. Las principales sismo fuentes para el proyecto y localizadas en el territorio Colombiano incluyen:

- ❖ La sismofuente del Viejo Caldas, a la cual se le asigna el evento del 23 de noviembre d 1979 (denominado sismo Mistrató);
- ❖ La zona de fallas Murindó-Mutató, el cual generó los sismos del 17 y 28 de octubre de 1992,
- ❖ Las zonas de falla Cauca – Romeral.

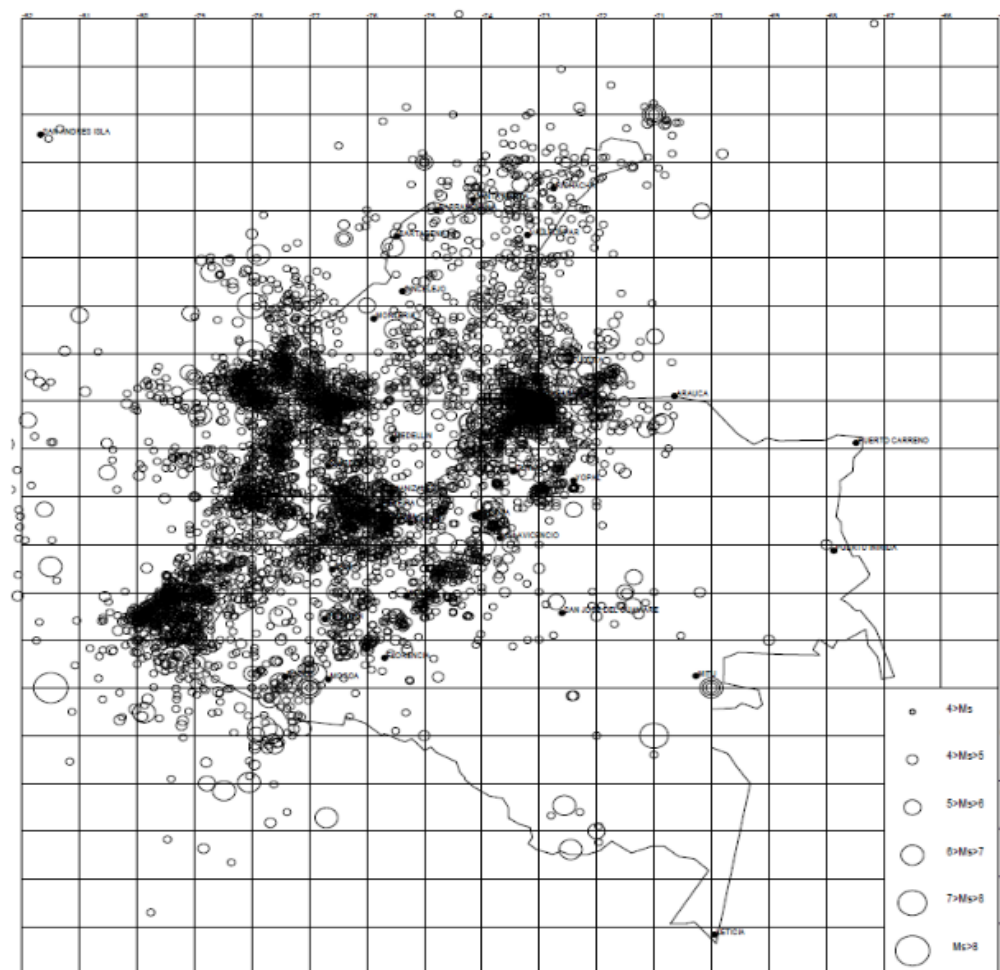


Ilustración 13, Localización epicentral de los sismos con $M_s \geq 3$ (1541-2009)

8. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

El programa de exploración de campo consistió en la ejecución de cuatro perforaciones localizadas estratégicamente, de estos sondeos se hace una descripción y en los anexos, se presenta cada uno de los registros campo, donde se indican la descripción de las muestras recobradas, la posición del nivel freático, la secuencia estratigráfica y demás detalles pertinentes.

La selección de los sitios a explorar respondió a las necesidades de conocer la distribución de los suelos en profundidad, según las condiciones geológicas y geomorfológicas reconocidas.

Las perforaciones se realizaron mediante el sistema de percusión, en las cuales, se tomaron muestras para ensayos de laboratorio. Adicionalmente se hizo una inspección en los alrededores de cada una de las zonas exploradas para verificar la presencia de áreas inestables cerca de cada región de intereses.

8.1 Ensayo de penetración estándar (SPT)

Se exploraron los sectores dentro de la zona de intereses, las muestras se describieron visualmente, donde se anotó la clasificación de campo, el color, la plasticidad, la consistencia, el cambio de estrato y demás observaciones complementarias.

Las muestras de las cucharas se empacaron en bolsas plásticas y fueron enviadas al laboratorio inmediatamente para el análisis de laboratorio.

Los S.P.T se llevaron a cabo con un martillo de seguridad de 0.62 KN de peso, que se dejaba caer desde una altura de 0.76 m (párrafo 5.4.1 de la norma ASTM D 1586-92), a intervalos de aproximadamente 1.25 m.

El valor de la resistencia a la penetración estándar (valor de N) se obtuvo como el número de golpes requerido para introducir la cuchara (Split barrel sampler) 305 mm, después de hacerla penetrar 150 mm. Una vez determinado el valor de N, la cuchara se penetraba 305 mm adicionales con el fin de obtener una mayor cantidad de muestra y así confirmar la continuidad del estrato.

Las muestras se recobraron en tubos de pared delgada tipo Shelby de 76 mm de diámetro exterior (A.S.T.M D 1587), hincados a presión, y en cucharas (Split-barrel sampler) de 50.8 mm de diámetro exterior, 38.1 mm de diámetro interior y un tubo muestreado de 700 mm de longitud (norma A.S.T.M D 1586, aprobada en 1992), penetradas para el S.P.T. En el anexo se presentan los resultados y sus respectivas representaciones gráficas.

Para el estudio del subsuelo, con miras a establecer la viabilidad técnica y económica del proyecto, se desarrolló un programa exploratorio, en el cual se encontraron diferentes estratos que se describen a continuación, para cada uno de los sondeos realizados.

8.1.1 SONDEO N° 1

PROFUNDIDAD		N° GOLPES (CADA 15 cm)	NIVEL FRÁTICO	DESCRIPCIÓN
m	m	N°	m	
0,00	0,45	5		Entresuelo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.
		4		
		2		
1,00	1,45	5		Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.
		7		
		4		
2,00	2,45	15		Limo arenoso, de color pardo claro, zonas

		13		anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".
		11		
3,00	3,45	12		Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".
		15		
		18		
4,00	4,45	17		Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".
		18		
		29		
5,00	5,45	28		Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".
		29		
		22		
6,00	6,45	30		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.
		32		
		34		
7,00	7,45	34		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.
		32		
		37		
8,00	8,45	35		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil. presencia de particulas de grava.
		39		
		36		
9,00	9,45	41		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil. presencia de particulas de grava.
		39		
		41		
10,00	10,45	44		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil. presencia de particulas de grava.
		41		
		43		
11,00	11,45	40		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de
		42		

		44		partículas de grava sub-angulosa de tamaño máximo 3/8".
12,00	12,45	44		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, húmeda, inolora, homogénea, consistencia muy blanda, cementación débil, presencia de partículas de grava sub-angulosa de tamaño máximo 3/8".
		41		
		47		
13,00	13,45	43		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, húmeda, inolora, homogénea, consistencia muy blanda, cementación débil, presencia de partículas de grava sub-angulosa de tamaño máximo 3/8".
		45		
		46		
14,00	14,45	48		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, húmeda, inolora, homogénea, consistencia muy blanda, cementación débil, presencia de partículas de grava sub-angulosa de tamaño máximo 3/8".
		45		
		47		
15,00	15,45	42		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, húmeda, inolora, homogénea, consistencia muy blanda, cementación débil, presencia de partículas de grava sub-angulosa de tamaño máximo 3/8".
		49		
		46		

8.1.2 SONDEO N° 2

PROFUNDIDAD		N° GOLPES (CADA 15 cm)	NIVEL FRÁTICO	DESCRIPCIÓN
m	m	N°	m	
0,00	0,45	4		Suelo en concreto y entresuelo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris pálido, presencia de micas, húmedo, inoloro, homogéneo.
		4		
		4		
1,00	1,45	7		Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris pálido, presencia de micas, húmedo, inoloro, homogéneo.
		5		
		8		
2,00	2,45	12		Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris pálido, presencia de micas, húmedo, inoloro, homogéneo.
		10		
		13		
3,00	3,45	18		Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris pálido, presencia de micas, húmedo, inoloro, homogéneo, consistencia muy blanda, cementación débil, presencia de partículas de grava.
		16		
		16		

INFORME DE SUELOS Y RECOMENDACIONES GEOTÉCNICAS

camilos738@gmail.com

4,00	4,45	26		Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".
		21		
		28		
5,00	5,45	25		Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".
		27		
		25		
6,00	6,45	29		Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".
		25		
		30		
7,00	7,45	33		Arena limosa, de color pardo claro, zonas verdosas y beige, pintas negras, micacea, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".
		30		
		28		
8,00	8,45	24		Arena limosa, de color pardo claro, zonas verdosas y beige, pintas negras, micacea, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".
		29		
		32		
9,00	9,45	39		Arena limosa, de color pardo claro, zonas verdosas y beige, pintas negras, micacea, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".
		35		
		32		
10,00	10,45	32		limo con arena, de color pardo claro, zonas amarillentas y grises, pintas anaranjadas y blancas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.
		35		
		37		
11,00	11,45	39		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".
		36		
		41		
12,00	12,45	39		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas

		37		negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".
		41		
13,00	13,45	42		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".
		43		
		47		
14,00	14,45	49		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".
		46		
		46		
15,00	15,45	48		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".
		47		
		49		

8.1.3 SONDEO N° 3

PROFUNDIDAD		N° GOLPES (CADA 15 cm)	NIVEL FRÁTICO	DESCRIPCIÓN
m	m	N°	m	
0,00	0,45	4		Entresuelo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.
		6		
		2		
1,00	1,45	7		Arena limosa, de color, pardo claro y gris palido, pintas amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea.
		4		
		6		
2,00	2,45	15		Arena limosa, de color, pardo claro y gris palido, pintas amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".
		11		
		14		
3,00	3,45	12		Arena limosa, de color, pardo claro y gris palido, pintas amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".
		16		
		15		
4,00	4,45	15		Arena limosa, de color, pardo claro y gris palido,

		18		pintas amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".
		27		
5,00	5,45	26		Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.
		27		
		30		
6,00	6,45	29		Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.
		31		
		29		
7,00	7,45	29		Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.
		32		
		32		
8,00	8,45	32		Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.
		35		
		37		
9,00	9,45	36		Arena limosa, de color pardo claro, zonas verdosas y beige, pintas negras, micacea, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".
		35		
		39		
10,00	10,45	37		limo con arena, de color pardo claro, zonas amarillentas y grises, pintas anaranjadas y blancas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.
		41		
		38		
11,00	11,45	42		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".
		41		
		43		
12,00	12,45	45		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".
		55		
		50		

8.1.4 SONDEO N° 4

PROFUNDIDAD		N° GOLPES (CADA 15 cm)	NIVEL FRÁTICO	DESCRIPCIÓN
m	m	N°	m	
0,00	0,45	5		Entresuelo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.
		3		
		5		
1,00	1,45	3		Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.
		9		
		5		
2,00	2,45	12		Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.
		17		
		10		
3,00	3,45	16		Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.
		14		
		19		
4,00	4,45	15		Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.
		19		
		28		
5,00	5,45	27		Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".
		29		
		21		
6,00	6,45	29		Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.
		32		
		34		
7,00	7,45	33		Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.
		32		
		36		
8,00	8,45	34		Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.
		38		
		35		
9,00	9,45	40		Arena limosa, de color pardo claro, zonas verdosas y

		38		beige, pintas negras, micacea, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava.
		40		
10,00	10,45	43		limo con arena, de color pardo claro, zonas amarillentas y grises, pintas anaranjadas y blancas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.
		44		
		47		
11,00	11,45	49		Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".
		46		
		54		



Ilustración 14, Registro Fotográfico

8.2 ESTRATIGRAFÍA PROMEDIO

De acuerdo con las observaciones de campo y con los ensayos de laboratorio; puede decirse que en el lote de estudio se presentan las siguientes capas de suelos:

PROFUNDIDAD		NIVEL		DESCRIPCIÓN
m	m	ESCALA	FRÁTICO	
0,00	0,45			Entresuelo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.
1,00	1,45			Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.
2,00	2,45			Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y

				gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.
3,00	3,45			Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".
4,00	4,45			Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".
5,00	5,45			Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".
6,00	6,45			Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".
7,00	7,45			Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".
8,00	8,45			Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil. presencia de particulas de grava.
9,00	9,45			Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil. presencia de particulas de grava.
10,00	10,45			limo con arena, de color pardo claro, zonas amarillentas y grises, pintas anaranjadas y blancas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.
11,00	11,45			Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras,

				humeda, inolora, homogénea, consistencia muy blanda, cementación débil, presencia de partículas de grava sub-angulosa de tamaño máximo 3/8".
12,00	12,45			Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, húmeda, inolora, homogénea, consistencia muy blanda, cementación débil, presencia de partículas de grava sub-angulosa de tamaño máximo 3/8".
13,00	13,45			Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, húmeda, inolora, homogénea, consistencia muy blanda, cementación débil, presencia de partículas de grava sub-angulosa de tamaño máximo 3/8".
14,00	14,45			Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, húmeda, inolora, homogénea, consistencia muy blanda, cementación débil, presencia de partículas de grava sub-angulosa de tamaño máximo 3/8".
15,00	15,45			Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, húmeda, inolora, homogénea, consistencia muy blanda, cementación débil, presencia de partículas de grava sub-angulosa de tamaño máximo 3/8".

8.3 Módulo De Elasticidad

Para la estimación de este parámetro se empleó las correlaciones con los valores de SPT, las ecuaciones definidas por Bowles (1982) y el U.S. Department of the Navy (1982).

8.4 Módulo De Balastro

Este concepto introducido por Winkler, tiene el objetivo de reemplazar una masa de suelo por resortes elásticos equivalentes, con una constante K por unidad de área, lo que realmente resulta en una conveniencia matemática que facilita los cálculos de esfuerzos y deformaciones en las interfaces estructura-suelo, puesto que las deformaciones se hacen directamente proporcionales a los esfuerzos aplicados.

Tabla 3, Modulo de Elasticidad (Es) y Modulo de Balasto (Ks) – Perforación N°1

PERFORACIÓN 1			
PROF.	N [golpes]	Es [Ton/m2]	Ks [Ton/m3]
0,45	6	360	719,75
1,45	11	510	1019,75
2,45	24	900	1799,75
3,45	33	1170	2339,75
4,45	47	1590	3179,75
5,45	51	1710	3419,75
6,45	66	2160	4319,75
7,45	69	2250	4499,75
8,45	75	2430	4859,75
9,45	80	2580	5159,75
10,45	84	2700	5399,75
11,45	86	2760	5519,75
12,45	88	2820	5639,75
13,45	91	2910	5819,75
14,45	92	2940	5879,75
15,45	95	3030	6059,75

Tabla 4, Modulo de Elasticidad (Es) y Modulo de Balasto (Ks) – Perforación N°2

PERFORACIÓN 2			
PROF.	N [golpes]	Es [Ton/m2]	Ks [Ton/m3]
0,45	8	420	839,75
1,45	13	570	1139,75
2,45	23	870	1739,75
3,45	32	1140	2279,75
4,45	49	1650	3299,75
5,45	52	1740	3479,75
6,45	55	1830	3659,75
7,45	58	1920	3839,75
8,45	61	2010	4019,75
9,45	67	2190	4379,75
10,45	72	2340	4679,75
11,45	77	2490	4979,75
12,45	78	2520	5039,75
13,45	90	2880	5759,75
14,45	92	2940	5879,75
15,45	96	3060	6119,75

Tabla 5, Modulo de Elasticidad (Es) y Modulo de Balasto (Ks) – Perforación N°3

PERFORACIÓN 3			
PROF.	N [golpes]	Es [Ton/m2]	Ks [Ton/m3]
0,45	8	420	839,75
1,45	10	480	959,75
2,45	25	930	1859,75
3,45	31	1110	2219,75
4,45	45	1530	3059,75
5,45	57	1890	3779,75
6,45	60	1980	3959,75
7,45	64	2100	4199,75
8,45	72	2340	4679,75
9,45	74	2400	4799,75
10,45	79	2550	5099,75
11,45	84	2700	5399,75
12,45	105	3330	6659,75

Tabla 6, Modulo de Elasticidad (Es) y Modulo de Balasto (Ks) – Perforación N°4

PERFORACIÓN 4			
PROF.	N [golpes]	Es [Ton/m2]	Ks [Ton/m3]
0,45	8	420	839,75
1,45	14	600	1199,75
2,45	27	990	1979,75
3,45	33	1170	2339,75
4,45	47	1590	3179,75
5,45	50	1680	3359,75
6,45	66	2160	4319,75
7,45	68	2220	4439,75
8,45	73	2370	4739,75
9,45	78	2520	5039,75
10,45	91	2910	5819,75
11,45	100	3180	6359,75

8.5 NIVEL FREÁTICO

Durante la exploración de campo y la toma de las muestras que se realizaron el día 25 de abril de 2023, se encontró nivel freático en las perforaciones realizadas.

Perforación N°1: Se encontró nivel freático a una profundidad de 15.00 metros.

Perforación N°2: Se encontró nivel freático a una profundidad de 13.00 metros.

Perforación N°3: Se encontró nivel freático a una profundidad de 11.00 metros.

Perforación N°4: Se encontró nivel freático a una profundidad de 11.00 metros.

La posición del nivel freático corresponde a la línea de presión de poros igual a cero, equivalente a que la presión neta en el sitio es igual a la presión atmosférica. El nivel de agua determina los niveles de presiones hidrostáticas sobre una superficie localizada por debajo de ese nivel, o los valores de presión negativa o de succión para el suelo por encima.

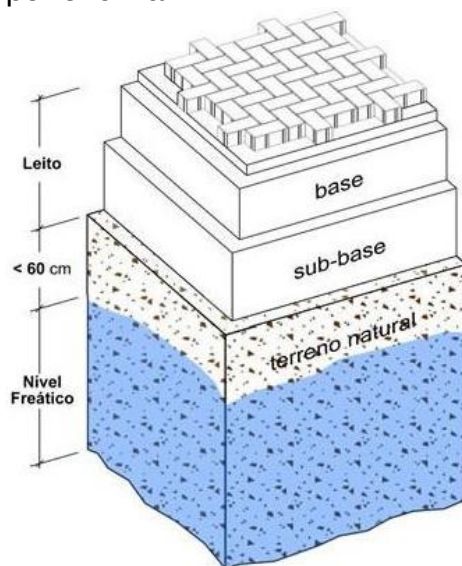


Ilustración 15, nivel freático

9. CARACTERÍSTICAS FÍSICO MECANICAS DEL TERRENO

Los suelos analizados, donde se apoyará la estructura, no presentan dispersión considerable de las condiciones físico-mecánicas, se clasifican, según criterios de la clasificación unificada de suelos U.S.C.S.

Resultado de laboratorio

A continuación, presentamos el resumen de los resultados obtenidos del laboratorio.

Tabla 7, resultados de laboratorio

SONDEO N°	PROF (m)	HUM %	L.L. %	L.P. %	INDICE PLASTICO	PASA 200%	CLASIF. USCS
P1	3.00-3.45	33	47	34	13	50.9	ML
P2	4.00-4.45	31	48	35	13	44.5	SM
P3	3.00-3.45	32	53	42	11	32.5	SM
P4	5.00-5.45	25	50	32	18	45.7	SM

10. CALCULO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE

Cálculo de capacidad portante con base en el método de Terzaghi - Meyerhof

La capacidad de carga última para las cimentaciones profundas se subdivide en dos alcúotas, la resistencia por punta Q_p y la resistencia lateral o por fuste Q_s donde:

Numerosos han sido los estudios para el cálculo de estas dos incógnitas. En este estudio se emplearon las ecuaciones resultado de las investigaciones realizadas por Vesic (1977), Meyerhof (1976) y Coyle y Castello (1981). La estimación de Q_p se llevó a cabo empleando la siguiente ecuación donde:

$$Q_{ULT} = Q_p + Q_s$$

- $Q_p = q_u$, que es igual a: $q_u = cN_c^* + qN_q^* + \gamma B N_\gamma^*$
- c, q, γ son factores de capacidad de carga
- F_s : factor de seguridad = 3.0
- C : cohesión del suelo (KN/m²)
- q : tensión vertical (KN/m²)
- γ : peso específico del suelo (KN/m³)
- B : ancho o diámetro de la cimentación (m)
- D : profundidad de cimentación (m)

Y por otro lado, para el valor de Q_s , se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_s = \sum p \Delta L f$$

Donde:

- p Perímetro de la sección de la pila
- ΔL Longitud incremental del pilote sobre la cual p y j se consideran constantes.
- f : Resistencia unitaria por fricción a cualquier profundidad Z

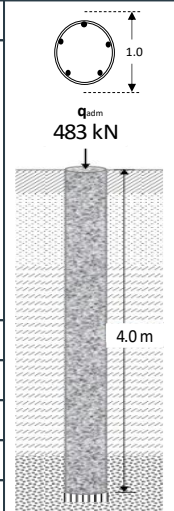
De acuerdo con los cálculos, se obtuvo que para el tipo de cimentación recomendada y considerando la condición más desfavorable en la que se produzca una saturación total del material por efecto de un aumento del nivel

freático, la capacidad de soporte del suelo, considerando un factor de seguridad de 3.0, será tal y como se muestra a continuación.

Tabla 8, Capacidad admisible del suelo según el diámetro de la pila - Vivienda

Profundidad (m)	Capacidad Admisible en KN según diámetro de la Pila		
	1.0	1.2	1.4
4.00	483	703	967

DISEÑO DE LAS PILAS - (TERZAGHI Y MEYERHOF)		
$q_{adm} = \frac{1}{F_s} \left(C \cdot N_c \cdot S_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma \right)$		
$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45^\circ + \phi/2) \quad K_p = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$		
$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad s_c = 1 + 0.2 k_p$		
$N_\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4 \phi) \quad s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 k_p$		
Factor de Seguridad	Fs	3.0
Diametro del Pilote	ϕ	1.0 m
Profundidad del Pilote	Df	4.0
Ángulo de Fricción del Suelo	ϕ	27°
Capacidad Admisible del Suelo	qadm	483



11. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en este informe se basan en las características físico-mecánicas del terreno, teniendo como referencia la magnitud de la obra construida.

11.1 Consideraciones de la estructura

La estructura está planteada de manera porticada, con columnas y vigas en concreto reforzado o en su defecto estructura metálica.

Todas las partes de la estructura deben diseñarse y construirse para que actúen como una unidad integral para efectos de resistir las fuerzas sísmicas, la cual el arquitecto como el calculista deben cumplir la separación mínima entre estructuras adyacentes según NSR-10.

11.2 Cimentación

Basados en el perfil estratigráfico encontrado y analizado en la zona de estudio, se recomienda utilizar cimentaciones profundas, de manera que se transmita el 100% de las cargas.

A partir de las exploraciones realizadas en el sitio, el análisis de las cargas, la determinación de los parámetros geo mecánicos y la configuración del sistema estructural se dan a conocer las alternativas que existen y son utilizadas con más frecuencia para el sistema de cimentaciones:

Existen dos tipos de cimentaciones, profundas y superficiales.

Las Cimentaciones Superficiales reparten la fuerza que le transmite la estructura a través de sus elementos de apoyo sobre una superficie de terreno bastante grande que admite esas cargas.

Se considera cimentación superficial cuando tienen entre 0.50 m. y 4.00 m. de profundidad, y cuando las tensiones admisibles de las diferentes capas del terreno que se hallan hasta esa cota permiten apoyar la estructura en forma directa sin provocar asentamientos excesivos de la estructura que puedan afectar la funcionalidad de la estructura.

Debe considerarse como posible que en un mismo solar se encuentren distintos tipos de terreno para una misma edificación; esto puede provocar asentamientos diferenciales peligrosos, aunque los valores de los asentamientos totales den como admisibles.

Existen varios tipos de Cimentaciones Superficiales, los cuales se detallan a continuación:

- Zapatas aisladas
- Zapatas corridas
- Zapatas combinadas
- Losas de cimentación
- Pilas cortas

La cimentación profunda se toma cuando la capacidad portante de la estructura no puede ser distribuida totalmente por una cimentación superficial o las características del suelo no son las mejores para la cimentación.



Ilustración 16, cimentación superficial y profundas

Las cimentaciones profundas son las siguientes:

- Muros Pantalla
- Sustitución
- Flotación
- Pilotes

- Pilas

➤ **Propuesta de cimentación**

Basados en el perfil estratigráfico encontrado y analizado en la zona de estudio, se recomienda utilizar cimentaciones profundas, de manera que se transmita el 100% de las cargas a los estratos de suelo firme. Implementar este tipo de cimentación evita generar asentamientos de consolidación en los estratos de arcilla presentes en el perfil estratigráfico y que son perjudiciales para la estabilidad de la estructura.

A partir de las exploraciones realizadas en el sitio, el análisis de las cargas, la determinación de los parámetros geomecánicas y la configuración del sistema estructural se plantea una recomendación para el presente sistema:

Pilas pre-excavadas y vaciadas “IN-SITU” con diafragma rígido: Con esta alternativa se deben considerar pilas centrales que soporten el diafragma de vigas.

Esta alternativa se compone de un diafragma rígido (vigas de alto peralte) que transfieren las cargas a un sistema de pilas pre-excavadas manualmente y vaciadas “In-situ”, desplantadas a 4.00 metros de profundidad.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- El diámetro de la campana será definido por el ingeniero calculista de acuerdo con las cargas definitivas de la estructura y a la capacidad admisible de carga del suelo de cimentación.
- Las dimensiones de las vigas que conforman el diafragma serán definidas por el ingeniero calculista.
- Las pilas deben excavarse implementando un sistema de anillos de concreto reforzado, de mínimo 0,10 metros de espesor y con alturas máximas de 1,0 metro.
- Una vez sea excavada la campana de las pilas se debe introducir la armadura de acero de refuerzo y proceder con inmediato vaciado del concreto, de manera que se evite colapso del material en la campana.

➤ **Muro de contención (En caso de ser necesario)**

Teoría de muro de contención

Este método es recomendable para la prevención de deslizamientos, pero para que estas estructuras cumplan con su objetivo, es necesario que la

Superficie de falla formada o por formarse sea contenida por la estructura de retención; el efecto de este será nulo si no se aplica este concepto, que en muchos casos lleva a muros muy altos los cuales necesitan de una cimentación muy profunda, incrementando sus costos. También se debe garantizar un drenaje adecuado que permita la salida del agua a través del muro para evitar un posible colapso debido a la saturación del suelo.

Las estructuras de retención se construyen, por lo general, al pie de terraplenes, aunque se utilizan con éxito al pie de cortes para mejorar la visibilidad en una carretera. Las estructuras de retención tienen la ventaja de utilizar poco espacio para su erección, por lo que su uso se vuelve más común en lugares donde no existe espacio para abatir el talud.

Parámetros del muro de contención

Todos los muros de contención que se construyan deben disponer de adecuados sistemas de filtros.

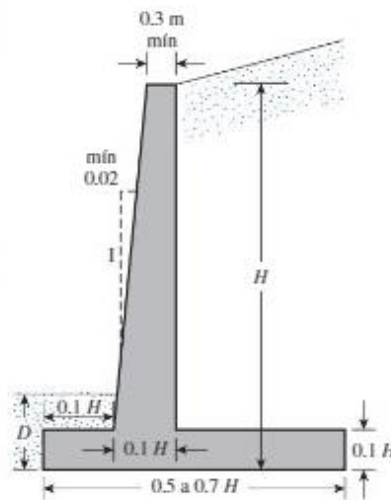


Ilustración 17, muro en voladizo

El coeficiente de presión de tierras en reposo K_0 se conoce como la relación que existe entre los esfuerzos efectivos horizontales σ_h y los esfuerzos efectivos verticales σ_v en cualquier parte de la masa de suelo, este dependerá del estado de consolidación natural o artificial del suelo.

Para un suelo normalmente consolidado, la relación para K_0 (Jaky, 1944) es:

$$K_0 \approx 1 - \sin(\phi')$$

$$K_0 \approx 1 - \sin(27^\circ)$$

$$K_0 \approx 0.54$$

De acuerdo con los experimentos realizados por Terzaghi los valores del coeficiente de empujes de suelo en reposo K_0 podrían encontrarse en el entorno de los siguientes valores:

En arenas: $0.40 \leq K_0 \leq 0.55$

En arcillas: $0.60 \leq K_0 \leq 0.80$

Con esto podemos concluir y verificar nuestro cálculo del coeficiente de presión en reposo de tierra K_0 , para el material del terreno natural en la interface con el cimiento se tienen los siguientes parámetros:

- Angulo de fricción interna del suelo (ϕ) 27°

- Coeficiente de empuje activo (K_a): 0.375

$$K_a := \left(\tan \left(\frac{\pi}{180} 45 - \frac{\phi}{2} \right) \right)^2 \quad \text{Coeficiente de empuje Activo (Rankine)}$$

- Coeficiente de empuje en reposo (K_0): 0.54

$$K_0 := 1 - \sin(\phi) \quad \text{Coeficiente de empuje en reposo (OCR=0)}$$

- Coeficiente de empuje Pasivo (K_p): 2.666

$$K_p := \frac{1}{K_a} \quad \text{Coeficiente de empuje Pasivo (Rankine)}$$

Recomendación De Material Y Equipo Para Utilizar

- Cemento, arena, grava y agua para el concreto.
- Madera y clavos para el encofrado.
- Acero.
- Desencofrante y aditivos para el concreto.
- Mezcladora.
- Vibrador.
- Herramientas básicas: palas, piochas, pisones, serruchos, cucharas, etc.

Proceso Constructivo

- Hacer el trazo del muro.
- Realizar la excavación hasta la profundidad de desplante deseada.
- Preparar la superficie, nivelándola, y mejorando el suelo, ya sea por compactación o por sustitución de este.
- Colocar la armadura de la solera de fundación que sostendrá al muro.
- Colocar el acero vertical, uniéndolo con la armadura de la solera.
- Realizar el colado de la solera de fundación.
- Colocar formaletas en los extremos del muro, las cuales indiquen la Forma de la sección transversal del mismo en base a los planos.

- Terminar de colocar el encofrado a lo largo de toda la longitud del muro.
- Colocar los tubos de drenaje.
- Dejar juntas de expansión a cada 6 metros de longitud.
- Realizar el colado del muro, cuidando que la mezcla tenga las proporciones adecuadas.
- Vibrar el concreto.
- Retirar las formaletas según especificaciones.

11.3 Clasificación del perfil del suelo

A continuación, se realiza el procedimiento de clasificación para definir el perfil del suelo (N.S.R-10, A.2.4.5):

Paso 1: Debe verificarse si el suelo se clasifica tipo **F**, en cuyo caso se debe realizar un estudio sísmico particular de clasificación en el sitio, por parte de un ingeniero geotecnista siguiendo los lineamientos de A.2.10.

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 $(50 \text{ Kpa } \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2})$ 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 metros o más de estratos de arcilla que cumplan estas condiciones el perfil se clasifica como tipo **F**.

Paso 3: El perfil se clasifica utilizando uno de los tres criterios: $\bar{V}_s$, $\bar{N}$, o la consideración conjunta de $\bar{N}_{ch}$ y $\bar{s}_u$.

Tabla 9, A.2.4-2 NSR-10. Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

TIPO DE PERFIL	$\bar{V}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa ($\approx 1 \text{ kgf/cm}^2$)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm^2)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa ($\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2$)

Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil del suelo, indistintamente que esté integrado por suelos no cohesivos o cohesivos, se obtiene por medio de:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n \frac{di}{N_i}} \quad (\text{A.2.4-2})$$

Donde:

N_i = número de golpes por pie obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ.

De acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato i. El valor de N_i a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

Basado en los resultados de los ensayos de laboratorio, se evidencia que el suelo pertenece a suelos cohesivos hasta los 6 metros de profundidad, Número medio de golpes obtenidos en el ensayo de penetración estándar:

$N = 43.91 \therefore$ está en el rango de $15 \leq N \leq 50$, podemos determinar el tipo de perfil de suelo como: **Tipo D**.

Tabla 10, A.2.4-1 NSR-10 Clasificación de los perfiles de suelos

CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELOS		
TIPO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquier de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases:	

F₁ - Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.
F₂ - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas)
F₃ - Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75)
F₄ - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36m)

12. DISEÑO SISMO RESISTENTE NSR-10

12.1 Valores de coeficientes sísmicos

Los coeficientes de sitio **F_a** y **F_v**, son dos factores de amplificación del espectro por efectos de sitio, los cuales afectan la zona del espectro de periodos cortos y periodos intermedios, respectivamente.

En la tabla A.2.4-3 se dan los valores del coeficiente **F_a** que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de periodos cortos:

Tabla 11, Tabla A.2.4-3 de la NSR-10 Valores de coeficiente **F_a**, para la zona de periodos cortos del espectro

TIPO DE PERFIL	INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota

Nota: para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Tabla 12, Tabla A.2.4-4 de la NSR-10 Valores de coeficiente **F_v**, para la zona de periodos intermedios del espectro

TIPO DE PERFIL	INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5

E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota	véase nota

Nota: para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

De acuerdo con el Título A.1.3.4 diseño estructural para estructuras nuevas en la obtención del nivel de amenaza sísmica y los valores de A_a y A_v , se tiene:

Tabla 13, parámetros sísmicos

PARÁMETROS SÍSMICOS	
Perfil del suelo	D
Grupo de uso	I - Estructuras de ocupación normal
Coeficientes de importancia (I)	1.00
Riesgos sísmicos	Alta
Coeficiente de aceleración pico efectiva (A_a)	0.2
Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva (A_v)	0.25
Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva reducida para diseño con seguridad limitada, dado en A.10.3. (A_e)	0.16
Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño, dado en A.12.2. (A_d)	0.09
Coeficientes de amplificación en zona de periodos cortos del espectro (F_a)	1.50
Coeficientes de amplificación en zona de periodos intermedios del espectro (F_v)	1.8

A_a : Coeficiente que representa a la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.

A_v : Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.

A_e : Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para diseño con seguridad reducida.

A_d : Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño.

F_a : Coeficientes de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos, debida a los efectos de sitio.

F_v : Coeficientes de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios, debido a los efectos de sitio.

13. COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

En esta sección se definen los grupos de tipo de uso y los valores del coeficiente de importancia.

13.1 Grupos de uso

Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes grupos de uso:

13.1.1 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 alternativo. 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,
- b) Todas las edificaciones que componen aeropuertos, estaciones ferroviarias y de sistemas masivos de transporte, centrales telefónicas, de telecomunicación y de radiodifusión,
- c) Edificaciones designadas como refugios para emergencias, centrales de aeronavegación, hangares de aeronaves de servicios de emergencia,
- d) Edificaciones de centrales de operación y de control de líneas vitales de energía eléctrica, agua, combustibles, información y transporte de personas y productos,
- e) Edificaciones que contengan agentes explosivos, tóxicos y dañinos para el público y,
- f) En el grupo **IV** deben incluirse las estructuras que alberguen plantas de generación eléctrica de emergencia, los tanques y estructuras que formen parte de sus sistemas contra incendio, y los accesos, peatonales y vehiculares de las edificaciones tipificadas en los laterales a, b, c, d y e del presente numeral.

13.1.2 Grupo III - Edificaciones de atención a la comunidad

Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo **IV**. Este grupo debe incluir:

- a) Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres,
- b) Garajes de vehículos,
- c) Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias,
- d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza,
- e) Aquellas del grupo **II** para las que el propietario desee contar con seguridad adicional, y

- f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

13.1.3 Grupo II – Estructuras de ocupación especial

Cubre las siguientes estructuras:

- a) Edificaciones en donde se pueden reunir más de 200 personas en un mismo salón,
- b) Graderías al aire libre donde puede haber más de 2000 personas a la vez,
- c) Almacenes y centros comerciales con más de 500m² por piso,
- d) Edificaciones de hospitales, clínicas y centros de salud, no cubiertas en A.2.5.1.1
- e) Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas y,
- f) Edificios gubernamentales.

13.1.4 Grupo I – Estructuras de ocupación normal

Todas las edificaciones cubiertas por el alcance de este reglamento, pero que no se han incluido en los grupos **II, III y IV**.

13.2 Coeficiente de importancia

El coeficiente de importancia, **I**, modifica el espectro, y con ello las fuerzas de diseño, de acuerdo con el grupo de uso a que este asignada la edificación para tomar en cuenta que para edificaciones de los grupos **II, III y IV** deben considerarse valores de aceleración con una probabilidad menor de ser excedidos que aquellas del diez por ciento con un lapso de cincuenta años.

Tabla 14, coeficiente de importancia

Grupo de uso	Coeficiente de importancia, <i>I</i>
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

14. CALCULO DE ASENTAMIENTOS

El asentamiento total de un pilote ante una carga vertical de trabajo (Para este análisis se consideró una carga de 400 kN) está dado por:

$$S_{total} = S_{e(1)} + S_{e(2)} + S_{e(3)}$$

- **Asentamiento elástico del pilote (S1):** si el material del pilote se supone elástico, la deformación del fuste del pilote se puede evaluar, de acuerdo con los principios fundamentales de la mecánica de materiales, como:

$$S_{e(1)} = \frac{(Q_{wp} + \xi * Q_{ws}) * L}{A_p * E_p}$$

En la cual $Q_{wp} =$

Carga soportada en la punta del pilote en condición de carga de trabajo

$Q_{ws} =$

Carga soportada por la resistencia de fricción (superficial) en condición de carga de trabajo

$A_p =$ Área de la sección transversal del pilote

$L =$ Longitud del pilote

$E_p =$ Módulo de elasticidad del material del pilote

- **Asentamiento del pilote causado por la carga en la punta del pilote (S2):** el asentamiento de un pilote ocasionado por la carga soportada en la punta del pilote se puede expresar en la forma:

$$S_{e(2)} = \frac{q_{wp} * D}{E_s} * (1 - \mu_s^2) * I_{wp}$$

En la cual $q_{wp} =$ Carga puntual por área unitaria en la punta del pilote

$D =$ Ancho o diámetro del pilote

$E_s =$

Módulo de elasticidad del suelo en o debajo de la punta del pilote

$\mu_s =$ Relación de poisson del suelo

$I_{wp} =$ Factor de influencia $\approx 0,85$

- **Asentamiento del pilote causado por la carga transmitida a lo largo del fuste del pilote (S3):** el asentamiento de un pilote causado por la carga soportada por el fuste del pilote se obtiene de una relación similar a la siguiente ecuación:

$$S_{e(3)} = \frac{Q_{ws}}{p * L} * \frac{D}{E_s} * (1 - \mu_s^2) * I_{ws}$$

En la cual $p = \text{Perímetro del pilote}$

$L = \text{Longitud empotrada del pilote}$

$I_{ws} = \text{Factor de influencia}$

Asentamiento Elástico del Suelo	S_1	0.02 cm
Asentamiento por Punta	S_2	2.13 cm
Asentamiento por Fricción	S_3	0.00 cm
Asentamiento Total del Suelo	S_E	2.15 cm

Se estima asentamientos de 2.15 mm.

15. RECOMENDACIONES GENERALES Y DE VERIFICACION

La función principal de estas recomendaciones es la de garantizar que la cimentación sea funcional y segura, siempre enmarcada dentro de las hipótesis de diseño y dentro de las tolerancias aceptables, cumpliendo la norma N.SR-2010, en caso de encontrarse desviaciones excesivas o condiciones no esperadas, se deberá proporcionar las medidas correctivas oportunamente.

En caso de encontrar variación del estrato encontrado comunicarse con el ingeniero de suelos para hacer las correcciones necesarias.

15.1 Proceso constructivo

Existen diferentes formas o estrategias para la construcción de pilas, a continuación, las presentamos.

15.1.1 Construcción manual

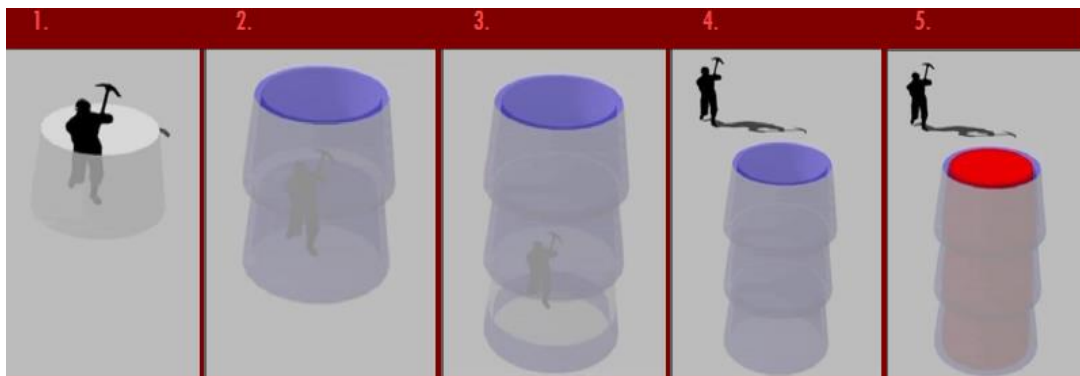


Ilustración 18, construcción manual

Se construye por etapas o anillos sucesivos que sostienen el terreno evitando el colapso a medida que se avanza en la excavación.

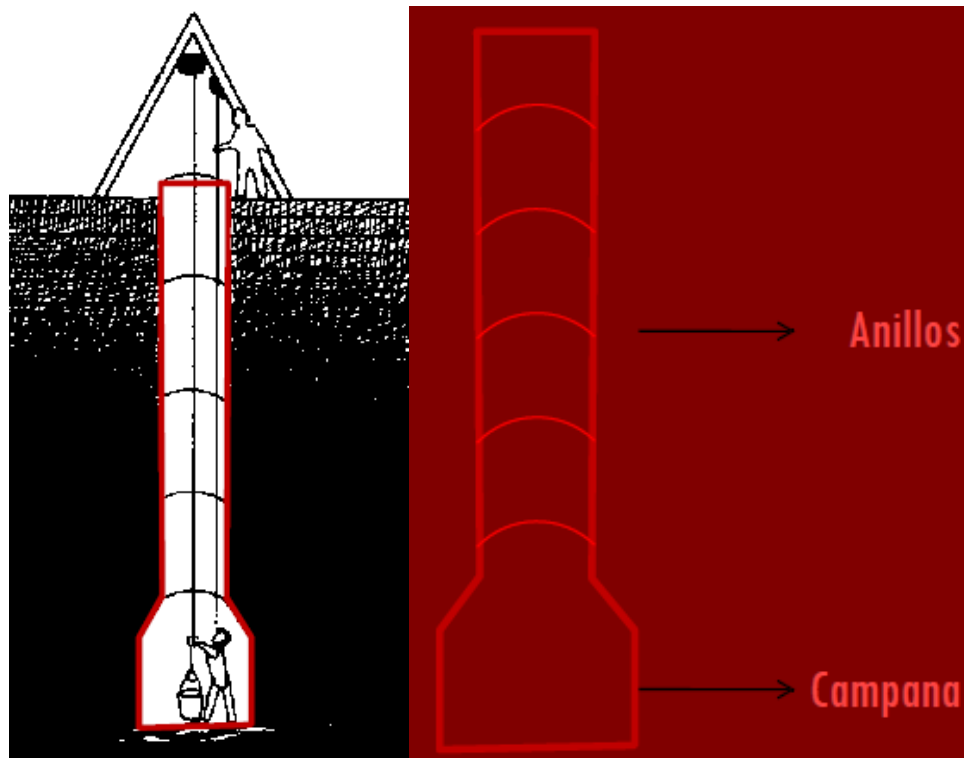


Ilustración 19, construcción manual

15.1.2 Construcción mecánica

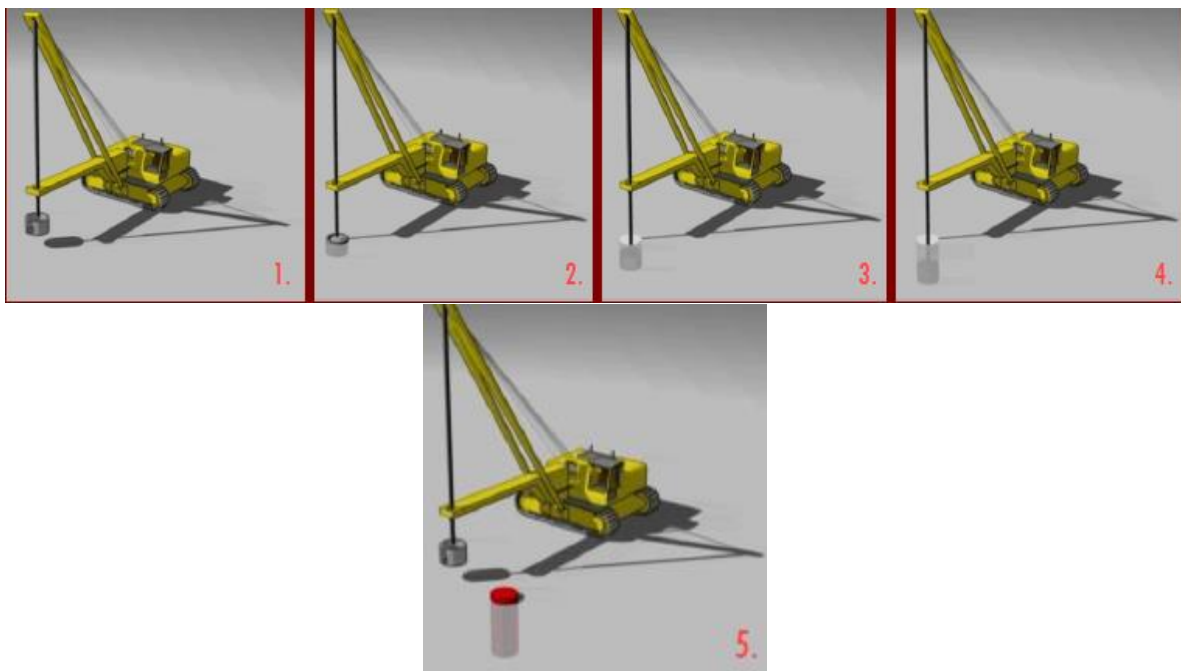


Ilustración 20, construcción mecánica

15.2 Excavaciones y protección de estructuras vecinas

Los procesos de movimiento de tierra, principalmente para las fundaciones, es aconsejable realizarlas durante las épocas de verano, que generalmente se presentan durante los meses de diciembre a marzo y de junio a agosto, debido a que las alteraciones de humedad en el suelo, son motivo de inestabilidad en la obra.

Los materiales sobrantes de las excavaciones deberán retirarse inmediatamente, para evitar derrumbes de la fundación, pero debido a sus buenas propiedades se podrá utilizar como material de lleno, debido a su excelente granulometría.

Protección de estructuras vecinas (En caso de ser necesario).

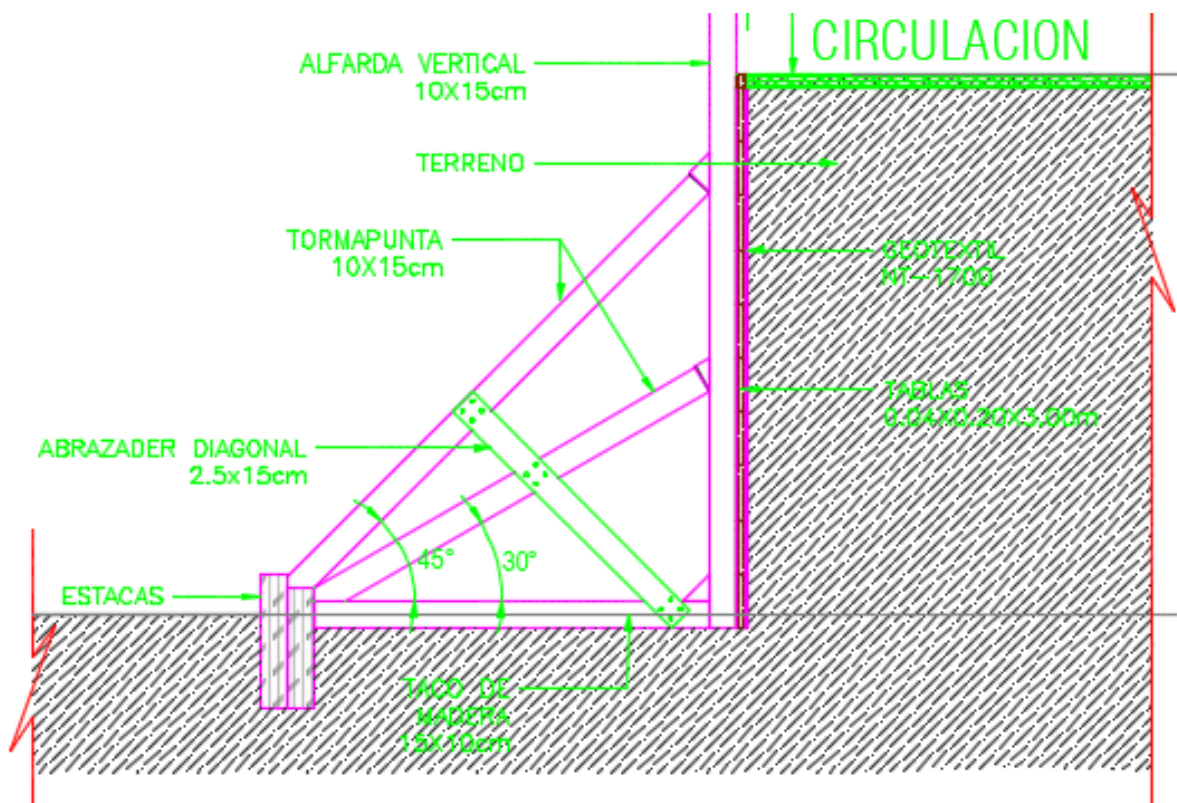
El procedimiento de inspección debe iniciar con un reconocimiento del área asignada y evaluar la afectación de la zona ya que la presencia general de daños o la existencia sólo de daños en unas edificaciones puntuales son una indicación importante para entender las causas y tipo de daños, así como la severidad de estos. Cuando una edificación es seleccionada para realizar la inspección se deben seguir los siguientes pasos:

- Examinar el exterior de la edificación, llenar el formulario con la identificación de la edificación y de la estructura, evaluar la calidad de la construcción, irregularidades y otros aspectos preexistentes. Antes de entrar a la edificación se debe observar el estado general de la misma y los daños en fachadas, balcones, antepechos, etc., se debe analizar también el estado de las edificaciones vecinas y establecer si las salidas de la edificación son seguras.
- Observar el suelo alrededor de la edificación, para determinar la posible presencia de grietas, hundimientos, deslizamientos o cualquier anomalía en el terreno.
- Examinar la seguridad de elementos no estructurales, identificar la caída de cielos rasos, muros, escaleras o elementos que representen peligro para la vida.
- Evaluar el sistema estructural desde el interior. Se debe analizar grado de daño de los diferentes elementos estructurales de acuerdo con el tipo de sistema estructural y establecer el porcentaje de elementos afectados en el piso con mayores daños.
- Clasificar la edificación de acuerdo con los resultados de la evaluación. Llenar los avisos para clasificación de las edificaciones e indicar en ellos si la revisión fue exterior o interior. Colocar los avisos de clasificación en cada

una de las entradas y consignar las recomendaciones en el formulario, así como en los avisos. Marcar en los mapas el resultado de la evaluación de acuerdo con los códigos de colores y al uso de la edificación.

- Explicar verbalmente el significado de la clasificación a los ocupantes de la edificación y especificando si pueden permanecer en la edificación o deben evacuarla. También se debe restringir el acceso a las áreas designadas como inseguras, colocando algún tipo de barreras, por ejemplo, las cintas que lleven la inscripción de PELIGRO.
- Notificar a los supervisores para que se realicen los procedimientos que correspondan por parte de las autoridades pertinentes.

Nota: En caso de ser necesario, los muros de las edificaciones aledañas a la construcción deberán ser recintados por longitudes no mayores a 1.50 m. y a profundidades donde se considere necesario y se garantice la estabilidad de la estructura vecina.



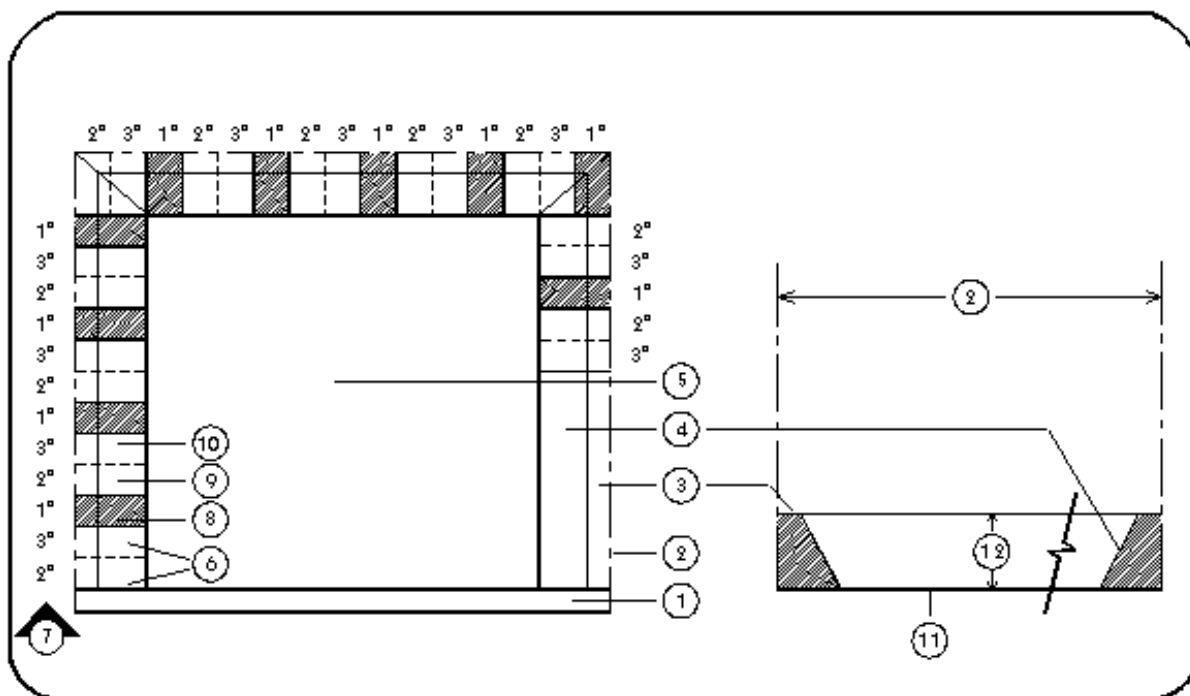


Ilustración 21, conformación de taludes, cuñas y trincheras de un recinto

- 1) PARAMENTO EXTERIOR DEL LOTE (ANDEN)
- 2) EJE MEDIANERO EDIFICACION VECINA
- 3) RETIRO (BERMA) PERIMETRAL (MINIMO 50 cm)
- 4) TALUD DE LAS CUÑAS
- 5) EXCAVACION CENTRAL CON MAQUINARIA
- 6) CUÑAS ENTRE TRINCHERAS PARA RECINTES (ANCHO IGUAL AL DOBLE DE LA TRINCHERA)
- 7) DIRECCION Y SECUENCIA (ORDEN) DE EJECUCION DE LOS TRAMOS DE TRINCHERA
- 8) PRIMEROS TRAMOS DE TRINCHERA
- 9) SEGUNDOS TRAMOS DE TRINCHERA
- 10) TERCEROS TRAMOS DE TRINCHERA
- 11) NIVEL INFERIOR EXCAVACION
- 12) ALTURA DE LA EXCAVACION

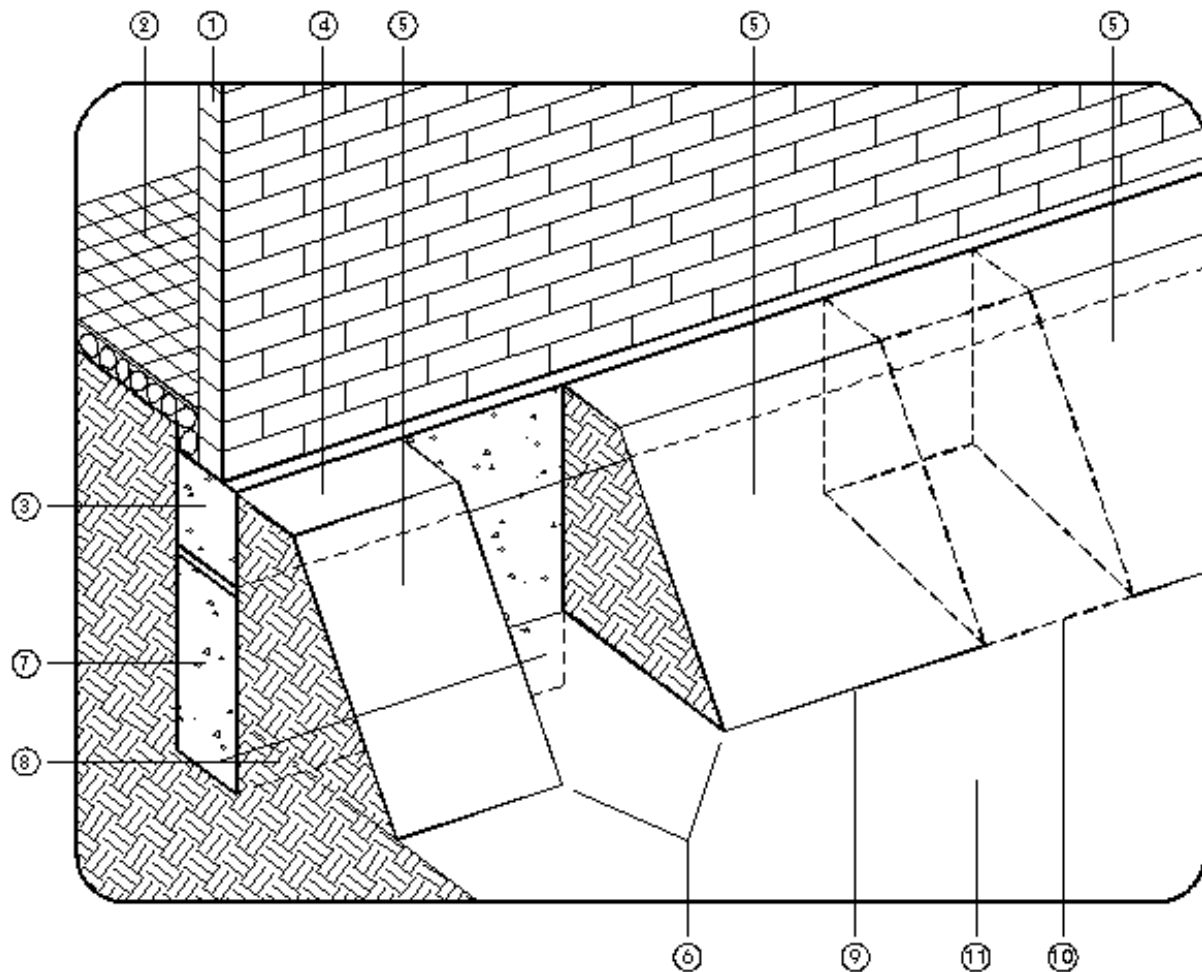


Ilustración 22, orden de ejecución de un recinte (isométrico)

- 1) MURO MEDIANERO
- 2) NIVEL PISO ACABADO EDIFICACION VECINA
- 3) FUNDACION EXISTENTE EDIFICACION VECINA
- 4) RETIRO (BERMA) PERIMETRAL (MINIMO 50 cm)
- 5) TALUD DE LAS CUÑAS (1:2 6 1:1 SEGUN SUELO)
- 6) TRINCHERA O EXCAVACION EN LA CUÑA (+/- 2 mt)
- 7) RECINTE: VACIADO (CONCRETO CICLOPEO, REFORZADO O BLOQUES SEGUN ALTURA)
- 8) FUNDACION DEL RECINTE (EMPOTRAMIENTO MINIMO IGUAL AL ANCHO DE LA FUNDACION A SOPORTAR)
- 9) CUÑA DOBLE (DOS VECES EL ANCHO DE LA TRINCHERA O EXCAVACIÓN)
- 10) TRINCHERA ALTERNADA A EXCAVAR MANUALMENTE
- 11) EXCAVACION CENTRAL CON MAQUINARIA

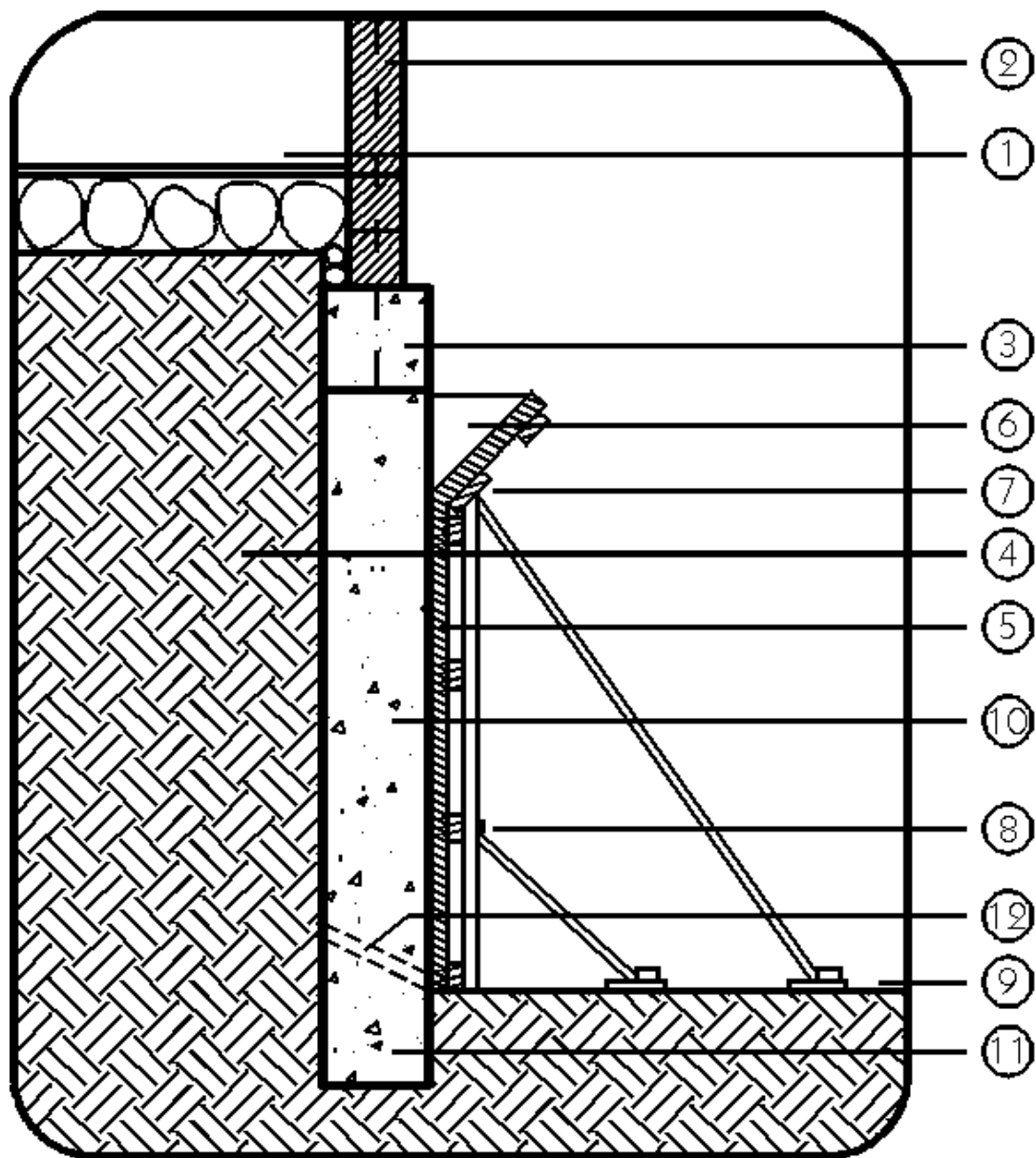


Ilustración 23, detalles básicos de un recinto sección transversal

- 1) NIVEL PASO ACABADO EDIFICACION VECINA
- 2) MURO MEDIANERO
- 3) VIGA FUNDACION EDIFICACION VECINA
- 4) TERRENO A CONTENER
- 5) FORMALETA PARA EL RECINTE (METAL - MADERA)
- 6) TOLVA SUPERIOR PARA VACIADO
- 7) ZONA DE APUNTALAMIENTO SUPERIOR (CERCANA) AL PUNTO DE UNION ENTRE EL RECINTE Y LA VIGA DE FUNDACION)
- 8) ZONA DE APUNTALAMIENTO INFERIOR (MAS O MENOS UN TERCIO DE LA ALTURA)
- 9) NIVEL INFERIOR DE LA EXCAVACION
- 10) RECINTE DEL MISMO ESPESOR DE LA VIGA DE FUNDACION (CONCRETO CICLOPEO, CONCRETO REFORZADO)
- 11) BASE DEL RECINTE (EMPOTRAMIENTO MINIMO IGUAL AL ANCHO DE LA VIGA DE FUNDACION SOPORTAR)
- 12) PASES U OIDOS PARA DRENAR EL AAGUA DEL TERRENO

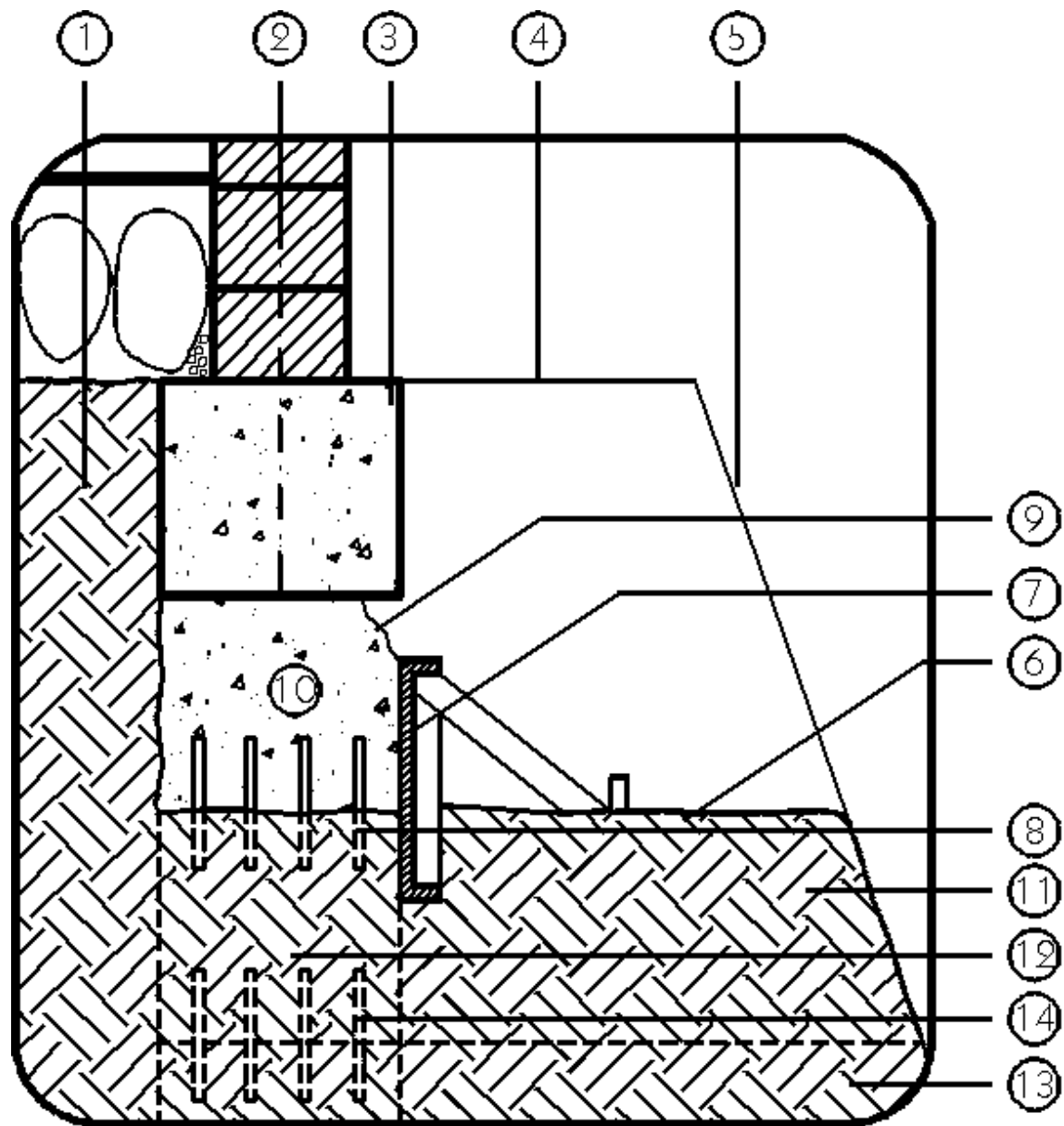
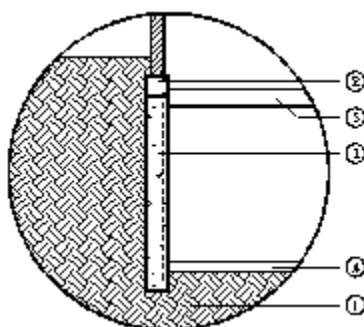


Ilustración 24, detalles de un recinto vaciado de arriba hacia abajo sección transversal

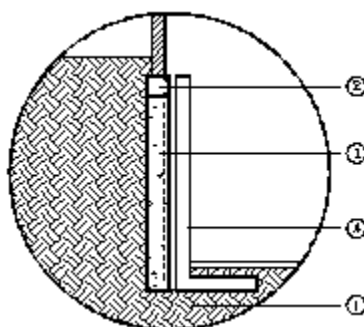
- 1) TERRENO ADYACENTE
- 2) MURO MEDIANERO
- 3) VIGA DE FUNDACION MEDIANERA
- 4) FAJA DE RETIRO PERIMETRAL
- 5) TALUD DE LA CUNA DE SOPORTE
- 6) NIVEL DE EXCAVACION PARCIAL DE LA TRINCHERA
- 7) TRAMO DE FORMALETA
- 8) VARILLAS PARA AMARRE Y CONTINUIDAD DEL RECINTE
- 9) VENTANILLA PARA EL VACIADO
- 10) PRIMER TRAMO DE RECINTE (CONCRETO) ALTURA 40-50 cm.
- 11) FAJA DE TERRENO POR EXCAVAR
- 12) SEGUNDO TRAMO DE RECINTE
- 13) FAJA DE TERRENO POR EXCAVAR
- 14) TERCER TRAMO DE RECINTE

FIGURA E



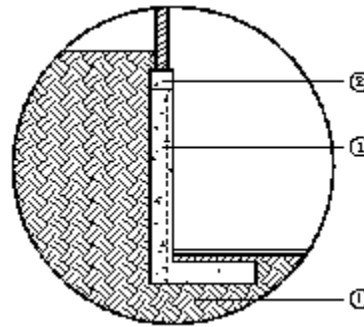
- 1) TERRENO
- 2) VIGA DE FUNDACION MEDIANERA
- 3) RECINTE - CORTINA
- 4) LOSAS O VIGAS DE PISO
- 5) LOSA DEL PRIMER NIVEL

FIGURA F



- 1) TERRENO
- 2) VIGA DE FUNDACION MEDIANERA
- 3) RECINTE (CONCRETO CICLOPEO)
- 4) MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO ADOSADO AL RECINTE

FIGURA G



- 1) TERRENO
- 2) VIGA DE FUNDACION MEDIANERA
- 3) MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO COMO RECINTE

15.3 Llenos estructurales (en caso de ser necesario)

Los llenos estructurales deben realizarse con material de buena calidad, libres de materia orgánica, escombros, arcillas, materiales inadecuados como ceniza volcánica.

Los llenos se podrán hacer en suelo cemento, con un porcentaje del 3% de cemento, para mejorar la capacidad del lleno en la zona encima de las fundaciones. Los llenos deben ejecutarse en capas de 20cm y compactarse con chenchá, canguro o pisón manual. Si se encuentran zonas de turba o suelos blandos, o material orgánico, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales, su tratamiento previo y consolidación o la utilización de cualquier otro medio propuesto por el constructor y autorizado por el interventor, que permita validar la calidad del soporte, hasta que se ofrezca la suficiente estabilidad para resistir esfuerzos debidos al peso del terraplén terminado.

15.4 Manejo Y Bombeos de aguas superficiales y subterráneas

Drenajes superficiales:

El manejo de aguas en un proyecto es fundamental para prevenir imprevistos a la hora de construir determinado proyecto, por eso se debe tener en cuenta la exploración de campo para mirar las condiciones hidrológicas del lote y el suelo.

Los sistemas más comunes para el control del agua son:

1. Zanjas de coronación o canales colectores (Drenaje Superficial).
2. Cortinas subterráneas.

3. Drenes interceptores.
4. Subdrenes horizontales o de penetración.
5. Galerías y túneles de drenaje.
6. Drenes verticales.
7. Trincheras estabilizadoras.
8. Pantallas de drenaje.
9. Pozos de drenaje.

La efectividad de los sistemas varía de acuerdo con las condiciones hidrogeológicas y climáticas.

Drenajes subterráneos

El drenaje subterráneo tiene por objeto disminuir las presiones de poro o impedir que estas aumenten. La cantidad de agua recolectada por un sistema de subdrenaje depende de la permeabilidad de los suelos o rocas y de los gradientes hidráulicos. Cuando se insta un dren generalmente, el nivel piezométrico se disminuye al igual que el gradiente hidráulico, lo cual disminuye el caudal inicial recolectado por los drenes.

Los subdrenes interceptores son zanjas excavadas a mano o con retroexcavadora, rellenas de material filtrante y elementos de captación y transporte del agua. La profundidad máxima de estas zanjas es de aproximadamente seis metros. Los hay de diversas formas así:

1. Con material de filtro y tubo colector
2. Con material grueso permeable sin tubo (filtro francés)
3. Con geotextil como filtro, material grueso y tubo colector.
4. Con geotextil, material grueso y sin tubo.
5. Tubo colector con capa gruesa de geotextil a su alrededor.
6. Dren sintético con geomalla, geotextil y tubo colector

En el proyecto se encontró nivel freático, por lo tanto, recomiendo que:

- En caso de encontrar aguas en las excavaciones, realizar el mínimo bombeo necesario, para evitar el arrastre de finos.
- Mantener un caudal de bombeo estabilizado a 2".
- Descargar el agua que se retira en el bombeo al alcantarillado, pasándola primero por un desarenador, para evitar colmar el alcantarillado.
- Proteger las paredes verticales de la excavación con geo textil NT1600, para el arrastre total finos.



Ilustración 25, Aguas subterráneas

15.5 Acta de vecindad

De ser necesario, antes de iniciar las excavaciones deberá levantarse un acta con los vecinos y personas aledañas a la construcción, incluso se recomienda hacer el acta con el inspector de policía del sector; para hacer un inventario de grietas o fisuras existentes si las hay, así como también los estados de las estructuras aledañas a la obra; (techos, muros, revoques); entre otros. Este inventario debe hacerse con registro fotográfico fechado.

16.LIMITACIONES

Las investigaciones, así como los alcances y conclusiones consignadas en el presente informe, se ajustan solo a las características del proyecto en mención. Si durante la etapa de construcción se encuentran en la zona condiciones del subsuelo diferentes a las descritas como típicas en este informe, o se presentan variaciones sustanciales del proyecto que afecten de una u otra manera las recomendaciones emitidas, se dará aviso oportuno para complementar las conclusiones y recomendaciones consignadas por el geotecnista.

Cabe aclarar que el presente informe de suelos solo tiene como alcance determinar el desplante, la capacidad portante del suelo, perfil del suelo por correlación y asentamientos, como se evidencia en los numerales anteriores del informe de suelos, en caso de requerir información más detallada del predio y sus condiciones geomecánicas, geológicas, entre otros, deberán realizar un estudio de suelos a detalle, esto les ampliaría a los interesados y profesionales los detalles de las propiedades del suelo, pendientes, entre otros.

Este informe de suelos solo tiene como finalidad solicitar licencia ante planeación municipal, en caso de ser usado con otros fines, deberán informar antes de proceder, esto con el fin de verificar que el estudio de suelos tenga el alcance con el cual pretenden utilizarlo o se realice nueva cotización, para realizar los ajustes necesarios y puedan contar con el respaldo de los profesionales que intervinieron en el proyecto.

El presente informe de suelos cuenta con una vigencia de doce meses a partir de la fecha de su emisión, por tal motivo, la empresa solo realizará correcciones por dicho periodo de tiempo, en caso de requerir alguna modificación pasado este tiempo, se realizará como adicional y bajo una nueva cotización.

Tener en cuenta que solo se corrigen las observaciones enviadas por planeación municipal, siempre y cuando las observaciones sean del proyecto inicialmente planteado, en caso de modificar el proyecto en altura o de otro tipo, se presentara una nueva cotización.

17.RECOMENDACIONES Y ACLARACIONES GENERALES

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente estudio se basan en la hipótesis de diseño, investigaciones de campo, laboratorio y dentro de las tolerancias aceptables, y en el caso de encontrar desviaciones excesivas o condiciones no esperadas deberá informarse a esta oficina para poder aplicar las medidas correctivas en forma oportuna.

La función de las estructuras deberá ser diseñada teniendo en cuenta las especificaciones técnicas del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

Deberá llevarse un registro o historia de la excavación donde se consignen las fechas para los distintos niveles de excavación, colocación de concreto, anotaciones sobre derrumbes, cavernas, dirección de las mismas, perfil estratigráfico con muestras obtenidas cada metro aproximadamente, posición del nivel freático y anotaciones que se estimen de intereses por los profesionales encargados.

Es necesario tener una adecuada supervisión de los procesos constructivos ejecutados en obra, los procesos que tengan que ver con el estudio de suelos, deberán contar con aprobación de la interventora la cual será material de consulta durante la visita que realice el ingeniero de suelos cuando sea solicitado. En los planos estructurales deberán indicarse las cotas de cimentación definitivas y la capacidad de soporte utilizada por el ingeniero estructural.

Según la NSR – 10 Título H numeral H.1.1.2.1 firmas de los estudios se procede a firmar el presente estudio siguiendo los artículos 26 y 27 de la Ley 400 de 1997,

modificada y adicionada por la Ley 1229 de 2008, los estudios de geotécnicos para cimentaciones de edificación deben ser dirigidos y avalados por Ingenieros Civiles, Titulados, matriculados en el COPNIA y con tarjeta profesional vigente.

Para el cumplimiento de este requisito todos los informes de los estudios geotécnicos y todos los planos de diseño y construcción que guarden alguna relación con estudios, deben llevar la aprobación del ingeniero director del estudio. Los profesionales que realicen estos estudios geotécnicos deben poseer una experiencia mayor de cinco (5) años en diseño geotécnico de cimentaciones, contados a partir de la expedición de la matrícula profesional, bajo la dirección de un profesional facultado para tal fin, o acreditar estudios de posgrado en geotecnia.

Se expide en Medellín, a los veinticinco días del mes de mayo del año dos mil veintitrés.

Atentamente,

Ing. Juan Carlos Rivera Osorno
Mat. 05202-087233 Ant
Cel. 316 426 1776

18. ANEXOS

- 18.1 Registro de perforaciones SPT**
- 18.2 Resultados de laboratorio**
- 18.3 Clasificación perfil del suelo**
- 18.4 Espectros de diseño NSR-10**
- 18.5 Matricula, certificación del COPNIA y acreditación del ingeniero**

18.1 REGISTRO DE PERFORACIONES SPT

SONDEO N° 1 DE EXPLORACIÓN REGISTRO EN CAMPO

Interesado: Hector Mauricio Velez Gonzalez	FECHA DE INICIO			FECHA FINALIZACIÓN		
Dirección: Calle 29 N° 28-30	DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO
Descripción: Cuatro pisos y sótano	25	4	2023	25	4	2023

PROFUNDIDAD	ESCALA	MUESTRA	N° GOLPES (CADA 15 cm)	NIVEL FRÁTICO	MUESTREADOR	DIAMETRO DE TUBERÍA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
m	m	N°	N°	m	TIPO			
0,00	0,45	1	5		ESTÁNDAR	AW	Entresuelo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.	
			4					
			2					
1,00	1,45	2	5		ESTÁNDAR	AW	Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.	
			7					
			4					
2,00	2,45	3	15		ESTÁNDAR	AW	Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".	
			13					
			11					
3,00	3,45	4	12		ESTÁNDAR	AW	Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".	
			15					
			18					
4,00	4,45	5	17		ESTÁNDAR	AW	Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".	
			18					
			29					
5,00	5,45	6	28		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".	
			29					
			22					
6,00	6,45	7	30		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.	
			32					
			34					
7,00	7,45	8	34		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.	
			32					
			37					
8,00	8,45	9	35		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil. presencia de particulas de grava.	
			39					
			36					
9,00	9,45	10	41		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil. presencia de particulas de grava.	
			39					
			41					
10,00	10,45	11	44		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil. presencia de particulas de grava.	
			41					
			43					
11,00	11,45	12	40		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	
			42					
			44					
12,00	12,45	13	44		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	
			41					
			47					
13,00	13,45	14	43		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	
			45					
			46					
14,00	14,45	15	48		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	
			45					
			47					
15,00	15,45	16	42		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	
			49					
			46					

REVISÓ:

ING. JUAN CARLOS RIVERA OSORNO
MATRICULA: 05202-087233 ANT

SONDEO N° 2 DE EXPLORACIÓN REGISTRO EN CAMPO

Interesado: Hector Mauricio Velez Gonzalez	FECHA DE INICIO			FECHA FINALIZACIÓN		
Dirección: Calle 29 N° 28-30	DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO
Descripción: Cuatro pisos y sotano	25	4	2023	25	4	2023

PROFUNDIDAD		ESCALA	MUESTRA	N° GOLPES (CADA 15 cm)	NIVEL FRÁTICO	MUESTREADOR	DIÁMETRO DE TUBERÍA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
m	m								
0,00	0,45		1	4 4 4		ESTÁNDAR	AW	Suelo en concreto y entresuelo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.	
1,00	1,45		2	7 5 8		ESTÁNDAR	AW	Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.	
2,00	2,45		3	12 10 13		ESTÁNDAR	AW	Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.	
3,00	3,45		4	18 16 16		ESTÁNDAR	AW	Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.	
4,00	4,45		5	26 21 28		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".	
5,00	5,45		6	25 27 25		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".	
6,00	6,45		7	29 25 30		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".	
7,00	7,45		8	33 30 28		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas verdosas y beige, pintas negras, micacea, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".	
8,00	8,45		9	24 29 32		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas verdosas y beige, pintas negras, micacea, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".	
9,00	9,45		10	39 35 32		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas verdosas y beige, pintas negras, micacea, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".	
10,00	10,45		11	32 35 37		ESTÁNDAR	AW	limo con arena, de color pardo claro, zonas amarillentas y grises, pintas anaranjadas y blancas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.	
11,00	11,45		12	39 36 41		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	
12,00	12,45		13	39 37 41		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	
13,00	13,45		14	42 43 47		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	
14,00	14,45		15	49 46 46		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	
15,00	15,45		16	48 47 49		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	

REVISÓ:

ING. JUAN CARLOS RIVERA OSORNO
MATRICULA: 05202-087233 ANT

SONDEO N° 3 DE EXPLORACIÓN REGISTRO EN CAMPO

Interesado: Hector Mauricio Velez Gonzalez	FECHA DE INICIO			FECHA FINALIZACIÓN		
Dirección: Calle 29 N° 28-30	DIA	MES	AÑO	DIA	MES	AÑO
Descripción: Cuatro pisos y sotano	25	4	2023	25	4	2023

PROFUNDIDAD	ESCALA	MUESTRA	N° GOLPES (CADA 15 cm)	NIVEL FRÁTICO	MUESTREADOR	DIAMETRO DE TUBERÍA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
m	m	N°	N°	m	TIPO			
0,00	0,45	1	4 6 2		ESTÁNDAR	AW	Entresuelo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.	
1,00	1,45	2	7 4 6		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color, pardo claro y gris palido, pintas amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea.	
2,00	2,45	3	15 11 14		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color, pardo claro y gris palido, pintas amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".	
3,00	3,45	4	12 16 15		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color, pardo claro y gris palido, pintas amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".	
4,00	4,45	5	15 18 27		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color, pardo claro y gris palido, pintas amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".	
5,00	5,45	6	26 27 30		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.	
6,00	6,45	7	29 31 29		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.	
7,00	7,45	8	29 32 32		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.	
8,00	8,45	9	32 35 37		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.	
9,00	9,45	10	36 35 39		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas verdosas y beige, pintas negras, micacea, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".	
10,00	10,45	11	37 41 38		ESTÁNDAR	AW	limo con arena, de color pardo claro, zonas amarillentas y grises, pintas anaranjadas y blancas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.	
11,00	11,45	12	42 41 43		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	
12,00	12,45	13	45 55 50		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	RECHAZO

REVISÓ:

ING. JUAN CARLOS RIVERA OSORNO
MATRICULA: 05202-087233 ANT

SONDEO N° 4 DE EXPLORACIÓN REGISTRO EN CAMPO

Interesado: Hector Mauricio Velez Gonzalez

FECHA DE INICIO

FECHA FINALIZACIÓN

Dirección: Calle 29 N° 28-30

DIA MES AÑO

DIA MES AÑO

Descripción: Cuatro pisos y sotano

25 4 2023

25 4 2023

PROFUNDIDAD	m	ESCALA	MUESTRA	N° GOLPES (CADA 15 cm)	NIVEL FRÁTICO	MUESTREADOR	DIAMETRO DE TUBERÍA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
m	m		N°	N°	m	TIPO			
0,00	0,45		1	5		ESTÁNDAR	AW	Entresuelo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.	
				3					
				5					
1,00	1,45		2	3		ESTÁNDAR	AW	Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.	
				9					
				5					
2,00	2,45		3	12		ESTÁNDAR	AW	Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.	
				17					
				10					
3,00	3,45		4	16		ESTÁNDAR	AW	Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.	
				14					
				19					
4,00	4,45		5	15		ESTÁNDAR	AW	Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.	
				19					
				28					
5,00	5,45		6	27		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".	
				29					
				21					
6,00	6,45		7	29		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.	
				32					
				34					
7,00	7,45		8	33		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.	
				32					
				36					
8,00	8,45		9	34		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas amarillentas, pintas blancas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil.	
				38					
				35					
9,00	9,45		10	40		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo claro, zonas verdosas y beige, pintas negras, micacea, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava.	
				38					
				40					
10,00	10,45		11	43		ESTÁNDAR	AW	limo con arena, de color pardo claro, zonas amarillentas y grises, pintas anaranjadas y blancas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.	
				44					
				47					
11,00	11,45		12	49		ESTÁNDAR	AW	Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".	RECHAZO
				46					
				54					

REVISÓ:

ING. JUAN CARLOS RIVERA OSORNO

MATRÍCULA: 05202-087233 ANT

REGISTRO DE EXPLORACIÓN										
Interesado: Hector Mauricio Velez Gonzalez					FECHA DE INICIO			FECHA FINALIZACIÓN		
Dirección: Calle 29 N° 28-30					DÍA	MES	AÑO	DÍA	MES	AÑO
Descripción: Cuatro pisos y sotano					25	4	2023	25	4	2023
PROFUNDIDAD		ESCALA		NIVEL FRÁTICO	DESCRIPCIÓN			OBSERVACIONES		
m	m			m						
0,00	0,45				Entresuelo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.					
1,00	1,45				Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.					
2,00	2,45				Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo.					
3,00	3,45				Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 1".					
4,00	4,45				Limo arenoso, de color pardo claro, zonas anaranjadas y gris palido, presencia de micas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".					
5,00	5,45				Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".					
6,00	6,45				Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".					
7,00	7,45				Arena limosa, de color, pardo claro, zonas gris palido y amarillentas, presencia de micas, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/4".					
8,00	8,45				Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil. presencia de particulas de grava.					
9,00	9,45				Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil. presencia de particulas de grava.					
10,00	10,45				limo con arena, de color pardo claro, zonas amarillentas y grises, pintas anaranjadas y blancas, humedo, inoloro, homoganeo, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava.					
11,00	11,45				Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".					
12,00	12,45				Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".					
13,00	13,45				Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".					
14,00	14,45				Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".					
15,00	15,45				Arena limosa, de color pardo, zonas blancas, pintas negras, humeda, inolora, homogenea, consistencia muy blanda, cementacion debil, presencia de particulas de grava sub-angulosa de tamaño maximo 3/8".					
REVISÓ:										
ING. JUAN CARLOS RIVERA OSORNO										
MATRICULA: 05202-087233 ANT										

18.2 RESULTADOS DE LABORATORIO

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.



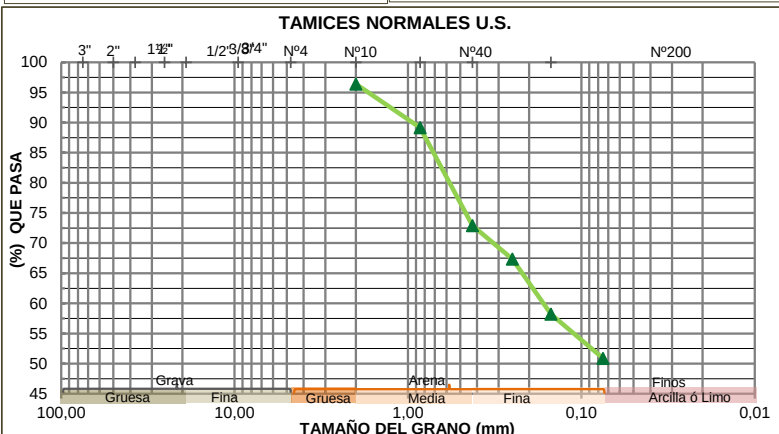
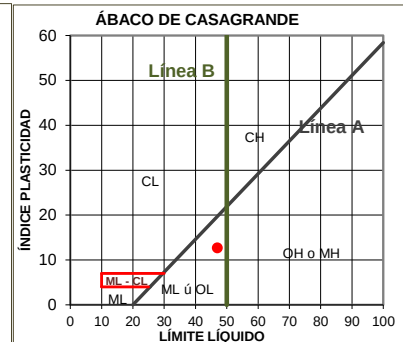
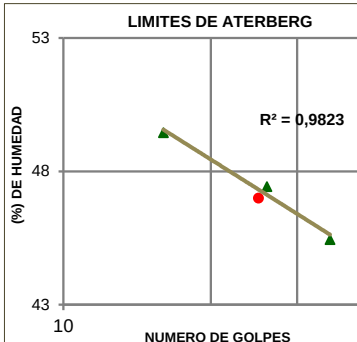
OBRA:	CUATRO PISOS Y SOTANO	MUESTRA No:	M4
CLIENTE:	CAMILO SANCHEZ RESTREPO	PROFUNDIDAD (m):	3.00 a 3.45
RESPONSABLE:	HECTOR MAURICIO VELEZ GONZALEZ	SONDEO No:	P1
LOCALIZACIÓN:	SALGAR (ANTIOQUIA)	FECHA:	2023-04-25
DESCRIPCIÓN:	LIMO ARENOSO, DE COLOR PARDO CLARO, ZONAS ANARANJADAS Y GRIS PALIDO, PRESENCIA DE MICAS, HUMEDO, INOLORO, HOMOGENEO, CONSISTENCIA MUY BLANDA, CEMENTACION DEBIL, PRESENCIA DE PARTICULAS DE GRAVA SUB-ANGULOSA DE TAMAÑO MAXIMO 3/4".	DESTINO MATERIAL:	Estudio de Suelos

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	3
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	195,66
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	154,91
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	94,57
PESO DEL RECIPIENTE.	32,94
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	49,5

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	37	44	61
No. GOLPES.	35	26	16
P. RECIP. + SUELO HÚM.	16,41	17,07	18,69
P. RECIP. + SUELO SECO.	13,77	14,12	15,1
PESO DEL AGUA GRS.	2,64	2,95	3,59
PESO DEL RECIPIENTE.	7,96	7,9	7,84
PESO SUELO SECO.	5,81	6,22	7,26
% DE HUMEDAD.	45,4	47,4	49,4

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13	
1	2
67	69
NA	NA
12,66	12,64
11,41	11,33
1,25	1,31
7,79	7,48
3,62	3,85
34,5	34,0

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75,0	0,00	0,0	100
2"	50,0	0,00	0,0	100,0
1½"	37,5	0,00	0,0	100,0
1"	25,40	0,00	0,0	100,0
¾"	19,05	0,00	0,0	100,0
3/8"	9,525	1,38	1,1	98,9
Nº 4	4,75	0,00	0,0	98,9
Nº 10	2,00	3,00	2,5	96,4
Nº 20	0,85	8,85	7,3	89,2
Nº 40	0,425	19,82	16,2	72,9
Nº 60	0,250	6,76	5,5	67,4
Nº 100	0,150	11,15	9,1	58,2
Nº 200	0,075	8,95	7,3	50,9
Fondo		1,72	1,4	50,9



Error:	0,00	OK
--------	------	----

Clasificación USC	Clasificación AASHTO
% Gravas	1,1
% Arenas	48,0
% Finos	50,9

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	33
Límite Líquido (%)	47
Límite Plástico (%)	34
Índice de Plasticidad	13
Clasificación USC	ML
Índice de Grupo	5
Clasificación AASHTO	A-7-5

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 600x0.01gr				11/03/2019
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

REALIZO:

[Firma]

JUAN CAMILO LONDOÑO RESTREPO
LABORATORISTA DE SUELOS
CÉDULA: 71.293.879

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.



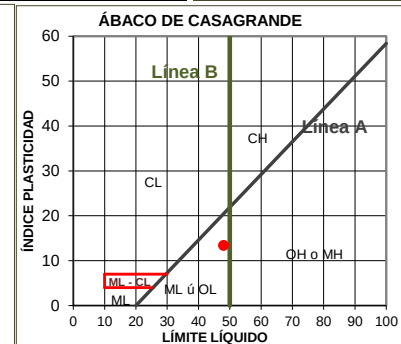
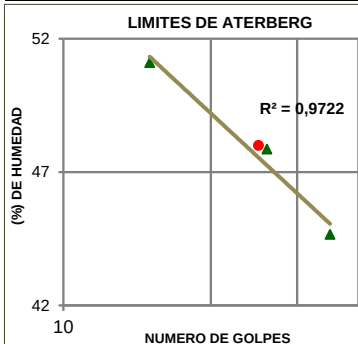
OBRA:	CUATRO PISOS Y SOTANO	MUESTRA No:	M5
CLIENTE:	CAMILO SANCHEZ RESTREPO	PROFUNDIDAD (m):	4.00 a 4.45
RESPONSABLE:	HECTOR MAURICIO VELEZ GONZALEZ	SONDEO No:	P2
LOCALIZACIÓN:	SALGAR (ANTIOQUIA)	FECHA:	2023-04-25
DESCRIPCIÓN	ARENA LIMOSA, DE COLOR, PARDO CLARO, ZONAS GRIS PALIDO Y AMARILLENTAS, PRESENCIA DE MICAS, HUMEDA, INOLORA, HOMOGENEA, CONSISTENCIA MUY BLANDA, CEMENTACION DEBIL, PARTICULAS DE GRAVA SUB-ANGULOSA DE TAMAÑO MAXIMO	DESTINO MATERIAL	
MATERIAL:	3/4".	Estudio de Suelos	

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	7
P. RECIP. + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	177,15
P. RECIP. + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	143,27
P. RECIP. + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	97,01
PESO DEL RECIPIENTE.	33,84
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	42,3

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	28	31	40
No. GOLPES.	35	26	15
P. RECIP. + SUELO HÚM.	15,19	15,47	14,71
P. RECIP. + SUELO SECO.	12,93	13,11	12,41
PESO DEL AGUA GRS.	2,26	2,36	2,3
PESO DEL RECIPIENTE.	7,87	8,18	7,91
PESO SUELO SECO.	5,06	4,93	4,5
% DE HUMEDAD.	44,7	47,9	51,1

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13	
1	2
50	80
NA	NA
12,09	12,93
11,12	11,70
0,97	1,23
8,33	8,12
2,79	3,58
34,8	34,4

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75,0	0,00	0,0	100
2"	50,0	0,00	0,0	100,0
1½"	37,5	0,00	0,0	100,0
1"	25,40	0,00	0,0	100,0
3/4	19,05	0,00	0,0	100,0
3/8	9,525	0,93	0,8	99,2
Nº 4	4,75	3,23	3,0	96,2
Nº 10	2,00	4,40	4,0	92,2
Nº 20	0,85	7,83	7,2	85,0
Nº 40	0,425	19,52	17,8	67,2
Nº 60	0,250	6,82	6,2	61,0
Nº 100	0,150	10,18	9,3	51,6
Nº 200	0,075	7,83	7,2	44,5
Fondo		2,43	2,2	44,5

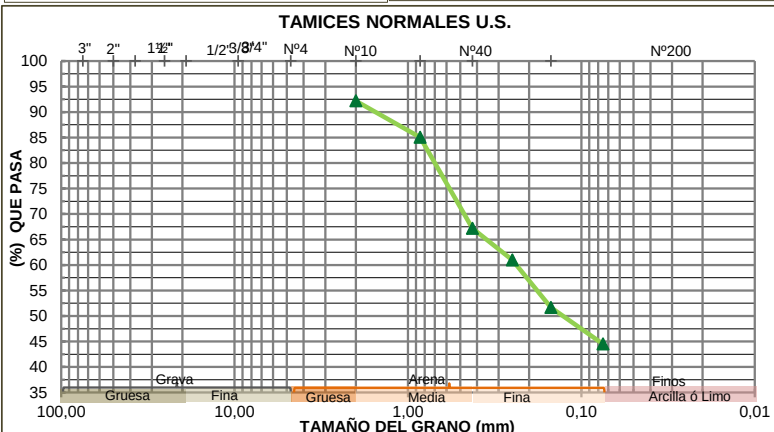


Error:	0,00	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	3,8	% Que pasa No,10	92,2
% Arenas	51,7	% Que pasa No,40	67,2
% Finos	44,5	% Que pasa No 200	44,5

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	31
Límite Líquido (%)	48
Límite Plástico (%)	35
Índice de Plasticidad	13
Clasificación USC	SM
Índice de Grupo	3
Clasificación AASHTO	A-7-5

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 600x0.01gr				11/03/2019
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

REALIZO:

[Firma]

JUAN CAMILO LONDOÑO RESTREPO
LABORATORISTA DE SUELOS
CÉDULA: 71.293.879

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.



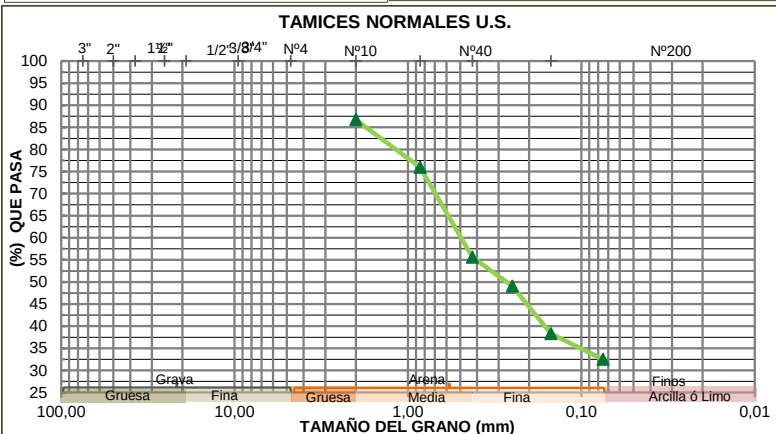
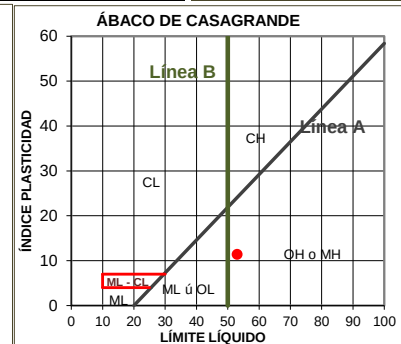
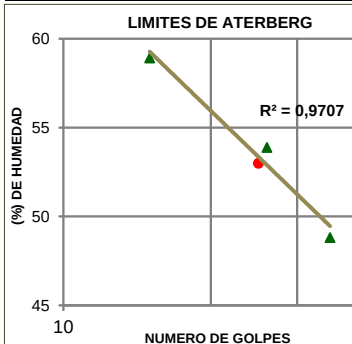
OBRA:	CUATRO PISOS Y SOTANO	MUESTRA No:	M4
CLIENTE:	CAMILO SANCHEZ RESTREPO	PROFUNDIDAD (m):	3.00 a 3.45
RESPONSABLE:	HECTOR MAURICIO VELEZ GONZALEZ	SONDEO No:	P3
LOCALIZACIÓN:	SALGAR (ANTIOQUIA)	FECHA:	2023-04-25
DESCRIPCIÓN	ARENA LIMOSA, DE COLOR, PARDO CLARO Y GRIS PALIDO, PINTAS AMARILLENAS, PRESENCIA DE MICAS, HUMEDA, INOLORA, HOMOGENEA, CONSISTENCIA MUY BLANDA,	DESTINO MATERIAL	
MATERIAL:	CEMENTACION DEBIL, PARTICULAS DE GRAVA SUB-ANGULOSA DE TAMAÑO MAXIMO 1".	Estudio de Suelos	

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	4
P. RECIP. + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	241,55
P. RECIP. + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	190,97
P. RECIP. + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	142,05
PESO DEL RECIPIENTE.	32,56
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	30,9

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	15	21	52
No. GOLPES.	35	26	15
P. RECIP. + SUELO HÚM.	16,32	16,69	18,97
P. RECIP. + SUELO SECO.	13,62	13,71	14,81
PESO DEL AGUA GRS.	2,7	2,98	4,16
PESO DEL RECIPIENTE.	8,09	8,18	7,75
PESO SUELO SECO.	5,53	5,53	7,06
% DE HUMEDAD.	48,8	53,9	58,9

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13	
1	2
53	81
NA	NA
12,47	13,87
11,07	12,16
1,40	1,71
7,67	8,08
3,40	4,08
41,2	41,9

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75,0	0,00	0,0	100
2"	50,0	0,00	0,0	100,0
1½"	37,5	0,00	0,0	100,0
1"	25,40	0,00	0,0	100,0
¾"	19,05	15,24	9,6	90,4
¾"	9,525	0,00	0,0	90,4
Nº 4	4,75	0,78	0,5	89,9
Nº 10	2,00	5,03	3,2	86,7
Nº 20	0,85	17,08	10,8	75,9
Nº 40	0,425	32,20	20,3	55,6
Nº 60	0,250	10,35	6,5	49,1
Nº 100	0,150	17,01	10,7	38,3
Nº 200	0,075	9,28	5,9	32,5
Fondo		2,52	1,6	32,5



Error:	0,00	OK
--------	------	----

Clasificación USC		Clasificación AASHTO	
% Gravas	10,1	% Que pasa No,10	86,7
% Arenas	57,4	% Que pasa No,40	55,6
% Finos	32,5	% Que pasa No 200	32,5

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	32
Límite Líquido (%)	53
Límite Plástico (%)	42
Índice de Plasticidad	11
Clasificación USC	SM
Índice de Grupo	0
Clasificación AASHTO	A-2-7

D10(mm) =	NA
D30(mm) =	NA
D60(mm) =	NA
Cu =	NA
Cc =	NA

EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 600x0.01gr				11/03/2019
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

REALIZO:

[Signature]

JUAN CAMILO LONDOÑO RESTREPO
LABORATORISTA DE SUELOS
CÉDULA: 71.293.879

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DETERMINACIÓN DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTÍCULAS, LÍMITE LÍQUIDO, PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.



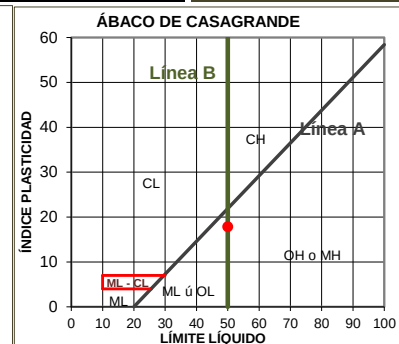
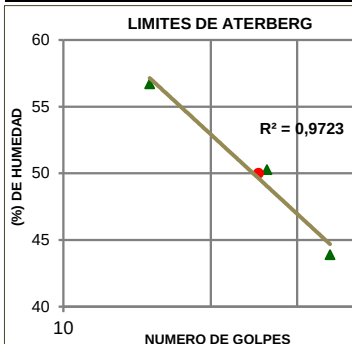
OBRA:	CUATRO PISOS Y SOTANO	MUESTRA No:	M6
CLIENTE:	CAMILO SANCHEZ RESTREPO	PROFUNDIDAD (m):	5.00 a 5.45
RESPONSABLE:	HECTOR MAURICIO VELEZ GONZALEZ	SONDEO No:	P4
LOCALIZACIÓN:	SALGAR (ANTIOQUIA)	FECHA:	2023-04-25
DESCRIPCIÓN:	ARENA LIMOSA, DE COLOR, BEIGE CLARO Y GRIS PALIDO, ZONAS PARDAS, HUMEDA, INOLORA, HOMOGENEA, CONSISTENCIA MUY BLANDA, CEMENTACION DEBIL,	DESTINO MATERIAL	
MATERIAL:	PARTICULAS DE GRAVA SUB-ANGULOSA DE TAMAÑO MAXIMO 3/4".	Estudio de Suelos	

CONTENIDO DE HUMEDAD - INV-E 122-13 LAVADO SOBRE MALLA No 200 - INV-E 214-13	
RECIPIENTE No.	11
P. RECIP + SUELO HÚM. ANTES DE LAVAR.	212,41
P. RECIP + SUELO SECO ANTES DE LAVAR.	176,49
P. RECIP + SUELO SECO DESPUÉS DE LAVAR.	113,67
PESO DEL RECIPIENTE.	34,09
% FINOS DESPUÉS DE LAVADO	44,1

LÍMITE LÍQUIDO INV-E - 125-13			
DETERMINACIÓN No.	1	2	3
RECIPIENTE No.	34	55	58
No. GOLPES.	35	26	15
P. RECIP. + SUELO HÚM.	16,31	16,29	17,25
P. RECIP. + SUELO SECO.	13,79	13,52	14
PESO DEL AGUA GRS.	2,52	2,77	3,25
PESO DEL RECIPIENTE.	8,05	8,01	8,27
PESO SUELO SECO.	5,74	5,51	5,73
% DE HUMEDAD.	43,9	50,3	56,7

LÍMITE PLÁSTICO INV-E-126-13	
1	2
62	66
NA	NA
14,19	14,94
12,70	13,27
1,49	1,67
8,08	8,05
4,62	5,22
32,3	32,0

TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS - INV-E 123-13				
TAMIZ	TAMAÑO (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO (%)	(%) QUE PASA
3"	75,0	0,00	0,0	100
2"	50,0	0,00	0,0	100,0
1½"	37,5	0,00	0,0	100,0
1"	25,40	0,00	0,0	100,0
3/4	19,05	0,00	0,0	100,0
3/8	9,525	13,34	9,4	90,6
Nº 4	4,75	4,44	3,1	87,5
Nº 10	2,00	7,98	5,6	81,9
Nº 20	0,85	8,98	6,3	75,6
Nº 40	0,425	18,41	12,9	62,7
Nº 60	0,250	5,62	3,9	58,7
Nº 100	0,150	9,12	6,4	52,3
Nº 200	0,075	9,45	6,6	45,7
Fondo		2,24	1,6	45,7

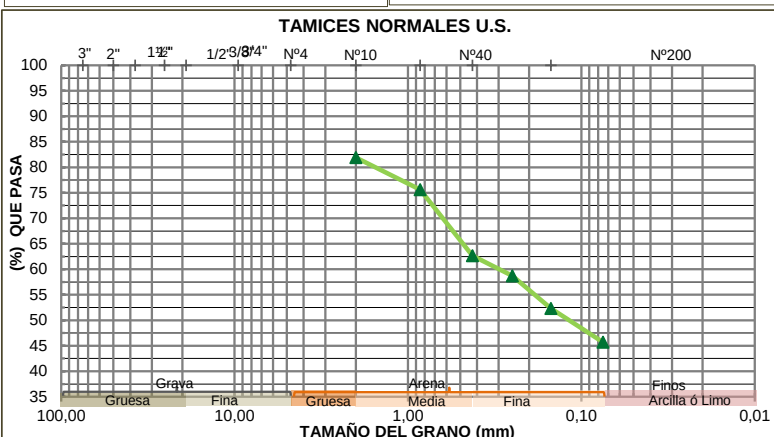


Error:	0,00	OK
--------	------	----

Clasificación USC	Clasificación AASHTO
% Gravas	12,5
% Arenas	41,8
% Finos	45,7
% Que pasa No,10	81,9
% Que pasa No,40	62,7
% Que pasa No 200	45,7

RESULTADOS	
Humedad Natural (%)	25
Límite Líquido (%)	50
Límite Plástico (%)	32
Índice de Plasticidad	18
Clasificación USC	SM
Índice de Grupo	5
Clasificación AASHTO	A-7-5

D10(mm)	NA
D30(mm)	NA
D60(mm)	NA
Cu	NA
Cc	NA



EQUIPO UTILIZADO	MARCA/REFERENCIA	NÚMERO SERIE	CÓDIGO INT.	FECHA DE CALIBRACION
Balanza Electrónica de 600x0.01gr				11/03/2019
Tamices Estándar				
Cazuela de Casagrande				
Horno Eléctrico				

REALIZO:

[Firma]

JUAN CAMILO LONDOÑO RESTREPO
LABORATORISTA DE SUELOS
CÉDULA: 71.293.879

18.3 CLASIFICACIÓN PERFIL DEL SUELO

CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO BASADO EN EL ENSAYO S.P.T. MEMORIAS DE CÁLCULO																		
Ciudad & Fecha:		Salgar, 25 de abril de 2023										Presion atomosferica KN/m2			103	$\bar{N}$		43,91
Proyecto:		Sotano y cuatro pisos										Factor por energia de martillo			0,7			
Parametro:		Tipo de perfil de suelo para análisis de efectos locales										Factor por revestimiento interno de tomamuestras			1	PERFIL DEL		D
Dirección:		Estudio Geotécnico para edificación ubicada en la calle 29 N° 28-30										Factor por diametro de perforacion			1	SUELO		
CÁLCULO DE LA RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA BASADA EN SPT																		
NORMA TÉCNICA	N.S.R. 2010			Capitulo:		A-2	Zonas de Amenaza sismica y Movimientos sismicos de Diseño.											
	TITULO A			Sub-capitulo:		A.2.4	Analisis de Efectos locales.											
				A.2.4.3.2		Número medio de golpes del ensayo de Penetración estandar.												
		Profundidad (m)	Ejecución de SPT															
	CAPA	Desde	Hasta	Numero de golpes para 15 cm a 30 cm	Peso específico del estrato (KN/m3)	Esfuerzo vertical efectivo (KN/m2)	Factor de corrección por energía según longitud de la barra	Rs	K	Cn (Seed-Idris)	N(45)	N(60)	ϕ' eq	Tao(KN/m2)	Resistencia al corte no drenada(KPa) Hara y colaboradores	$\frac{d_i}{N_i}$	di	$\bar{N}$
SONDEO N° 1	1	0,00	0,45	6	17,0	3,8	0,75	0,0	1,4	2,0	14,0	10,5	28,2	2,1	162,4	0,02857	0,17143	46,21
	2	1,00	1,45	11	17,0	20,8	0,75	0,2	1,4	2,0	25,4	19,0	32,8	13,4	249,3	0,01575	0,17326	
	3	2,00	2,45	24	17,0	37,8	0,75	0,4	1,4	1,6	45,2	33,9	38,8	30,4	377,4	0,00885	0,21250	
	4	3,00	3,45	33	17,0	54,8	0,75	0,5	1,4	1,4	53,4	40,0	40,8	47,4	425,5	0,00750	0,24735	
	5	4,00	4,45	47	17,0	71,8	0,75	0,7	1,4	1,2	66,9	50,2	43,9	69,2	500,9	0,00598	0,28086	
	6	5,00	5,45	51	17,0	88,8	0,75	0,9	1,4	1,1	64,9	48,7	43,5	84,2	489,9	0,00616	0,31436	
	7	6,00	6,45	66	17,0	105,8	0,75	1,0	0,9	1,0	76,2	57,1	45,9	109,0	549,7	0,00525	0,34660	
	8	7,00	7,45	69	17,0	122,8	0,75	1,2	0,9	0,9	74,8	56,1	45,6	125,4	542,8	0,00534	0,36880	
	9	8,00	8,45	75	17,0	139,8	0,75	1,4	0,9	0,9	76,8	57,6	46,0	144,7	553,1	0,00521	0,39055	
	10	9,00	9,45	80	17,0	156,8	0,75	1,5	0,9	0,8	77,7	58,2	46,2	163,3	557,4	0,00515	0,41207	
	11	10,00	10,45	84	17,0	173,8	0,75	1,7	0,9	0,8	77,5	58,1	46,1	180,8	556,7	0,00516	0,43350	
	12	11,00	11,45	86	17,0	190,8	0,75	1,9	0,9	0,8	75,6	56,7	45,7	195,8	546,9	0,00529	0,45494	
	13	12,00	12,45	88	17,0	207,8	0,75	2,0	0,9	0,7	73,9	55,4	45,4	210,7	537,8	0,00541	0,47650	
	14	13,00	13,45	91	17,0	224,8	0,75	2,2	0,9	0,7	73,1	54,8	45,2	226,5	533,5	0,00548	0,49826	
	15	14,00	14,45	92	17,0	241,8	0,75	2,3	0,9	0,7	70,7	53,0	44,7	239,6	521,2	0,00566	0,52028	
	16	15,00	15,45	95	17,0	258,8	0,75	2,5	0,9	0,6	70,0	52,5	44,6	255,1	517,5	0,00571	0,54263	
															Sumatoria	0,1265	5,8439	
SONDEO N° 2	1	0,00	0,45	8	17,0	3,8	0,75	0,0	1,4	2,0	18,7	14,0	30,3	2,2	199,7	0,02143	0,17143	47,28
	2	1,00	1,45	13	17,0	20,8	0,75	0,2	1,4	2,0	30,0	22,5	34,4	14,2	281,2	0,01333	0,17326	
	3	2,00	2,45	23	17,0	37,8	0,75	0,4	1,4	1,6	43,3	32,5	38,3	29,8	366,0	0,00924	0,21250	
	4	3,00	3,45	32	17,0	54,8	0,75	0,5	1,4	1,4	51,7	38,8	40,4	46,7	416,2	0,00773	0,24735	
	5	4,00	4,45	49	17,0	71,8	0,75	0,7	1,4	1,2	69,8	52,3	44,5	70,7	516,2	0,00573	0,28086	
	6	5,00	5,45	52	17,0	88,8	0,75	0,9	1,4	1,1	66,2	49,6	43,8	85,1	496,8	0,00605	0,31436	
	7	6,00	6,45	55	17,0	105,8	0,75	1,0	0,9	1,0	63,5	47,6	43,2	99,3	482,1	0,00630	0,34660	
	8	7,00	7,45	58	17,0	122,8	0,75	1,2	0,9	0,9	62,9	47,2	43,0	114,7	479,0	0,00636	0,36880	
	9	8,00	8,45	61	17,0	139,8	0,75	1,4	0,9	0,9	62,5	46,9	42,9	130,1	476,6	0,00640	0,39055	
	10	9,00	9,45	67	17,0	156,8	0,75	1,5	0,9	0,8	65,0	48,8	43,5	148,9	490,6	0,00615	0,41207	
	11	10,00	10,45	72	17,0	173,8	0,75	1,7	0,9	0,8	66,4	49,8	43,8	166,8	498,2	0,00602	0,43350	
	12	11,00	11,45	77	17,0	190,8	0,75	1,9	0,9	0,8	67,7	50,8	44,1	184,9	505,0	0,00591	0,45494	
	13	12,00	12,45	78	17,0	207,8	0,75	2,0	0,9	0,7	65,5	49,1	43,6	198,0	493,0	0,00611	0,47650	
	14	13,00	13,45	90	17,0	224,8	0,75	2,2	0,9	0,7	72,3	54,2	45,1	225,2	529,2	0,00554	0,49826	
	15	14,00	14,45	92	17,0	241,8	0,75	2,3	0,9	0,7	70,7	53,0	44,7	239,6	521,2	0,00566	0,52028	
	16	15,00	15,45	96	17,0	258,8	0,75	2,5	0,9	0,6	70,8	53,1	44,7	256,5	521,4	0,00565	0,54263	
															Sumatoria	0,1236	5,8439	

SONDEO N° 3	1	0,00	0,45	8	17,0	3,8	0,75	0,0	1,4	2,0	18,7	14,0	30,3	2,2	199,7	0,02143	0,17143	40,80
	2	1,00	1,45	10	17,0	20,8	0,75	0,2	1,4	2,0	23,1	17,3	32,0	13,0	232,8	0,01733	0,17326	
	3	2,00	2,45	25	17,0	37,8	0,75	0,4	1,4	1,6	47,1	35,3	39,3	30,9	388,7	0,00850	0,21250	
	4	3,00	3,45	31	17,0	54,8	0,75	0,5	1,4	1,4	50,1	37,6	40,0	46,1	406,8	0,00798	0,24735	
	5	4,00	4,45	45	17,0	71,8	0,75	0,7	1,4	1,2	64,1	48,1	43,3	67,7	485,5	0,00624	0,28086	
	6	5,00	5,45	57	17,0	88,8	0,75	0,9	1,4	1,1	72,5	54,4	45,1	89,2	530,7	0,00552	0,31436	
	7	6,00	6,45	60	17,0	105,8	0,75	1,0	0,9	1,0	69,2	51,9	44,4	103,7	513,3	0,00578	0,34660	
	8	7,00	7,45	64	17,0	122,8	0,75	1,2	0,9	0,9	69,4	52,1	44,5	120,5	514,2	0,00576	0,36880	
	9	8,00	8,45	72	17,0	139,8	0,75	1,4	0,9	0,9	73,7	55,3	45,4	141,6	537,1	0,00542	0,39055	
	10	9,00	9,45	74	17,0	156,8	0,75	1,5	0,9	0,8	71,8	53,9	45,0	156,6	527,0	0,00557	0,41207	
	11	10,00	10,45	79	17,0	173,8	0,75	1,7	0,9	0,8	72,9	54,7	45,2	175,0	532,6	0,00549	0,43350	
	12	11,00	11,45	84	17,0	190,8	0,75	1,9	0,9	0,8	73,9	55,4	45,4	193,4	537,7	0,00542	0,45494	
	13	12,00	12,45	105	17,0	207,8	0,75	2,0	0,9	0,7	88,1	66,1	48,2	232,4	610,7	0,00454	0,47650	
Sumatoria																0,1050	4,2827	41,35
SONDEO N° 4	1	0,00	0,45	8	17,0	3,8	0,75	0,0	1,4	2,0	18,7	14,0	30,3	2,2	199,7	0,02143	0,17143	
	2	1,00	1,45	14	17,0	20,8	0,75	0,2	1,4	2,0	32,3	24,2	35,1	14,6	296,6	0,01238	0,17326	
	3	2,00	2,45	27	17,0	37,8	0,75	0,4	1,4	1,6	50,8	38,1	40,2	32,0	410,8	0,00787	0,21250	
	4	3,00	3,45	33	17,0	54,8	0,75	0,5	1,4	1,4	53,4	40,0	40,8	47,4	425,5	0,00750	0,24735	
	5	4,00	4,45	47	17,0	71,8	0,75	0,7	1,4	1,2	66,9	50,2	43,9	69,2	500,9	0,00598	0,28086	
	6	5,00	5,45	50	17,0	88,8	0,75	0,9	1,4	1,1	63,6	47,7	43,2	83,4	482,9	0,00629	0,31436	
	7	6,00	6,45	66	17,0	105,8	0,75	1,0	0,9	1,0	76,2	57,1	45,9	109,0	549,7	0,00525	0,34660	
	8	7,00	7,45	68	17,0	122,8	0,75	1,2	0,9	0,9	73,8	55,3	45,4	124,4	537,1	0,00542	0,36880	
	9	8,00	8,45	73	17,0	139,8	0,75	1,4	0,9	0,9	74,8	56,1	45,6	142,6	542,4	0,00535	0,39055	
	10	9,00	9,45	78	17,0	156,8	0,75	1,5	0,9	0,8	75,7	56,8	45,8	161,1	547,4	0,00528	0,41207	
	11	10,00	10,45	91	17,0	173,8	0,75	1,7	0,9	0,8	84,0	63,0	47,4	189,0	589,7	0,00476	0,43350	
	12	11,00	11,45	100	17,0	190,8	0,75	1,9	0,9	0,8	87,9	65,9	48,2	213,1	609,6	0,00455	0,45494	
Sumatoria																0,0921	3,8062	

18.4 ESPECTROS DE DISEÑO NSR-10

ESPECTROS DE DISEÑO NSR-10

DISEÑO

PROYECTO:	HECTOR MAURICIO VELEZ GONZALEZ
FECHA:	25/04/2023 9:00

Grupo de uso	1
I	1
Aa	0,25
Av	0,25
Perfil-suelo	D

F_a =	1,2
F_v =	1,8

PERIODO	S_a
----------------	----------------------

0	0,300
0,150	0,750
0,200	0,750
0,250	0,750
0,300	0,750
0,350	0,750
0,400	0,750
0,450	0,750
0,500	0,750
0,550	0,750
0,600	0,750
0,650	0,750
0,700	0,750
0,750	0,720
0,800	0,675
0,850	0,635
0,900	0,600
0,950	0,568
1,000	0,540
1,050	0,514

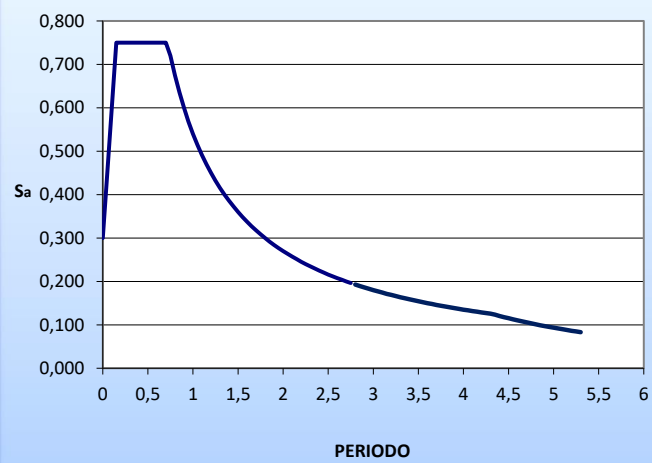
PERIODO	S_a
----------------	----------------------

2,800	0,193
2,850	0,189
2,900	0,186
2,950	0,183
3,000	0,180
3,050	0,177
3,100	0,174
3,150	0,171
3,200	0,169
3,250	0,166
3,300	0,164
3,350	0,161
3,400	0,159
3,450	0,157
3,500	0,154
3,550	0,152
3,600	0,150
3,650	0,148
3,700	0,146
3,750	0,144

1,100	0,491
1,150	0,470
1,200	0,450
1,250	0,432
1,300	0,415
1,350	0,400
1,400	0,386
1,450	0,372
1,500	0,360
1,550	0,348
1,600	0,338
1,650	0,327
1,700	0,318
1,750	0,309
1,800	0,300
1,850	0,292
1,900	0,284
1,950	0,277
2,000	0,270
2,050	0,263
2,100	0,257
2,150	0,251
2,200	0,245
2,250	0,240
2,300	0,235
2,350	0,230
2,400	0,225
2,450	0,220
2,500	0,216
2,550	0,212
2,600	0,208
2,650	0,204
2,700	0,200
2,750	0,196

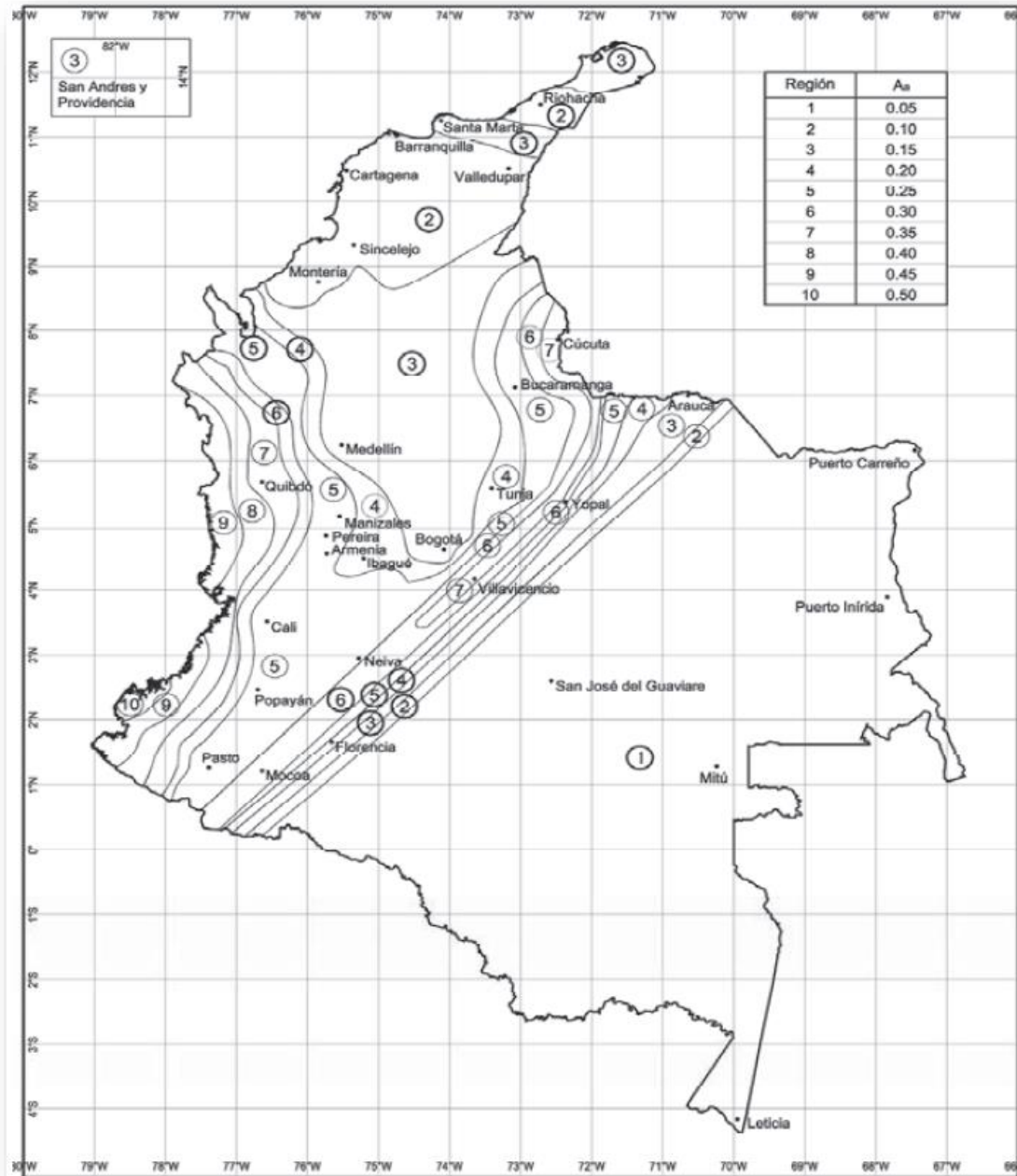
3,800	0,142
3,850	0,140
3,900	0,138
3,950	0,137
4,000	0,135
4,050	0,133
4,100	0,132
4,150	0,130
4,200	0,129
4,250	0,127
4,300	0,126
4,350	0,123
4,400	0,120
4,450	0,118
4,500	0,115
4,550	0,113
4,600	0,110
4,650	0,108
4,700	0,106
4,750	0,103
4,800	0,101
4,850	0,099
4,900	0,097
4,950	0,095
5,000	0,093
5,050	0,091
5,100	0,090
5,150	0,088
5,200	0,086
5,250	0,085
5,300	0,083
5,350	0,082
5,400	0,080
5,450	0,079

ESPECTRO ELASTICO DE DISEÑO

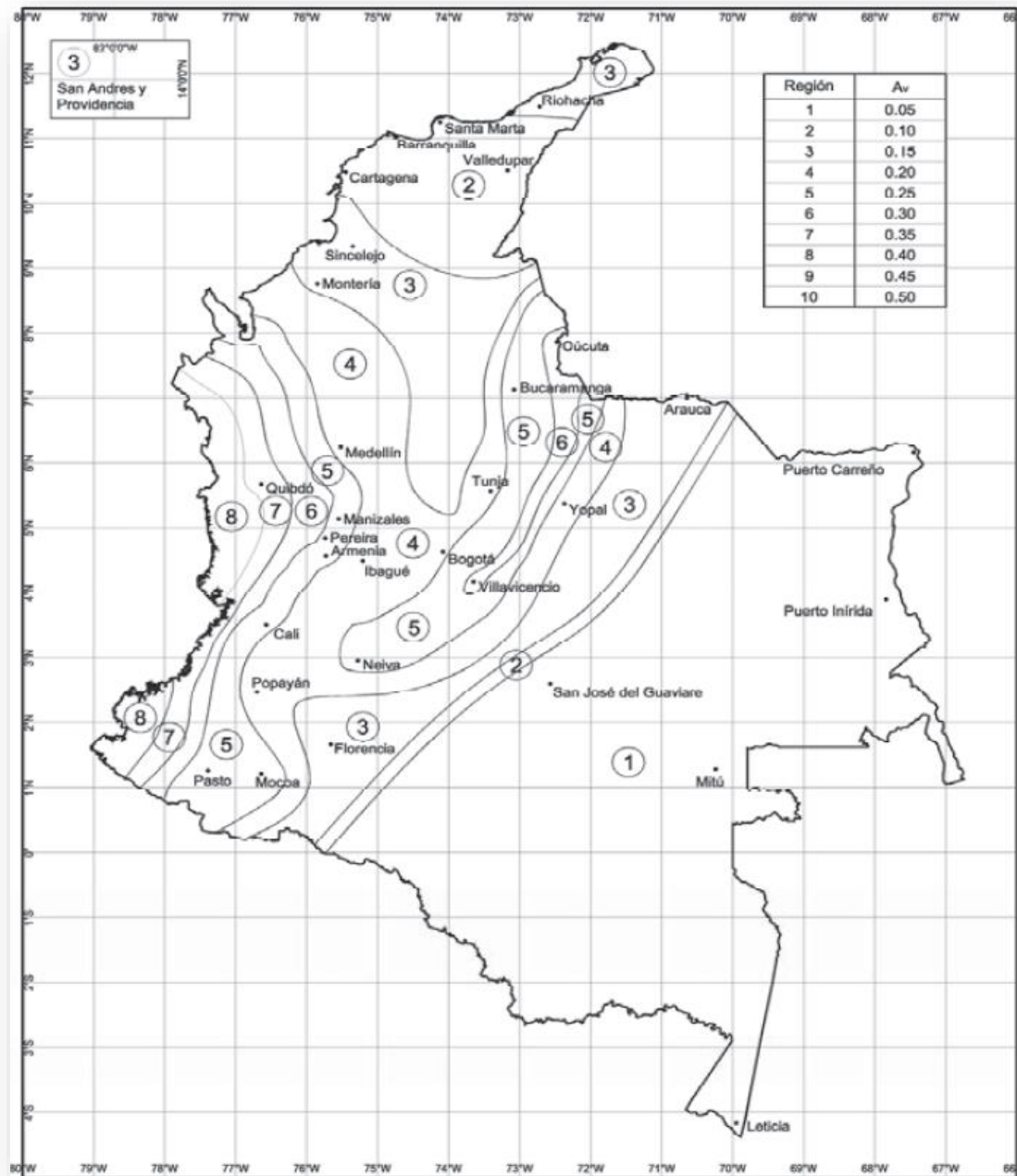


☒ EJECUTAR

ACELERACION PICO EFECTIVA Aa

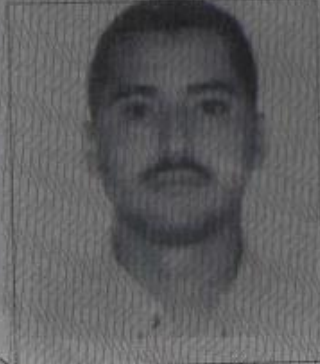


VELOCIDAD PICO EFECTIVA Av



18.5 MATRICULA, CERTIFICACIÓN DEL COPNIA Y ACREDITACIÓN DEL INGENIERO

REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES



MATRICULA No. 05202087233ANT
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 18/08/2001
APELLIDOS
RIVERA OSORNO
NOMBRES
JUAN CARLOS
C.C. 15.511.681
UNIVERSIDAD
DE MEDELLIN

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juan Carlos Rivera Osorno', is written over a horizontal line. Below the signature, the text 'Presidente del Consejo' is printed.

Presidente del Consejo

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

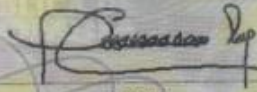
NUMERO **15.511.681**

RIVERA OSORNO

APELLIDOS

JUAN CARLOS

NOMBRES



FIRMA



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO

17-JUL-1973

MEDELLIN
(ANTIOQUIA)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.70

ESTATURA

O+

G.S. RH

M

SEXO

18-JUL-1991 COPACABANA

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
JUAN CARLOS GALINDO VACHA



A-0110300-00837436-M-0015511681-20160621

0050208321G 1

9995818475

**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JUAN CARLOS RIVERA OSORNO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 15511681, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 05202-087233 desde el 16 de Agosto de 2001, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 2534.
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 uno (01) días del mes de Mayo del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.



INGENIEROS – COMPAÑÍA CONSULTORES – CONSTRUCTORES
Escritura N° 235/2.002 – R.C. Comercio N° 21-005365
Ing. Civil WILLIAM JARAMILLO ESCOBAR-Gerente

CERTIFICADO

A QUIEN PUEDA INTERESAR:

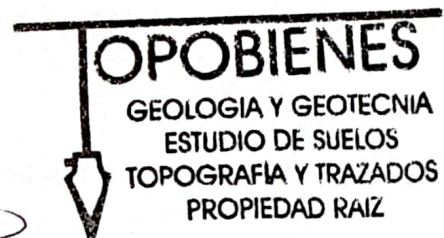
Por medio del presente certifico que el Ingeniero Civil JUAN CARLOS RIVERA OSORNO CON MATRICULA PROFESIONAL No. 052087233, Identificado con C.C. N° 15.511.681 de Copacabana trabaja al servicio de esta empresa, desde el 1° de Julio de 2.011 hasta la fecha, como INGENIERO CALCULISTA, EN CALIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Atentamente



MARIA HELENA JARAMILLO ESCOBAR

Administradora



Medellín, 31 de Octubre de 2.017

C/Archivo.

Carrera 50 No. 50-48 – Edificio La Bolsa de Medellín
Teléfonos 512-84-70 y 512-84-69



Inmobiliaria y Constructora

Copacabana 14 de noviembre de 2017

Constru

Mejoras D.S.D. Ltda.

CONSTRUMEJORAS D.S.D LTDA

Mediante la siguiente carta laboral la Constructora certifica, se hace constancia de que el ingeniero civil Juan Carlos Rivera Osorno, identificado con cedula de ciudadanía 15.511.681 con matrícula profesional número 05202-087233 presta sus servicios al Señor **DIDIER ONID ROSERO MORENO** desempeñándose como:

Asesor estructural en el Mall Residencial San Antonio, en el corregimiento de San Antonio de Prado, que conto con mas de 100 inmuebles entre locales comerciales, apartamentos y parqueaderos. En tres torres de 8 pisos (año 2012-2014)

Asesor estructural en el edificio Balcanes en Medellin, que conto con mas de 90 inmuebles entre local comercial, apartamentos útiles y parqueaderos. En una torre de 11 niveles (año 2015-2016)

Diseñador y asesor Estructural de edificio Ditaires en el municipio de Itagüí, que conto de 15 unidades entre apartamentos, local, parqueaderos y útiles. En una torre de 6 niveles (2016-2017).

Diseñador del edificio cr 28 N 25- 42 en julio de 19 de 2017 municipio de Santa Rosa, edificio Resfa Medina.

Para constancia de lo anterior se firma en Copacabana - Antioquia a los diez y siete (14) días del mes de noviembre del dos mil diez y siete (2017)

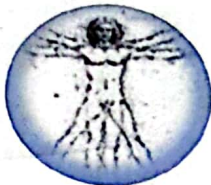
Cordialmente,


Didier Onid Rosero Moreno
Ingeniero Civil - Contratista
Nit. 15.515.421-3
T.P. 13582 de Ant.

DIDIER ONID ROSERO MORENO

Ing civil. T.P. 05202113582 Ant.

Tel: 600-97-81



CUBOSARK.S.A.S NIT 901004604-5

DISEÑO Y CONSTRUCCION

Copacabana, Noviembre 14 de 2017

A QUIEN PUEDA INTERESAR

Certificamos que el ingeniero **JUAN CARLOS RIVERA OSORNO** con cedula de ciudadanía Nro. 15.511.681 Con matrícula 05202-087233, labora con nosotros desde hace 7 años como ingeniero calculista; en el área de diseño estructural y brindando asesoría en los diferentes proyectos de esta firma; algunos de ellos son los siguientes:

PROYECTO	NIVELES	APARTAMENTOS	PARQUEADEROS	UBICACION
COUNTRY DE LA TASAJERA	5	25	16	San Juan de la Tasajera- Copacabana
EDIFICIO LA FLORESTA	6	18	10	Parque de la Floresta-Medellín
EDIFICIO MONTERO	5	3 LOCALES	3	Simón Bolívar- Copacabana
EDIFICIO EL SHANGAY	6	3 APARTAMENTOS-12 LOCALES	8	Barrio la Misericordia- Copacabana

Entre muchos otros.

Cualquier información adicional con gusto atenderemos.

Cordialmente:


ISABEL CRISTINA MOLINA LINCE

Arquitecta.

Cel. 3117850050

CALLE 51 # 49-47

TEL 467-49-54

Mail: cubosark.07@gamil.com

Medellín, 15 de abril de 2022



CERTIFICADO DE EXPERIENCIA LABORAL

Como representante legal de la empresa FEMH INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAS identificados con NIT 900.703.179-1 certifico que el ingeniero Juan Carlos Rivera Osorno identificado con cedula de ciudadanía N°15.511.681 y matricula profesional 05202-087233 de Antioquia del 16 de agosto de 2001, se ha desempeñado como ingeniero civil en la empresa anteriormente nombrada, realizando construcción de obras civiles, revisiones estructurales, diseños estructurales, diseño de elementos no estructurales y estudio de suelos, desde enero de 2011 hasta la fecha actual, participando en proyectos como:

- Construcción, Alba Jiménez, Calle 47ª N° 48-74, Copacabana
- Revisor Estructural, Luis Alberto Correa, Calle 50 N° 56-16, Copacabana
- Diseño Estructural, Guillermo Hernández, Vda Quebrada Arriba, Copacabana
- Diseño Estructural, Carlos Diego Medina, Carrera 54 N° 51-80, Copacabana
- Diseño Estructural, Conrado Mesa, Carrera 58 N° 46ª-39, Copacabana
- Diseño Estructural, Eduardo Gómez, San Rafael
- Estudio De Suelos, Helda Rodríguez, Calle 45 N° 83-60, Copacabana
- Estudio De Suelos, Ramiro Botero, Vda El Noral, Copacabana
- Estudio De Suelos, Francisco Castrillón, Calle 39 N° 50ª-01, Copacabana
- Estudio De Suelos, Edison Giraldo, Vda El Peñolcito, Copacabana
- Estudio De Suelos, Beatriz Quiceno – Carrera 49ª N° 39-24, Copacabana
- Estudio De Suelos, Juan Jiménez, Carrera 58 N° 45-37/39, Copacabana

De esta manera manifiesto que el ingeniero cumple con la experiencia mayor a cinco años en las áreas anteriormente mencionadas.

Atentamente,


Adriana Londoño Naranjo
Representante Legal
C.C. 43.732.667