ESTUDIO GEOTÉCNICO CLÍNICA PRIVADA, VEREDA LOS SALADOS, MUNICIPIO DE EL RETIRO- ANTIOQUIA.

INFORME DE CONSULTORIA

www.ingenieriageneral.com.co

Medellín, Junio de 2026.

FORMATO DE REVISIÓN Y ELABORACIÓN (NSR-2010, H.1.1.2.1)					
Proyecto: Estudio Geotécnico Clínica Privada, Vereda Los Salados, Municipio de El Retiro - Antioquia.					
Fecha: Junio de 2026.					
Revisión		0	1	2	3
ELABORACIÓN	Nombre	William Ulbey Gómez Botero			
	Profesión	Ingeniero Geólogo (U.N.) Especialista en Mecánica de suelos y Cimentaciones (EAFIT)			
	M.P.	0522369777 ANT			
	Firma				
	Nombre	Diana Marcela Gómez Vásquez			
	Profesión	Ingeniera Civil (U. de M.) Especialista en Geotecnia (U.N.)			
	M.P.	011037-0517074 ANT			
	Firma				
	Nombre	Andrés Felipe Gómez Vásquez			
	Profesión	Ingeniero Civil (U. de M.)			
	M.P.	011037-0698337 ANT			
	Firma				
	Nombre				
	Profesión				
	M.P.				
	Firma				

TABLA DE CONTENIDO

1- Presentación 4

2- Objetivos 4

3- Metodología.....5

4- Descripción Del Proyecto 6

5- Exploración Geotécnica.....7

6- Contexto Geológico-Geomorfológico.....11
6.1- Geología 11
6.3 Geología Estructural 14

7- Perfil Geotécnico 15
7.1- Horizonte Orgánico (Org):.....15
7.2- Lleno Superficial Alternado Con Ceniza Volcánica: 15
7.3- Limo Arcilloso A Limo Arenoso Residual: 16

8- Consideraciones Sísmicas 17

9- Parámetros De Cimentación 18

10- Recomendaciones Constructivas Generales.....26

11- Limitaciones 30

1- PRESENTACIÓN

En el presente informe se consignan los resultados obtenidos en el marco del estudio geotécnico efectuado sobre un predio ubicado en la vereda Los Salados, zona rural del municipio de El Retiro, Antioquia; en el sitio se proyecta la construcción de una clínica privada de 3 niveles, para atención a la comunidad.

El presente estudio geotécnico se ha efectuado conforme a lo establecido en el título H de la Norma Colombiana para diseño y construcción Sismo Resistente NSR-2010; el mismo se ha basado en los resultados de la exploración de campo, estudios de laboratorio y análisis geológico-geomorfológico llevado a cabo por parte de los profesionales participantes.

2- OBJETIVOS

El objetivo general del estudio consiste en evaluar las condiciones geológico-geomorfológicas de la zona de inserción del proyecto, así como las características geotécnicas de los distintos horizontes de suelo que ofrezcan potencialidad para la cimentación de la estructura.

Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

2.1- Determinar las formaciones superficiales que conforman el perfil geotécnico del área, en términos de tipo, espesores y disposición estratigráfica.

2.2- Evaluar la resistencia insitu de los materiales mediante la ejecución de ensayos de resistencia a la penetración estándar (S.P.T.).

2.3- Caracterizar los horizontes de suelo que ofrezcan potencialidad para la cimentación de la estructura, mediante estudios de laboratorio.

2.4- Evaluar las condiciones de humedad interna del suelo.

2.5- Diseñar y calcular el tipo de solución de cimentación de mayor pertinencia de acuerdo con el tipo de obra, características físicas y geomecánicas del perfil geotécnico para el sitio de intervención, y de manera general condiciones geológico-geomorfológicas del entorno.

3- METODOLOGÍA

La metodología empleada para la realización del presente estudio 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 se hace relevancia a la caracterización y diagnóstico del entorno geotécnico donde se realizará el proyecto, incluyendo criterios de estabilidad, además de la observación macroscópica de las muestras de suelo recuperadas en la etapa de exploración en la cual se distinguen los grados y zonas de meteorización propias del perfil geotécnico característico del lugar, así como su material parental, presencia o ausencia de estructuras relictas, complementado además con la ejecución e interpretación de los ensayos de laboratorio pertinentes.

De manera concreta se siguieron los siguientes pasos en el proceso metodológico:

3.1- Revisión y Análisis de información secundaria disponible sobre el área de inserción del proyecto: se consultaron diferentes fuentes tales como Alcaldía municipal, CORNARE, Gobernación de Antioquia (DAGRAN), Servicio Geológico Colombiano, Portal de Google-Earth.

3.2- Evaluación geológico-geomorfológica: Con el propósito de identificar rasgos morfogenéticos, procesos antiguos, activos y/o potenciales; así como facilitar los procesos de interpolación a partir de la exploración geotécnica, se efectúo un proceso de cartografía geológico-geomorfológica para la zona de inserción del proyecto.

3.3- Exploración geotécnica: Comprendió la ejecución de sondeos exploratorios con equipo mecánico orientados a determinar el tipo y características de las formaciones superficiales presentes en la zona, así como la realización de ensayos de resistencia insitu.

3.4- Estudio de Laboratorio: Consistió en estudio macroscópico de la totalidad de las muestras recuperadas, así como en la ejecución de pruebas de laboratorio para caracterización física del material.

3.5- Diseño y cálculo de la solución de cimentación más pertinente conforme a las características geotécnicas de los suelos en el área y aspectos estructurales de la obra a implementar. Validación de los cálculos realizados con software de Allpile y Settle 3D.

4- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto objeto de estudio comprende la construcción de una clínica privada de 3 niveles. El sistema estructural será en pórtico viga-columna en concreto reforzado; para llevar a cabo el proyecto, se dispone de un predio rural de pendiente suave a moderada hacia los bordes externos. En la siguiente figura se muestra el aspecto del mismo. (Figura 01).



Figura 01. Aspecto del lote objeto de estudio, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Para efectos del predimensionamiento geotécnico del cimiento, se ha considerado una carga máxima de servicio máxima de 800 kN. En este orden de ideas, y basados en el criterio del número de niveles, la estructura a construir se ubica en una categoría baja según la NSR-2010.

5- EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Como aspecto fundamental en el desarrollo del presente estudio, se efectúo un proceso de investigación del suelo mediante las siguientes etapas:

5.1 Reconocimiento geológico-geomorfológico del sector y de sus alrededores, con el fin de evaluar la existencia de procesos morfodinámicos activos y/o potenciales, así como las condiciones generales de estabilidad y de esta manera contextualizar el área desde el punto de vista geológico-geomorfológico a fin de posibilitar los procesos de correlación, interpolación e interpretación de los resultados obtenidos en las fases de exploración y laboratorio.

5.2 Se ejecutaron sondeos exploratorios consistentes en 8 perforaciones mecánicas a percusión con profundidad máxima de 15.50 m; se efectúo recuperación de muestras metro a metro, y realización del ensayo de resistencia a la penetración estándar (S.P.T.) de acuerdo con la norma ASTM D 1586; el propósito de la exploración geotécnica es establecer la disposición estratigráfica de los materiales, identificar las formaciones superficiales, estructura del suelo, presencia de discontinuidades, anisotropía, condiciones de humedad natural y recuperar muestras de suelo para los análisis de laboratorio respectivos.



Figura 02. Detalle exploración geotécnica en el predio objeto de estudio; Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.



Figura 03. Otro aspecto, proceso de exploración geotécnica en el predio objeto de estudio; Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.



Figura 04. Otro aspecto, proceso de exploración geotécnica en el predio objeto de estudio; Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

5.3 En cada uno de los sondeos se recuperaron muestras alteradas e inalteradas las cuales fueron sometidas a observación y análisis macroscópico en el laboratorio, con el propósito de identificar su textura, origen, inferir los grados y zonas de meteorización propias de los perfiles geotécnicos característicos del lugar, así como su material parental, presencia o ausencia de estructuras relictas, mineralogía predominante, etc.

5.4- De igual manera se ejecutaron sondeos geofísicos (Figura 05) orientados a determinar la velocidad de propagación de onda de corte, haciendo uso del ensayo de dispersión de ondas superficiales MASW (Multichannel Analysis Surface Waves) conducentes a determinar la variación de la distribución estratigráfica mediante un perfil unidimensional en función de la velocidad de propagación de la onda de corte; así como establecer el parámetro básico de la velocidad de propagación de ésta, para que de acuerdo con los resultados obtenidos mediante la exploración directa y ensayos de laboratorio, se facilite la clasificación objetiva del perfil del subsuelo de acuerdo a lo estipulado en la Norma Sísmoresistente NSR-10.



Figura 05. Detalle sondeo geofísico en el predio objeto de estudio; Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

6- Contexto Geológico-Geomorfológico

6.1- Geología

El contexto geológico para el municipio de El Retiro está comprendido por rocas metamórficas pertenecientes al complejo El Retiro, Bajo este término se agrupan cinco unidades metamórficas a las cuales se les asigna edad precámbrica, como son: Anfibolitas de Medellín (Pva), Migmatitas de Puente Peláez (Pms), Neis de La Ceja (Pnlc), Neis Milonítico de Sajonia y Granofels de Normandía (Figura 06).

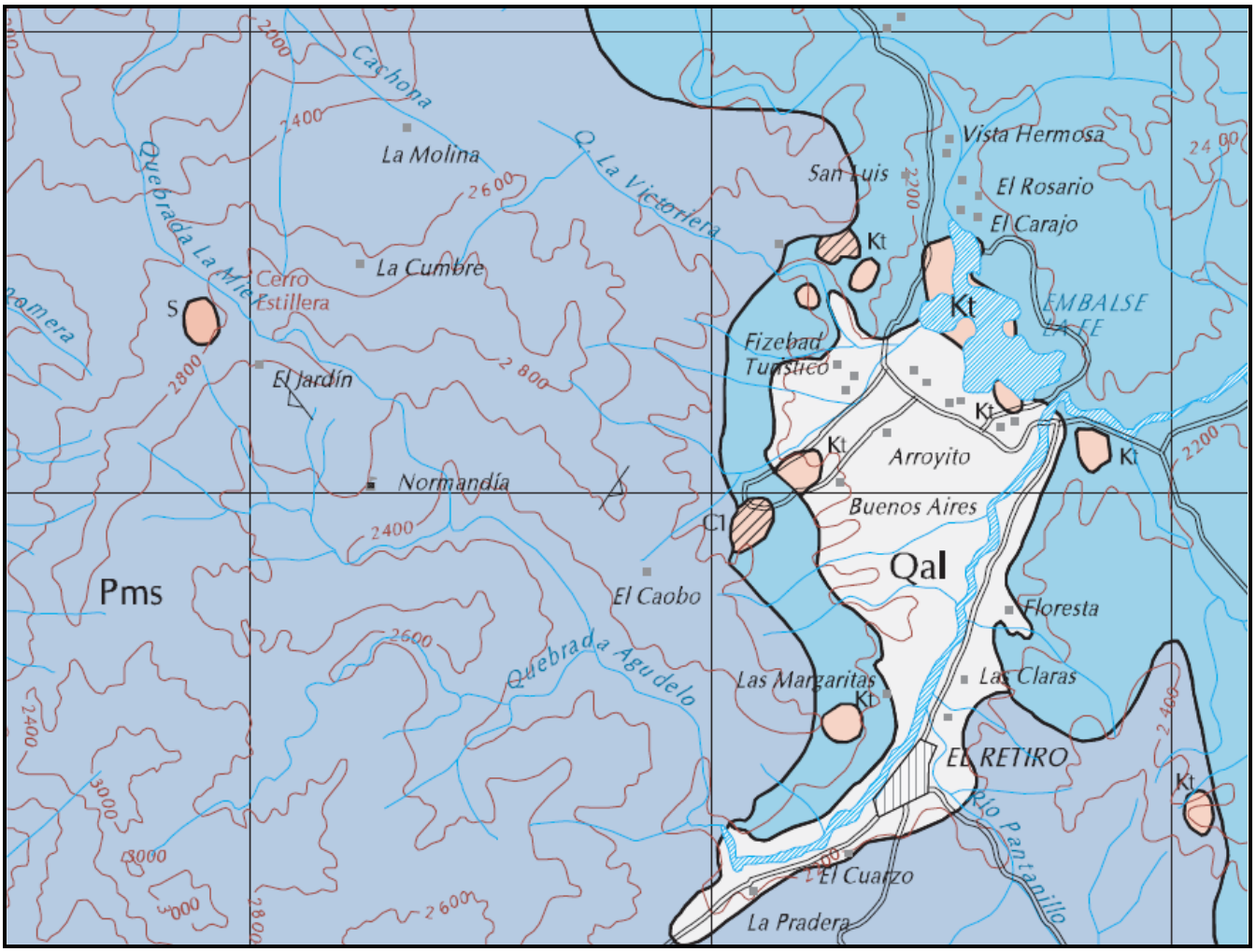


Figura 06. Contexto Geológico para el municipio de El Retiro–Antioquia; fuente: INGEOMINAS.

6.1.1- Anfibolitas de Medellín (Pva)

Se presenta como varios cuerpos de Anfibolitas, paragneises, migmatitas y esquistos grafíticos y cosmovíticos en el valle de Aburrá. Son unidades de dirección preferencial NNW, las cuales afloran desde el municipio de La Ceja al sur, hasta el municipio de Belmira al norte (Correa y Martens, 2000). Son rocas constituidas esencialmente por hornblenda y plagioclasa, de textura por lo general isotrópica a bandeada, en ocasiones difícil de diferenciar de un gabro o una diorita, estas rocas han sufrido un metamorfismo de medio a alto grado. A nivel de afloramiento en el Valle de Aburrá, esta roca se encuentra profundamente meteorizada, con desarrollo de suelos residuales con espesores superiores a los 20 m, de carácter limoso, color amarillento a amarillo rojizo predominantemente y están cubiertos frecuentemente por los depósitos de vertiente derivados de estas mismas rocas. Es común un cambio gradual a un saprolito limo arenoso de color gris verdoso con láminas blancas, el cual presenta estructuras heredadas de la roca parental y donde se define la textura de la roca bandeada.

6.1.2- Migmatitas de Puente Peláez (Pms)

La Migmatitas de Puente Peláez, (Rodríguez *et* al, 2005); están comprendidas por un cuerpo metamórfico de forma irregular alargada, en sentido norte-sur, el cual aflora dentro de la Plancha 147 Medellín Oriental desde el norte de la cabecera municipal de Envigado, limitado al sur por el río Negro y la quebrada La Danta, para continuar por fuera hacia el suroccidente en la plancha 167. Hacia el norte, se extiende hasta el municipio de Envigado y el barrio El Poblado, desaparece al ser cubierto por depósitos de vertiente, pero continúa en el municipio de Sabaneta. La litología predominante corresponde a neises y granofels cuarzo feldespático con biotita, intercalado con neises biotíticos frecuentemente con sillimanita. Estas rocas presentan macroscópicamente estructuras migmatíticas. La Microzonificación Sísmica del Valle de Aburrá (2006), le asigna espesores al perfil de meteorización de tres metros para esta unidad (GSM, 2006).

6.1.3- Gneis de La Ceja (Pnlc). Gneises y granofels bandeados, localmente plegados y con estructura migmatítica e intercalaciones de gneis miloníticos, cuarcitas y anfibolitas, y asociado especialmente a granulitas y migmatitas. Incluye localmente granulitas básicas y enderbíticas con débil bandeo composicional, textura granoblástica poligonal y metamorfismo retrogrado de alto grado en la mayoría de las muestras.

6.1.4- Gneis Milonítico de Sajonia (JKgmS)

Gneises y esquistos con intercalaciones de anfibolitas, fuertemente deformados y con estructura preferencial milonítica cortados por venas y diques de cuarzo lechoso y andesitas porfídicas. La deformación ha acentuado los efectos de metamorfismo retrogrado a partir de rocas que probablemente alcanzaron la facies anfibolita en condiciones de alto grado. Se presenta en afloramiento como un saprolito y en forma de roca alterada con estructura bandeada esquistosa y gnéisica, las bandas irregulares discontinuas de colores gris, blanco amarillento, amarillas y rojas. Macroscópicamente se reconocen minerales como cuarzo, plagioclasa, biotita cloritizada, sericita y grafito. Puede corresponder a esquistos miloníticos formados a partir de gneises y gneises miloníticos, localmente con intercalaciones de anfibolitas deformadas. La roca está intensamente cizallada, deformada, localmente plegada y fallada, y son frecuentes augen de grafito y pequeños poliedros de deformación, se presenta por lo general como un saprolito arcilloarenoso rico en micas (Consorcio Microzonificación, 2006).

6.2- Geomorfología

El contexto geológico-geomorfológico del predio objeto de estudio, abarca un entorno rural medianamente urbanizado, zona labrada en suelos limo-arcillosos a limo-arenosos, con contenido local de fragmentos de roca, los cuales presentan plasticidad media a baja, consistencia dura y/o compacidad densa; y, además, se encuentran suprayacidos por llenos superficiales alternados con ceniza volcánica. La pendiente del sitio en general puede ser considerada como suave a moderada hacia los bordes externos.

Sobre el polígono de interés, se ha llevado a cabo un análisis multitemporal a partir de imágenes satelitales en conjunto con una serie de visitas de campo, todo con el fin de chequear la estabilidad geológico-geotécnica del sector. Como resultado de ambos procesos se concluye que, dentro del área de influencia del proyecto no se han evidenciado rasgos geológico-geomorfológicos asociados a inestabilidad, que puedan afectar la seguridad y funcionalidad de la edificación que se pretende construir, así como del sector en general. (Figura 07).



Figura 07. Contexto Geológico-Geomorfológico del predio de inserción del proyecto: Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

6.3 Geología Estructural

La región del oriente antioqueño, así como el municipio de El Retiro, se encuentra comprendida entre dos grandes sistemas de fallas: Palestina, al oriente y Romeral al occidente.

Sistema Palestina: tiene un rumbo de N10º a 20ºE y una longitud aproximada de 500 Km; las principales fallas que constituyen este sistema son Palestina, Mulato, Jetudo y Cocorná sur. Collins y otros (1981) hallaron evidencias de actividad cuaternaria, mientras que según page (1986) la tasa de desplazamiento para la zona de falla de Palestina como un todo es superior a 0.2 mm/año.

Sistema Romeral: es un conjunto de fallas paralelas a subparalelas, que se extiende desde la dorsal de Grijalba y Alvarado en el pacífico ecuatorial, hasta el mar caribe en la parte norte de Colombia. De este sistema forman parte –entre otras- las fallas de Murindó, Murrí-Mutatá y Espiritu santo. En términos generales, las fallas que constituyen este sistema presentan una tasa de desplazamiento de baja a moderada y algunos rasgos indicativos de actividad neotectónica (París y Romero, 1994).

Fallas de dirección NW: En el oriente antioqueño, ubicadas al occidente del sistema Palestina, se encuentra un conjunto de fallas con dirección aproximada N40ºW, entre las cuales se destacan las fallas de Caldera, Bizcocho, Balseadero, Nare, Aquitania y Cisneros. De éstas, la falla Cisneros es la única que presenta evidencias de actividad cuaternaria (WWC, 1980 en Viana, 1994).

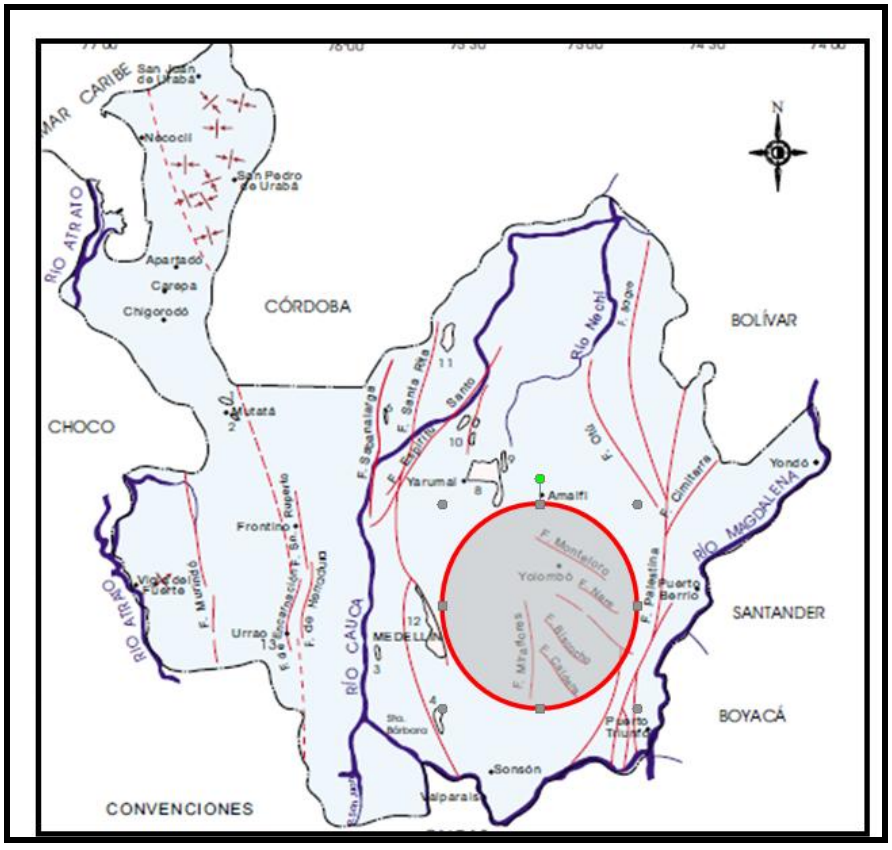


Figura 08. Contexto Geológico Estructural para el municipio de El Retiro; fuente: Ingeominas.

7- PERFIL GEOTÉCNICO

De acuerdo con los resultados obtenidos en los sondeos exploratorios, el perfil geotécnico para la zona de estudio comprende la presencia de suelos limo-arcillosos a limo-arenosos, de plasticidad media a baja, consistencia dura y/o compacidad densa; las características y disposición estratigráfica de los materiales se presenta a continuación:

7.1- Horizonte orgánico (Org): Corresponde a un material de color café-oscuro a negro, con olor característico y presencia de raíces; detectado en todos los sondeos ejecutados, hasta una profundidad promedio de 0.20 m.

7.2- Lleno superficial alternado con ceniza volcánica: Comprendido por un limo-arenoso café y grisáceo, con contenido de sobretamaños y alternado con ceniza volcánica; presenta plasticidad baja. Detectado en todos los sondeos ejecutados, hasta una profundidad máxima aproximada de 1.20 m. (Figura 09)



Figura 09. Aspecto del material de lleno, alternado con ceniza volcánica. Detectado en el predio objeto de estudio hasta una profundidad máxima aproximada de 1.20 m.

7.3- Limo arcilloso a limo arenoso residual: Matriz limo-arcillosa a limo-arenosa residual, con estructura heredada de la roca parental, de color amarillo con zonas rojizas, azuladas, grisáceas y blancuzcas. Se evidencia contenido local de fragmentos de roca. Material con plasticidad media a baja, consistencia dura y/o compacidad densa.; detectado en todos los sondeos ejecutados, hasta una profundidad máxima de 15.50 m. (Figura 10).



Figura 10. Detalle del limo arcilloso a arenoso detectado en el predio objeto de estudio hasta una profundidad de 15.50 m.

Según el sistema unificado se clasifica como limos de baja plasticidad (ML) con variación a arenas limosas (SM); con valores promedio de límite líquido del 40.1%, límite plástico de 30.1% e índice plástico de 10.0%; además el material presenta valores de humedad promedio de 22.7%.

Condiciones de Humedad Natural: En los sondeos ejecutados no se detectó presencia de nivel freático.

8- CONSIDERACIONES SÍSMICAS

De acuerdo con lo establecido en la NSR-2010, se definen los aspectos sísmicos a ser considerados para el análisis de los efectos locales; en este sentido, el tipo de perfil de suelo para el sitio se ha establecido con el criterio basado en el número medio de golpes del ensayo de Resistencia a la Penetración Estándar obtenido directamente de ensayos insitu efectuados en el marco del presente estudio, según las características de los 30 metros superiores del perfil de suelo.

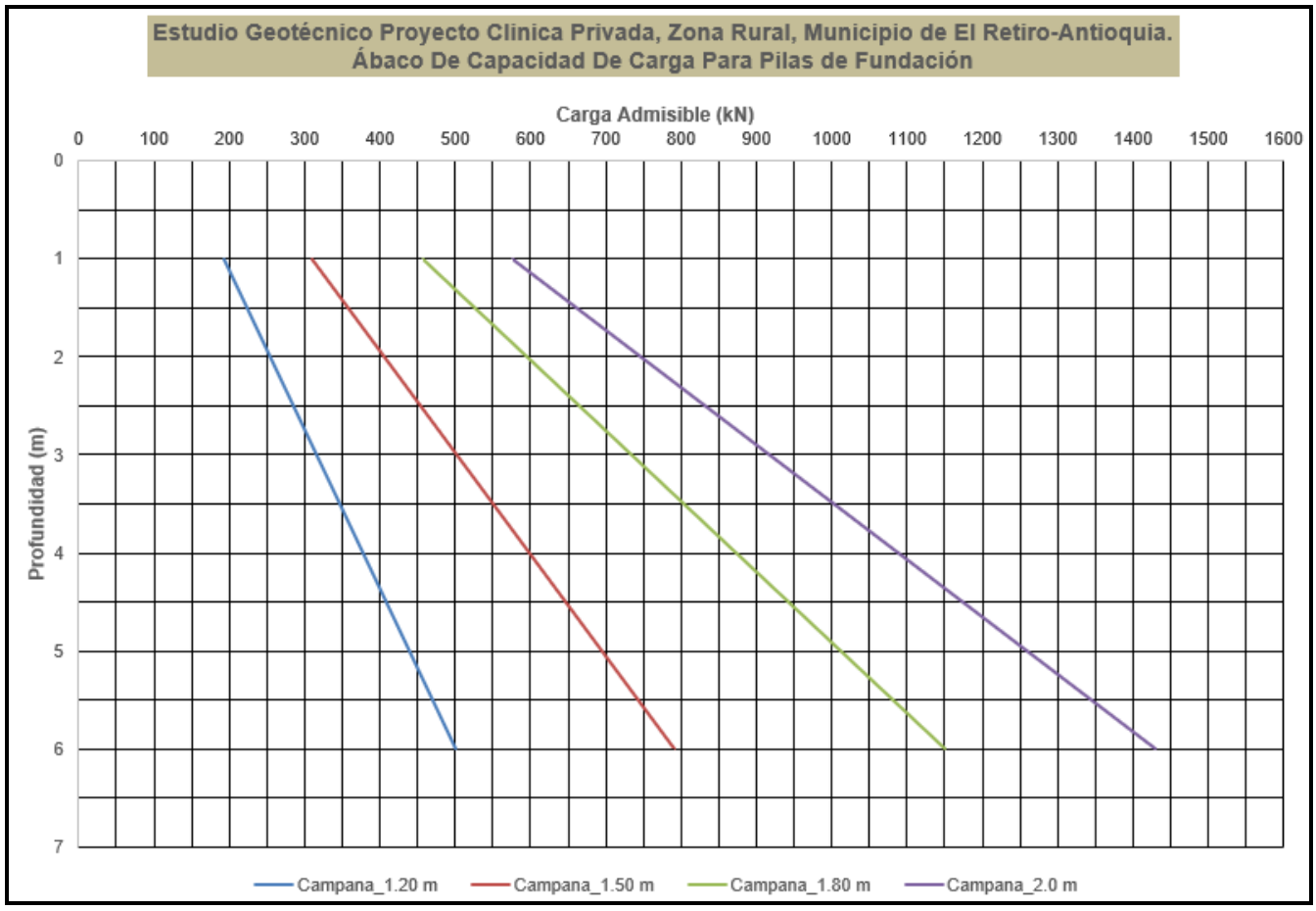
Parámetro Considerado	Caracterización en función del Parámetro considerado			
Zona de Amenaza Sísmica	Intermedia	Movimientos Sísmicos de Diseño	Aceleración horizontal pico efectiva para diseño **(Aa)**	0.15
			Velocidad Horizontal Pico Efectiva para Diseño **(Av)**	0.20
Análisis de Efectos Locales	Tipo de Perfil de Suelo	D	Perfil de Suelo rígido que cumple con las siguientes condiciones Velocidad media de la Onda de Cortante **(Vs)** expresada en m/s	15<=N<50 180 <Vs<360
			Coeficiente **Fa** para la zona de períodos cortos del espectro	1.5
			Coeficiente **Fv** para la zona de períodos intermedios del espectro	2.0
	Grupo de Uso	IV	Coeficiente de Importancia **I**	1.50

9- PARÁMETROS DE CIMENTACIÓN

De acuerdo con las características geotécnicas del suelo encontrado en el sitio, la pendiente del terreno y características estructurales del proyecto, se plantean las siguientes recomendaciones de cimentación:

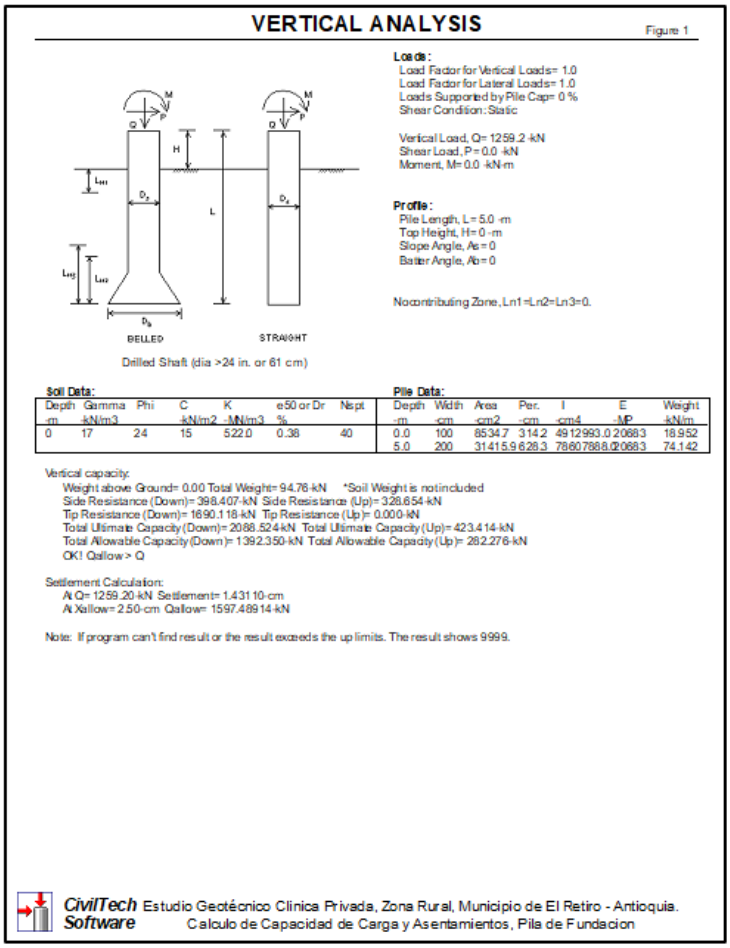
9.1- Se recomienda la implementación de una solución de cimentación semi-profunda consistente en pilas de geometría acampanada, desplantadas a una profundidad promedio de 5.0 m con diámetro de fuste libre de 1.0 m o variable según facilidad constructiva y diámetro de base variable según requerimientos de carga de servicio; en todos los casos se deberá garantizar que el estrato de apoyo corresponda al descrito en el ítem 7.3 del presente informe.

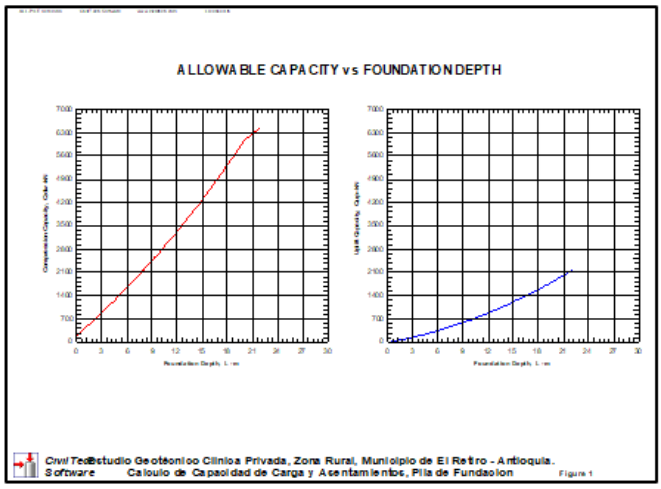
9.2- Para efectos de cálculo estructural estas pilas tendrán capacidad variable según su diámetro y longitud, para lo cual se presenta el siguiente ábaco de capacidad de carga.

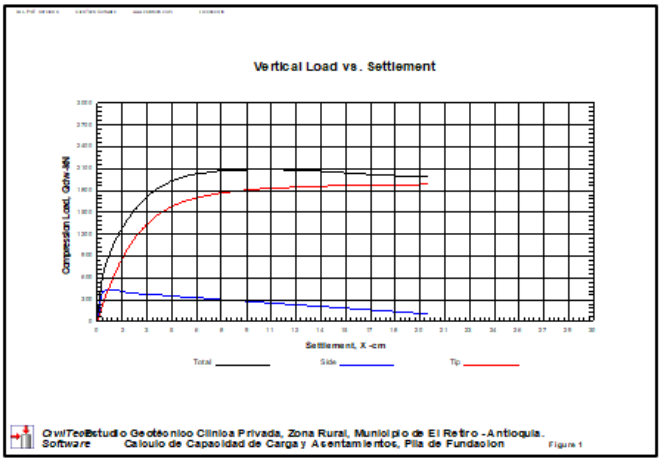


9.3- Para esta solución de cimentación y cargas consideradas, se han calculado asentamientos elásticos totales máximos del orden de 2.6 cm. Los asentamientos edométricos se pueden despreciar por las características granulométricas del material y la tipología de cimentación recomendada.

ASENTAMIENTO PILA DE FUNDACIÓN (Según cargas admisibles)													
MEMORIAS DE CÁLCULO													
Método de Cálculo: Vesic, 1977; Bowles, 1997.													
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.												
Suelo	Es (Kpa)=	23864		Pila	ε=	0.67	constante que depende de la naturaleza de la distribución de la resistencia por fricción superficial unitaria a lo largo de la fuste.						
	μS=	0.3			fc" (Mpa)	21	Resistencia a la compresión del concreto de la Pila						
	N1(72)=	40		Análisis de capacidad de carga (Cortante-Punzonamiento)			qadm_cp (KPa)		Análisis de Deformaciones			qadm_def (Kpa)	397.606
							400.816		qadm_neta (Kpa)			400.816	
Estrato Portante	Db (m)	L (m)	Ap (m2)	Ep (Kpa)	Qs (KN)	Qp (KN)	Qadm (KN)	Se (1) m	Se (2) m	Se (3) m	Se (m)	Método Qp	Qaplicada(Kpa)
Limo arcilloso a limo arenoso	1.2	5	1.13	16497272.5	0	438.790	438.790	0.00012	0.015	0.0000	0.015	Braja	387.976
	1.5	5	1.77	16497272.5	0	694.118	694.118	0.00012	0.019	0.0000	0.019	Braja	392.790
	1.8	5	2.54	16497272.5	0	1011.784	1011.784	0.00012	0.023	0.0000	0.023	Braja	397.606
	2.0	5	3.14	16497272.5	0	1259.201	1259.201	0.00012	0.026	0.0000	0.026	Braja	400.816







9.4- Se recomienda adoptar los siguientes parámetros geotécnicos para las formaciones superficiales encontradas en el predio objeto de estudio:

CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS										
MEMORIAS DE CÁLCULO										
Parámetro:	Varios									
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.									
Fecha:	Junio de 2026.									
Z(m)	γ (KN/m3)	C (Kpa)	ϕ°	Ka	Kp	Es (Kpa)	ν	Ks (KN/m3)	Kh (KN/m3)	Suelo
1.00 - 15.50	17	15	24	0.4	2.4	23864	0.30	21000	14000	Limo arcilloso a limo arenoso

9.5 Condiciones Geotécnicas especiales.

De acuerdo con lo establecido en el capítulo H.9 de la norma para diseño y construcciones sismo-resistentes (NSR-2010), se establecen algunas condiciones geotécnicas especiales que deberán ser objeto de consideración dentro de los estudios geotécnicos; el nivel de análisis estará en función de la relevancia o susceptibilidad del proyecto en particular a ser objeto de tal condición según las características de los materiales y entorno geológico del área de inserción del proyecto.

9.5.1- Potencial de Expansión

Los suelos finogranulares compuestos por minerales arcillosos del grupo de las montomorillonitas, con elevada plasticidad (IP>35%), clasificación U.S.C. de arcillas de alta plasticidad (CH) y con actividad de la arcilla mayor a 1.25, se catalogan como suelos con potencial expansivo.

Con base en los análisis de laboratorio efectuados en el marco del estudio, se procedió a calcular la magnitud definida como Actividad de una Arcilla establecida por Skempton para estimar el potencial de ésta a la expansión y/o la retracción.

Evaluación Cualitativa Potencial de Expansión, Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Muestra	w (%)	LL (%)	IP (%)	Finos (%)	AA (Skempton)	U.S.C.	Potencial Expansivo
P1-M3	23.3	34	6	46	0.130	SM	Bajo
P2-M2	22.3	40	10	53.1	0.188	ML	Bajo
P3-M10	23.8	47	15	55.8	0.269	ML	Bajo
P4-M2	21.8	43	12	53.9	0.223	ML	Bajo
P5-M3	22.5	32	7	45.4	0.154	SM	Bajo
P6-M2	22.2	36	6	41.3	0.145	SM	Bajo
P7-M7	22.3	41	13	52.8	0.246	ML	Bajo
P8-M4	23.1	48	11	51.5	0.214	ML	Bajo

En este orden de ideas, se concluye que, de acuerdo con los valores de límites de Atterberg, índice plástico, contenido de finos vs contenido de gruesos, clasificación U.S.C. y valor de AA, el material analizado presenta bajo potencial expansivo.

Ahora bien, considerando los valores de índice plástico característicos del material estudiado (IP<20%) según la tabla H.9.1-1 de la NSR-2010, el suelo se clasifica con potencial de expansión bajo.

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

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

9.5.2- Potencial de Licuación

El fenómeno de licuación es definido como la pérdida rápida de la resistencia al esfuerzo cortante de suelos saturados debido al incremento súbito en las presiones de poros, bajo condiciones no drenadas en presencia de cargas cíclicas principalmente. La ocurrencia de este fenómeno genera grietas en pavimentos, desprendimientos laterales, fallas de taludes, e incluso el colapso de cualquier estructura cimentada sobre el suelo licuable. Los suelos más susceptibles a este fenómeno ante eventos dinámicos son las arenas finas mal gradadas y limos, cuando se encuentran con baja compacidad relativa. Para que este fenómeno ocurra, el suelo debe estar saturado y debe haber presencia de niveles freáticos altos cerca de superficie. Las características de los suelos donde ha ocurrido licuación han sido en su mayoría conos aluviales formados por sedimentación, suelos ubicados junto a las riberas de los ríos o en los bordes costeros.

El fenómeno de la licuación a través del tiempo ha generado grandes catástrofes que incluyen pérdidas humanas y materiales. Entre los terremotos más catastróficos con presencia de licuación se reportan: terremoto de Niigata (Japón en 1964), terremoto de Loma Prieta, de (San Francisco (USA) en 1989), terremoto de Golcuk (Turquía 1999), el terremoto de Japón (2011) y el sismo de Murindó (Colombia 1992); (Fuente: Viafara, 2014).

Hay que destacar, dos enfoques importantes para evaluar el potencial de licuefacción de suelos granulares sujeto a movimientos sísmicos, planteamiento corroborado por Seed (1979):

- Métodos empíricos. Basado en observaciones in situ del comportamiento de depósitos tipo arena durante movimientos sísmicos anteriores y correlaciones entre predios que no se han licuado, y densidad Relativa del número de golpes de ensayos SPT.

- Métodos analíticos. Basados en la determinación en laboratorio de las características de resistencia a la licuefacción de muestras no alteradas y el uso de análisis de respuestas dinámica del predio para determinar la magnitud de las tensiones de corte inducidas por los movimientos sísmicos.

No obstante, ambas metodologías solicitan definir el nivel de aceleración del terreno como prerrequisito para evaluar el potencial de licuefacción. A menudo este nivel se establece a partir de relaciones entre la magnitud del sismo, la distancia al epicentro y la aceleración pico.

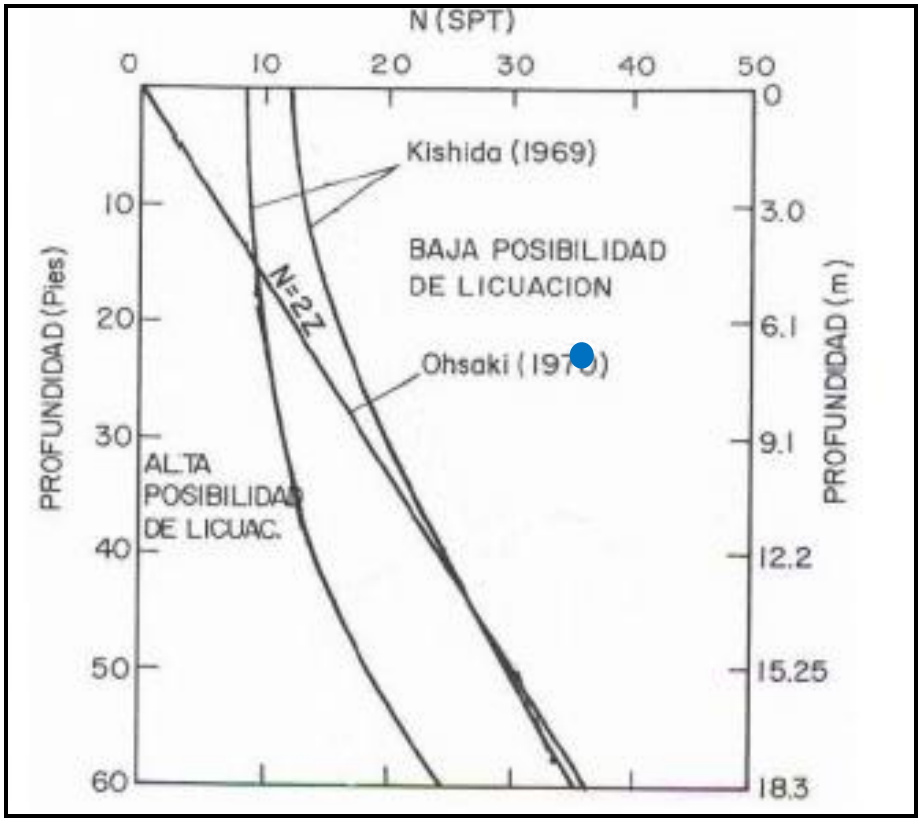
Dadas las dificultades para obtener muestras inalteradas de los depósitos de suelos licuables, en la práctica se usan procedimientos in situ para evaluar la capacidad de los suelos arenosos para resistir la licuación: a) penetración estándar (SPT); b) penetración con cono (CPT); c) velocidad de ondas de corte (vs); y d) penetración Becker en gravas (BPT). Para asegurar una adecuada definición de la estratigrafía y una evaluación consistente de la resistencia a la licuación, en cada sitio se debe llevar a cabo dos o más de los procedimientos indicados. Por varias ventajas, los procedimientos que más se llevan a cabo son el SPT y algunas veces las mediciones de Vs (Obando, 2009).

El primer parámetro a considerar en el proceso de evaluación del potencial de licuación se refiere a los antecedentes de la zona objeto de estudio; en este sentido, no se tienen registros históricos sobre la ocurrencia del fenómeno en la zona objeto de estudio; de igual manera, la granulometría del material corresponde a suelos limosos parcialmente saturados y saturados, con cohesión y de compacidad media a densa según los resultados del SPT efectuados en el proceso exploratorio; en los sondeos exploratorios no se encontró presencia de nivel freático.

En este orden de ideas, se considera bajo el potencial de licuación para los suelos del predio objeto estudio.

De igual manera, y aplicando el método empírico de Kishida (1969), basado en la evaluación del potencial de licuación para un sismo de magnitud M >=7, para que se presente licuación debe cumplir:

- Saturación: el nivel freático esté cerca de la superficie, **No presenta condición**
- Características granulométricas: 0.074 mm < D_{50} < 2 mm: **No presenta condición**
- Coeficiente de Uniformidad, Cu < 10: **No presenta condición**
- Compacidad medida a partir del SPT (ábaco): **No presenta condición**



Conclusión: Bajo potencial de Licuación.

9.5.3- Potencial de Colapso

La NSR-2010, en H.9.3.1, establece: “Se identifican como suelos colapsables aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por arcillas y sales (Carbonato de Calcio), que, si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan”.

De otra parte,
Zur y Wisemam (1973) definen como colapso a cualquier disminución rápida de volumen del suelo, producida por el aumento de cualquiera de los siguientes factores:

- Contenido de humedad (w)
- Grado de saturación (Sr)
- Tensión media actuante (τ)
- Tensión de corte (σ)
- Presión de poros (u)

Reconociendo por lo tanto que el colapso de la estructura del suelo puede producirse por una variedad de procesos diferentes de la saturación. Reginatto (1977) sugiere que, a esta lista de factores puede agregarse la interacción química entre el líquido saturante y la fracción arcillosa.

A efectos de definir y diferenciar los distintos tipos de colapso Uriel y Serrano (1973,1974) clasifican a los suelos colapsables o desmoronables en:

Grupo I: Suelos en los que tiene lugar un rápido cambio de la relación entre presiones efectivas y las deformaciones sin que se alcance la resistencia última del material. De acuerdo con esto la causa del colapso es únicamente el cambio de las presiones efectivas. A este grupo pertenecen los limos o arcillas cementadas y las rocas de gran porosidad. Cuando se ensaya a humedad constante, se detecta una notable modificación de su módulo de compresibilidad al alcanzar un cierto valor las presiones efectivas.

Grupo II: Suelos en los que, sin la presencia o cambio de las condiciones que producen el colapso, no hay cambio abrupto en la relación presión-deformación. Tal es el caso de los loess y algunas arcillas que contienen sulfatos. Si se ensayan a humedad constante, la relación tensión-deformaciones es una curva suave y continua y sin agudos quiebros. La saturación produce, sin embargo, un importante cambio volumétrico, debido probablemente a un incremento de la presión de los poros que origina el agotamiento de la resistencia al corte del suelo.

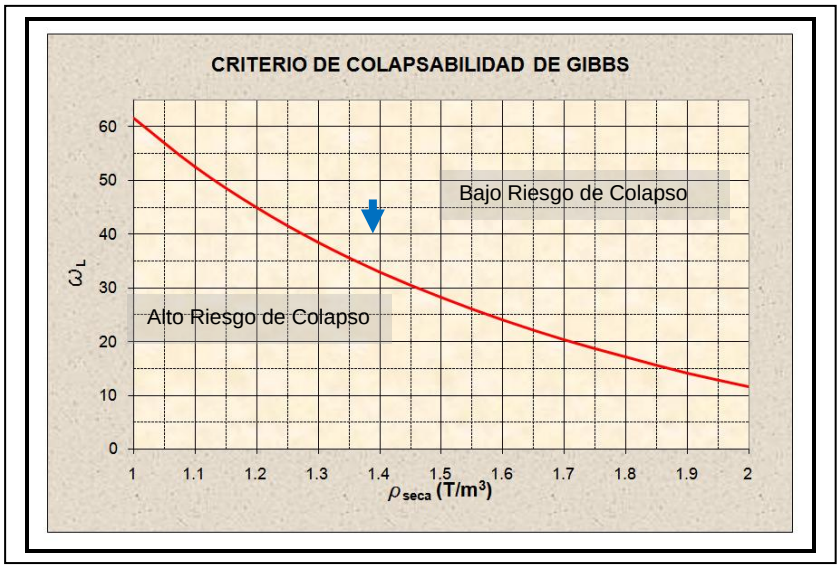
Reginatto (1977) señala que, en general, los suelos colapsables presentan una serie de características comunes, tales como:

- Estructura macroporosa, con relación de vacíos (e), entre relativamente alto, a muy alto.
- Granulometría predominantemente fina, con predominio de fracciones de limos y de arcilla. El tamaño de los granos es generalmente poco distribuido y con los granos más grandes escasamente meteorizados. La mayoría de las veces, la cantidad de la fracción arcilla es relativamente escasa, pero, sin embargo, tiene una influencia importante en el comportamiento mecánico de la estructura intergranular.

- Estructura mal acomodada, con partículas de mayor tamaño separadas por espacios abiertos, y unidas entre sí por acumulaciones o "puentes" de material predominantemente arcilloso. En muchos casos existen cristales de sales solubles insertados en tales puentes o uniones arcillosas.

Los suelos presentes en el predio en estudio, corresponde a materiales fino-granulares, de origen ígneo, insolubles en agua, parcialmente saturados, cohesivos y de compacidad densa hacia profundidad. En este orden de ideas, y de acuerdo con las consideraciones anteriores, sumado a las bajas cargas de servicio y grado de densificación media del suelo, se considera muy bajo el potencial de colapso para la unidad geotécnica presente en el predio objeto de estudio.

De igual manera, según el criterio de Colapsabilidad de Gibbs, se puede estimar el potencial de colapso de acuerdo con los valores de Límite Líquido y peso unitario seco; para el proyecto objeto de estudio, y basados en los resultados de laboratorio, se efectúa la evaluación para un valor de Límite líquido promedio del 40.0% y un peso unitario seco promedio de 1.39 ton/m3; se obtiene un punto ubicado en la zona correspondiente a bajo riesgo de colapso.



Por otro lado, se ha realizado la identificación de colapsabilidad que establece la norma en el ítem H.9.3.3, cuyos resultados han arrojado que el suelo es estable, como se presentan a continuación.

Evaluación Cualitativa Potencial de Expansión, Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.				
Datos de entrada		γdcrit (t/m3)	γd (t/m3)	Conclusion
γω (t/m3)	1.0	1.29	1.39	EL SUELO ES ESTABLE
Gs	2.67			
WI	0.40			

10- RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS GENERALES

Las recomendaciones constructivas son de vital importancia ya que permiten comprobar y verificar las condiciones del subsuelo encontradas durante la etapa de exploración del estudio también permiten comprobar las hipótesis de trabajo establecidas durante los cálculos; por lo tanto, se deben cumplir rigurosamente para garantizar el correcto funcionamiento de la solución propuesta.

10.1 - Excavaciones para Cimentaciones

10.1.1 Durante la ejecución de los cimientos, los materiales de suelo excavados deberán evacuarse rápidamente y no se permitirá su almacenamiento temporal a menos de 0.5 m del borde de las excavaciones.

10.1.2 Los materiales de lleno u orgánicos, provenientes de las zonas superiores de las excavaciones no podrán utilizarse en los rellenos compactados, en caso de realizarse estos se deberá utilizar arenilla u otro material tipo sub-base bien compactado.

10.1.3 A medida que se avance en las excavaciones y se llegue a los niveles de cimentación recomendados, se debe chequear el fondo de los mismos por parte del Ingeniero Geotecnista o por quien él designe; con el objeto de comprobar las condiciones del suelo y establecer si se da lugar a algún ajuste en la profundidad recomendada inicialmente.

10.1.4 El constructor debe llevar un registro durante la excavación de cada fundación, donde conste claramente su localización exacta, cota, fecha, condiciones atmosféricas predominantes, tipos de suelos encontrados y atravesados, condiciones de permeabilidad de los estratos, y en general cualquier aspecto de la cimentación o del suelo que considere relevante.

10.1.5 Una vez aprobadas las excavaciones para el vaciado de las fundaciones se deberá retirar cuidadosamente del fondo el pantano que por alteración se va formando, este se encuentra constituido por materiales sueltos, se debe sellar cuidadosamente con una capa de concreto pobre de unos 0.10 m de espesor; lo anterior es muy importante ya que la presencia de este material alterado y suelto puede generar asentamientos instantáneos posteriormente durante el proceso constructivo.

10.1.6 Se deberá garantizar una buena continuidad entre las etapas de excavación y construcción de los cimientos por lo tanto debe transcurrir el menor tiempo posible entre la etapa de excavación y construcción de la fundación.

10.1.7 De acuerdo con las condiciones geológico-geomorfológicas del área y condiciones de humedad interna encontradas durante la fase de exploración geotécnica, se prevé un proceso de excavación en seco, por lo que el manejo de aguas se reduce a la construcción de cunetas perimetrales para evitar la concentración de aguas de escorrentía hacia el frente activo de obra. No obstante, dependiendo de la época de invierno o verano en que se construya la obra, se podrá presentar ascenso del nivel freático por encima de la cota de desplante de la cimentación propuesta, por lo cual se deberá disponer de la logística necesaria para abatimiento del nivel freático en pozo.

10.1.8 Los procesos de excavación deberán efectuarse con precaución para prevenir la generación de derrumbes sobre los taludes de las mismas; para tal efecto, y en especial en aquellos casos donde el suelo no presenta cohesión, es decir, que se cuente con presencia de suelos arenosos disgregables fácilmente al tacto, se deberá adoptar un sistema de soporte temporal desde los primeros 0.50 m de la excavación; este sistema se realiza mediante entibados que pueden ser en madera o metálicos; el tipo y diseño de entibado a utilizar dependerá de las profundidades de la excavación, el tipo de suelo, presencia o no de nivel freático y sobrecargas en la zona.

En las siguientes figuras se presentan unos esquemas generales de los tipos de entibados; es importante tener en cuenta que la distribución de estos dependerá del diseño que se realice; finalmente se debe tener presente que toda excavación que exceda en profundidad los 1.50 m, debe contar con sistemas de contención temporal.

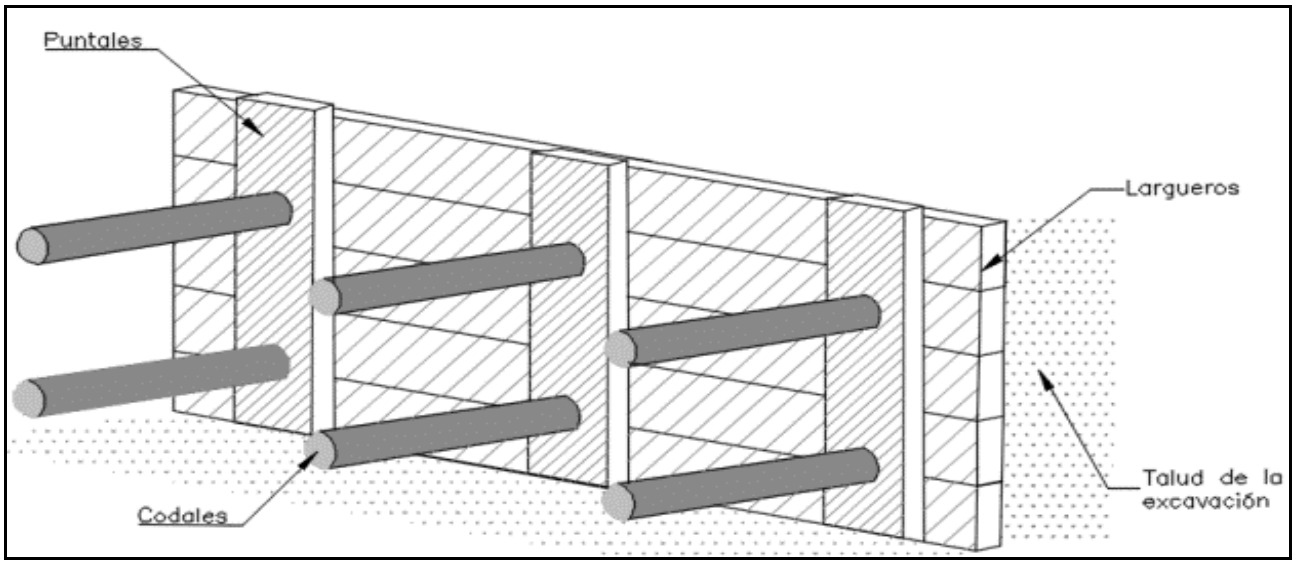


Figura 11. Detalle proceso de entibado en madera para soporte temporal en procesos de excavación para cimentaciones. Tomado de Norma De Construcción Estructuras Temporales De Contención-EPM.

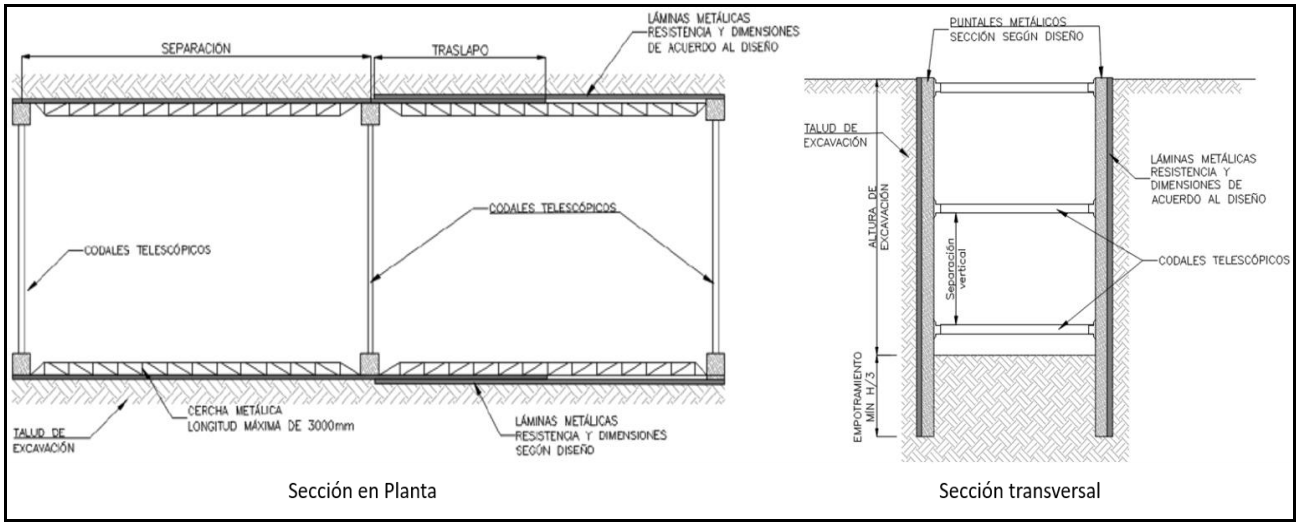


Figura 12. Detalle proceso de entibado metálico para soporte temporal en procesos de excavación para cimentaciones. Tomado de Norma De Construcción Estructuras Temporales De Contención-EPM.

10.1.9 En aquellas zonas donde se encuentren en la periferia de la excavación viviendas, estructuras de contención, obras hidráulicas, entre otras; el constructor debe realizar actas de vecindad de forma previa al inicio del proyecto en las cuales se deje constancia del estado de la infraestructura adyacente.

10.1.10 El proceso de excavación de las pilas se podrá realizar de manera manual, garantizado un avance por tramos verticales de máximo 1.20 m, los cuales deberán ser estabilizados mediante revestimiento con anillos de concreto reforzado; de igual manera, el material excavado deberá ser dispuesto a no menos de 0.50 m del perímetro de la excavación.

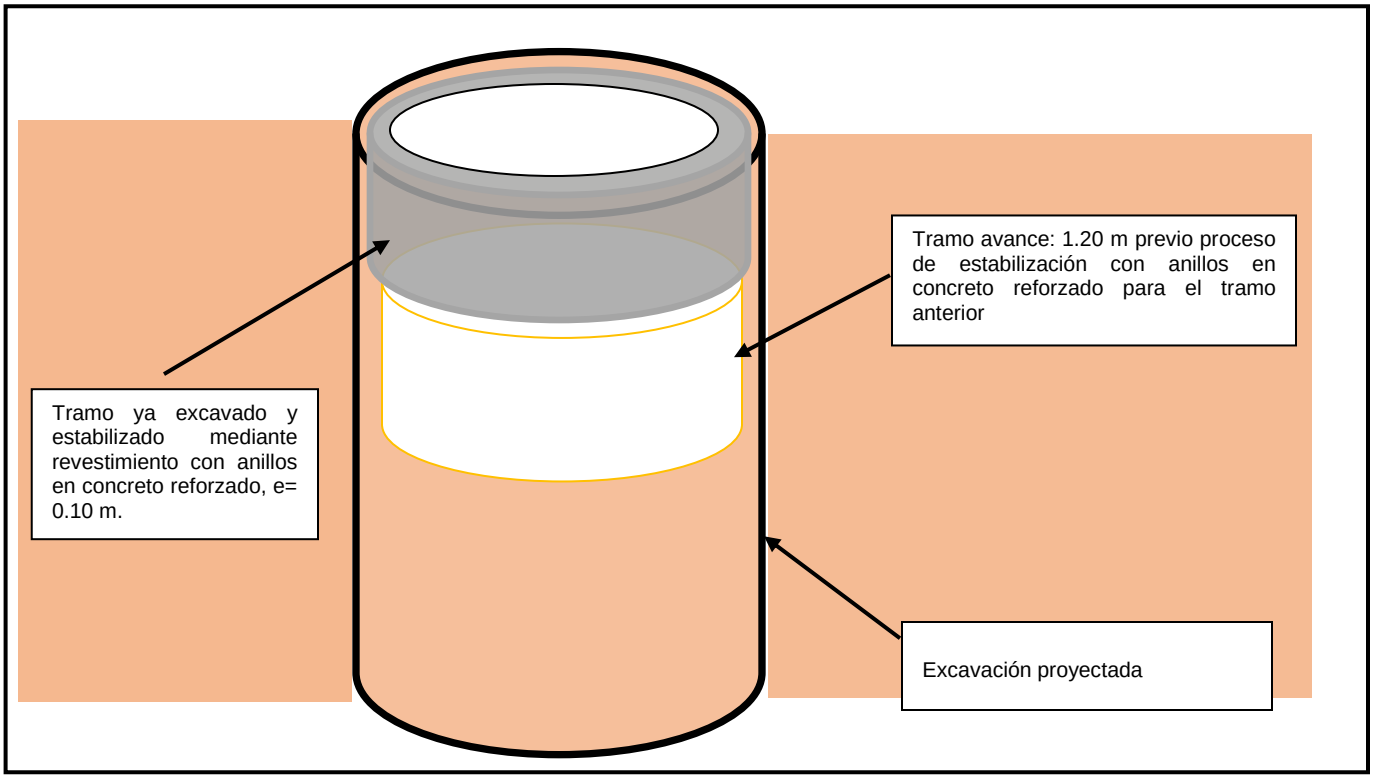


Figura 13. Propuesta de estabilización geotécnica para excavación de pilas de cimentación.

10.2 Taludes de corte

Las características geotécnicas de los suelos encontrados en el área corresponden a un material con un comportamiento geomecánico mixto, esto es, su resistencia está determinada fundamentalmente por fuerzas de fricción, pero con aportes de cohesión por la presencia de finos; esto favorece la estabilidad de taludes y cortes. En este orden de ideas, y de manera general, se recomienda la conformación de taludes con pendiente 1.0 H:1.0 V, equivalente a una pendiente de 45º; no obstante, y para efectos de aprovechamiento del lote, si se requieren cortes subverticales estos deberán ser estabilizados con las respectivas estructuras de contención.

10.3- Conformación de Llenos

La conformación de llenos no estructurales que eventualmente se requieran en el marco de las labores de adecuación de la obra, se podrán acometer con los materiales presentes en el área siempre que éstos no se contaminen con materia orgánica, residuos de pastura u otros similares. La formación superficial constituyente de los suelos de la zona corresponde a materiales granulares con presencia de finos de textura limosa y arcillosa de baja plasticidad, lo que favorece los procesos de compactación mecánica.

10.3.1- Compactación de Llenos Estructurales: Se recomienda un proceso de compactación mecánica con espesores que pueden oscilar entre 0.15 m, 0.20 m o 0.25 m, según el equipo del cual se disponga; y hasta alcanzar una densidad seca equivalente al 95% de la densidad seca máxima alcanzada en el proctor modificado. El material de sitio que se obtenga de las explanaciones en corte y excavaciones de la zona del proyecto, podrá usarse para llenos estructurales siempre y cuando la selección del mismo, de acuerdo con control de obra, cumpla con las siguientes características:

- Esté libre de material orgánico y fragmentos de roca mayores de 7.5 cm.
- La Fracción del material que pasa por el tamiz No. 40 no debe tener índice de plasticidad mayor del 15%, ni un límite líquido mayor de 40%.

10.3.2- Compactación de Llenos No Estructurales: se recomienda un proceso de compactación manual con espesores de 0.15 m, hasta alcanzar una densidad seca del 80% del proctor modificado.

10.4- Obras de Drenaje y/o subdrenaje

Se recomienda la construcción de un sistema de drenaje superficial que garantice la adecuada captación, conducción y disposición hasta la red hidrológica local, de las aguas lluvias concentradas por efecto del desarrollo del predio.

11- LIMITACIONES

En el presente informe se han consignado las conclusiones y recomendaciones relativas a las condiciones naturales de la zona para la inserción del proyecto descrito; todo el análisis se ha basado en los resultados obtenidos en la exploración de campo, pruebas de laboratorio, estudio macroscópico de muestras y evaluación geológico-geomorfológica y geotécnica por parte de los profesionales participantes.

Considerando que los suelos son materiales sumamente heterogéneos, con variabilidad de sus propiedades en presencia de agua, es probable que se encuentren variaciones sustanciales entre las condiciones y características descritas en el presente informe con las reales del terreno durante la etapa constructiva, en cuyo caso se informara oportunamente al geotecnista para proceder a estudiar y revisar las nuevas condiciones con el fin de complementar las conclusiones y recomendaciones.

Contáctanos:

Celular: 3108454562
Correo electrónico: geotecnia1@ingenieriageneral.com.co
Teléfono: 604 - 3589574







+57 304 3389124 **ingenieria_general** **www.ingenieriageneral.com.co**

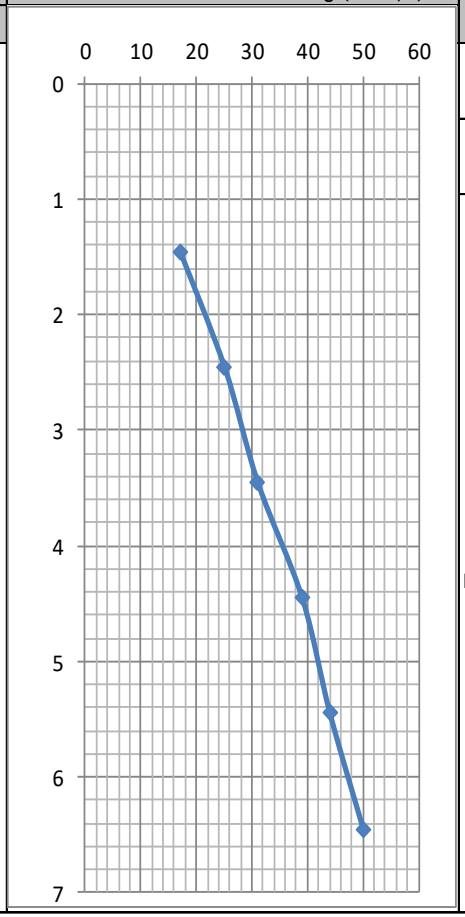
REGISTRO DE SONDEO DE CAMPO

Proyecto: Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Fecha: Abril de 2026

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Caracterización del Sondeo						
Tipo:	Perforación	**Sistema:**	Percusión	**Identificación:**	P-1	
Profundidad (m):	6.5	**Equipo:**	Tripode y Motor	N: 06°05'08.52"	W: 75°29'37.428"	

Prof.	Vista del Sondeo		Standard Penetration Testing (Ncampo)	Descripción Macroscópica	Resultados Laboratorio						
Z (m)	Muestra recuperada	Panorámica			w	LL	LP	IP	γ (kN/M3)	qu (Kg/cm2)	U.S.C
0				Horizonte orgánico.							
0.2											
				Lleno superficial, alternado con ceniza volcánica.							
1.1											
				Limo-arcilloso a limo-arenoso residual de tonalidad amarilla con zonas rojizas, blancuzcas, grisáceas y oscuras; presenta contenido local de fragmentos de roca. Por otro lado, el perfil de suelo cuenta con una plasticidad media a baja, una consistencia dura y/o una compacidad densa.	23.3	34	28	6			SM
											
6.5											

OBSERVACIONES:

Recuperación de Muestras metro a metro.
No se detectó presencia de nivel freático.

Perforador: Robinson Aristizabal.

Control Ténico: Ing. Andrés Felipe Gómez Vásquez
M.P. 011037-0698337 ANT

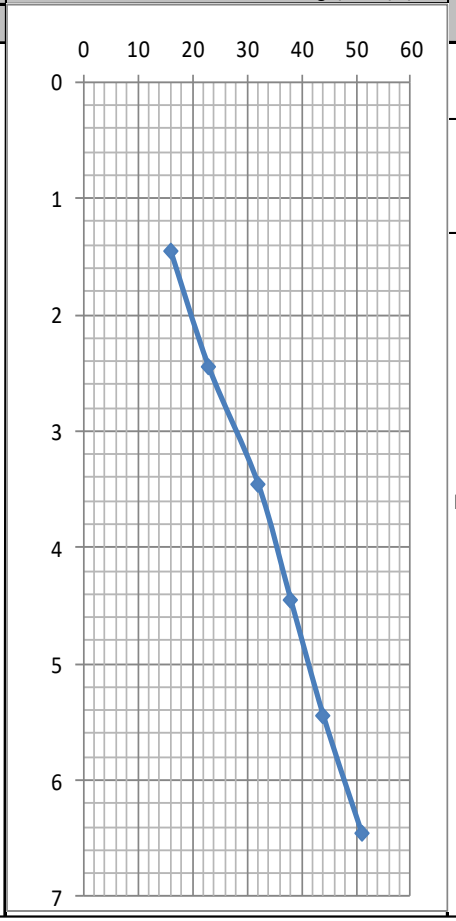
REGISTRO DE SONDEO DE CAMPO

Proyecto: Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Fecha: Abril de 2026

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Caracterización del Sondeo	**Tipo:**	Perforación	**Sistema:**	Percusión	**Identificación:**	P-2
	Profundidad (m):	6.5	**Equipo:**	Tripode y Motor	N: 06°05'08.49"	W: 75°29'36.39"

Prof.	Vista del Sondeo		Standard Penetration Testing (Ncampo)	Descripción Macroscópica	Resultados Laboratorio						
Z (m)	Muestra recuperada	Panorámica			w	LL	LP	IP	γ (kN/M3)	qu (Kg/cm2)	U.S.C
0				Horizonte orgánico.							
0.2											
				Lleno; en un limo café y grisáceo, alternado con ceniza volcánica.							
1.1											
					22.3	40	30	10			ML
											
				Matriz limo-arcillosa a limo-arenosa de tonalidad azulada y grisácea, con zonas rojizas y claras; presenta plasticidad media a baja, consistencia dura y/o compacidad densa.						
											
6.5											

OBSERVACIONES:

Recuperación de Muestras metro a metro.
No se detectó presencia de nivel freático.

Perforador: Robinson Aristizabal.

Control Ténico: Ing. Andrés Felipe Gómez Vásquez
M.P. 011037-0698337 ANT

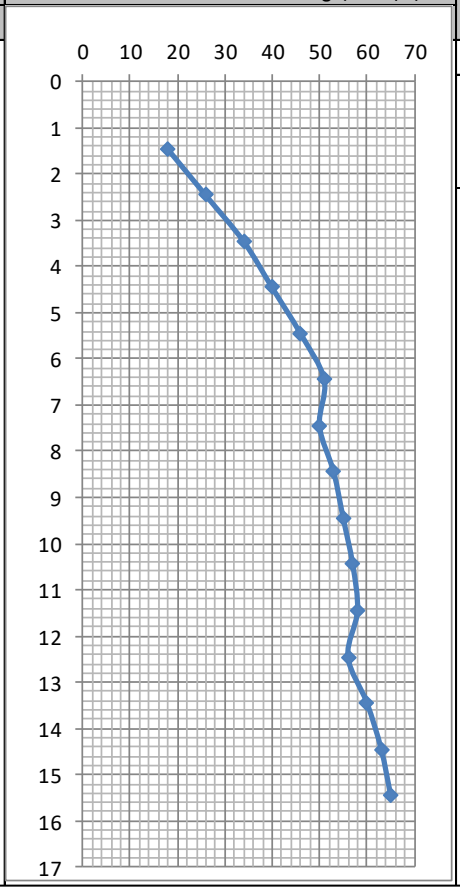
REGISTRO DE SONDEO DE CAMPO

Proyecto: Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Fecha: Abril de 2026

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Caracterización del Sondeo					
Tipo:	Perforación	**Sistema:**	Percusión	**Identificación:**	P-3
Profundidad (m):	15.5	**Equipo:**	Tripode y Motor	N: 06°05'08.886"	W: 75°29'36.402"

Prof.	Vista del Sondeo		Standard Penetration Testing (Ncampo)	Descripción Macroscópica	Resultados Laboratorio						
Z (m)	Muestra recuperada	Panorámica			w	LL	LP	IP	γ (kN/M3)	qu (Kg/cm2)	U.S.C
0				Horizonte orgánico.							
0.2				Lleno superficial; conformado por un limo-arenoso café y grisáceo, alternado con ceniza volcánica.							
1.1											
											
				Limo-arcilloso a limo-arenoso de tonalidad azulada y grisácea, con zonas rojizas, amarillosas y claras. Material con plasticidad media a baja, consistencia dura y/o compacidad densa.							
15.5											
					23.8	47	32	15			ML

OBSERVACIONES:

Recuperación de Muestras metro a metro.
No se detectó presencia de nivel freático.

Perforador:
Robinson Aristizabal.

Control Ténico:
Ing. Andrés Felipe Gómez Vásquez
M.P. 011037-0698337 ANT

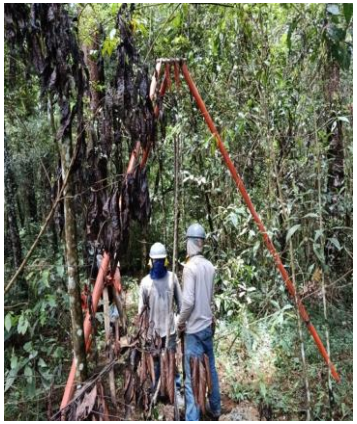
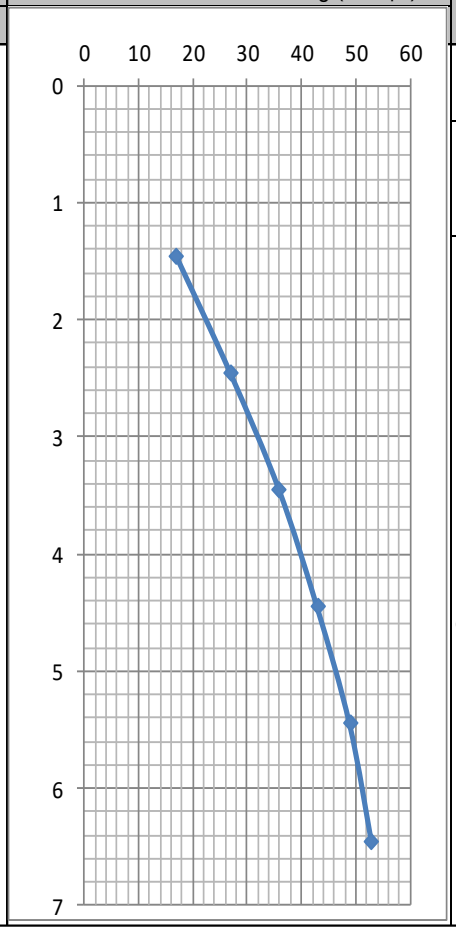
REGISTRO DE SONDEO DE CAMPO

Proyecto: Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Fecha: Abril de 2026

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Caracterización del Sondeo					
Tipo:	Perforación	**Sistema:**	Percusión	**Identificación:**	P-4
Profundidad (m):	6.5	**Equipo:**	Tripode y Motor	N: 06°05'09.096"	W: 75°29'35.928"

Prof.	Vista del Sondeo		Standard Penetration Testing (Ncampo)	Descripción Macroscópica	Resultados Laboratorio						
Z (m)	Muestra recuperada	Panorámica			w	LL	LP	IP	γ (kN/M3)	qu (Kg/cm2)	U.S.C
0				Horizonte orgánico.							
0.2											
				Lleno; en un limo-arenoso grisáceo y café, alternado con ceniza volcánica. Presenta plasticidad baja.							
1.2											
					21.8	43	31	12			ML
6.5											

OBSERVACIONES:

Recuperación de Muestras metro a metro.
No se detectó presencia de nivel freático.

Perforador:
Robinson Aristizabal.

Control Ténico:
Ing. Andrés Felipe Gómez Vásquez
M.P. 011037-0698337 ANT

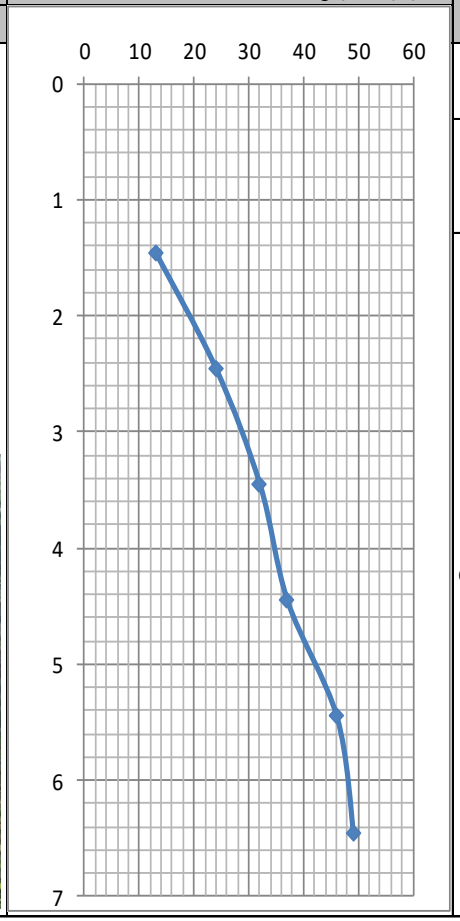
REGISTRO DE SONDEO DE CAMPO

Proyecto: Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Fecha: Abril de 2026

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Caracterización del Sondeo						
Tipo:	Perforación	**Sistema:**	Percusión	**Identificación:**	P-5	
Profundidad (m):	6.5	**Equipo:**	Tripode y Motor	N: 06°05'07.503"	W: 75°29'37.323"	

Prof.	Vista del Sondeo		Standard Penetration Testing (Ncampo)	Descripción Macroscópica	Resultados Laboratorio						
Z (m)	Muestra recuperada	Panorámica			w	LL	LP	IP	γ (kN/M3)	qu (Kg/cm2)	U.S.C
0				Horizonte orgánico.							
0.2											
				Lleno; en un limo-arenoso café y grisáceo, con contenido de sobretamaños y ceniza volcánica.							
1.2											
											
					22.5	32	25	7			SM
				Matriz limo-arenosa de color amarilla y rojiza, presenta contenido local de fragmentos de roca, además de una plasticidad baja y una compacidad densa.							
6.5											

OBSERVACIONES:

Recuperación de Muestras metro a metro.
No se detectó presencia de nivel freático.

Perforador: Yorman Giraldo.

Control Ténico: Ing. Andrés Felipe Gómez Vásquez
M.P. 011037-0698337 ANT

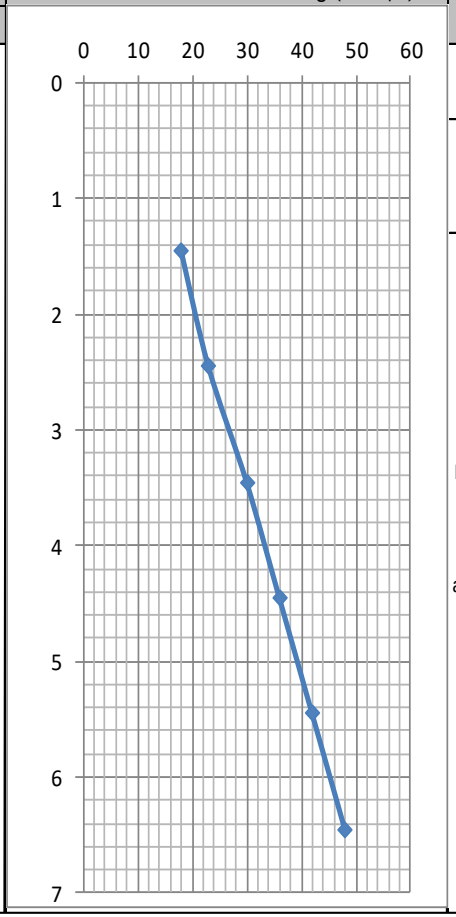
REGISTRO DE SONDEO DE CAMPO

Proyecto: Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Fecha: Abril de 2026

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Caracterización del Sondeo					
Tipo:	Perforación	**Sistema:**	Percusión	**Identificación:**	P-6
Profundidad (m):	6.5	**Equipo:**	Tripode y Motor	N: 06°05'07.438"	W: 75°29'36.243'

Prof.	Vista del Sondeo		Standard Penetration Testing (Ncampo)	Descripción Macroscópica	Resultados Laboratorio						
Z (m)	Muestra recuperada	Panorámica			w	LL	LP	IP	γ (kN/M3)	qu (Kg/cm2)	U.S.C
0											
0.2				Horizonte orgánico.							
1.1				Lleno; conformado por un material limoso de color café y gris, alternado con ceniza volcánica.							
					22.2	36	30	6			SM
											
				Matriz limo-arcillosa a limo-arenosa residual, con estructura heredada de la roca parental, de color amarillo con zonas rojizas, azuladas, grisáceas y blancuzcas. Material con plasticidad media a baja, consistencia dura y/o compacidad densa.						
											
6.5											

OBSERVACIONES:

Recuperación de Muestras metro a metro.
No se detectó presencia de nivel freático.

Perforador: Yorman Giraldo.

Control Ténico: Ing. Andrés Felipe Gómez Vásquez
M.P. 011037-0698337 ANT

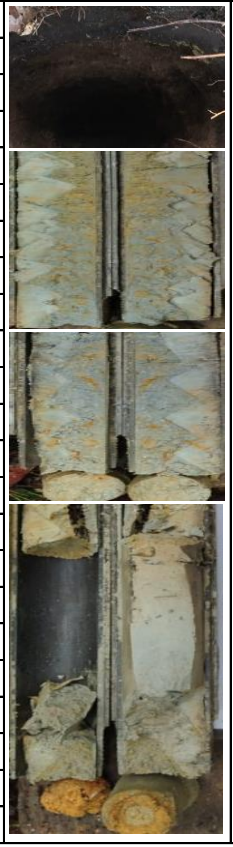
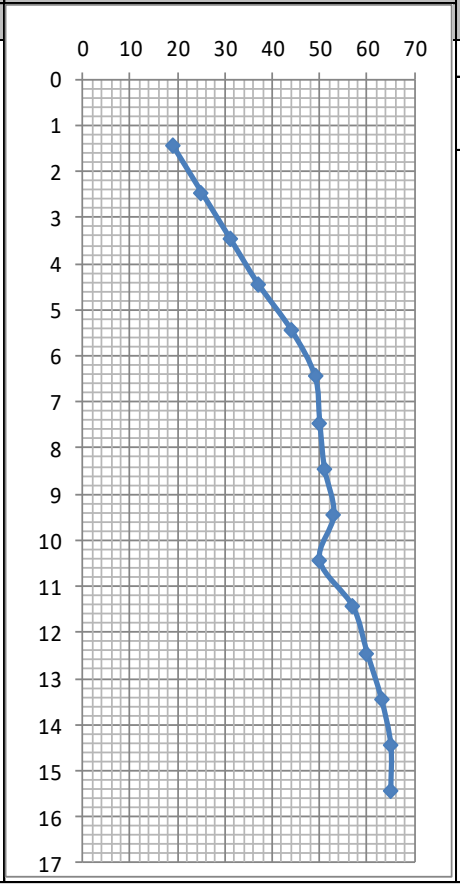
REGISTRO DE SONDEO DE CAMPO

Proyecto: Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Fecha: Abril de 2026

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Caracterización del Sondeo						
Tipo:	Perforación	**Sistema:**	Percusión	**Identificación:**	P-7	
Profundidad (m):	15.5	**Equipo:**	Tripode y Motor	N: 06°05'07.622"	W: 75°29'36.048"	

Prof.	Vista del Sondeo		Standard Penetration Testing (Ncampo)	Descripción Macroscópica	Resultados Laboratorio						
Z (m)	Muestra recuperada	Panorámica			w	LL	LP	IP	γ (kN/M3)	qu (Kg/cm2)	U.S.C
0				Horizonte orgánico.							
0.2				Lleno superficial, alternado con ceniza volcánica.							
1.0											
					22.3	41	28	13			ML
				Limo-arcilloso a limo-arenoso grisáceo, azulado y rojizo, con zonas oscuras y claras; presenta plasticidad media a baja, consistencia dura y/o compacidad densa.							
15.5											

OBSERVACIONES:

Recuperación de Muestras metro a metro.
No se detectó presencia de nivel freático.

Perforador:
Yorman Giraldo.

Control Ténico:
Ing. Andrés Felipe Gómez Vásquez
M.P. 011037-0698337 ANT

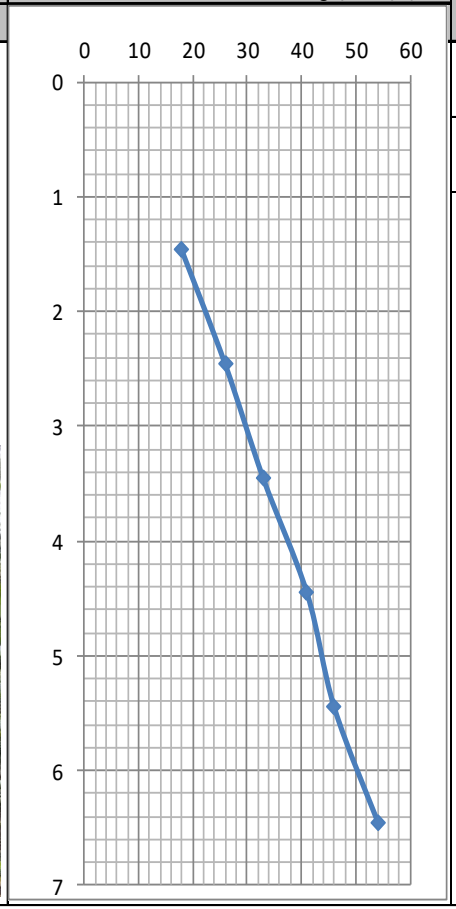
REGISTRO DE SONDEO DE CAMPO

Proyecto: Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Fecha: Abril de 2026

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Caracterización del Sondeo	**Tipo:**	Perforación	**Sistema:**	Percusión	**Identificación:**	P-8
	Profundidad (m):	6.5	**Equipo:**	Tripode y Motor	N: 06°05'07.311"	W: 75°29'36.345"

Prof.	Vista del Sondeo		Standard Penetration Testing (Ncampo)	Descripción Macroscópica	Resultados Laboratorio						
Z (m)	Muestra recuperada	Panorámica			w	LL	LP	IP	γ (kN/M3)	qu (Kg/cm2)	U.S.C
0				Horizonte orgánico.							
0.2											
				Lleno, alternado con ceniza volcánica.							
1.0											
											
											
				Limo-arcilloso a limo-arenoso grisáceo y azulado, con zonas rojizas y pardo-amarillosas; conserva rasgos texturales de la roca original. Por otro lado, el perfil de suelo cuenta con una plasticidad media a baja, una consistencia dura y/o una compacidad densa.							
					23.1	48	37	11			ML
											
6.5											

OBSERVACIONES:

Recuperación de Muestras metro a metro.
No se detectó presencia de nivel freático.

Perforador:
Yorman Giraldo.

Control Ténico:
Ing. Andrés Felipe Gómez Vásquez
M.P. 011037-0698337 ANT

REGISTRO DE GOLPES EN CAMPO

REGISTRO DE GOLPES EN CAMPO

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Proyecto: Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Z(m)	PERFORACIÓN 1			PERFORACIÓN 2			PERFORACIÓN 3			PERFORACIÓN 4		
1.00 - 1.45	6	7	10	8	8	8	7	9	9	5	7	10
2.00 - 2.45	11	12	13	9	11	12	10	12	14	12	12	15
3.00 - 3.45	14	15	16	15	15	17	15	16	18	16	17	19
4.00 - 4.45	17	18	21	18	18	20	18	19	21	20	20	23
5.00 - 5.45	22	22	22	21	21	23	21	22	24	23	24	25
6.00 - 6.45	24	25	25	24	24	27	25	25	26	26	26	27

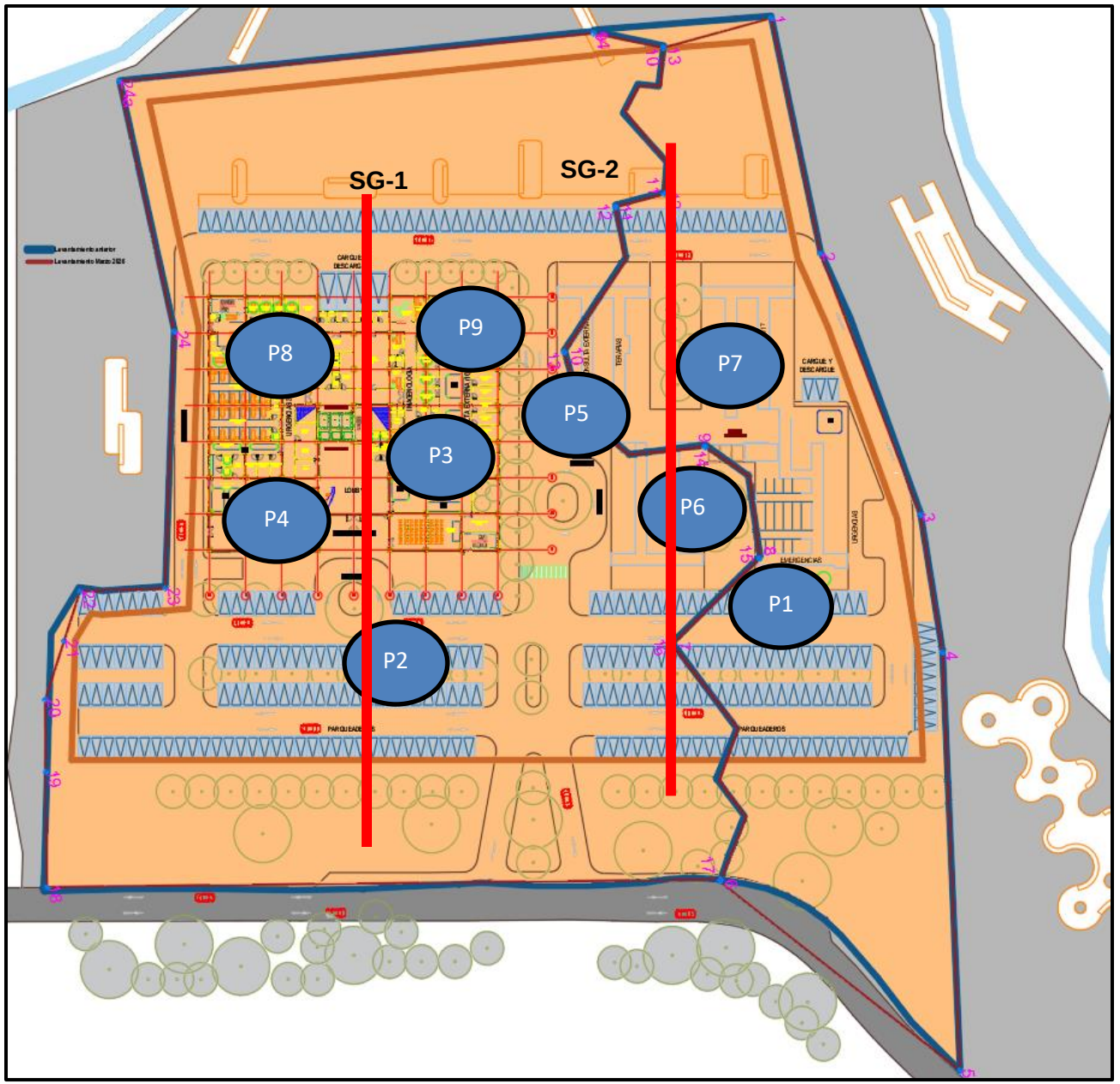
REGISTRO DE GOLPES EN CAMPO

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Proyecto: Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Z(m)	PERFORACIÓN 5			PERFORACIÓN 6			PERFORACIÓN 7			PERFORACIÓN 8		
1.00 - 1.45	6	6	7	8	8	10	9	9	10	8	9	9
2.00 - 2.45	10	11	13	10	10	13	11	12	13	12	12	14
3.00 - 3.45	14	14	18	14	14	16	14	15	16	15	16	17
4.00 - 4.45	18	18	19	17	18	18	17	17	20	18	19	22
5.00 - 5.45	20	21	25	20	21	21	21	22	22	23	23	23
6.00 - 6.45	24	24	25	22	23	25	23	24	25	26	27	27

PLANTA PARA LA LOCALIZACION DE LOS SONDEOS



INFORME DE INTERPRETACIÓN DE SONDEOS GEOFISICOS MASW, PROYECTO CLINICA PRIVADA, VEREDA LOS SALADOS, MUNICIPIO DE EL RETIRO - ANTIOQUIA.

www.ingenieriageneral.com.co

Medellín, Mayo de 2026.

FORMATO DE REVISIÓN Y ELABORACIÓN (NSR-2010, H.1.1.2.1)

Proyecto: Informe de interpretación geofísica, Proyecto Clínica Privada, Vereda Los Salados, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Fecha: Mayo de 2026.

Revisión		0	1	2	3
ELABORACIÓN	Nombre	Yacqueline Toro Buitrago			
	Profesión	Ingeniera Civil (EAFIT)			
	M.P.	011037-0648805 ANT			
	Firma				
	Nombre				
	Profesión				
	M.P.				
	Firma				
	Nombre				
	Profesión				
	M.P.				
	Firma				
	Nombre				
	Profesión				
	M.P.				
	Firma				

TABLA DE CONTENIDO

1- Presentación 4

2- Objetivos 4

3- Metodología 5

4- Marco Teorico 6

5- Descripción Del Proyecto 11

6- Resultados 14
6.1- Sondeo Geofísico 1 14
6.2- Sondeo Geofísico 2 17

7. Limitaciones 20

8. Bibliografia 20

1- PRESENTACIÓN

En el presente informe se realiza la interpretación de los sondeos geofísicos llevados a cabo en un lote ubicado en la vereda Los Salados, jurisdicción del Municipio de El Retiro-Antioquia; esto en el marco de la exploración geotécnica para la construcción de una clínica privada de 3 niveles, para atención a la comunidad.

Es importante tener en cuenta que, los sondeos geofísicos son métodos que permiten identificar espesores de estratos, definir la calidad de la roca y/o suelo, determinar módulos dinámicos y velocidades de onda; comprenden un conjunto de técnicas no destructivas, es decir, que se pueden ejecutar sin alterar significativamente el terreno, y el análisis se realiza a partir de la interpretación de la propagación de ondas sísmicas producidas artificial o naturalmente a través del medio. Debido a que se trata de sondeos de prospección indirecta, siempre debe se complementados con ensayos insitu de investigación directa.

2- OBJETIVOS

Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

2.1- Determinar la velocidad de propagación de ondas secundarias o de corte (Vs), por medio del análisis multicanal de ondas superficiales MASW (Multichannel Analysis Surface Waves)

2.2- Correlacionar los resultados con la velocidad de propagación de ondas compresionales (Vp), por medio de los parámetros deformacionales de los materiales.

2.3- Elaborar un perfil unidimensional de velocidad de onda de corte en función a la profundidad.

3- METODOLOGÍA

La metodología empleada para la realización de los ensayos se ajusta a los lineamientos propuestos por la norma ASTM D5577-00 del 2011.

De manera concreta se siguieron los siguientes pasos en el proceso metodológico:

3.1- El trabajo de campo comprende la toma de datos y el registro de los parámetros a evaluar, en este caso en particular, la velocidad de propagación de las ondas, se mide por medio de un sismógrafo PASI de la referencia GEA24.

Para esto, se dispone un tendido de 12 geófonos espaciados de manera equidistante entre ellos, con una longitud total que depende del área disponible en el sitio, posteriormente se generan ondas artificiales golpeando una placa metálica con una almádana en una serie de impactos de manera simétrica, tanto fuera como dentro del arreglo.

3.2- Procesamiento de los datos tomados en campo para generar una curva de dispersión experimental. El perfil de velocidad de onda de corte se obtiene como el conjunto de parámetros del modelo que permiten el mejor ajuste entre la curva de dispersión teórica asociada y la curva de dispersión experimental. Estos procesos se ejecutan en el programa ZondST2D de la familia Zond, para la elaboración de los perfiles de velocidad de onda de corte.

3.3- Una vez procesados los datos se realiza un análisis por método de elementos finitos, esto con el fin de identificar los diferentes estratos de suelo en función de las curvas de dispersión experimentales definidas.

Como resultado se presentan las gráficas de velocidad de onda de corte (onda tipo S) vs profundidad, y el perfil que representa los espesores y profundidades de los diferentes materiales caracterizados.

4- MARCO TEORICO

Como aspecto fundamental en el desarrollo de la interpretación, se tienen como base los siguientes fundamentos teóricos:

4.1- Análisis Multicanal de Ondas Superficiales (MASW)

Estos métodos estiman la energía que viaja a lo largo de estratos superficiales, dicha energía decrece rápidamente con la profundidad, debido a la atenuación de la onda tipo Rayleigh y Love.

Estos métodos basan principalmente su análisis en las ondas Rayleigh, denominadas como “ground roll” se ilustra la dirección de propagación y el movimiento de partículas de las ondas Rayleigh (generan esfuerzos cortantes verticales).

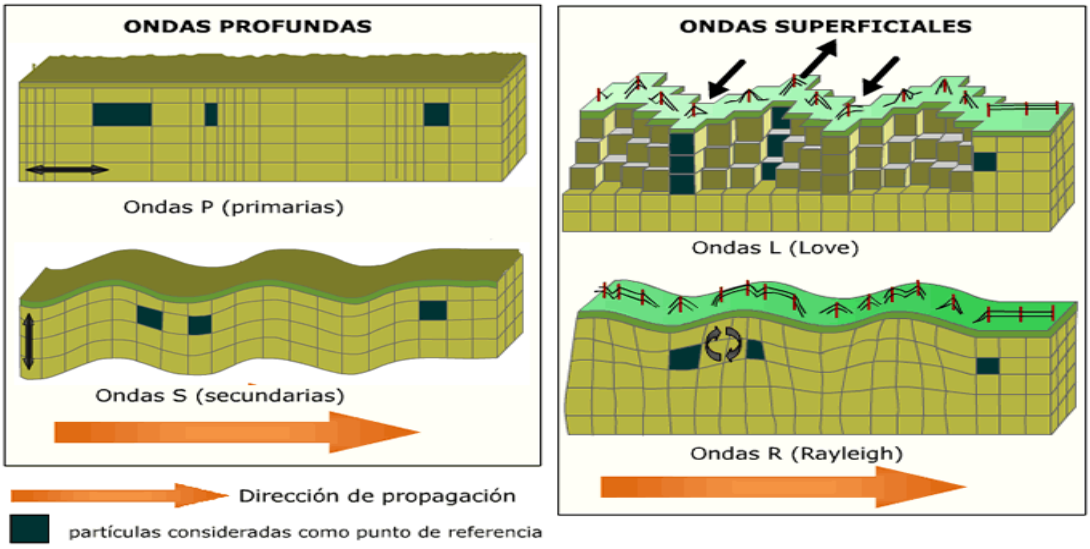


Figura 01. Modelo de Ondas tenidas en cuenta para el método.

Impulsos de onda producidos en superficie por una fuente activa, generan diferentes tipos de ondas elásticas. En un pulso generado en superficie se producen principalmente ondas tipo compresionales Vp, escenario en el cual más del 67% de la energía total impuesta al sistema se transfiere en la generación de ondas superficiales tipo Rayleigh y Love.

Una característica fundamental de las ondas tipo Rayleigh y Love, es que estas son dispersivas, lo cual implica que para cada frecuencia existe una velocidad conocida como velocidad de fase. Esta propiedad de dispersividad de las ondas superficiales, permite calcular le velocidad de onda de corte mediante la identificación del modo fundamental de las ondas superficiales.

4.2 Procedimiento General

El análisis de ondas superficiales pretende estimar un perfil de velocidad de onda de corte (Vs) resolviendo un problema de identificación de parámetros, basado en una curva de dispersión experimental. El análisis de ondas superficiales se implementa tradicionalmente a partir de tres pasos secuenciales: adquisición de datos sísmicos (sismogramas), procesamiento (estimación de la curva de dispersión) e inversión (optimización de parámetros del modelo).

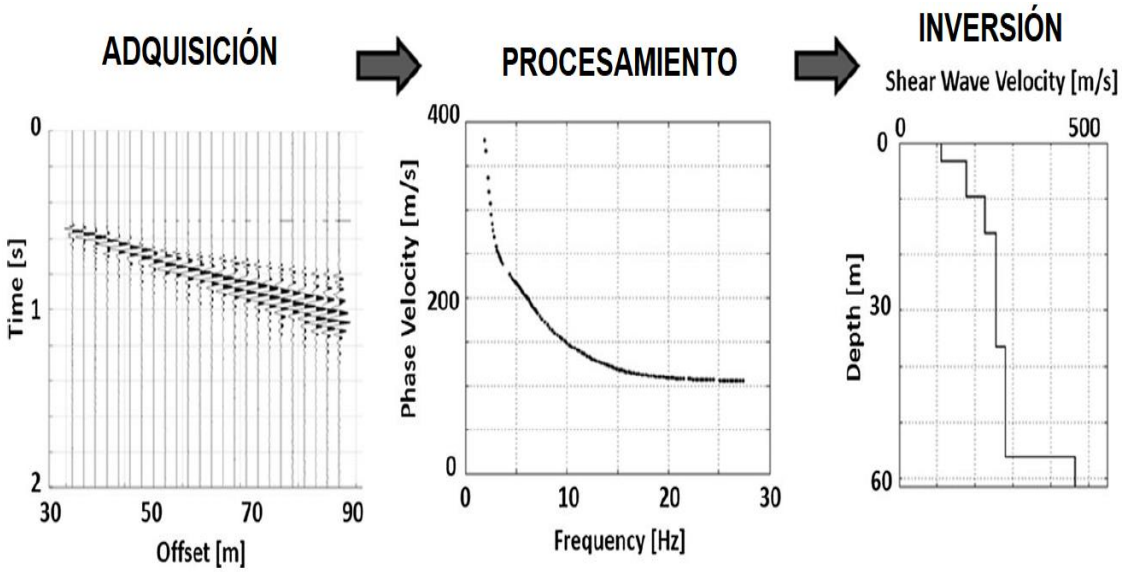


Figura 02. Procedimiento para el análisis de las ondas superficiales; datos sísmicos iniciales, curva de dispersión experimental y perfil de velocidades.

4.3 Diseño del Estudio.

La profundidad de la investigación depende de la longitud de onda máxima medida, además, la resolución disminuye con la profundidad. En particular, la resolución a poca profundidad depende del contenido de altas frecuencias (pequeñas longitudes de onda) en los datos registrados. Por lo tanto, el estudio tiene que ser diseñado de acuerdo a sus objetivos, estrategias, equipos, configuración y técnicas de procesamiento que se utilizarán si el objetivo es determinar los valores de velocidad de la onda de corte en los primeros diez metros o el perfil Vs completo hasta varios cientos de metros.

La profundidad máxima de investigación está relacionada con la longitud de onda máxima medida, que depende de:

- El contenido de frecuencia de propagación de la señal sísmica (fuente y atenuación del sitio);
- La separación del arreglo utilizado para la grabación;
- La frecuencia de ancho de banda de los sensores;
- La estructura de velocidad del sitio.

4.4 Adquisición de Datos

La adquisición de datos se realiza con un equipo de inspección sísmica con una matriz de receptores (para estimación de velocidad de fase). El contenido de frecuencia de la señal sísmica de propagación depende del tipo de fuente y de la atenuación del material debido al sitio.

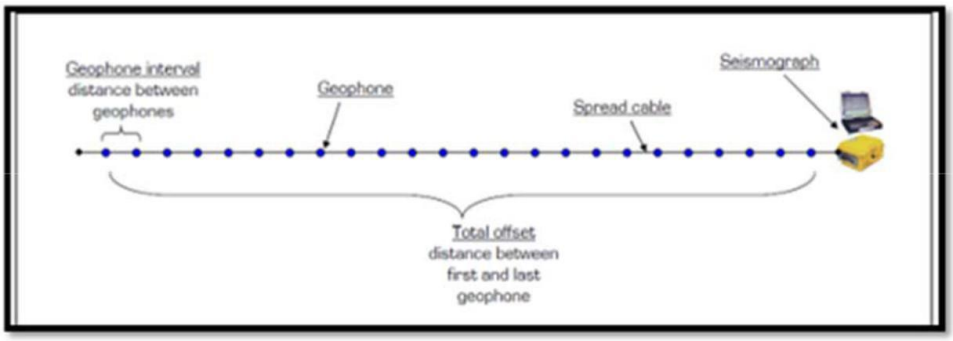


Figura 03. Aspecto de la distribución de Geófonos. Tomada de: Geometrics, Inc.

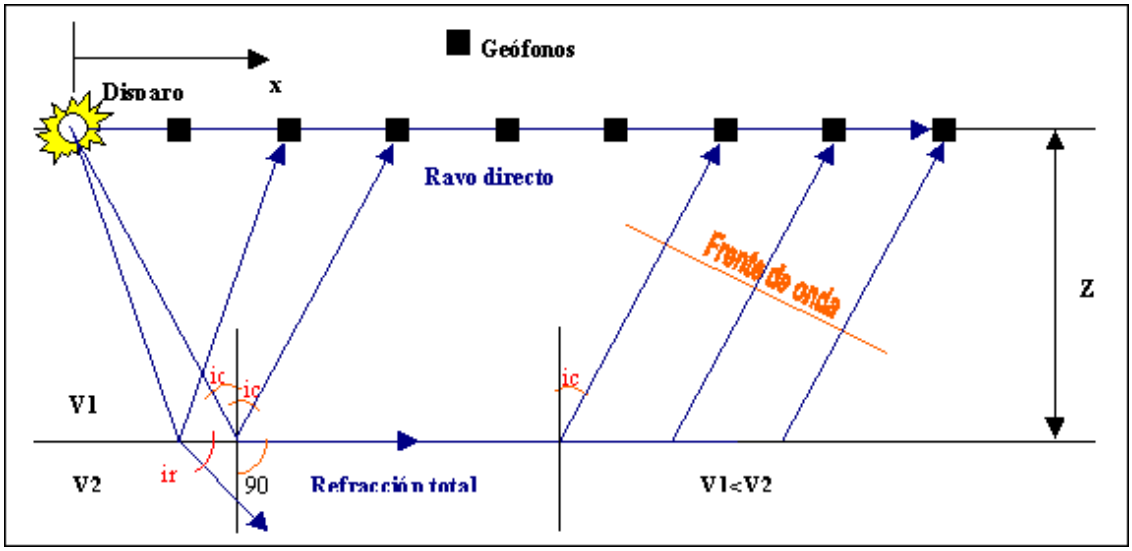


Figura 04. Modelo de Refractores.

En general, las fuentes artificiales (también llamadas fuentes activas, por ejemplo, mazos y caída de peso) generan energía concentrada a altas frecuencias (varios hercios a varias decenas de Hertz). Esto limita la profundidad resuelta máxima a aproximadamente 15-40 m (dependiendo de la estructura de velocidad del sitio y la masa de la fuente de impacto). Cuando son usadas fuentes pequeñas es raro generar energía a frecuencias menores de 8-10 Hz.

Las ondas superficiales de frecuencia más baja se pueden generar usando fuentes masivas (por ejemplo, bulldozer, martillos hidráulicos), aunque con un aumento considerable en los costos de implementación. Por el contrario, las vibraciones ambientales tienen suficiente energía con períodos de decenas de segundos (muy baja frecuencia), lo que los hace atractivos para la investigación de la velocidad a altas profundidades. En tal adquisición pasiva, el campo de ondas sísmicas (llamado vibraciones ambientales, microtremores o a veces incorrectamente "ruido sísmico") es generado por fenómenos naturales (por ejemplo, olas del mar, viento, microsismicidad) y/o actividades humanas (a menudo referidas como ruido antropogénico).

El equipo, la configuración de medición y la geometría se adaptarán al tipo de levantamiento (activo vs. pasivo) y al rango de longitud de onda objetivo. Cuando logísticamente sea posible, la combinación de datos activos y pasivos es útil para obteniendo un modelo de velocidad de onda de corte bien constreñida desde la superficie hasta grandes profundidades.

4.5 Procesamiento de Datos

Los datos de campo se procesan para generar una curva de dispersión experimental. Se pueden adoptar varias técnicas de procesamiento para el análisis del conjunto de datos sísmicos, la mayoría de ellos trabajando en el dominio espectral.

La mayoría de estas técnicas suponen un medio 1D debajo de la matriz (estratificado horizontalmente, la velocidad solo varía con la profundidad), y la propagación de ondas planas (la matriz receptora está lo suficientemente lejos de la fuente sísmica para que la onda de superficie esté completamente desarrollada y el frente de onda puede ser aproximado por un plano).

4.6 Inversión de la curva de dispersión

En el proceso de inversión se resuelve un problema de identificación de parámetros usando una(s) curva(s) de dispersión experimental(es) como objetivo. El subsuelo es típicamente modelado como un medio lineal elástico e isotrópico en capas horizontales.

Los parámetros desconocidos a menudo se restringen al grosor de la capa y las velocidades de onda de corte, mediante el uso de suposiciones apropiadas a priori en los otros parámetros (por ejemplo, masa, densidades y relaciones de Poisson); también existen esquemas que realizan la inversión para todos los parámetros involucrados. Sin embargo, en la mayoría de los casos las ondas superficiales son menos sensibles a la velocidad de la onda P y densidad de masa que a la velocidad de la onda S.

El perfil de velocidad de onda de corte se obtiene como conjunto de parámetros del modelo que permiten el mejor ajuste entre la curva de dispersión teórica asociada y la curva de dispersión experimental.

La solución se puede recuperar con métodos de búsquedas locales o globales. Dada la no singularidad de la solución, se recomienda enfáticamente contar con datos complementarios e información de sitio disponible para tener en cuenta durante el proceso de inversión. Si este tipo de información no está disponible, el analista debe realizar varias inversiones usando diferentes modelos de inicio (es decir, diferentes parametrizaciones de capas de prueba) para juzgar la sensibilidad de la mejor solución al modelo inicial.

4.7 Interpretación de Datos

Con base en los resultados obtenidos para cada punto de toma de datos, se realiza el cálculo de valores promedio de velocidad de onda de corte, y estos se comparan con los rangos de valores teóricos encontrados en la bibliografía técnica, tal como el rango propuesto en la tabla A.2.4-1 de la Norma Sismo Resistente NSR-10, y en la norma ASTM D 5777, presentadas a continuación.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\overline{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\overline{v}_s \geq 760$ 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 m/s> $\overline{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\overline{N} \geq 50$, o $\overline{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\overline{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\overline{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\overline{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\overline{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\overline{s}_u$
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: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Materials	Velocity	
Natural Soil and Rock	ft/s	m/s
Weathered surface material	800 to 2000	240 to 610
Gravel or dry sand	1500 to 3000	460 to 915
Sand (saturated)	4000 to 6000	1220 to 1830
Clay (saturated)	3000 to 9000	915 to 2750
Water[A]	4700 to 5500	1430 to 1665
Sea water[A]	4800 to 5000	1460 to 1525
Sandstone	6000 to 13 000	1830 to 3960
Shale	9000 to 14 000	2750 to 4270
Chalk	6000 to 13 000	1830 to 3960
Limestone	7000 to 20 000	2134 to 6100
Granite	15 000 to 19 000	4575 to 5800
Metamorphic rock	10 000 to 23 000	3050 to 7000

[A]Depending on temperature and salt content.

Figura 05. Clasificación de los perfiles de suelo y rango de velocidades para suelos. Tomadas de: NSR-10 A.2.4-1 y ASTMD 5777.

5- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto objeto de estudio comprende la construcción de una clínica privada de 3 niveles, para atención de la comunidad, ubicado en la vereda Los Salados, jurisdicción del Municipio de El Retiro - Antioquia. En la siguiente figura, se presenta la ubicación de la zona de estudio.

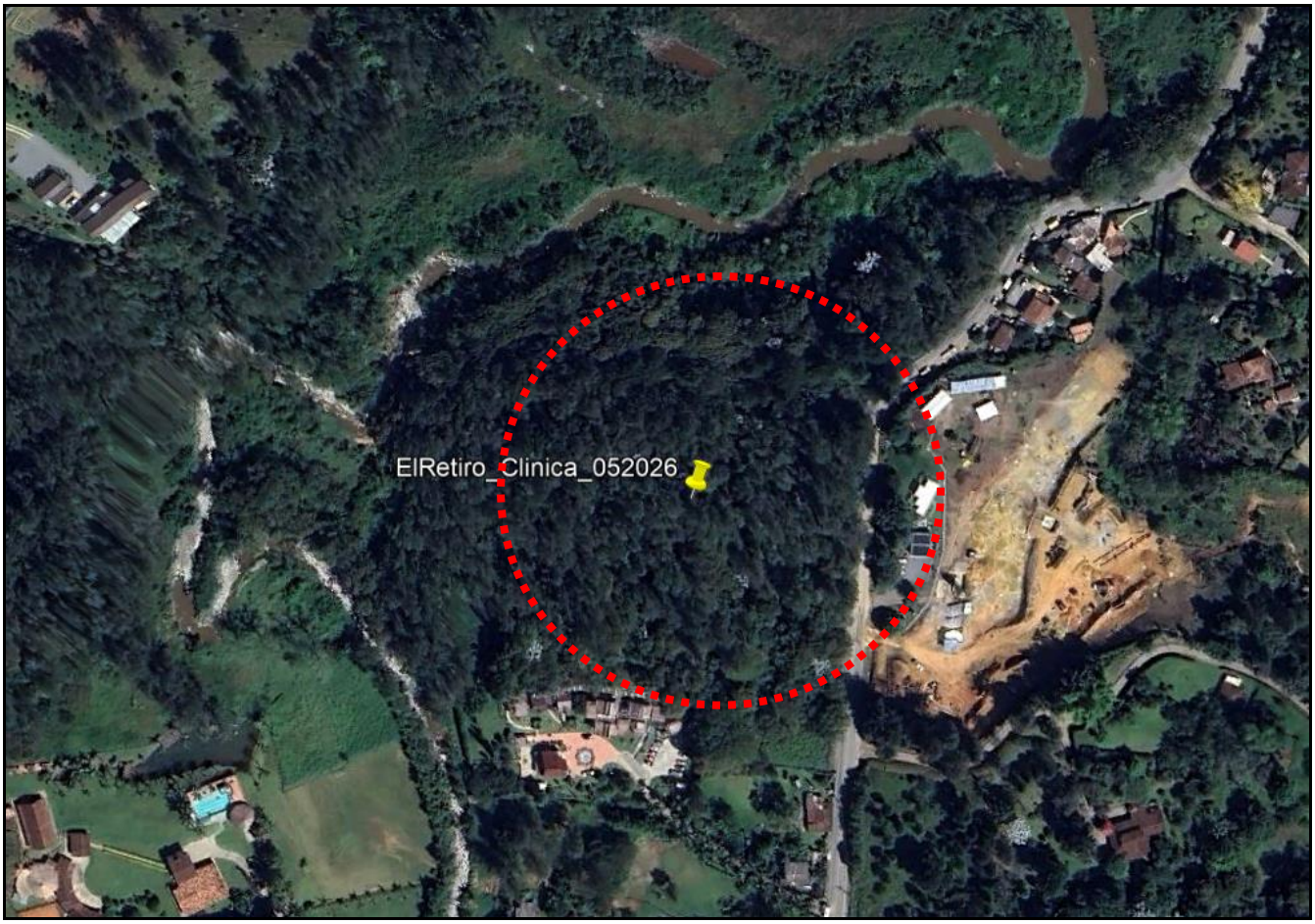


Figura 06. Ubicación sondeo geofísico, Vereda Los Salados, Municipio de El Retiro - Antioquia.

La campaña de exploración consistió en la realización de 1 línea sísmica en la cual se ejecutó el ensayo de ondas superficiales tipo MASW. La localización de la línea y su arreglo geométrico son detallados en la siguiente tabla.

Sondeo	Punto inicial (i)		Punto final (f)		Espaciado (m)	Longitud (m)
	Norte	Este	Norte	Este		
SG1	6°5'8.319"	75°29'37.73"	6°5'8.474"	75°29'35.82"	5.0	55
SG1	6°5'7.35"	75°29'38.73"	6°5'7.69"	75°29'35.84"	5.0	55



Figura 07. Localización de las líneas geofísicas en la zona objeto de estudio; Vereda Los Salados, Municipio de El Retiro - Antioquia.



Figura 08. Aspecto del proceso de exploración indirecta realizado en el predio; Vereda Los Salados, Municipio de El Retiro - Antioquia.

6- RESULTADOS

6.1- Sondeo Geofísico 1

Se presentan a continuación los resultados del sondeo geofísico 1, consistentes en las gráficas de perfiles de velocidad de onda de corte vs profundidad relacionados en los 3 puntos donde se tomaron los datos, y el perfil de velocidad de onda de corte.

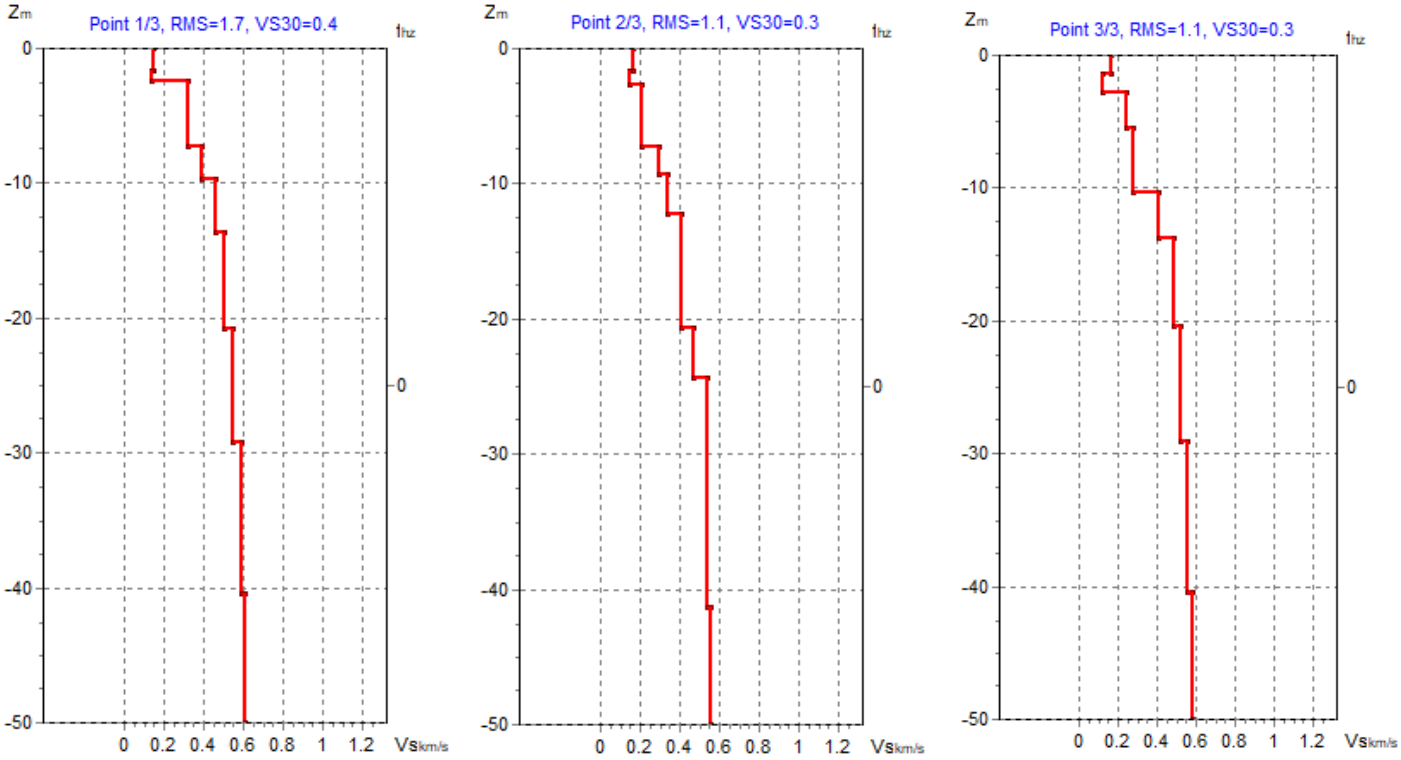


Figura 10. Perfil de velocidades de la onda de Corte vs Profundidad.

Punto	Estrato	Vs (Km/s)	Vp (Km/s)	H (m)	Z (m)	Vs30 (m/s)
1	1	0.149	0.311	1.615	0.000	
	2	0.138	0.287	0.762	1.615	
	3	0.321	0.668	4.920	2.377	
	4	0.391	0.775	2.443	7.297	
	5	0.466	0.925	3.917	9.740	
	6	0.508	1.008	7.088	13.657	
	7	0.554	1.036	8.454	20.745	
	8	0.590	1.104	0.801	29.199	
	9	0.610	1.142		**30.000**	
	TOTAL					**390.057**
2	1	0.163	0.339	1.596	0.000	
	2	0.144	0.300	1.113	1.596	
	3	0.211	0.439	4.579	2.709	
	4	0.298	0.591	2.042	7.288	
	5	0.339	0.672	2.916	9.330	
	6	0.410	0.815	8.480	12.246	
	7	0.473	0.885	3.616	20.726	
	8	0.538	1.006	5.658	24.342	
	9	0.559	1.045		**30.000**	
	TOTAL					**320.785**
3	1	0.167	0.348	1.455	0.000	
	2	0.126	0.261	1.291	1.455	
	3	0.245	0.510	2.753	2.746	
	4	0.278	0.552	4.789	5.499	
	5	0.409	0.812	3.436	10.288	
	6	0.489	0.971	6.655	13.724	
	7	0.526	0.983	8.649	20.379	
	8	0.560	1.047	0.972	29.028	
	9	0.587	1.098		**30.000**	
	TOTAL					**342.423**
PROMEDIO PONDERADO PARA LOS PRIMEROS 30 METROS						**351.0884**
TIPO DE PERFIL DE SUELO						**D**

Figura 11. Perfil de velocidades y clasificación del tipo de perfil.

Finalmente se compila toda la información anterior con base en el perfil de suelos con relación a la profundidad, obteniendo registros confiables aproximadamente hasta 41.74 metros de profundidad. Promediando los valores obtenidos, se determina el siguiente perfil de velocidad, con base en los rangos presentados en la Tabla A.2.4-1 de la Norma Sismo Resistente del año 2010.

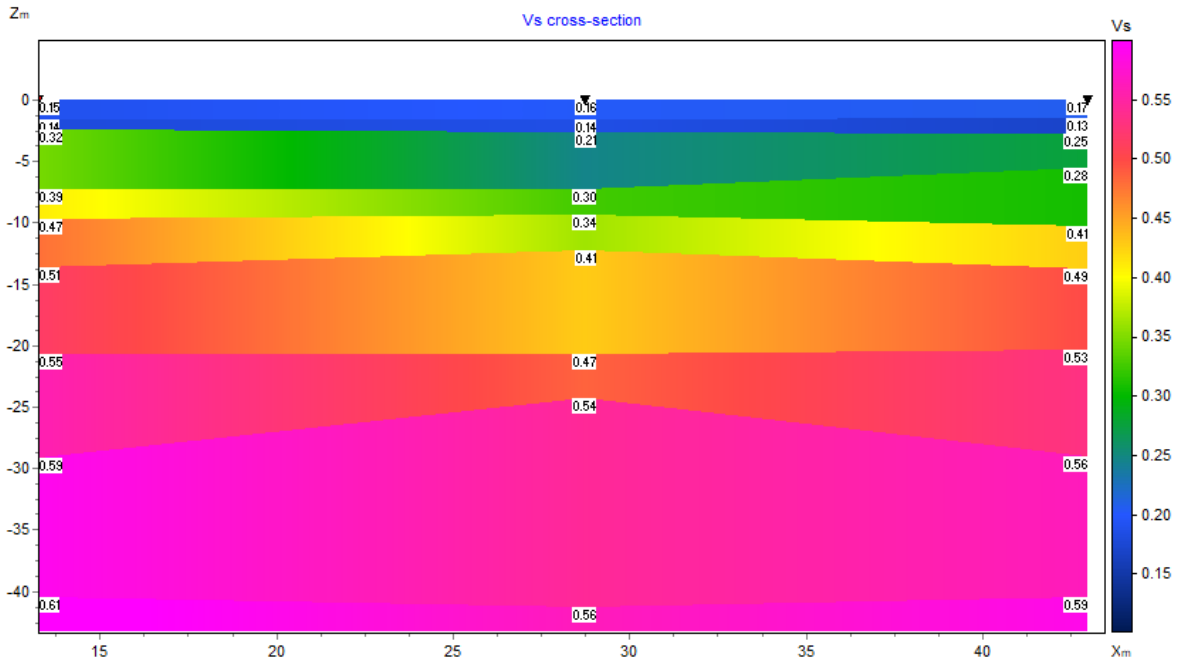


Figura 12. Perfil de velocidades de la Onda de Corte.

Como se puede observar en el perfil de velocidades, los resultados presentan una mejora gradual en profundidad; se puede concluir que el perfil de suelos es el siguiente:

- Estrato 1: según la NSR-10 corresponde un suelo blando, con una profundidad promedio de 2.61 m, en el cual se registran velocidades medias del orden de 149.73 m/s.
- Estrato 2: según la NSR-10, corresponde a un suelo rígido, con un espesor promedio de 7.33 m, entre los 2.61 m y los 9.94 m, en el cual se registran velocidades medias del orden de 280.88 m/s.
- Estrato 3: según la NSR-10, corresponde a un suelo más rígido o roca blanda, con un espesor promedio de 31.80 m, entre los 9.94 m y los 41.74 m, en el cual se registran velocidades medias del orden de 501.13 m/s.

El perfil de suelos definido para este sondeo geofísico corresponde a un PERFIL TIPO D.

6.2- Sondeo Geofísico 2

Se presentan a continuación los resultados del sondeo geofísico 1, consistentes en las gráficas de perfiles de velocidad de onda de corte vs profundidad relacionados en los 3 puntos donde se tomaron los datos, y el perfil de velocidad de onda de corte.

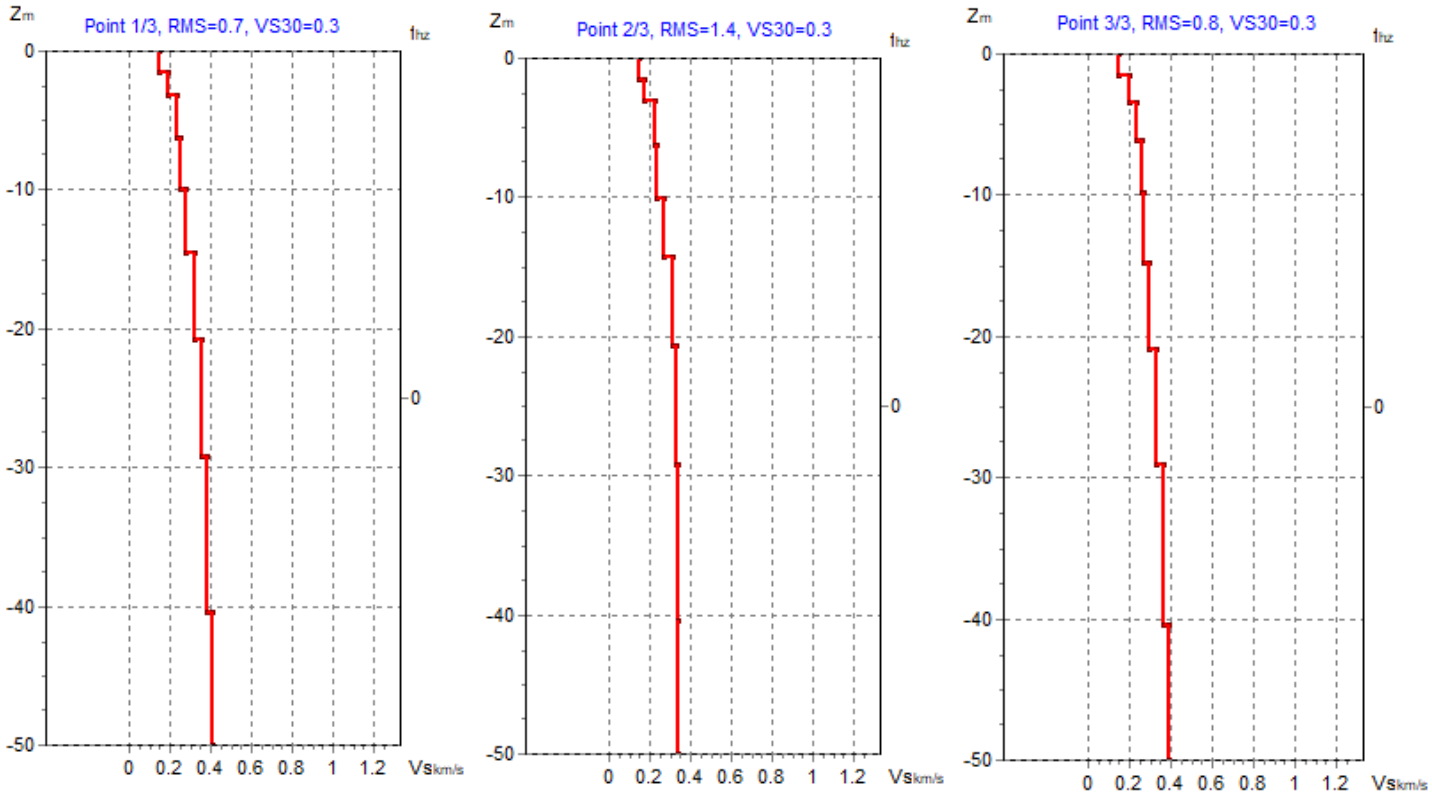


Figura 13. Perfil de velocidades de la onda de Corte vs Profundidad.

Punto	Estrato	Vs (Km/s)	Vp (Km/s)	H (m)	Z (m)	Vs30 (m/s)
1	1	0.150	0.311	1.520	0.000	
	2	0.188	0.391	1.621	1.520	
	3	0.239	0.497	3.060	3.141	
	4	0.253	0.503	3.746	6.201	
	5	0.282	0.561	4.618	9.947	
	6	0.319	0.632	6.256	14.565	
	7	0.354	0.663	8.373	20.821	
	8	0.386	0.722	0.806	29.194	
	9	0.409	0.764		**30.000**	
	TOTAL					**277.538**
2	1	0.152	0.316	1.532	0.000	
	2	0.176	0.366	1.494	1.532	
	3	0.230	0.478	3.276	3.026	
	4	0.235	0.466	3.766	6.302	
	5	0.274	0.545	4.222	10.068	
	6	0.315	0.624	6.378	14.290	
	7	0.334	0.624	8.494	20.668	
	8	0.339	0.635	0.838	29.162	
	9	0.340	0.637		**30.000**	
	TOTAL					**266.913**
3	1	0.152	0.316	1.496	0.000	
	2	0.199	0.414	1.894	1.496	
	3	0.234	0.487	2.674	3.390	
	4	0.261	0.518	3.745	6.064	
	5	0.271	0.539	5.028	9.809	
	6	0.294	0.584	6.138	14.837	
	7	0.331	0.619	8.125	20.975	
	8	0.366	0.684	0.900	29.100	
	9	0.389	0.727		**30.000**	
	TOTAL					**268.883**
PROMEDIO PONDERADO PARA LOS PRIMEROS 30 METROS						**271.11**
TIPO DE PERFIL DE SUELO						**D**

Figura 14. Perfil de velocidades y clasificación del tipo de perfil.

Finalmente se compila toda la información anterior con base en el perfil de suelos con relación a la profundidad, obteniendo registros confiables aproximadamente hasta 41.43 metros de profundidad. Promediando los valores obtenidos, se determina el siguiente perfil de velocidad, con base en los rangos presentados en la Tabla A.2.4-1 de la Norma Sismo Resistente del año 2010.

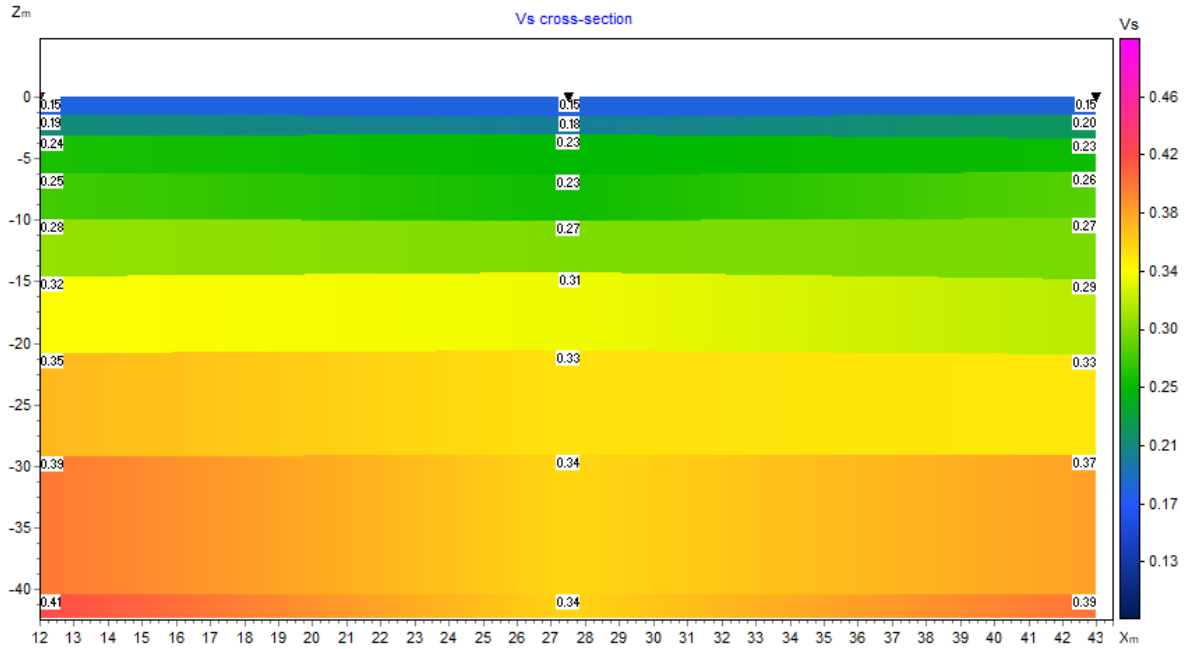


Figura 15. Perfil de velocidades de la Onda de Corte.

Como se puede observar en el perfil de velocidades, los resultados presentan una mejora gradual en profundidad; se puede concluir que el perfil de suelos es el siguiente:

- Estrato 1: según la NSR-10 corresponde un suelo blando, con una profundidad promedio de 2.01 m, en el cual se registran velocidades medias del orden de 154.99 m/s.
- Estrato 2: según la NSR-10, corresponde a un suelo rígido, con un espesor promedio de 31.23 m, entre los 2.01 m y los 33.24 m, en el cual se registran velocidades medias del orden de 289.29 m/s.
- Estrato 3: según la NSR-10, corresponde a un suelo más rígido o roca blanda, con un espesor promedio de 8.19 m, entre los 33.24 m y los 41.43 m, en el cual se registran velocidades medias del orden de 377.77 m/s.

El perfil de suelos definido para este sondeo geofísico corresponde a un PERFIL TIPO D.

7. LIMITACIONES

Los resultados presentados en este informe corresponden a los ensayos de campo ejecutados el día 22 de Mayo de 2026.

Debido a su naturaleza indirecta, el proceso de interpretación de datos geofísicos es subjetivo, y depende de conocimientos tanto de las condiciones del sitio, como de otras áreas técnicas que enriquecen la calidad de los resultados; se recomienda complementar esta información con investigaciones directas, Adicionalmente, los procesos de inversión para la estimación del perfil de velocidad de onda de corte por medio del análisis de ondas superficiales generan una no-singularidad de la solución, puesto que varios modelos diferentes pueden proporcionar similitud en el ajuste con los datos experimentales. Por tanto, si durante la ejecución del proyecto se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las descritas en este informe, se debe comunicar con los ingenieros responsables para realizar los ajustes pertinentes.

8. BIBLIOGRAFIA

ALBARELLO, D. y GARGANI, G. (2010). Providing NEHRP soil classification from the direct interpretation of effective Rayleigh-wave dispersion curves. *Bull Seismol Soc Am* 100(6):3284–3294.

ASTM DESIGNATION: D 5777 (2000). Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation. ASTM, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

BOLT, B. (1987). *Earthquakes.* W. H Freeman, New York.

FOTI, S., COMINA, C., BOIERO, D, y SOCCO, L. (2009). Non-uniqueness in surface wave inversion and consequences on seismic site response analyses. *Soil Dyn Earthq Eng* 29(6):982–993.

FOTI, S., HOLLENDER, F., GAROFALO, F., ALBARELLO, D., ASTEN, M., BARD, P., COMINA, C., CORNOU, C., COX, B., DI GIULIO, G., FORBRIGER, T., HAYASHI, K., LUNEDEI, E., MARTIN, A., MERCERAT, D., OHRNBERGER, M., POGGI, V., RENALIER, F., SICILIA, D. y SOCCO, V. (2017). Guidelines for the good practice of surface wave analysis: a product of the InterPACIFIC project. *Bulletin of Earthquake Engineering.*

MITCHELL, J. y SOGA, K. (2005). *Fundamentals of soil behavior*. Wiley, London.

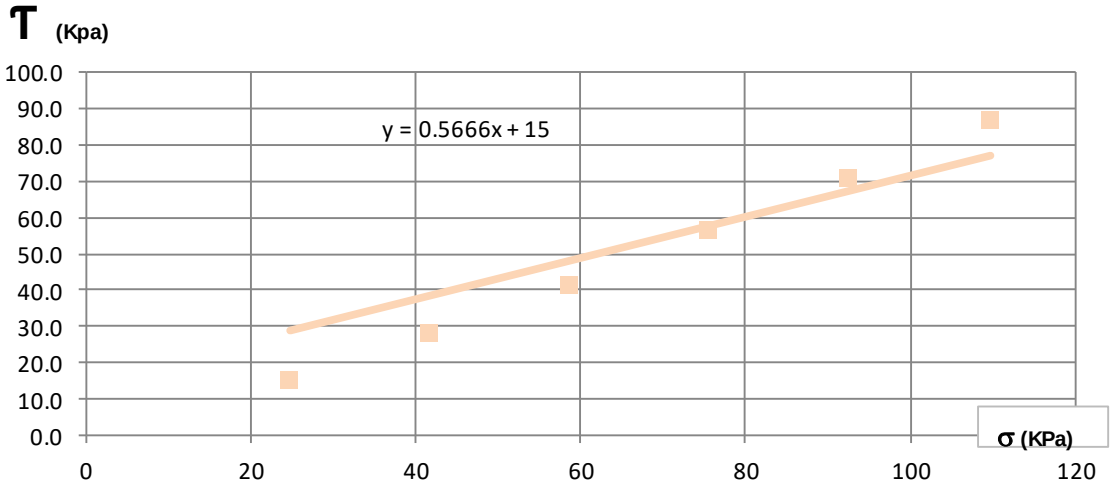
SCHRAMM, K., ABBOTT, R., ASTEN M., BILEK, S., PANCHA, A. y PATTON, H. (2012) Broadband Rayleigh-wave dispersion curve and shear wave velocity structure for Yucca Flat, Nevada. *Bull Seismol Soc Am* 102(4):1361–1372.

REDPATH, B. B. (1973). Seismic Refraction Exploration for Engineering Site Investigations: Technical Report E-73-4, *U.S. Army Engineering Waterways Experiment Station, Explosive Excavation Research Lab.* Livermore, California.

CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS
MEMORIAS DE CÁLCULO

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

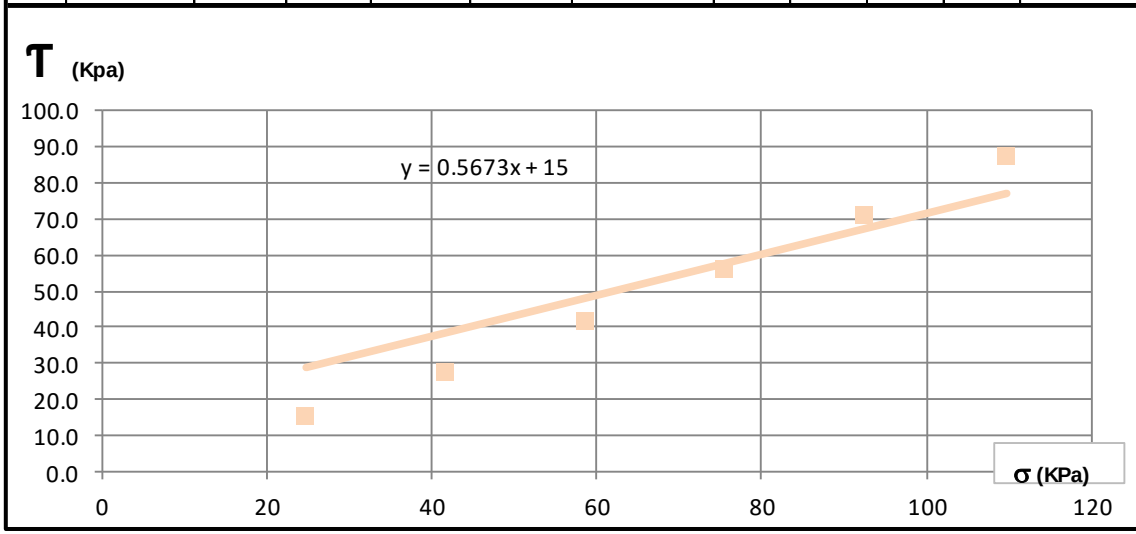
Parámetro:	Ángulo de Fricción Interna (ø°) y Cohesión a partir del Standard Penetratión Testing (S.P.T.).																	
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.																	
Fecha:	Abril de 2026.				Peso del martillo (Kg):		63.5											
Sondeo:	P-1				Altura de caída (m):		0.76				Método de Cálculo:		Gonzales 1999		Seed Idriss (Marcuson) (Cn <=2)			
					ZNF(m)=		N-A								Kishida ajustada a e=45%			
					F.S.		1.2											
Z(m)	γ (KN/m3)	σv (Kpa)	μ (Kpa)	σ'v (Kpa)	N(campo)	N1(Confina)	n2	n3	n4	Rs	K (Marcuson)	Cn	N1(45)	ϕ'eq (°)	τ (Kpa)	C' (Kpa)	ϕ' (°)	Suelo
1.45	17	24.65	0	24.65	17	25	0.95	1.00	1.00	0.247	1.41	1.47	22	32	15.2	15	29.54	Limo arcilloso a limo arenoso
2.45	17	41.65	0	41.65	25	32	0.95	1.00	1.00	0.417	1.41	1.29	29	34	28.0			
3.45	17	58.65	0	58.65	31	37	0.95	1.00	1.00	0.587	1.41	1.18	32	35	41.2			
4.45	17	75.65	0	75.65	39	43	0.95	1.00	1.00	0.757	1.41	1.09	38	37	56.5			
5.45	17	92.65	0	92.65	44	45	0.95	1.00	1.00	0.927	1.41	1.03	40	37	70.7			
6.45	17	109.65	0	109.65	50	48	0.95	1.00	1.00	1.097	0.92	0.97	43	38	86.2			



	C (Kpa)	ϕ' (°)	Unidad
Parámetros mayorados	15	24.61	Limo arcilloso a limo arenoso

CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS
MEMORIAS DE CÁLCULO

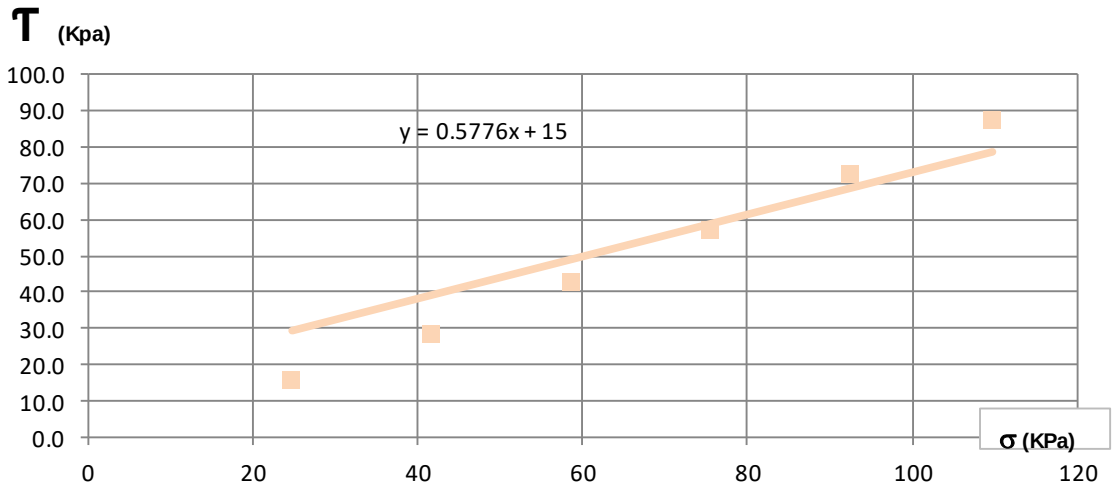
Parámetro:	Ángulo de Fricción Interna (ø°) y Cohesión a partir del Standard Penetratión Testing (S.P.T.).																	
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.																	
Fecha:	Abril de 2026.			Peso del martillo (Kg):		63.5												
Sondeo:	P-2			Altura de caída (m):		0.76					Método de Cálculo:		Gonzales 1999		Seed Idriss (Marcuson) (Cn <=2)			
				ZNF(m)=		N-A									Kishida ajustada a e=45%			
				F.S.		1.2												
Z(m)	γ (KN/m3)	σv (Kpa)	μ (Kpa)	σ´v (Kpa)	N(campo)	N1(Confina)	n2	n3	n4	Rs	K (Marcuson)	Cn	N1(45)	ϕ'eq (°)	τ (Kpa)	C' (Kpa)	ϕ' (°)	Suelo
1.45	17	24.65	0	24.65	16	23	0.95	1.00	1.00	0.247	1.41	1.47	21	31	14.9	15	29.57	Limo arcilloso a limo arenoso
2.45	17	41.65	0	41.65	23	30	0.95	1.00	1.00	0.417	1.41	1.29	26	33	27.2			
3.45	17	58.65	0	58.65	32	38	0.95	1.00	1.00	0.587	1.41	1.18	33	35	41.7			
4.45	17	75.65	0	75.65	38	42	0.95	1.00	1.00	0.757	1.41	1.09	37	36	55.9			
5.45	17	92.65	0	92.65	44	45	0.95	1.00	1.00	0.927	1.41	1.03	40	37	70.7			
6.45	17	109.65	0	109.65	51	49	0.95	1.00	1.00	1.097	0.92	0.97	44	38	86.9			



	C (Kpa)	ϕ' (°)	Unidad
Parámetros mayorados	15	24.64	Limo arcilloso a limo arenoso

CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS
MEMORIAS DE CÁLCULO

Parámetro:	Ángulo de Fricción Interna (ø°) y Cohesión a partir del Standard Penetratión Testing (S.P.T.).																	
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.																	
Fecha:	Abril de 2026.				Peso del martillo (Kg):		63.5											
Sondeo:	P-3				Altura de caída (m):		0.76					Método de Cálculo:		Gonzales 1999		Seed Idriss (Marcuson) (Cn <=2)		
					ZNF(m)=		N-A									Kishida ajustada a e=45%		
					F.S.		1.2											
Z(m)	γ (KN/m3)	σv (Kpa)	μ (Kpa)	σ´v (Kpa)	N(campo)	N1(Confina)	n2	n3	n4	Rs	K (Marcuson)	Cn	N1(45)	ϕ'eq (°)	τ (Kpa)	C' (Kpa)	ϕ' (°)	Suelo
1.45	17	24.65	0	24.65	18	26	0.95	1.00	1.00	0.247	1.41	1.47	23	32	15.5	15	30.01	Limo arcilloso a limo arenoso
2.45	17	41.65	0	41.65	26	34	0.95	1.00	1.00	0.417	1.41	1.29	30	34	28.4			
3.45	17	58.65	0	58.65	34	40	0.95	1.00	1.00	0.587	1.41	1.18	36	36	42.7			
4.45	17	75.65	0	75.65	40	44	0.95	1.00	1.00	0.757	1.41	1.09	39	37	57.0			
5.45	17	92.65	0	92.65	46	47	0.95	1.00	1.00	0.927	1.41	1.03	42	38	72.0			
6.45	17	109.65	0	109.65	51	49	0.95	1.00	1.00	1.097	0.92	0.97	44	38	86.9			



	C (Kpa)	ϕ' (°)	Unidad
Parámetros mayorados	15	25.01	Limo arcilloso a limo arenoso

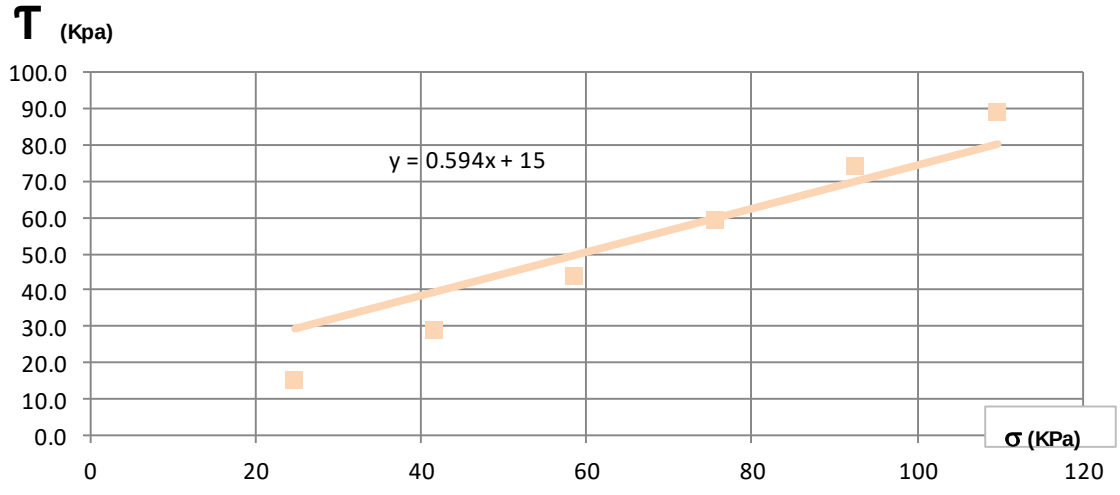
CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS
MEMORIAS DE CÁLCULO

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Parámetro:	Ángulo de Fricción Interna (ø°) y Cohesión a partir del Standard Penetratión Testing (S.P.T.).
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.
Fecha:	Abril de 2026.
Sondeo:	P-4

Peso del martillo (Kg):	63.5	Método de Cálculo:	Gonzales 1999
Altura de caída (m):	0.76		Seed Idriss (Marcuson) (Cn <=2)
ZNF(m)=	N-A		Kishida ajustada a e=45%
F.S.	1.2		

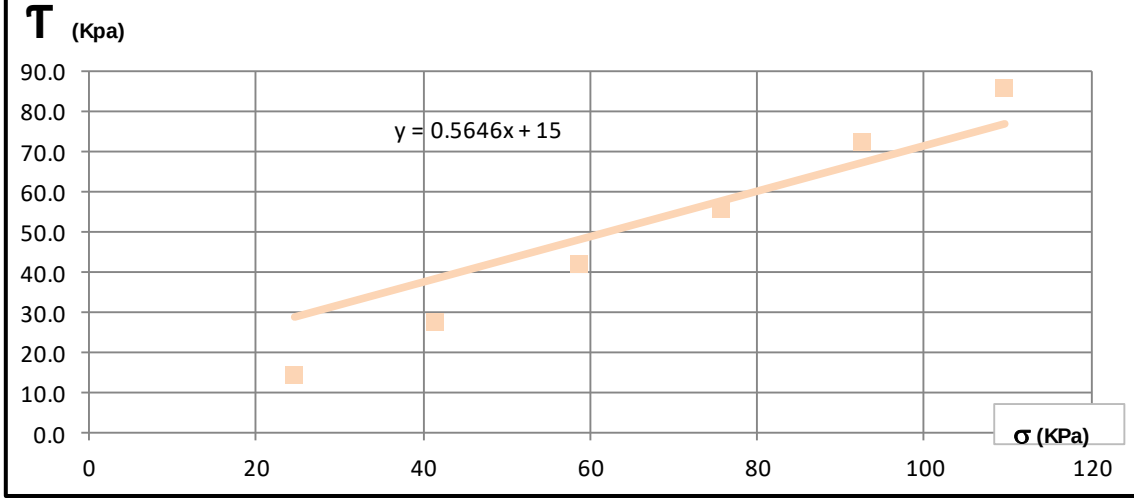
Z(m)	γ (KN/m3)	σv (Kpa)	μ (Kpa)	σ´v (Kpa)	N(campo)	N1(Confina)	n2	n3	n4	Rs	K (Marcuson)	Cn	N1(45)	ϕ'eq (°)	τ (Kpa)	C' (Kpa)	ϕ' (°)	Suelo
1.45	17	24.65	0	24.65	17	25	0.95	1.00	1.00	0.247	1.41	1.47	22	32	15.2	15	30.71	Limo arcilloso a limo arenoso
2.45	17	41.65	0	41.65	27	35	0.95	1.00	1.00	0.417	1.41	1.29	31	35	28.8			
3.45	17	58.65	0	58.65	36	42	0.95	1.00	1.00	0.587	1.41	1.18	38	37	43.7			
4.45	17	75.65	0	75.65	43	47	0.95	1.00	1.00	0.757	1.41	1.09	42	38	58.7			
5.45	17	92.65	0	92.65	49	50	0.95	1.00	1.00	0.927	1.41	1.03	45	39	74.0			
6.45	17	109.65	0	109.65	53	51	0.95	1.00	1.00	1.097	0.92	0.97	46	39	88.4			



	C (Kpa)	ϕ' (°)	Unidad
Parámetros mayorados	15	25.59	Limo arcilloso a limo arenoso

CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS
MEMORIAS DE CÁLCULO

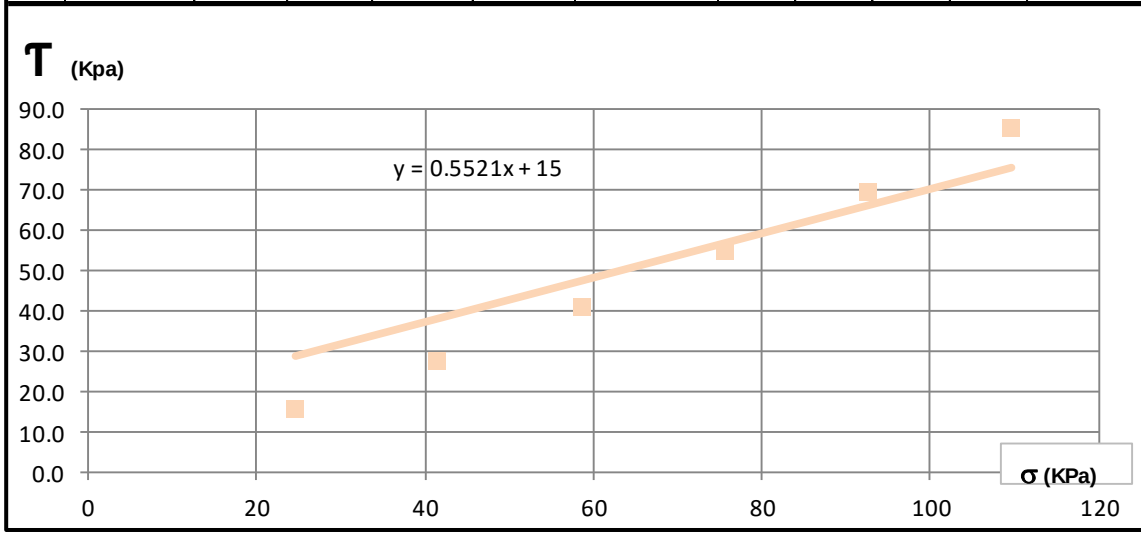
Parámetro:	Ángulo de Fricción Interna (ø°) y Cohesión a partir del Standard Penetratión Testing (S.P.T.).																	
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.																	
Fecha:	Abril de 2026.				Peso del martillo (Kg):		63.5											
Sondeo:	P-5				Altura de caída (m):		0.76				Método de Cálculo:		Gonzales 1999		Seed Idriss (Marcuson) (Cn <=2)			
					ZNF(m)=	N-A									Kishida ajustada a e=45%			
					F.S.	1.2												
Z(m)	γ (KN/m3)	σv (Kpa)	μ (Kpa)	σ´v (Kpa)	N(campo)	N1(Confina)	n2	n3	n4	Rs	K (Marcuson)	Cn	N1(45)	ϕ'eq (°)	τ (Kpa)	C' (Kpa)	ϕ' (°)	Suelo
1.45	17	24.65	0	24.65	13	19	0.95	1.00	1.00	0.247	1.41	1.47	17	30	14.0	15	29.45	Limo arcilloso a limo arenoso
2.45	17	41.65	0	41.65	24	31	0.95	1.00	1.00	0.417	1.41	1.29	28	34	27.6			
3.45	17	58.65	0	58.65	32	38	0.95	1.00	1.00	0.587	1.41	1.18	33	35	41.7			
4.45	17	75.65	0	75.65	37	40	0.95	1.00	1.00	0.757	1.41	1.09	36	36	55.3			
5.45	17	92.65	0	92.65	46	47	0.95	1.00	1.00	0.927	1.41	1.03	42	38	72.0			
6.45	17	109.65	0	109.65	49	47	0.95	1.00	1.00	1.097	0.92	0.97	42	38	85.5			



	C (Kpa)	ϕ' (°)	Unidad
Parámetros mayorados	15	24.54	Limo arcilloso a limo arenoso

CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS
MEMORIAS DE CÁLCULO

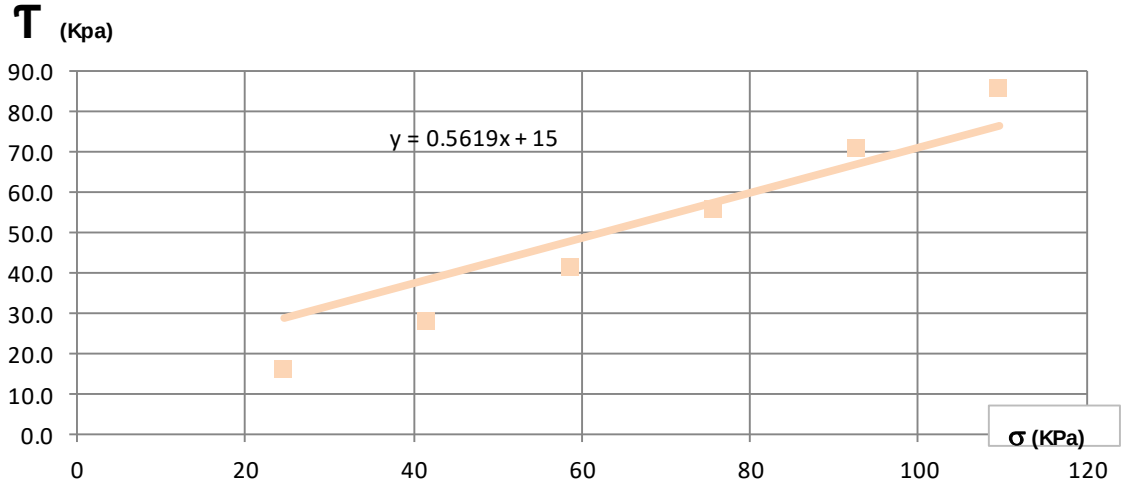
Parámetro:	Ángulo de Fricción Interna (ø°) y Cohesión a partir del Standard Penetratión Testing (S.P.T.).																		
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.																		
Fecha:	Abril de 2026.				Peso del martillo (Kg):		63.5												
Sondeo:	P-6				Altura de caída (m):		0.76				Método de Cálculo:		Gonzales 1999		Seed Idriss (Marcuson) (Cn <=2)				
					ZNF(m)=	N-A									Kishida ajustada a e=45%				
					F.S.	1.2													
Z(m)	γ (KN/m3)	σv (Kpa)	μ (Kpa)	σ´v (Kpa)	N(campo)	N1(Confina)	n2	n3	n4	Rs	K (Marcuson)	Cn	N1(45)	ϕ'eq (°)	τ (Kpa)	C' (Kpa)	ϕ' (°)	Suelo	
1.45	17	24.65	0	24.65	18	26	0.95	1.00	1.00	0.247	1.41	1.47	23	32	15.5	15	28.90	Limo arcilloso a limo arenoso	
2.45	17	41.65	0	41.65	23	30	0.95	1.00	1.00	0.417	1.41	1.29	26	33	27.2				
3.45	17	58.65	0	58.65	30	35	0.95	1.00	1.00	0.587	1.41	1.18	31	35	40.8				
4.45	17	75.65	0	75.65	36	39	0.95	1.00	1.00	0.757	1.41	1.09	35	36	54.7				
5.45	17	92.65	0	92.65	42	43	0.95	1.00	1.00	0.927	1.41	1.03	38	37	69.4				
6.45	17	109.65	0	109.65	48	47	0.95	1.00	1.00	1.097	0.92	0.97	41	38	84.8				



	C (Kpa)	ϕ' (°)	Unidad
Parámetros mayorados	15	24.09	Limo arcilloso a limo arenoso

CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS
MEMORIAS DE CÁLCULO

Parámetro:	Ángulo de Fricción Interna (ø°) y Cohesión a partir del Standard Penetratión Testing (S.P.T.).																	
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.																	
Fecha:	Abril de 2026.			Peso del martillo (Kg):	63.5													
Sondeo:	P-7			Altura de caída (m):	0.76						Método de Cálculo:		Gonzales 1999	Seed Idriss (Marcuson) (Cn <=2)				
				ZNF(m)=	N-A									Kishida ajustada a e=45%				
				F.S.	1.2													
Z(m)	γ (KN/m3)	σv (Kpa)	μ (Kpa)	σ´v (Kpa)	N(campo)	N1(Confina)	n2	n3	n4	Rs	K (Marcuson)	Cn	N1(45)	ϕ'eq (°)	τ (Kpa)	C' (Kpa)	ϕ' (°)	Suelo
1.45	17	24.65	0	24.65	19	28	0.95	1.00	1.00	0.247	1.41	1.47	25	33	15.8	15	29.33	Limo arcilloso a limo arenoso
2.45	17	41.65	0	41.65	25	32	0.95	1.00	1.00	0.417	1.41	1.29	29	34	28.0			
3.45	17	58.65	0	58.65	31	37	0.95	1.00	1.00	0.587	1.41	1.18	32	35	41.2			
4.45	17	75.65	0	75.65	37	40	0.95	1.00	1.00	0.757	1.41	1.09	36	36	55.3			
5.45	17	92.65	0	92.65	44	45	0.95	1.00	1.00	0.927	1.41	1.03	40	37	70.7			
6.45	17	109.65	0	109.65	49	47	0.95	1.00	1.00	1.097	0.92	0.97	42	38	85.5			



	C (Kpa)	ϕ' (°)	Unidad
Parámetros mayorados	15	24.44	Limo arcilloso a limo arenoso

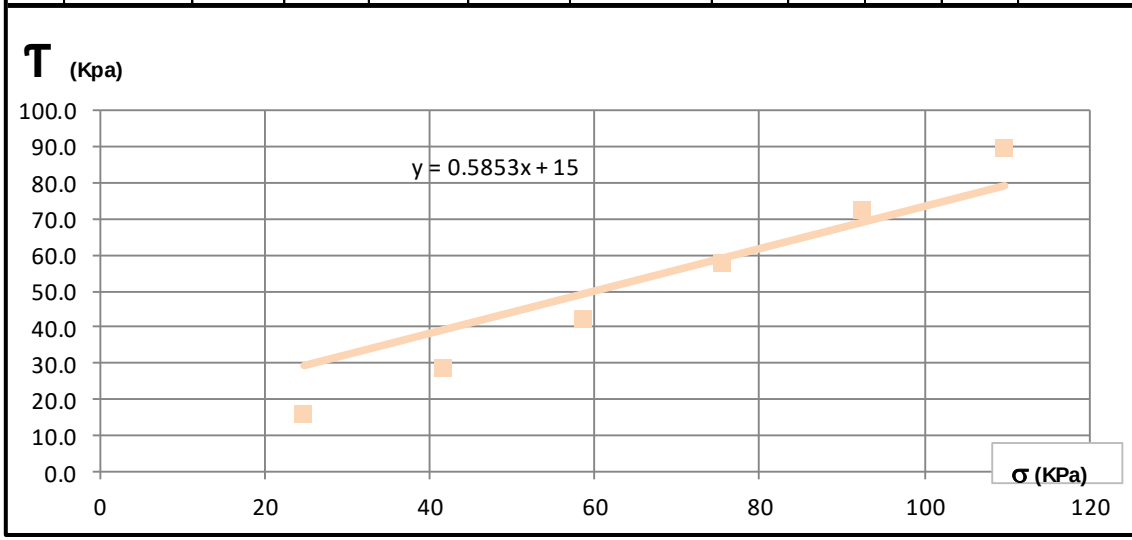
CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS
MEMORIAS DE CÁLCULO

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Parámetro:	Ángulo de Fricción Interna (ø°) y Cohesión a partir del Standard Penetratión Testing (S.P.T.).
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.
Fecha:	Abril de 2026.
Sondeo:	P-8

Peso del martillo (Kg):	63.5	Método de Cálculo:	Gonzales 1999
Altura de caída (m):	0.76		Seed Idriss (Marcuson) (Cn <=2)
ZNF(m)=	N-A		Kishida ajustada a e=45%
F.S.	1.2		

Z(m)	γ (KN/m3)	σv (Kpa)	μ (Kpa)	σ´v (Kpa)	N(campo)	N1(Confina)	n2	n3	n4	Rs	K (Marcuson)	Cn	N1(45)	ϕ'eq (°)	τ (Kpa)	C' (Kpa)	ϕ' (°)	Suelo
1.45	17	24.65	0	24.65	18	26	0.95	1.00	1.00	0.247	1.41	1.47	23	32	15.5	15	30.34	Limo arcilloso a limo arenoso
2.45	17	41.65	0	41.65	26	34	0.95	1.00	1.00	0.417	1.41	1.29	30	34	28.4			
3.45	17	58.65	0	58.65	33	39	0.95	1.00	1.00	0.587	1.41	1.18	34	36	42.2			
4.45	17	75.65	0	75.65	41	45	0.95	1.00	1.00	0.757	1.41	1.09	40	37	57.6			
5.45	17	92.65	0	92.65	46	47	0.95	1.00	1.00	0.927	1.41	1.03	42	38	72.0			
6.45	17	109.65	0	109.65	54	52	0.95	1.00	1.00	1.097	0.92	0.97	46	39	89.1			



	C (Kpa)	ϕ' (°)	Unidad
Parámetros mayorados	15	25.28	Limo arcilloso a limo arenoso

CLASIFICACION DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO BASADO EN EL ENSAYO S.P.T.

MEMORIAS DE CÁLCULO

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

Parámetro:	Tipo de Perfil de Suelo para Analisis de efectos Locales.
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.
Fecha:	Abril de 2026.

Peso del Martinete (Kg):	63.5	di (m)		
Altura de caída (m):	0.76	d1	d2	d3
		6.5	-	-

Norma Tecnica	N.S.R. 2010	Capitulo	A-2	Zonas de Amenaza sismica y Movimientos sismicos de Diseno	dt (m) 6.5
	Titulo A	Sub-cap:	A.2.4.	Analisis de Efectos Locales	
			A.2.4.3.2.	Numero medio de golpes del ensayo de Penetracion estandar.	

ANALISIS DE RESULTADOS Y PROCESAMIENTO ENSAYO DE CAMPO

Z(m)	Formacion Superficial	P-1		Ni	P-2		Ni	P-3		Ni	P-4		Ni
		Nspt	N60		Nspt	N60		Nspt	N60		Nspt	N60	
1.45	Limo arcilloso a limo arenoso	17	11.9	24.033	16	11.2	23.800	18	12.6	25.083	17	11.9	26.250
2.45		25	17.5		23	16.1		26	18.2		27	18.9	
3.45		31	21.7		32	22.4		34	23.8		36	25.2	
4.45		39	27.3		38	26.6		40	28		43	30.1	
5.45		44	30.8		44	30.8		46	32.2		49	34.3	
6.45		50	35		51	35.7		51	35.7		53	37.1	
$\bar{N}i$				24.033			23.800			25.083			26.250

$\overline{N}$	24.792
Tipo de Perfil de Suelo	D

CLASIFICACION DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO BASADO EN EL ENSAYO S.P.T.

MEMORIAS DE CÁLCULO

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S

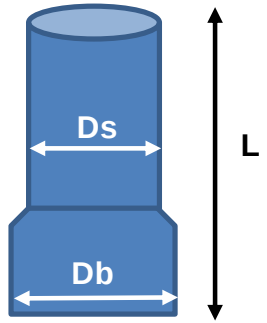
Parámetro:	Tipo de Perfil de Suelo para Analisis de efectos Locales.							
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.							
Fecha:	Abril de 2026.	Peso del Martinete (Kg):	63.5	di (m)				
		Altura de caída (m):	0.76	d1	d2	d3		
				6.5	-	-		
Norma Tecnica	N.S.R. 2010	Capitulo	A-2	Zonas de Amenaza sismica y Movimientos sismicos de Diseno			dt (m)	6.5
	Titulo A	Sub-cap:	A.2.4.	Analisis de Efectos Locales				
			A.2.4.3.2.	Numero medio de golpes del ensayo de Penetracion estandar.				

Z(m)	Formacion Superficial	P-5		Ni	P-6		Ni	P-7		Ni	P-8		Ni
		Nspt	N60		Nspt	N60		Nspt	N60		Nspt	N60	
1.45	Limo arcilloso a limo arenoso	13	9.1	23.450	18	12.6	22.983	19	13.3	23.917	18	12.6	25.433
2.45		24	16.8		23	16.1		25	17.5		26	18.2	
3.45		32	22.4		30	21		31	21.7		33	23.1	
4.45		37	25.9		36	25.2		37	25.9		41	28.7	
5.45		46	32.2		42	29.4		44	30.8		46	32.2	
6.45		49	34.3		48	33.6		49	34.3		54	37.8	
$\bar{N}i$				23.450			22.983			23.917			25.433

$\overline{N}$	23.946
Tipo de Perfil de Suelo	D

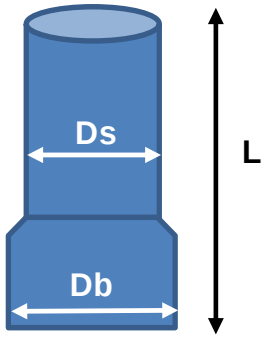
MEMORIAS DE CALCULO CIMENTACIÓN PROFUNDA TIPO PILA

Proyecto:		Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.										
Características de la Pila	Ds (m)=	1.0					Z_{NF} (m)=	N.A		Método Cálculo	Transferencia de carga por punta, Braja DAS.	
	Db (m)=	1.2					F.S=	3				
	Ap (m2)	1.131		q(adm)=		387.98 KPa					Se desprecia Qs	
	L (m)=	5		q(adm) Sismo=		500.33 KPa				Qservicio (KN):		
Z (m)	Tipo de Suelo	γ (KN/M3)	σv (KPa)	μ (Kpa)	σv" (KPa)	Ø°	C (Kpa)	Nq	Nc	N_γ	Qp (KN)	Qadm (KN)
1	Limo arcilloso a limo arenoso	17	17	0	17	24	15	9.603	19.324	9.442	577.809	192.603
2		17	34	0	34	24	15	9.603	19.324	9.442	762.449	254.150
3		17	51	0	51	24	15	9.603	19.324	9.442	947.089	315.696
4		17	68	0	68	24	15	9.603	19.324	9.442	1131.729	377.243
5		17	85	0	85	24	15	9.603	19.324	9.442	1316.369	438.790
6		17	102	0	102	24	15	9.603	19.324	9.442	1501.009	500.336



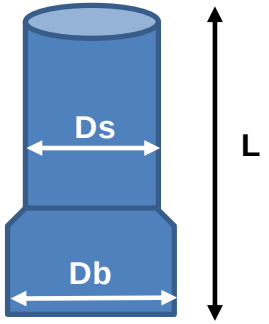
MEMORIAS DE CALCULO CIMENTACIÓN PROFUNDA TIPO PILA

Proyecto:		Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.										
Características de la Pila	Ds (m)=	1.0					Z_{NF} (m)=	N.A		Método Cálculo	Transferencia de carga por punta, Braja DAS.	
	Db (m)=	1.5					F.S=	3				
	Ap (m2)	1.767		q(adm)=		392.79 KPa					Se desprecia Qs	
	L (m)=	5		q(adm) Sismo=		507.56 KPa				Qservicio (KN):		
Z (m)	Tipo de Suelo	ɣ (KN/M3)	σv (KPa)	μ (Kpa)	σv" (KPa)	Ø°	C (Kpa)	Nq	Nc	Nɣ	Qp (KN)	Qadm (KN)
1	Limo arcilloso a limo arenoso	17	17	0	17	24	15	9.603	19.324	9.442	928.354	309.451
2		17	34	0	34	24	15	9.603	19.324	9.442	1216.855	405.618
3		17	51	0	51	24	15	9.603	19.324	9.442	1505.355	501.785
4		17	68	0	68	24	15	9.603	19.324	9.442	1793.855	597.952
5		17	85	0	85	24	15	9.603	19.324	9.442	2082.355	694.118
6		17	102	0	102	24	15	9.603	19.324	9.442	2370.855	790.285



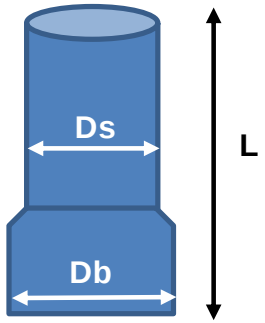
MEMORIAS DE CALCULO CIMENTACIÓN PROFUNDA TIPO PILA

Proyecto:		Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.										
Características de la Pila	Ds (m)=	1.0					Z_{NF} (m)=	N.A		Método Cálculo	Transferencia de carga por punta, Braja DAS.	
	Db (m)=	1.8					F.S=	3				
	Ap (m2)	2.545		q(adm)=		397.61 KPa					Se desprecia Qs	
	L (m)=	5		q(adm) Sismo=		514.78 KPa				Qservicio (KN):		
Z (m)	Tipo de Suelo	γ (KN/M3)	σv (KPa)	μ (Kpa)	σv" (KPa)	Ø°	C (Kpa)	Nq	Nc	N_γ	Qp (KN)	Qadm (KN)
1	Limo arcilloso a limo arenoso	17	17	0	17	24	15	9.603	19.324	9.442	1373.591	457.864
2		17	34	0	34	24	15	9.603	19.324	9.442	1789.031	596.344
3		17	51	0	51	24	15	9.603	19.324	9.442	2204.472	734.824
4		17	68	0	68	24	15	9.603	19.324	9.442	2619.912	873.304
5		17	85	0	85	24	15	9.603	19.324	9.442	3035.352	1011.784
6		17	102	0	102	24	15	9.603	19.324	9.442	3450.792	1150.264



MEMORIAS DE CALCULO CIMENTACIÓN PROFUNDA TIPO PILA

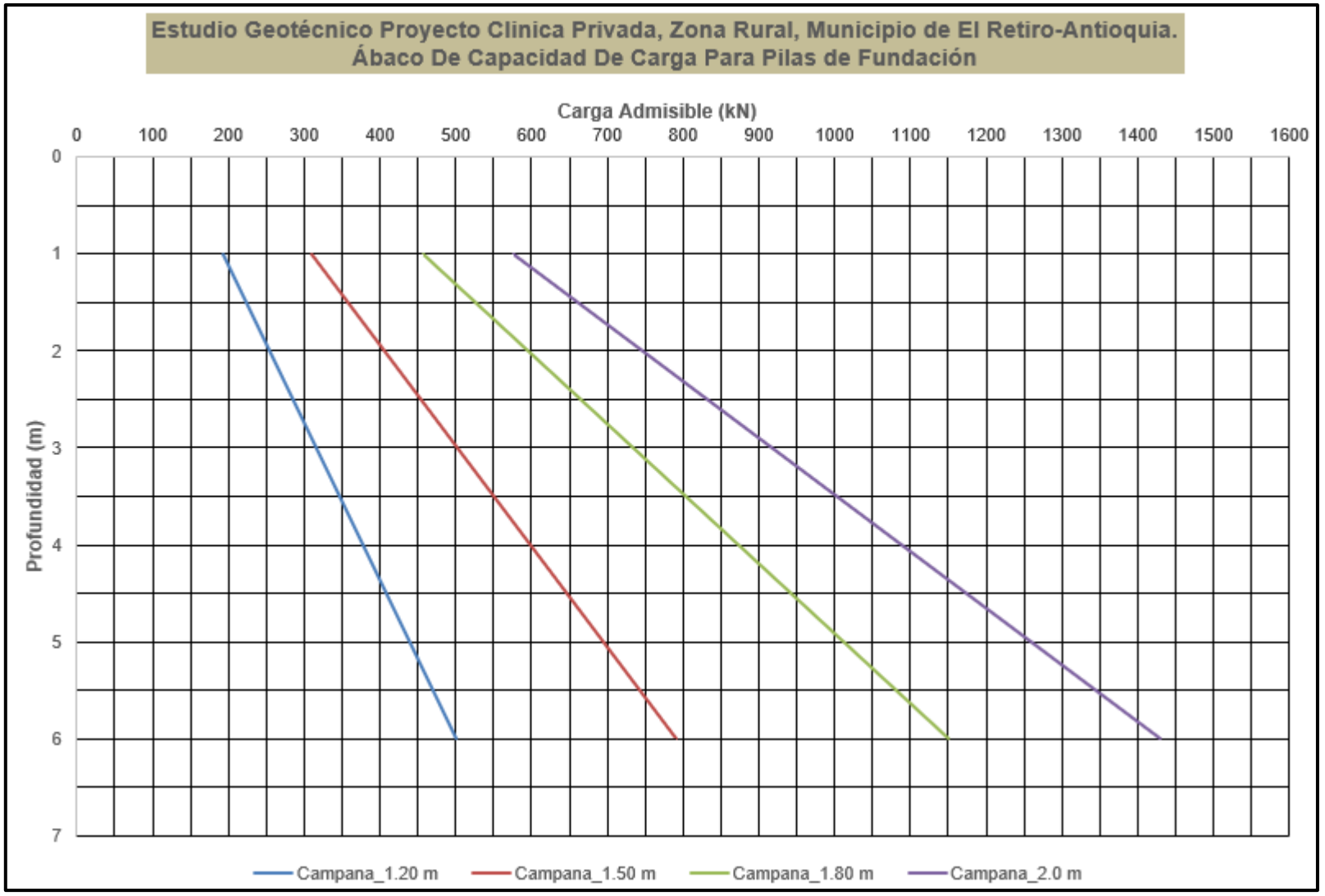
Proyecto:		Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.										
Características de la Pila	Ds (m)=	1.0					Z_{NF} (m)=	N.A		Método Cálculo	Transferencia de carga por punta, Braja DAS.	
	Db (m)=	2.0					F.S=	3				
	Ap (m2)	3.142		q(adm)=		400.82 KPa					Se desprecia Qs	
	L (m)=	5		q(adm) Sismo=		519.60 KPa				Qservicio (KN):		
Z (m)	Tipo de Suelo	γ (KN/M3)	σv (KPa)	μ (Kpa)	σv" (KPa)	ø°	C (Kpa)	Nq	Nc	Nγ	Qp (KN)	Qadm (KN)
1	Limo arcilloso a limo arenoso	17	17	0	17	24	15	9.603	19.324	9.442	1726.047	575.349
2		17	34	0	34	24	15	9.603	19.324	9.442	2238.936	746.312
3		17	51	0	51	24	15	9.603	19.324	9.442	2751.826	917.275
4		17	68	0	68	24	15	9.603	19.324	9.442	3264.715	1088.238
5		17	85	0	85	24	15	9.603	19.324	9.442	3777.604	1259.201
6		17	102	0	102	24	15	9.603	19.324	9.442	4290.493	1430.164

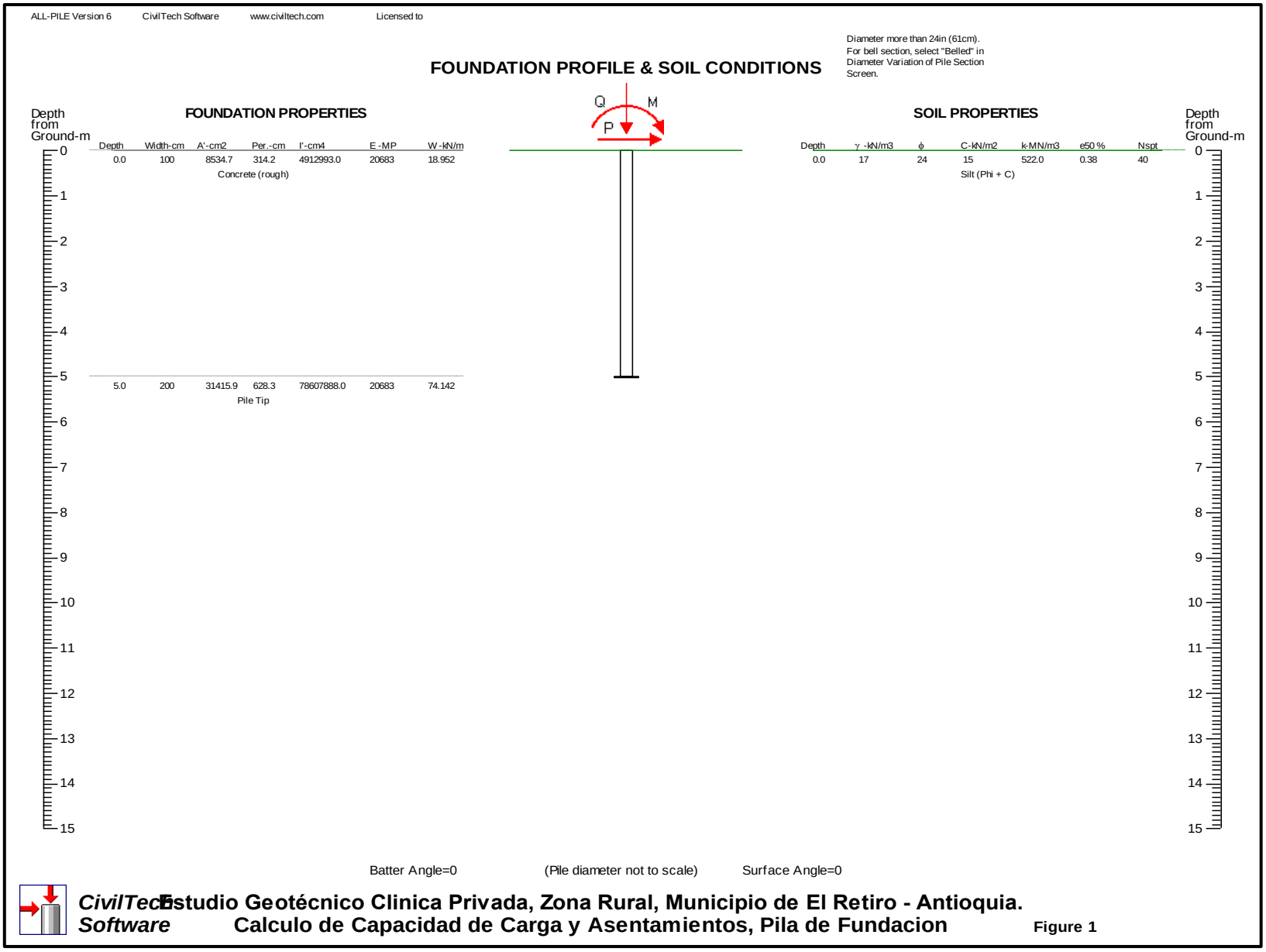


ASENTAMIENTO PILA DE FUNDACIÓN (Según cargas admisibles)													
MEMORIAS DE CÁLCULO													
Método de Cálculo: Vesic, 1977; Bowles, 1997.													
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.												
Suelo	Es (Kpa)=	23864		Pila	ε=	0.67	constante que depende de la naturaleza de la distribución de la resistencia por fricción superficial unitaria a lo largo del fuste.						
	μs=	0.3			fc" (Mpa)	21	Resistencia a la compresión del concreto de la Pila						
	N1(72)=	40		Análisis de capacidad de carga (Cortante-Punzonamiento)			qadm_cp (KPa)		Análisis de Deformaciones			qadm_def (Kpa)	397.606
							400.816		qadm_neta (Kpa)			400.816	
Estrato Portante	Db (m)	L (m)	Ap (m2)	Ep (Kpa)	Qs (KN)	Qp (KN)	Qadm (KN)	Se (1) m	Se (2) m	Se (3) m	Se (m)	Método Qp	qaplicada(Kpa)
Limo arcilloso a limo arenoso	1.2	5	1.13	16497272.5	0	438.790	438.790	0.00012	0.015	0.0000	0.015	Braja	387.976
	1.5	5	1.77	16497272.5	0	694.118	694.118	0.00012	0.019	0.0000	0.019	Braja	392.790
	1.8	5	2.54	16497272.5	0	1011.784	1011.784	0.00012	0.023	0.0000	0.023	Braja	397.606
	2.0	5	3.14	16497272.5	0	1259.201	1259.201	0.00012	0.026	0.0000	0.026	Braja	400.816

CORRELACIÓN GEOTÉCNICA DE PARÁMETROS GEOMECÁNICOS										
MEMORIAS DE CÁLCULO										
Parámetro:	Varios									
Proyecto:	Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.									
Fecha:	Junio de 2026.									
Z(m)	γ (KN/m3)	C (Kpa)	ϕ°	Ka	Kp	Es (Kpa)	ν	Ks (KN/m3)	Kh (KN/m3)	Suelo
1.00 - 15.50	17	15	24	0.4	2.4	23864	0.30	21000	14000	Limo arcilloso a limo arenoso

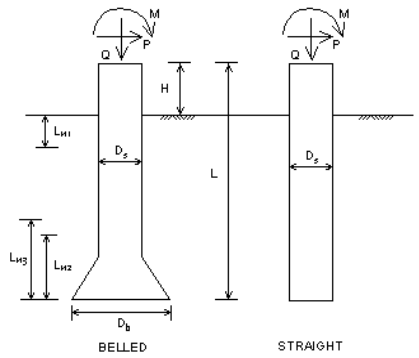
ÁBACO DE CAPACIDAD DE CARGA PARA LAS PILAS DE FUNDACIÓN




ALL-PILE Version 6 CivilTech Software www.civiltech.com Licensed to
FOUNDATION PROFILE & SOIL CONDITIONS
Diameter more than 24in (61cm).
For bell section, select "Belled" in
Diameter Variation of Pile Section
Screen.
FOUNDATION PROPERTIES
Depth from Ground-m
Depth Width-cm A'-cm2 Per.-cm I'-cm4 E-MP W-kN/m
0.0 100 8534.7 314.2 4912993.0 20683 18.952
Concrete (rough)
5.0 200 31415.9 628.3 78607888.0 20683 74.142
Pile Tip
Q
M
P
SOIL PROPERTIES
Depth γ-kN/m3 ϕ C-kN/m2 k-MN/m3 e50 % Nspt
0.0 17 24 15 522.0 0.38 40
Silt (Phi + C)
Depth from Ground-m
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Batter Angle=0
(Pile diameter not to scale)
Surface Angle=0
CivilTech Software
Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.
Calculo de Capacidad de Carga y Asentamientos, Pila de Fundacion
Figure 1

VERTICAL ANALYSIS

Figure 1



Drilled Shaft (dia >24 in. or 61 cm)

Loads:
Load Factor for Vertical Loads= 1.0
Load Factor for Lateral Loads= 1.0
Loads Supported by Pile Cap= 0 %
Shear Condition: Static

Vertical Load, Q= 1259.2 -kN
Shear Load, P= 0.0 -kN
Moment, M= 0.0 -kN-m

Profile:
Pile Length, L= 5.0 -m
Top Height, H= 0 -m
Slope Angle, As= 0
Batter Angle, Ab= 0

Nocontributing Zone, Ln1=Ln2=Ln3=0.

Soil Data:

Depth -m	Gamma -kN/m3	Phi	C -kN/m2	K -MN/m3	e50 or Dr %	Nspt
0	17	24	15	522.0	0.38	40

Pile Data:

Depth -m	Width -cm	Area -cm2	Per. -cm	I -cm4	E -MP	Weight -kN/m
0.0	100	8534.7	314.2	4912993.0	20683	18.952
5.0	200	31415.9	628.3	78607888.0	20683	74.142

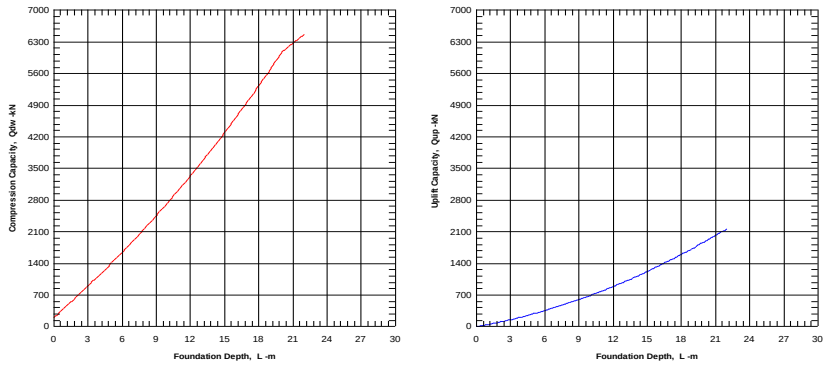
Vertical capacity:
Weight above Ground= 0.00 Total Weight= 94.76-kN *Soil Weight is not included
Side Resistance (Down)= 398.407-kN Side Resistance (Up)= 328.654-kN
Tip Resistance (Down)= 1690.118-kN Tip Resistance (Up)= 0.000-kN
Total Ultimate Capacity (Down)= 2088.524-kN Total Ultimate Capacity (Up)= 423.414-kN
Total Allowable Capacity (Down)= 1392.350-kN Total Allowable Capacity (Up)= 282.276-kN
OK! Qallow > Q

Settlement Calculation:
At Q= 1259.20-kN Settlement= 1.43110-cm
At Xallow= 2.50-cm Qallow= 1597.48914-kN

Note: If program can't find result or the result exceeds the up limits. The result shows 9999.

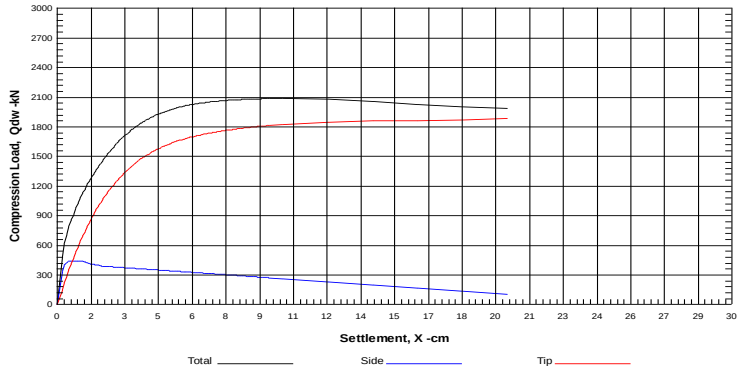
ALL-PILE Version 6 CivilTech Software www.civiltech.com Licensed to

ALLOWABLE CAPACITY vs FOUNDATION DEPTH



ALL-PILE Version 6 CivilTech Software www.civiltech.com Licensed to

Vertical Load vs. Settlement



****

ALLPILE 6

VERTICAL ANALYSIS SUMMARY OUTPUT

Copyright by CivilTech Software 2005

www.civiltech.com

(425) 453-6488 Fax (425) 453-5848

****

Title 1: Estudio Geotécnico Clinica Privada, Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.

Title 2: Calculo de Capacidad de Carga y Asentamientos, Pila de Fundacion

TOTAL LOADS:

Vertical Load, Q: 1259.2 -kN

Load Factor for Vertical Loads: 1.0

Loads Supported by Pile Cap: 0 %

PILE PROFILE:

Pile Length, L= 5.0 -m

Top Height, H= 0 -m

Slope Angle, As= 0

Batter Angle, Ab= 0.00 Batter Factor, Kbat= 1.00

SINGLE PILE:

Deduction factor due to Group Effect, R= 1.00

Vertical Load= 1259.20 -kN

Single Pile Vertical Analysis:

Results:

Total Ultimate Capacity (Down)= 2088.52-kN, Total Ultimate Capacity (Up)= 423.41-kN

Total Allowable Capacity (Down)= 1392.35-kN, Total Allowable Capacity (Up)= 282.28-kN

At Work Load= 1259.20-kN, Settlement= 1.43110-cm

At Work Load= 1259.20-kN, Secant Stiffness Kqx= 879.89-kN/-cm

At Allowable Settlement= 2.500-cm, Capacity= 1597.49-kN

Work Load, 1259.20-kN, OK with the Capacity at Allowable Settlement= 2.50-cm, Capacity= 1597.49-kN

Work Load, 1259.20-kN, OK with the Allowable Capacity (Down)= 1392.35-kN

FACTOR OF SAFETY:

FSside	FStip	FSuplif	FSweight
1.5	1.5	1.5	1.5

Note: If program can't find result or the result exceeds the up limits. The result shows 9999.

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S — LABORATORIO DE SUELOS	PROYECTO :	Estudio Geotécnico Clinica Privada	FECHA:	Abril de 2026.
			PERF:	1
	Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.		MUESTRA N°	3
CLIENTE:			PROFUNDIDAD (m) :	3.0-3.45
DESCRIPCION:	Arena-limosa amarillosa con zonas rojizas, grisáceas y oscuras			

CLASIFICACION DE SUELOS (U.S.C - AASHTO)

PESO INICIAL	215.52	FINAL	215.2

TAMIZ Pulg	TAMIZ mm	PESO. RET INDI	% RET. INDIV.	% QUE PASA
2-1/2"	63.50	0.00	0.0	100.0
2"	50.80	0.00	0.0	100.0
1-1/2"	38.10	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	12.45	5.8	94.2
1/2"	12.50	8.22	3.8	90.4
3/8"	9.50	16.05	7.5	82.9
N°4	4.75	10.46	4.9	78.1
N°10	2.00	14.71	6.8	71.2
N°30	0.60	13.86	6.4	64.8
N°40	0.42	9.48	4.4	60.4
N°80	0.18	5.28	2.5	57.9
N°100	0.15	7.77	3.6	54.3
N°200	0.075	17.99	8.4	46.0
Fondo	0.000	98.95	46.0	0.0
Totales =		215.2	100.0	

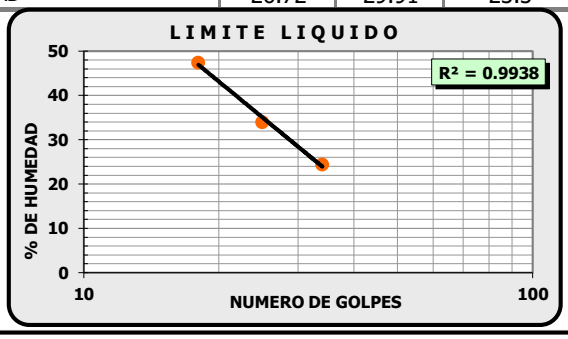
CLASIFICACION		
LIMITE LIQUIDO	34	AASHTO
LIMITE PLASTICO	28	---
INDICE DE PLASTICIDAD	6	U.S.C.S
INDICE DE GRUPO	---	SM

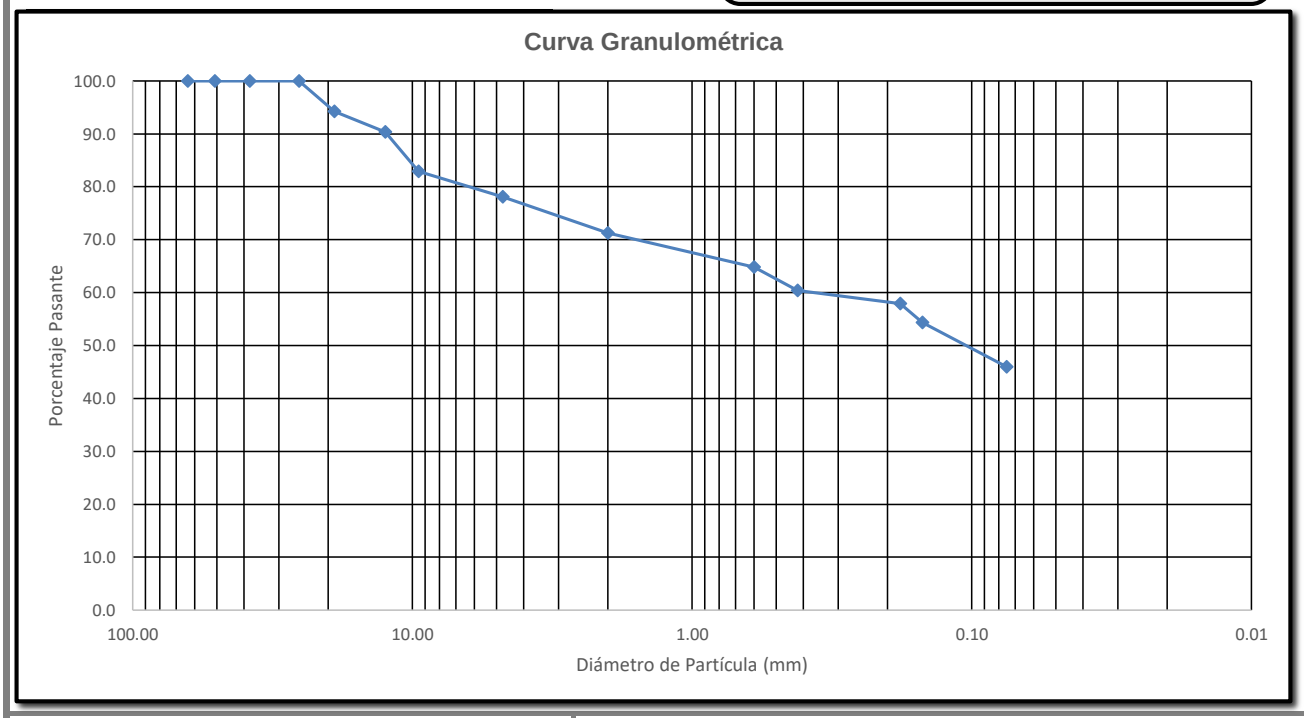
OBSERVACIONES :

LIMITE LIQUIDO			
ENSAYO N°	1	2	3
TARA N°	T61	T84-S	TK-44
N° DE GOLPES	18	25	34
PESO SUELO+TARA HUMEDO	27.18	21.83	25.7
PESO SUELO+TARA SECO	20.14	17.61	21.6
PESO TARA	5.3	5.2	5.1
% DE HUMEDAD	47.44	34.00	24.49

LIMITE PLASTICO			% Humedad Natural
ENSAYO N°	1	2	
TARA N°	T116-F	TP-131	TR-434
PESO SUELO+TARA HUMEDO	7.16	8.44	22.15
PESO SUELO+TARA SECO	6.81	7.74	18.97
PESO TARA	5.50	5.40	5.3
% DE HUMEDAD	26.72	29.91	23.3

CU
1.0
CC
1.0
D 10
1.00
D 30
1.00
D 60
1.00





LABORATORIO	RESPONSABLE :
Elaborado por: A.F.G.V.	Aprobado por: W.U.G.B.

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S — LABORATORIO DE SUELOS	PROYECTO :	Estudio Geotécnico Clinica Privada	FECHA:	Abril de 2026.
			PERF:	2
		Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.	MUESTRA N°	2
CLIENTE:			PROFUNDIDAD (m) :	2.0-2.45
DESCRIPCION:	Limo de baja plasticidad de tonalidad azulada y grisácea			

C L A S I F I C A C I O N D E S U E L O S (U.S.C - AASHTO)

PESO INICIAL	236.69	FINAL	236.54

TAMIZ		PESO. RET INDI	% RET. INDIV.	% QUE PASA
Pulg	mm			
2-1/2"	63.50	0.00	0.0	100.0
2"	50.80	0.00	0.0	100.0
1-1/2"	38.10	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	7.44	3.1	96.9
1/2"	12.50	9.12	3.9	93.0
3/8"	9.50	7.69	3.3	89.7
N°4	4.75	8.25	3.5	86.3
N°10	2.00	11.33	4.8	81.5
N°30	0.60	12.69	5.4	76.1
N°40	0.42	15.04	6.4	69.7
N°80	0.18	18.14	7.7	62.1
N°100	0.15	11.30	4.8	57.3
N°200	0.075	9.83	4.2	53.1
Fondo	0.000	125.71	53.1	0.0
Totales =		236.54	100.0	

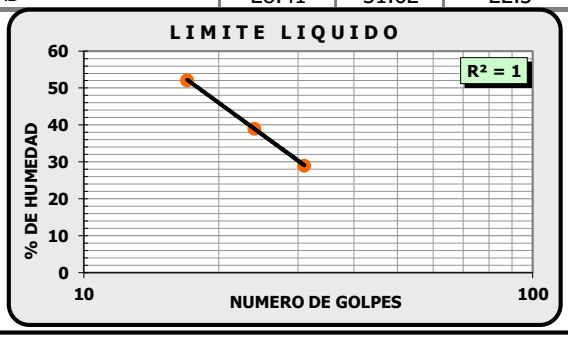
C L A S I F I C A C I O N		
LIMITE LIQUIDO	40	AASHTO
LIMITE PLASTICO	30	---
INDICE DE PLASTICIDAD	10	U.S.C.S
INDICE DE GRUPO	---	ML

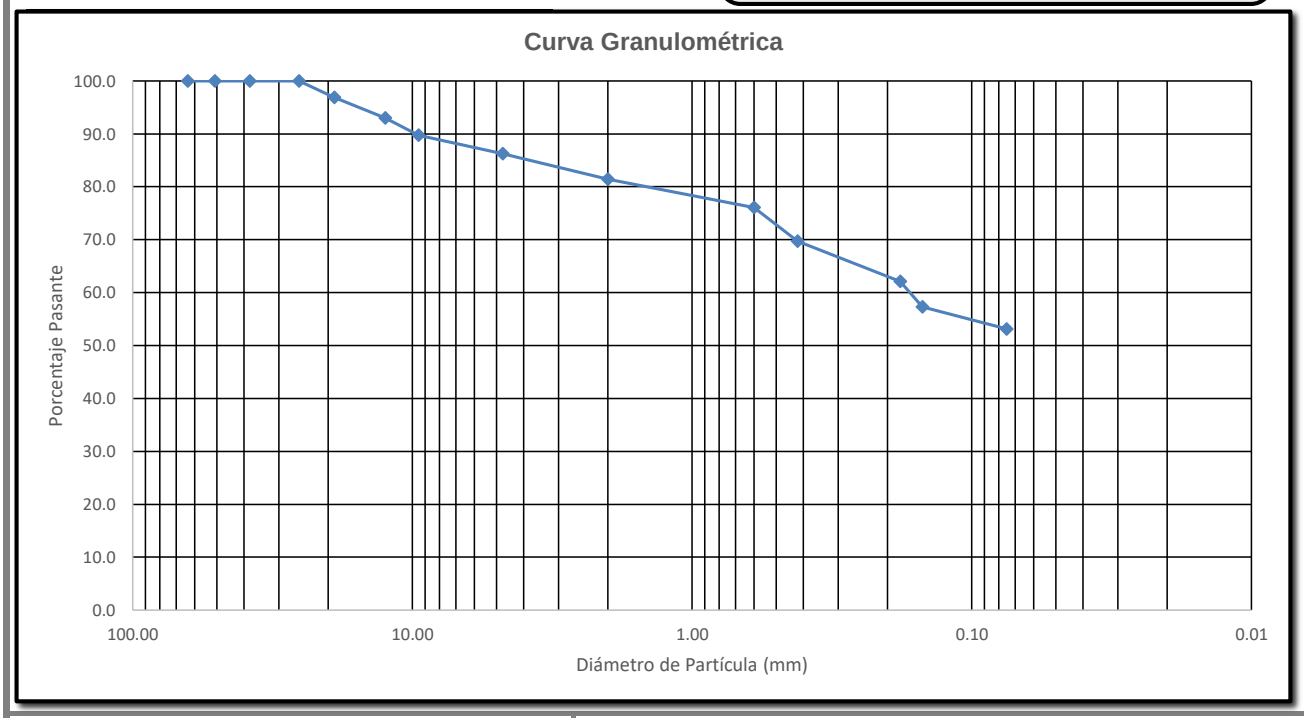
O B S E R V A C I O N E S :

L I M I T E L I Q U I D O			
E N S A Y O N°	1	2	3
TARA N°	TU-087	T124	T97-C
N° DE GOLPES	24	31	17
PESO SUELO+TARA HUMEDO	26.93	24.52	18.66
PESO SUELO+TARA SECO	20.84	20.16	14.04
PESO TARA	5.24	5.15	5.19
% DE HUMEDAD	39.04	29.05	52.20

L I M I T E P L A S T I C O			% Humedad Natural
E N S A Y O N°	1	2	
TARA N°	TY-325	T15	T80
PESO SUELO+TARA HUMEDO	11.03	12.36	20.52
PESO SUELO+TARA SECO	9.74	10.64	17.74
PESO TARA	5.2	5.2	5.3
% DE HUMEDAD	28.41	31.62	22.3

CU	
1.0	
CC	
1.0	
D 10	
1.00	
D 30	
1.00	
D 60	
1.00	





LABORATORIO	RESPONSABLE :
Elaborado por: A.F.G.V.	Aprobado por: W.U.G.B.

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S	**LABORATORIO DE SUELOS**	PROYECTO :	Estudio Geotécnico Clinica Privada	FECHA: Abril de 2026.
				PERF: 3
		Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.		MUESTRA N° 10
CLIENTE:				PROFUNDIDAD (m) : 10-10.45
DESCRIPCION:	Limo de baja plasticidad de color azulado y grisáceo, con zonas rojizas, amarillosas y claras			

C L A S I F I C A C I O N D E S U E L O S (U.S.C - AASHTO)

PESO INICIAL	271.0	FINAL	271.0

TAMIZ		PESO. RET INDI	% RET. INDIV.	% QUE PASA
Pulg	mm			
2-1/2"	63.50	0.00	0.0	100.0
2"	50.80	0.00	0.0	100.0
1-1/2"	38.10	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	15.81	5.8	94.2
3/8"	9.50	10.36	3.8	90.3
N°4	4.75	14.72	5.4	84.9
N°10	2.00	12.22	4.5	80.4
N°30	0.60	9.87	3.6	76.8
N°40	0.42	13.05	4.8	71.9
N°80	0.18	16.59	6.1	65.8
N°100	0.15	14.25	5.3	60.6
N°200	0.075	12.83	4.7	55.8
Fondo	0.000	151.26	55.8	0.0
Totales =		271.0	100.0	

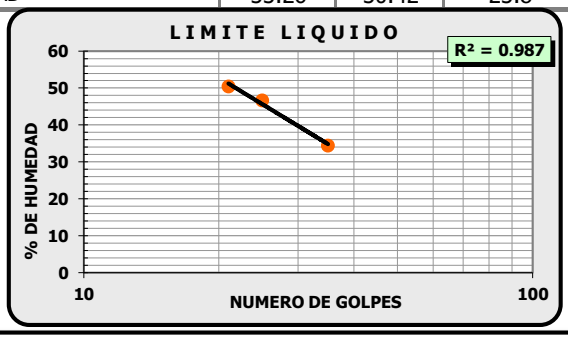
C L A S I F I C A C I O N		
LIMITE LIQUIDO	47	AASHTO
LIMITE PLASTICO	32	---
INDICE DE PLASTICIDAD	15	U.S.C.S
INDICE DE GRUPO	---	ML

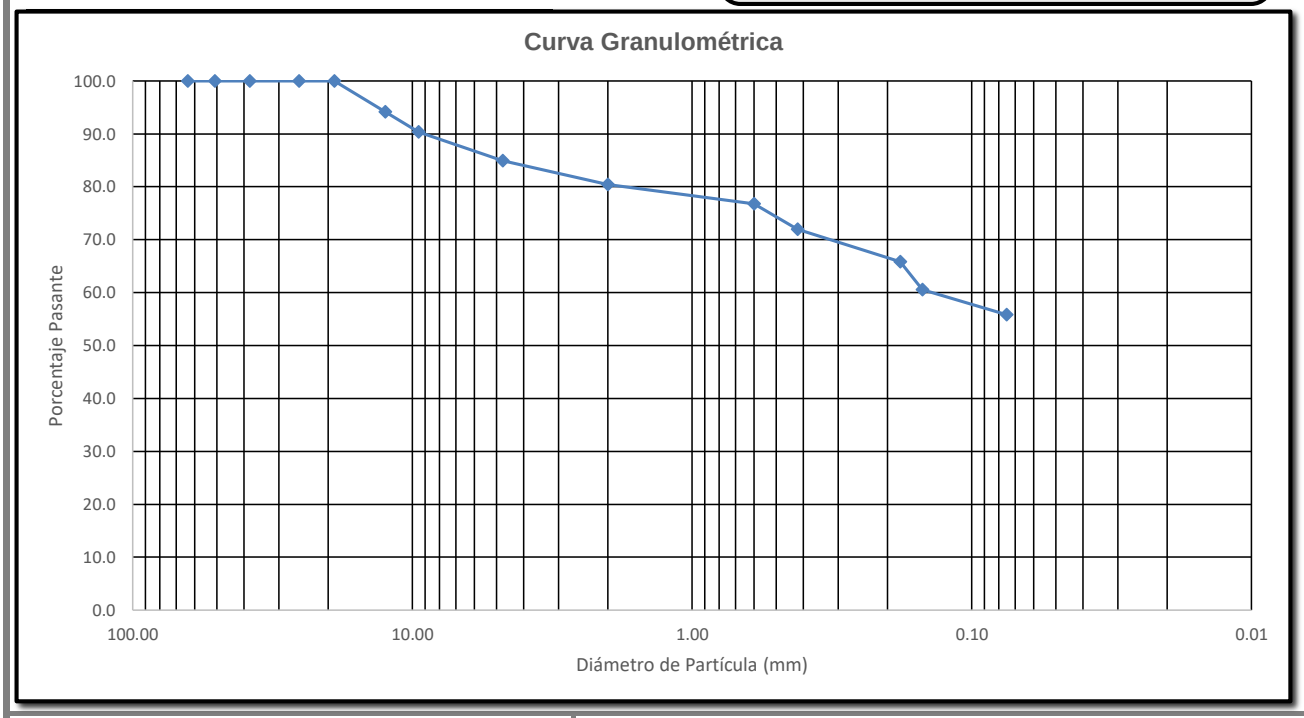
O B S E R V A C I O N E S :

L I M I T E L I Q U I D O			
E N S A Y O N°	1	2	3
TARA N°	TC-013	TH-632	TF-74
N° DE GOLPES	25	35	21
PESO SUELO+TARA HUMEDO	28.41	26.16	23.12
PESO SUELO+TARA SECO	21.02	20.84	17.14
PESO TARA	5.2	5.4	5.3
% DE HUMEDAD	46.71	34.46	50.51

L I M I T E P L A S T I C O			% Humedad Natural
E N S A Y O N°	1	2	
TARA N°	TW-43	TD-2	T136-V
PESO SUELO+TARA HUMEDO	11.25	13.46	24.72
PESO SUELO+TARA SECO	9.74	11.58	20.97
PESO TARA	5.2	5.4	5.2
% DE HUMEDAD	33.26	30.42	23.8

CU
1.0
CC
1.0
D 10
1.00
D 30
1.00
D 60
1.00





LABORATORIO	RESPONSABLE :
Elaborado por: A.F.G.V.	Aprobado por: W.U.G.B.

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S	**LABORATORIO DE SUELOS**	PROYECTO :	Estudio Geotécnico Clinica Privada	FECHA: Abril de 2026.
				PERF: 4
		Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.		MUESTRA N° 2
CLIENTE:				PROFUNDIDAD (m) : 2.0-2.45
DESCRIPCION:	Limo-arcilloso a limo-arenoso azulado con zonas rojizas			

C L A S I F I C A C I O N D E S U E L O S (U.S.C - AASHTO)

PESO INICIAL	272.3	FINAL	272.3

TAMIZ		PESO. RET INDI	% RET. INDIV.	% QUE PASA
Pulg	mm			
2-1/2"	63.50	0.00	0.0	100.0
2"	50.80	0.00	0.0	100.0
1-1/2"	38.10	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	14.32	5.3	94.7
3/8"	9.50	7.18	2.6	92.1
N°4	4.75	16.20	5.9	86.2
N°10	2.00	12.05	4.4	81.7
N°30	0.60	11.88	4.4	77.4
N°40	0.42	8.31	3.1	74.3
N°80	0.18	17.48	6.4	67.9
N°100	0.15	15.91	5.8	62.1
N°200	0.075	22.12	8.1	53.9
Fondo	0.000	146.84	53.9	0.0
Totales =		272.3	100.0	

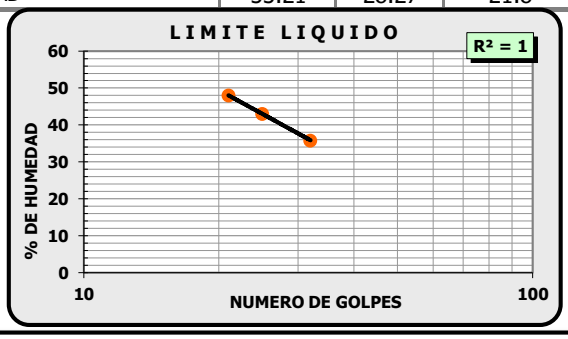
C L A S I F I C A C I O N		
LIMITE LIQUIDO	43	AASHTO
LIMITE PLASTICO	31	---
INDICE DE PLASTICIDAD	12	U.S.C.S
INDICE DE GRUPO	---	ML

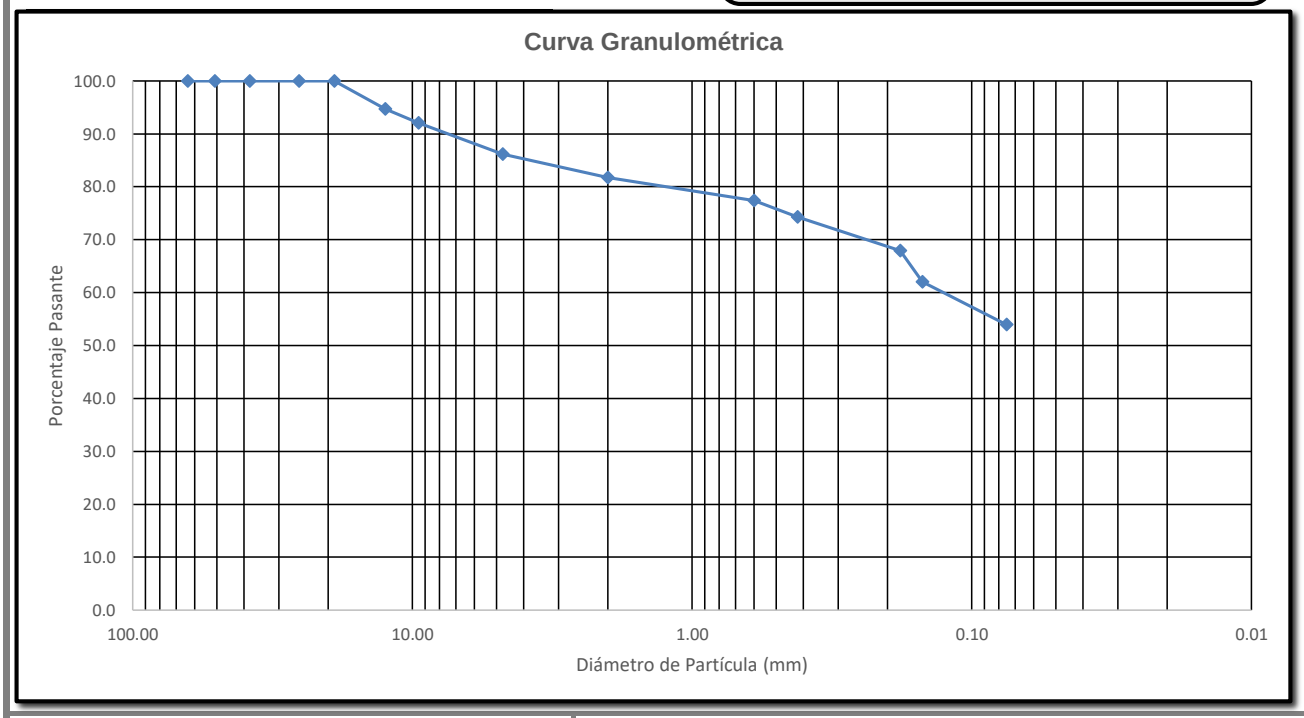
O B S E R V A C I O N E S :

L I M I T E L I Q U I D O			
E N S A Y O N°	1	2	3
TARA N°	TQ-2	T30	T22
N° DE GOLPES	25	32	21
PESO SUELO+TARA HUMEDO	22.49	22.16	19.33
PESO SUELO+TARA SECO	17.32	17.71	14.81
PESO TARA	5.3	5.3	5.4
% DE HUMEDAD	43.01	35.86	48.03

L I M I T E P L A S T I C O			% Humedad Natural
E N S A Y O N°	1	2	
TARA N°	T14	T300	T68-M
PESO SUELO+TARA HUMEDO	12.56	11.35	21.55
PESO SUELO+TARA SECO	10.71	10.01	18.61
PESO TARA	5.1	5.3	5.1
% DE HUMEDAD	33.21	28.27	21.8

CU	
1.0	
CC	
1.0	
D 10	
1.00	
D 30	
1.00	
D 60	
1.00	





LABORATORIO	RESPONSABLE :
Elaborado por: A.F.G.V.	Aprobado por: W.U.G.B.

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S — LABORATORIO DE SUELOS	PROYECTO :	Estudio Geotécnico Clinica Privada	FECHA:	Abril de 2026.
			PERF:	5
		Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.	MUESTRA N°	3
CLIENTE:			PROFUNDIDAD (m) :	3.0-3.45
DESCRIPCION:	Arena-limosa color amarilla y rojiza			

C L A S I F I C A C I O N D E S U E L O S (U.S.C - AASHTO)

PESO INICIAL	201.34	FINAL	201.2

TAMIZ		PESO. RET INDI	% RET. INDIV.	% QUE PASA
Pulg	mm			
2-1/2"	63.50	0.00	0.0	100.0
2"	50.80	0.00	0.0	100.0
1-1/2"	38.10	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	8.71	4.3	95.7
3/8"	9.50	10.55	5.2	90.4
N°4	4.75	14.26	7.1	83.3
N°10	2.00	12.81	6.4	77.0
N°30	0.60	14.33	7.1	69.9
N°40	0.42	9.46	4.7	65.2
N°80	0.18	8.71	4.3	60.8
N°100	0.15	16.82	8.4	52.5
N°200	0.075	14.13	7.0	45.4
Fondo	0.000	91.45	45.4	0.0
Totales =		201.2	100.0	

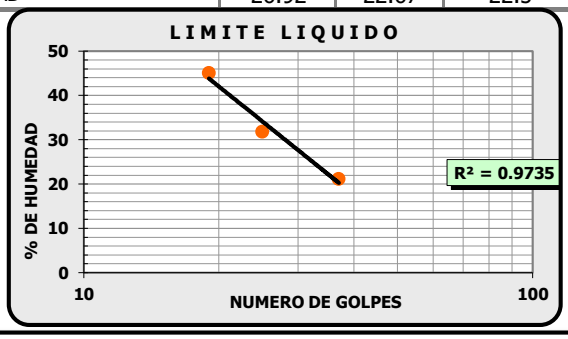
C L A S I F I C A C I O N		
LIMITE LIQUIDO	32	AASHTO
LIMITE PLASTICO	25	---
INDICE DE PLASTICIDAD	7	U.S.C.S
INDICE DE GRUPO	---	SM

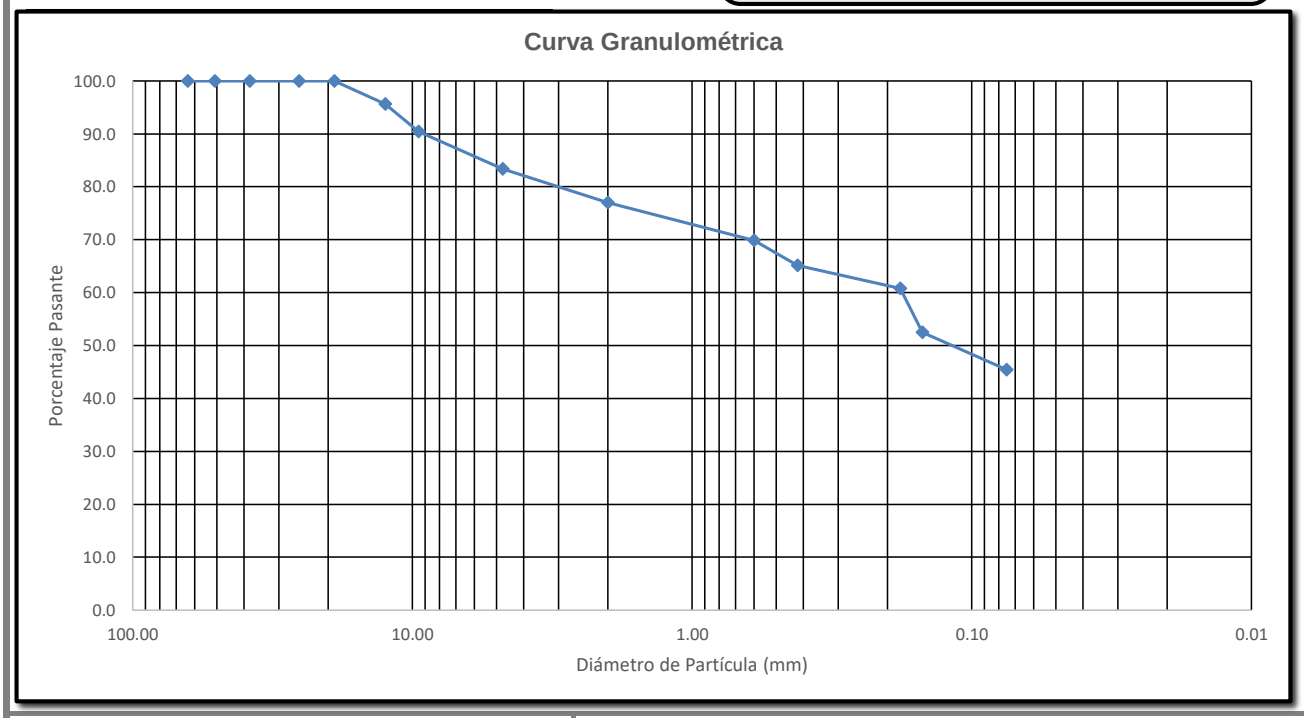
O B S E R V A C I O N E S :

L I M I T E L I Q U I D O			
E N S A Y O N°	1	2	3
TARA N°	TE-10	T33	TX-005
N° DE GOLPES	19	25	37
PESO SUELO+TARA HUMEDO	17.26	21.06	24.93
PESO SUELO+TARA SECO	13.54	17.25	21.48
PESO TARA	5.3	5.3	5.2
% DE HUMEDAD	45.15	31.88	21.19

L I M I T E P L A S T I C O			% Humedad Natural
E N S A Y O N°	1	2	
TARA N°	TN-189	TH-46	T53
PESO SUELO+TARA HUMEDO	11.04	12.55	19.61
PESO SUELO+TARA SECO	9.78	11.21	16.98
PESO TARA	5.1	5.3	5.3
% DE HUMEDAD	26.92	22.67	22.5

CU	
1.0	
CC	
1.0	
D 10	
1.00	
D 30	
1.00	
D 60	
1.00	





LABORATORIO	RESPONSABLE :
Elaborado por: A.F.G.V.	Aprobado por: W.U.G.B.

LABORATORIO DE SUELOS	PROYECTO : Estudio Geotécnico Clinica Privada	FECHA:	Abril de 2026.
		PERF:	6
	Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.	MUESTRA N°	2
CLIENTE:		PROFUNDIDAD (m) :	2.0-2.45
DESCRIPCION:	Arena-limosa amarilla y rojiza, con zonas grisáceas y blancuzcas		

CLASIFICACION DE SUELOS (U.S.C - AASHTO)

PESO INICIAL	145.77	FINAL	145.66

TAMIZ		PESO. RET INDI	% RET. INDIV.	% QUE PASA
Pulg	mm			
2-1/2"	63.50	0.00	0.0	100.0
2"	50.80	0.00	0.0	100.0
1-1/2"	38.10	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	7.15	4.9	95.1
3/8"	9.50	10.13	7.0	88.1
N°4	4.75	8.85	6.1	82.1
N°10	2.00	5.91	4.1	78.0
N°30	0.60	6.88	4.7	73.3
N°40	0.42	14.05	9.6	63.6
N°80	0.18	12.99	8.9	54.7
N°100	0.15	9.52	6.5	48.2
N°200	0.075	10.02	6.9	41.3
Fondo	0.000	60.16	41.3	0.0
Totales =		145.66	100.0	

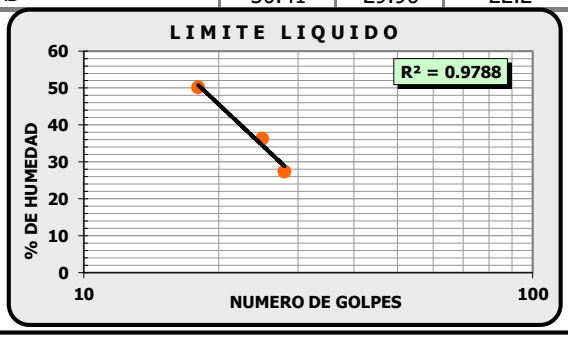
CLASIFICACION		
LIMITE LIQUIDO	36	AASHTO
LIMITE PLASTICO	30	---
INDICE DE PLASTICIDAD	6	U.S.C.S
INDICE DE GRUPO	---	SM

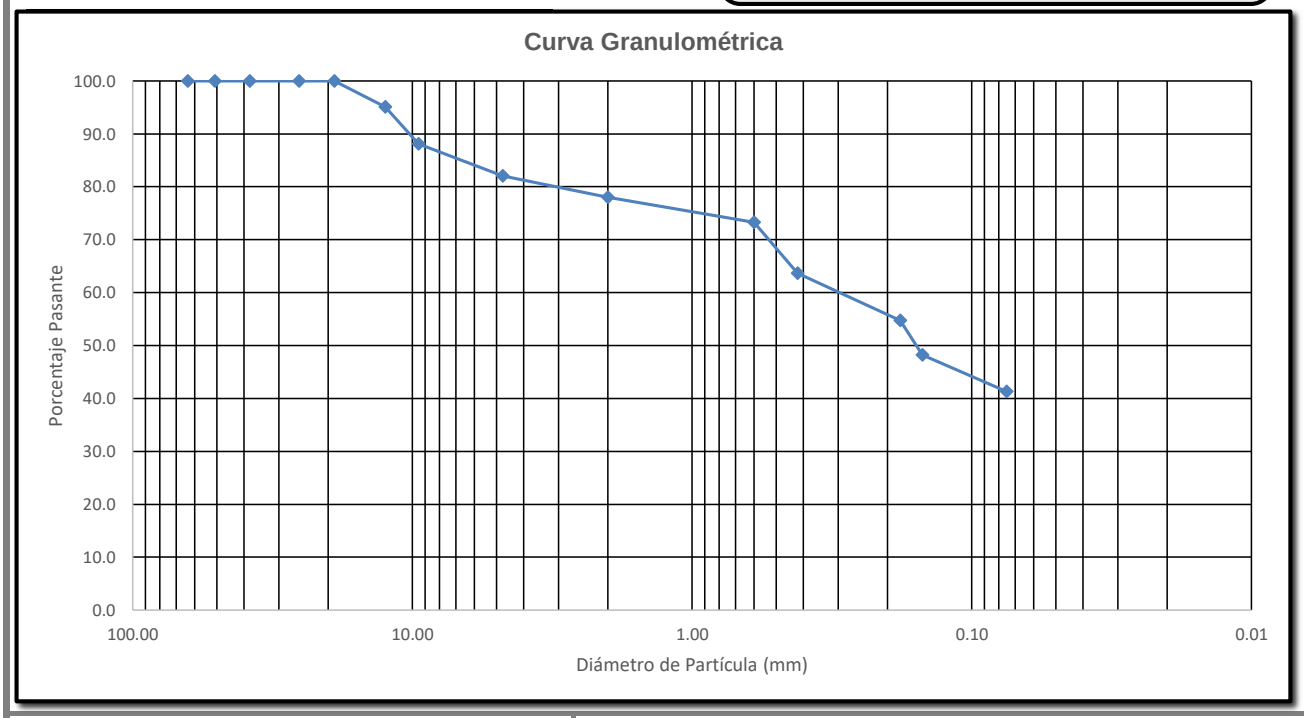
OBSERVACIONES :

LIMITE LIQUIDO			
ENSAYO N°	1	2	3
TARA N°	T22	T19	T13-A
N° DE GOLPES	25	28	18
PESO SUELO+TARA HUMEDO	15.22	18.76	20.06
PESO SUELO+TARA SECO	12.55	15.84	15.12
PESO TARA	5.2	5.2	5.3
% DE HUMEDAD	36.33	27.44	50.31

LIMITE PLASTICO			% Humedad Natural
ENSAYO N°	1	2	
TARA N°	TY-1	T12-H	T16-P
PESO SUELO+TARA HUMEDO	7.43	8.41	23.08
PESO SUELO+TARA SECO	6.91	7.67	19.81
PESO TARA	5.2	5.2	5.1
% DE HUMEDAD	30.41	29.96	22.2

CU	
1.0	
CC	
1.0	
D 10	
1.00	
D 30	
1.00	
D 60	
1.00	





LABORATORIO	RESPONSABLE :
Elaborado por: A.F.G.V.	Aprobado por: W.U.G.B.

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S	LABORATORIO DE SUELOS	PROYECTO :	Estudio Geotécnico Clinica Privada	FECHA: Abril de 2026.
				PERF: 7
			Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.	MUESTRA N° 7
CLIENTE:				PROFUNDIDAD (m) : 7.0-7.45
DESCRIPCION:	Limo de baja plasticidad gris-azulado con zonas rojizas			

C L A S I F I C A C I O N D E S U E L O S (U.S.C - AASHTO)

PESO INICIAL	245.2	FINAL	245.2

TAMIZ		PESO. RET INDI	% RET. INDIV.	% QUE PASA
Pulg	mm			
2-1/2"	63.50	0.00	0.0	100.0
2"	50.80	0.00	0.0	100.0
1-1/2"	38.10	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	0.00	0.0	100.0
1/2"	12.50	10.81	4.4	95.6
3/8"	9.50	8.42	3.4	92.2
N°4	4.75	9.36	3.8	88.3
N°10	2.00	13.46	5.5	82.9
N°30	0.60	16.72	6.8	76.0
N°40	0.42	9.28	3.8	72.2
N°80	0.18	11.46	4.7	67.6
N°100	0.15	15.89	6.5	61.1
N°200	0.075	20.33	8.3	52.8
Fondo	0.000	129.46	52.8	0.0
Totales =		245.2	100.0	

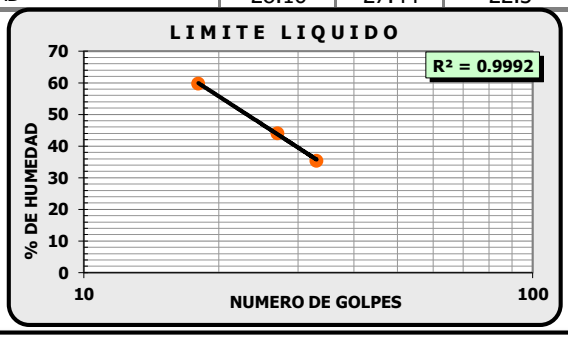
C L A S I F I C A C I O N		
LIMITE LIQUIDO	41	AASHTO
LIMITE PLASTICO	28	---
INDICE DE PLASTICIDAD	13	U.S.C.S
INDICE DE GRUPO	---	ML

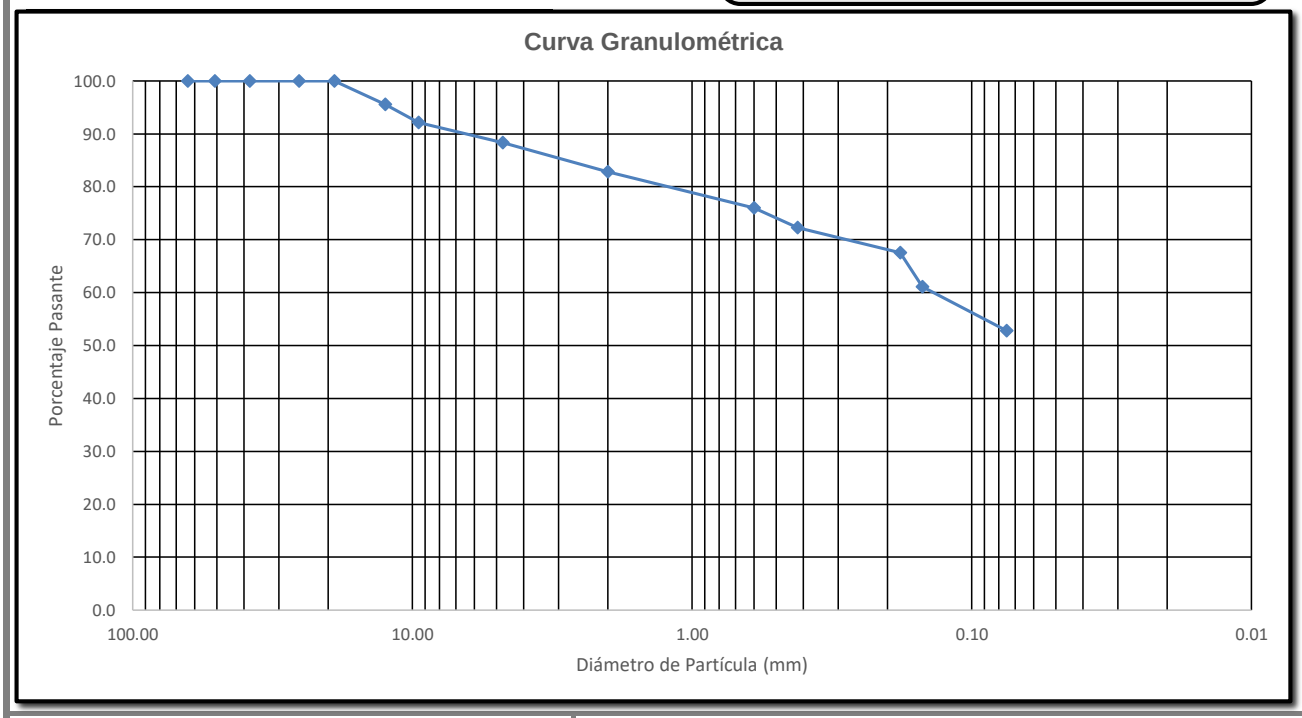
O B S E R V A C I O N E S :

L I M I T E L I Q U I D O			
E N S A Y O N°	1	2	3
TARA N°	T40	T10-H	TD-28
N° DE GOLPES	27	33	18
PESO SUELO+TARA HUMEDO	25.35	21.16	19.44
PESO SUELO+TARA SECO	19.24	16.98	14.15
PESO TARA	5.40	5.20	5.30
% DE HUMEDAD	44.15	35.48	59.77

L I M I T E P L A S T I C O			% Humedad Natural
E N S A Y O N°	1	2	
TARA N°	TZ-61	T91	T38
PESO SUELO+TARA HUMEDO	13.62	12.46	27.44
PESO SUELO+TARA SECO	11.77	10.94	23.41
PESO TARA	5.2	5.4	5.3
% DE HUMEDAD	28.16	27.44	22.3

CU
1.0
CC
1.0
D 10
1.00
D 30
1.00
D 60
1.00





LABORATORIO	RESPONSABLE :
Elaborado por: A.F.G.V.	Aprobado por: W.U.G.B.

INGENIERÍA GENERAL & SERVICIOS INTEGRALES S.A.S	LABORATORIO DE SUELOS	PROYECTO :	Estudio Geotécnico Clinica Privada	FECHA: Abril de 2026.
				PERF: 8
		Zona Rural, Municipio de El Retiro - Antioquia.		MUESTRA N° 4
CLIENTE:				PROFUNDIDAD (m) : 4.0-4.45
DESCRIPCION:	Limo de baja plasticidad grisáceo y azulado, con zonas pardo-amarillas y rojiza			

C L A S I F I C A C I O N D E S U E L O S (U.S.C - AASHTO)

PESO INICIAL	269.8	FINAL	269.8

TAMIZ		PESO. RET INDI	% RET. INDIV.	% QUE PASA
Pulg	mm			
2-1/2"	63.50	0.00	0.0	100.0
2"	50.80	0.00	0.0	100.0
1-1/2"	38.10	0.00	0.0	100.0
1"	25.40	0.00	0.0	100.0
3/4"	19.00	10.65	3.9	96.1
1/2"	12.50	9.48	3.5	92.5
3/8"	9.50	7.64	2.8	89.7
N°4	4.75	13.22	4.9	84.8
N°10	2.00	15.98	5.9	78.9
N°30	0.60	11.87	4.4	74.5
N°40	0.42	9.16	3.4	71.1
N°80	0.18	17.63	6.5	64.5
N°100	0.15	20.41	7.6	57.0
N°200	0.075	14.76	5.5	51.5
Fondo	0.000	138.95	51.5	0.0
Totales =		269.8	100.0	

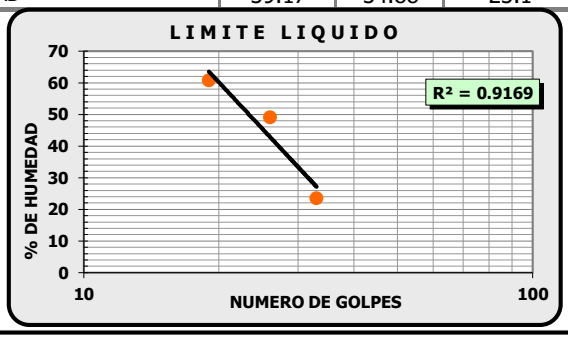
C L A S I F I C A C I O N		
LIMITE LIQUIDO	48	AASHTO
LIMITE PLASTICO	37	---
INDICE DE PLASTICIDAD	11	U.S.C.S
INDICE DE GRUPO	---	ML

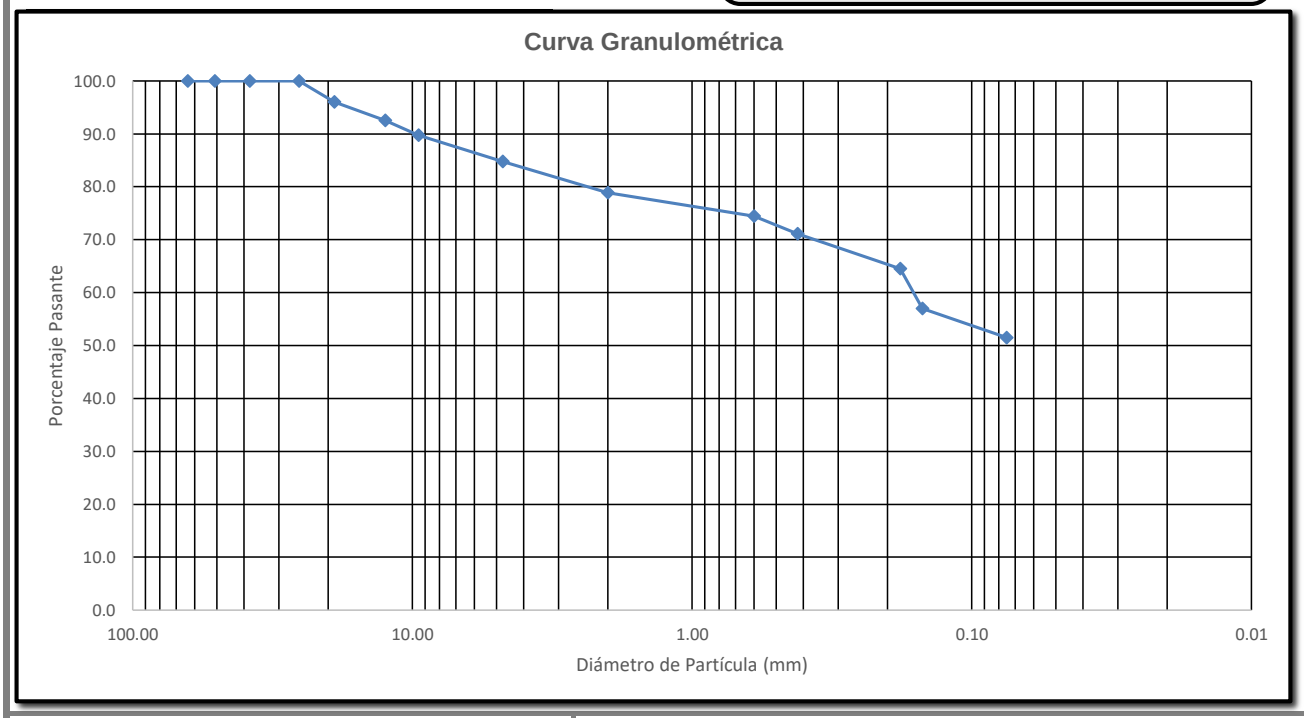
O B S E R V A C I O N E S :

L I M I T E L I Q U I D O			
E N S A Y O N°	1	2	3
TARA N°	T1-A	TG-93	TS-004
N° DE GOLPES	26	33	19
PESO SUELO+TARA HUMEDO	23.61	22.13	20.11
PESO SUELO+TARA SECO	17.54	18.94	14.51
PESO TARA	5.2	5.4	5.3
% DE HUMEDAD	49.19	23.56	60.80

L I M I T E P L A S T I C O			% Humedad Natural
E N S A Y O N°	1	2	
TARA N°	T01	T7	T5
PESO SUELO+TARA HUMEDO	8.16	9.33	25.18
PESO SUELO+TARA SECO	7.31	8.28	21.41
PESO TARA	5.1	5.3	5.1
% DE HUMEDAD	39.17	34.88	23.1

CU	
1.0	
CC	
1.0	
D 10	
1.00	
D 30	
1.00	
D 60	
1.00	





LABORATORIO	RESPONSABLE :
Elaborado por: A.F.G.V.	Aprobado por: W.U.G.B.