

ESTUDIO DE SUELOS

CIUDAD Y FECHA:
PROYECTO:

IBAGUÉ, TOLIMA 30 DE AGOSTO DE 2017

DEMOLICION Y OBRA NUEVA VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON TERRAZA Y CUBIERTA DE ESCALERA EN TEJA

DIRECCIÓN:
M.I.:
F.C.:
CIUDAD:
PROPIETARIO:

CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
350-175706
01-01-0019-0002-000
Ibague - Tolima

REALIZADO POR:

SERGIO FABIAN CARDENAS DELGADILLO
c.c. 5.827.275 de Ibagué
INGENIERO CIVIL
M.P. 70202-101083 TLM

COLABORO:
JHONATAN MAURICIO CARDENAS DELGADILLO
INGENIERO CIVIL
M.P. 70202-320585 TLM

LABORATORIO:
EDWARD REYES

INFORME:
SHIRLEY JOHANA PEÑA

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION	
2. OBJETIVOS	
3. INVESTIGACION DE CAMPO	
3.1. METODOLOGIA	
3.2. SONDEOS Y PROFUNDIDADES SEGÚN NSR-10	
4 .CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS, GEOLOGICAS, GEOTECNICAS Y URBANAS DE LOS SUELOS QUE CONFORMAN EL SITIO DEL PROYECTO	
5. FACTOR SISMICO DEL SUELO	
6. ASPECTOS GEOLOGICOS	
7. ANALISIS DE RESULTADOS	
7.2 PARAMETRO ESTIMADOS A PARTIR DEL ENSAYO SPT PARA MODULO DE ELASTICIDAD Y POISSON	
7.3 ANALISIS SONDEOS	
7.4 CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE	
8. ASENTAMIENTOS	
9. RECOMENDACIONES	
ANEXOS	
BIBLIOGRAFIA	
MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD	
VIGENCIA MATRICULA	

1. INTRODUCCION

Los perfiles de los suelos que se encuentran en la naturaleza son pocas veces homogéneos, elásticos e isotrópicos, las propiedades geotécnicas del suelo-estructura son fundamentales en el análisis estructural de una edificación; Colombia se encuentra en una zona de constante actividad sísmica y nuestras ciudades cada día más pobladas pueden llegar a ser vulnerables si nuestras edificaciones se levantan irresponsablemente. Las exploraciones en campo que se llevaron a cabo en este estudio, las investigaciones realizadas en nuestro laboratorio para determinar las características del suelo de las muestras obtenidas, el análisis a la estructura diseñada por el Ingeniero estructural y el estudio de las características geológicas de la zona, son parte de este informe (ESTUDIO DE SUELOS) y da como resultado la información necesaria para que el Calculista ejecute el diseño de la cimentación del proyecto, sin embargo, una vez ejecutado dicho diseño, en este mismo estudio de suelos, analizamos lo propuesto por el estructural y damos nuestra aprobación. Vale la pena destacar que esta ha sido una labor efectuada en dos direcciones y que, si pudiéramos así decirlo, la "retro-comunicación" entre Ingeniero Estructural e Ingeniero de Suelos da como resultado el diseño de la fundación de la edificación gracias a un análisis concienzudo de la interacción Suelo-Estructura.

2. OBJETIVOS

Nuestro objetivo principal es dar a conocer las características físico-mecánicas del suelo donde se va a construir el proyecto mediante el análisis en laboratorio de muestras representativas obtenidas en campo y así poder darle al calculista unos parámetros básicos para el diseño de la estructura de cimentación, así como también proponerle el tipo de fundación recomendada por esta compañía. Nuestra misión también viene acompañada de los siguientes objetivos secundarios:

1. Determinar con base en una visita previa a la realización del estudio, el tipo de equipos a utilizar, la ubicación de los sondeos y la metodología final para llevar a cabo el estudio de suelos en campo.
2. Determinar la caracterización geológica de la zona de estudio.
3. obtener resultados óptimos y recomendar los parámetros para el diseño de la cimentación más adecuada para la estructura.

3. INVESTIGACION DE CAMPO

3.1. METODOLOGIA

1. Después de hacer una visita previa y sencilla al sitio de trabajo, se investigó acerca de la geología del sector y sobre el origen de los suelos; ya sabiendo que tipo de proyecto es el que se va a construir allí (con eso también determinamos N° de sondeos y su respectiva profundidad) se organiza el plan de trabajo.
2. El día del estudio se define la ubicación de los sondeos y se prepara la zona (puntos) para su respectivo proceso. Los puntos a continuación narran el procedimiento para cada uno de los sondeos.
3. Con la ayuda de la barra metálica y la hoyadora uno de los operarios retira el material superficial (concreto, grava, relleno, vegetación y materia orgánica) hasta llegar al suelo natural.
4. Se hincan el tubo partido enroscado a un tubo para que penetre 30cm en el terreno ayudándose de un martinete de 140 lb de peso que cae libremente de una altura entre 0.75 y 1.00m y contabilizándose el número de golpes. Este método se conoce como SPT (Standard penetration test). Esta operación se puede hacer manual, pero si el desgaste físico es mayor, se puede utilizar una estructura que consta de un motor, unas poleas y un trípode que además de levantar fácilmente el martinete, extrae con mucha más facilidad el tubo partido al final de cada proceso, ya que este a veces queda enterrado y se requiere de mucha fuerza para su extracción.
5. Se retira el muestreador, se abre, se analiza la muestra contenida allí y se almacena en bolsas plásticas debidamente marcadas, selladas, almacenadas a temperatura ambiente y examinadas a la menor brevedad (menos de 48 horas).
6. Se perfora 1.00 adicional mediante la ayuda de hoyadora, barreno helicoidal, taladro tipo Petty o cualquier otro equipo de perforación que a criterio del Ingeniero de suelos y que de acuerdo a las características físicas y geomecánicas se estime conveniente. Dependiendo del equipo utilizado se pueden obtener muestras alteradas o inalteradas (que se llevarán posteriormente al laboratorio) y sobre todo, se podrá tomar registro de la estratigrafía encontrada.
7. Se repiten los puntos 4, 5 y 6, sucesivamente hasta llegar a la profundidad mínima exigida por la NSR-10 para el sondeo o hasta encontrar rechazo si se cumple con lo establecido en la norma ASTM D1586 (Se aplica un total de 50 golpes durante cualquiera de los 3 incrementos de 15cm que componen la prueba; no se observa avance de la cuchara durante la aplicación de 10 golpes sucesivos).

Nota: Se recolectaron muestras inalteradas y alteradas para la realización de los siguientes ensayos:

1. Contenido de humedad.
2. Granulometría por lavado sobre el tamiz No. 200
3. Clasificación de los suelos por medio de los métodos de la **U.S.C** y la **AASHTO**.
4. Límites de Consistencia (Límite Líquido, Límite Plástico, Índice de Plasticidad).
5. Compresión Inconfina (Opcional)

Nota: El barreno helicoidal que usamos es sencillo, es simplemente un motor a gasolina de 10HP conectado a un tubo de acero con muescas en forma de espiral sin fin en su punta, que sirve para retirar el suelo granuloso pero compacto, dicho material sale muy perturbado, pero la perforación obtenida es aceptable, el barreno se conecta al rotor del motor para que la perforación sea más cómoda que hacerla manualmente, la punta del tubo se puede conectar (mediante conectores metálicos de rosca cuadrada) a otros extensores (tubos metálicos con rosca cuadrada) de tal manera que la perforación podría superar los 7.50m de longitud con relativa facilidad, esta herramienta resulta inútil en terreno rocoso, en donde se hace necesario un equipo de rotación más agresivo; Cuando se inicia una exploración podemos utilizar el barreno o el equipo de rotación o combinar la utilización de ambas herramientas (empezar con el barreno y rematar con el "petty"), el material sacado con estos equipos se puede llevar a laboratorio para su respectivo análisis, dependiendo de las especificaciones, el equipo de rotación puede sacar muestras inalteradas (con información mucho más valiosa), aunque de cierta manera es más importante la información suministrada mediante los ensayos SPT (número de golpes y material contenido en la cuchara partida), eso sí, la visual que tenemos en las perforaciones (y en las muestras tomadas) nos dan mayor información de la estratigrafía; El equipo de rotación consiste en un motor de 18HP montado en un trípode, la tubería conectada al rotor del motor es la que genera la perforación, esto debido a que en la punta posee una copa diamantada, luego un tubo tipo Shelby que almacena las muestras, unos tubos extensores (similares a los arriba expuestos) y una conexión a un equipo de bombeo (motobomba de 10HP que impulsa agua - de un tanque incluido - hacia la tubería para refrigerarla y que luego la succiona del fondo del sondeo hacia el mismo tanque).

3.2. SONDEOS Y PROFUNDIDADES SEGÚN NSR-10

Tabla H.3.1-1 / NSR-10
Clasificación de las Unidades de construcción por categorías

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

Nota: Según NSR-10, Título H ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, Capítulo H-3- Caracterización Geotécnica del Subsuelo, página H-10 y tabla H.3.1.1 — CLASIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN POR CATEGORÍAS — Las unidades de construcción se clasifican en Baja, Media, Alta y Especial, según el número total de niveles y las cargas máximas de servicio. Para las cargas máximas se aplicará la combinación de carga muerta más carga viva debida al uso y ocupación de la edificación y para la definición del número de niveles se incluirán todos los pisos del proyecto, sótanos, terrazas y pisos técnicos. Para la clasificación de edificaciones se asignará la categoría más desfavorable que resulte en la tabla H.3.1-1.

Tabla H.3.2-1 / NSR-10

Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción

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

Nota: Según NSR-10, Título H ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, Capítulo H-3- Caracterización Geotécnica del Subsuelo, página H-10 y Tabla H.3.2-1 NUMERO MINIMO DE SONDEOS Y PROFUNDIDAD POR CADA UNIDAD DE CONSTRUCCION - CATEGORIA DE LA UNIDAD DE CONSTRUCCION.

De acuerdo a lo contenido en las tablas anteriores:

SE REQUIEREN	SONDEOS=	4	PROFUNDIDAD	15 MTS
	CATEGORIA=	MEDIA	(m)=	

4 .CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS, GEOLOGICAS, GEOTECNICAS Y URBANAS DE LOS SUELOS QUE CONFORMAN EL SITIO DEL PROYECTO

ESTABILIDAD Y AMENAZAS:

CARACTERISTICAS	SI	NO	OBSERVACIONES:
Edificaciones vecinas		x	
Rios cercanos			
Taludes cercanos		x	
Montañas cercanas		x	
Terreno escarpado		x	
Se requiere Mitigacion		x	
Taludes cercanos		x	
montañas cercanas		X	

TOPOGRAFIA DEL LUGAR Y ALREDEDORES:

CARACTERISTICAS	SI	NO	OBSERVACIONES:
El lote es plano	X		
La zona es plana	X		

CONDICIONES DE DRENAJE:

CARACTERISTICAS	SI	NO	OBSERVACIONES:
Las aguas por escorrentia superficial en la zona caen al lote		X	
Hay sumideros en la zona		X	
Hay red de aguas lluvias	X		

VEGETACION:

CARACTERISTICAS	SI	NO	OBSERVACIONES:
Presencia de arboles, arbustos, matorral, pasto		x	
Ocupan todo el lote		X	
Lleva permaneciendo alli por mucho tiempo		X	

NIVEL FREATICO:

CARACTERISTICAS	SI	NO	OBSERVACIONES:
Nivel freatico		x	

5. FACTOR SISMICO DEL SUELO

Se puede afirmar con base en experiencias obtenidas en muchos eventos sísmicos, que las condiciones locales del suelo afectan a las ondas sísmicas y por lo tanto tienen gran influencia en los efectos que el sismo produce en las estructuras localizadas en la superficie. El espectro de respuesta es uno de los parámetros descriptivos de un sismo que se ve más afectada por las condiciones locales de suelo subyacente. Debido a que el espectro es la herramienta que se utiliza en el diseño sísmico a través de la metodología propuesta por la NSR-10, es muy importante poder definir la influencia que puede obtener el tipo de perfil de suelo en la respuesta de edificaciones localizadas sobre él.

Tabla A.2.5-1 / NSR-10

GRUPO DE USO	COEFICIENTE DE IMPORTANCIA I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Tabla A.2.4-3 / NSR-10

Valores del coeficiente F_a para la zona de periodos cortos del espectro

TIPO DE PERFIL	INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SISMICOS (A_a)				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a = 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1	1.0	1.0	1.0	1
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	VEASE NOTA				

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10 /NSR-10.

Tabla A.2.4-3 / NSR-10

Valores del coeficiente F_v para la zona de periodos cortos del espectro

TIPO DE PERFIL	INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SISMICOS (A_a)				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1	1	1	1	1
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	VEASE NOTA				

Nota: Para el perfil tipo F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10 /NSR-10.

Tabla A.2.3-2 / NSR-10

Valor de A_a y de A_v para las ciudades capitales de departamento

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D. C.	0.15	0.20	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta
Cartagena	0.10	0.10	Baja
Cúcuta	0.35	0.30	Alta
Florencia	0.20	0.15	Intermedia
Ibagué	0.20	0.20	Intermedia
Leticia	0.05	0.05	Baja
Manizales	0.25	0.25	Alta
Medellín	0.15	0.20	Intermedia
Mitú	0.05	0.05	Baja
Mocoa	0.30	0.25	Alta
Montería	0.10	0.15	Intermedia
Neiva	0.25	0.25	Alta
Pasto	0.25	0.25	Alta
Pereira	0.25	0.25	Alta
Popayán	0.25	0.20	Alta
Puerto Carreño	0.05	0.05	Baja
Puerto Inírida	0.05	0.05	Baja
Quibdó	0.35	0.35	Alta
Riohacha	0.10	0.15	Intermedia
San Andrés, Isla	0.10	0.10	Baja
Santa Marta	0.15	0.10	Intermedia
San José del Guaviare	0.05	0.05	Baja
Sincelejo	0.10	0.15	Intermedia
Tunja	0.20	0.20	Intermedia
Valledupar	0.10	0.10	Baja
Villavicencio	0.35	0.30	Alta
Yopal	0.30	0.20	Alta

Nota: Según N

seño, Sección.

Teniendo en cuenta que nuestro suelo no es perfil F, siguiendo los pasos 1 y 2 de A.2.4.5/NSR-10 (A.2.4.5.1 Y A.2.4.5.2) y revisando el procedimiento contenido en el punto 10.2 de este informe, asumimos el perfil del suelo para nuestro proyecto.

Grupo de uso y coeficiente de importancia se definieron en coordinación con el calculista, pero la zona de amenaza sísmica se define mediante la tabla arriba expuesta o revisando el apéndice A-4 páginas A-153 a A-171 de la NSR-10. De allí se desprende A_a , A_v , F_a y F_v .

GRUPO DE USO	I
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA I	1.00
ZONA DE AMENAZA	INTERMEDIA

6. ASPECTOS GEOLOGICOS

GALEON.COM EN SU PORTAL:

COMPLEJO CAJAMARCA:

Con junto de rocas metamórficas de edad Paleozoica, que constituye el núcleo de la cordillera central y ha sido sometido a varios eventos metamórficos regionales, estas rocas han sido denominadas Grupo Cajamarca, teniendo la sección Ibagué – Armenia.

Regionalmente es una franja de dirección suroeste – noroeste que aflora sobre la parte media- alta de la cuenca constituyendo cerca de un 60% del área total, se alternan esquistos verdes, esquistos negros y cantidades subordinadas de cuarcitas y filitas, con predominio de los primarios. Incluye un pequeño grupo de rocas con bajo grado de metamorfismo y un cuerpo de serpentina. El borde suroeste del Complejo Cajamarca se encuentra en su mayor parte en contacto fallado por las rocas metamórficas, al norte se presenta cubiertos por rocas volcánicas de edad Cuaternaria especialmente las lavas Andesíticas e ignimbritas y piroclastos.

Fueron reconocidos dentro de la unidad litológica los esquistos verdes, esquistos negros, esquistos de anfíbolitas y serpentinas

SERPENTINITA

Se localiza a la margen derecha del río Combeima al suroeste de Pastales, sobre el carretable que del puente de puerto Perú que conduce hacia las cabeceras de la quebrada El Secreto, forman un cuerpo de aproximadamente 360m de ancho y 1970m de largo y su dirección N 300E sus mejores afloramientos se encuentran en las canteras que fueron explotadas algún tiempo para la obtención de bloques para pisos y en el carretable que conduce a la cabecera de la quebrada El Secreto. Al oeste está el contacto fallado con esquistos negros y al este grada lateralmente a esquistos verdes talcosos, presenta un color verde oscuros a negro, aspecto masivo y una foliación con cuerpos ultramáficos similares, dentro del Complejo Cajamarca han sido reportados en los departamentos de Antioquia y Caldas

ESQUISTOS VERDES

Bajo esta denominación se incluyen esquistos y filitas verdes que mineralógicamente están constituidos por clorita, epidota, actinolita, en proporciones variables; como minerales accesorios se encuentra cuarzo, calcita, muscovita, rutilo, circón, esfena, magnetita y pirita.

Se encuentran intercaladas con los esquistos verdes y cuarcitas con un alto predominio de la parte central del conjunto se reconoce muy bien por su color en varias tonalidades y su foliación, aunque a veces se presentan masivas. La textura dominante es heteroblástica con un ligero bandeamiento composicional con zonas de clorita epidota y actinolitas

ESQUISTOS NEGROS

Este conjunto agrupa cuarzos, sericiticos, esquistos micáceos y esquistos grafitosos se reconocen por su buena esquistosidad y su color negro el cual se le atribuye al contenido de grafito.

Estas rocas están bien foliadas y replegadas con lentes de cuarzo blanco de posibles segregación metamórficas y clastos de cuarzo aplastados por presiones litostáticas y tectónicas. La textura dominante es lepidoblástica, en las variedades micáceas y granoblásticas en las cuarzosas. Los minerales esenciales son cuarzo, sericitas, biotitas, circón, a apatito ellos aparecen como accesorios.

FLUJOS DE LAVAS ANDESÍTICAS:

Las lavas son los productos de las fases constructivas del aparato volcánico. Son principalmente rocas Andesíticas compuestas de fenocristales de plagioclasas, hornblenda, biotita, clinopiroxeno, y vidrio de la matriz; tiene texturas porfírica y afanítica.

Lavas Antiguas: son las de mayor extensión, distribuyéndose hasta una distancia de 10km, del foco y conformado aproximadamente el 80% del total del área cubierta por lavas.

Las más antiguas se restringen a la margen derecha del río Combeima, desde el cerro la torre hasta la confluencia de la quebrada El capote al río Combeima. Son de color gris, pero en varios sectores toman coloración rojiza debido a la meteorización de minerales ferruginosos. La ubicación de estas lavas sugiere que los flujos provienen de una fuente localizada al oeste del actual Volcán Nevado del Tolima y se considera que hace parte del Volcán Tolima antiguo definido por Thouret et al (1991). Esto permite asignarle una edad entre 0.3 y 0.4 millones de años.

Las lavas Qa1 se destacan por tener crestas muy agudas y escarpes verticales muy altas, hacia la cima, en el sector de la Pirámide y Cerro de la Torre, se presentan completamente diaclasas y meteorizadas.

Las lavas Qa2 se ubican entre el río Combeima y la quebrada Juntas, constituyendo una zona de abanico invertido con su ápice hacia el sur. Estas rocas se caracterizan por tener escarpes escalonados, con la parte deprimida en forma de circón, son de color gris, textura porfírica, fenocristales de plagioclasa y meteorización débil ha moderado: por su extensión y grado de meteorización, fracturamiento, ubicación y relación con las demás rocas se le asigna edad tentativa plioceno medio o superior, correspondiendo al volcán antiguo de Thouret et al (1991).

Estos flujos han sido entallados por el Combeima y glaciaciones recientes labrando la roca, aprovechando los planos de debilidad de diaclasas y brechas de falla, y generando escarpes de más de 50mts de altura.

DEPÓSITOS PIROCLÁSTICOS:

Son materiales considerados e inconsistentes originados por erupciones volcánicas de carácter explosivo. Proviene de estados eruptivos del complejo volcánico del Tolima aunque algunas cenizas fueron imitadas por el volcán Machín.

Los depósitos Piroclásticos cubren todas las unidades geológicas de la cordillera central y el valle del Magdalena, suavizando por lo regular la topografía, la intensidad de la actividad explosiva, según THOURET 1989 se observó en la morfología alrededor de los volcanes; la emisión de cenizas y lapilli recubrieron y suavizaron la topografía en un radio de por lo menos 50km. Alrededor de los centros volcánicos, alcanzando 5 a 6 metros de espesor en el Nevado del Tolima.

Los materiales Piroclásticos provienen de los volcanes más explosivos de la cadena, como son Cerro Bravo, Nevado del Ruiz, Nevado del Tolima y Cerro Machín. La destrucción de las calderas antiguas ocasiona la formación de extensas coladas y flujos Piroclásticos de los cuales las de mayor extensión se asocian con el Nevado del Tolima al Cerro Machín y Cerro Bravo.

EDAD:

La edad de estas acumulaciones Piroclásticas se ha considerado Pleistoceno-Holoceno, hasta recién, como lo atestigua el actual periodo del Nevado del Ruiz.

ABANICO DE IBAGUÉ:

Es la unidad geomorfológica que va a absorber casi toda la totalidad de su desarrollo urbanístico que tiene más de 150m de espesor en su parte más gruesa y está conformado por intercalaciones de depósitos de lahar, de flujo de escombros de lodo, depósitos de flujo torrenciales aluviales y flujos piroclásticos que tiene superficie suavemente ondulada, con inclinación promedio de 1.50 al este, forma típica de abanico, tapón de drenaje radial a subparalelo.

Su origen se relaciona principalmente con la actividad volcánica del Nevado del Tolima, cuyos productos resultantes se desplazaron utilizando el cauce del río Combeima como vía de transponte, el abanico se formó en varias fases de actividad explosiva del complejo volcánico intercalados con periodos de erosión y acumulación aproximadamente 200000 y 100000 años antes del presente. El Abanico de Ibagué es uno de los depósitos cuaternarios más extensos del departamento del Tolima; su origen se relaciona con múltiples episodios de actividad volcánica y aluvios torrenciales en la cordillera central, especialmente en la zona del Nevado del Tolima.

Los materiales que los conforman descendieron por el río Combeima. Quebradas como Calambeo, Ambala, las Panelas y otras menores han desarrollado abanicos coalescentes que se superponen por el costado Norte al Abanico de Ibagué. El depósito está expuesto sobre las carreteras Ibagué – Rovira, en el cruce del río Combeima. Ibagué – Payandé cerca del río Coello, Ibagué – Alvarado en el paso de río Alvarado y en la carretera del alto de Gualanday y caserío de Gualanday.

DEPÓSITOS ALUVIALES RECIENTES:

Los Abanicos Aluviales son cuerpos sedimentarios adyacentes a un frente montañoso, formados como consecuencia de la sedimentación del material acarreado por un río o una corriente montañosa.

El primer requisito para la formación de un abanico es la presencia de tierras altas de un lado y llanura del otro; esta condición puede ser explicada de dos formas. La primera por erosión diferencial de cuerpos adyacentes de roca de resistencia variada. La segunda como resultado de movimientos tectónicos.

Los Abanicos se forman comúnmente en la base de los bloques levantados por fallamientos, la perturbación tectónica es la razón para los cambios en los Abanicos Aluviales, son depósitos orogénicos cuya geometría está influenciada por la tasa y la duración del levantamiento de montañas adyacentes a ellos, o por cambio climáticos. El relieve entra en la montaña y el abanico se incrementa por movimientos tectónicos, un nuevo estado de sedimentación puede comenzar dando origen a Abanicos Aluviales con gradiente más inclinado.

La energía necesaria para transportar estas masas de rocas y escombros de diversos tipos, tamaños, y composición, junto a una gran cantidad de material tamaño arena, limo y arcilla (denominado generalmente lodo) saturadas de agua, lo aporta la pendiente principal de la cuenca hidrográfica en el sector montañoso, unida a la influencia de la fuerza de la gravedad. Pero cuando estas masas emergen al frente montañoso, hay una dispersión considerable de energía debido al cambio brusco que experimenta la pendiente de la cuenca principal, haciendo que el material se deposite, lo cual contribuye a la formación y crecimiento de Abanicos. Estos depósitos semejan geométricamente el segmento de un cono que se conoce en la literatura geológica antigua como cono aluvial de deyección.

Son depósitos no consolidados de poco espesor (hasta de 12m) ubicado en las llanuras de inundación de los principales ríos de la región.

Están conformados por limos, arenas y gravas de variada composición. Forman valles y vegas de corta extensión, las cuales son aprovechadas para cultivos y pastos para la ganadería.

EUSEBIO GALINDO EN 1999:**GEOLOGIA**

La zona de estudio (ciudad de Ibagué y su área inmediata de influencia), está conformada por seis (6) unidades geológicas a saber:

Batolito de Ibagué (Jgd). Es un cuerpo ígneo intrusivo de gran extensión, el cual se puede observar desde el norte de Armero (Tolima) hasta el sur del departamento del Huila. La denominación inicial fue dada por Nelson (1959), quien determinó sus principales relaciones estructurales y composición. En la zona de estudio se presenta constituyendo los cerros tutelares de la ciudad. El batolito de Ibagué presenta una gran variación composicional desde tonalitas a cuarzogranitos. Las rocas más comunes son las tonalitas, las cuales están constituidas por cantidades variables de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, hornblenda y biotita. Esta composición, asociada con el régimen climático ha permitido el desarrollo de suelos residuales espesos (Saprolito) que alcanzan espesores que oscilan entre los 5 y 10 metros, los cuales descansan sobre las laderas de las montañas que rodean la ciudad y principalmente se componen de arenas arcillosas y arcillas arenosas de baja estabilidad.

De acuerdo con dataciones radiométricas realizadas a este cuerpo, se le asigna una edad de 131 a 151 millones de años (Jurásico medio a Superior).

Rocas Hipoabisales. Son cuerpos ígneos hipoabisales de poca extensión localizados al sureste de la ciudad, margen derecha del río Combeima, los cuales presentan composición dacítica a andesítica con textura afanítica y porfirítica. A estos cuerpos se les asigna una edad de Terciario medio a superior.

Abanico de Ibagué (Qfv1, Qfv2, Qfv3, Qfv4). Son una serie de depósitos fluvio volcánicos que se encuentran desde el noroeste de la ciudad y se extienden hacia el sureste de la misma en cercanías de los municipios de Alvarado, Piedras y el corregimiento de Doima, entre otras, con una superficie aproximada de 700 km². Estos depósitos están constituidos por flujos de lodo y escombros, depósitos de tamiz y llanura de inundación, y flujos piroclásticos, los cuales se atribuyen en su mayoría a la actividad del nevado del Tolima ubicado sobre la cima de la cordillera Central, al Noroeste de la ciudad rellenando una cuenca amplia de posible origen tectónico (Vergara, 1989), cerrada al oriente por la llamada Barrera de Gualanday.

Los diversos mecanismos que actuaron durante la formación del abanico, dieron lugar a depósitos muy variados en forma tamaño y granulometría, lo cual dificulta la correlación entre las diferentes capas lentas y cuñas que lo componen (Qfv1, Qfv2, Qfv3, Qfv4). La mayor parte de la ciudad se encuentra asentada sobre esta unidad.

Algunos autores proponen la edad de Pleistoceno superior para estos depósitos (200.000 a 10.000 A.P. Vergara y Moreno 1991 en INGEOMINAS 1992).

Abanicos Aluviales (Qab). Son un conjunto de conos aluviales, con forma de abanico que aparecen en el piedemonte de las laderas al norte de Ibagué y al sureste sobre la Carretera a Armenia, en el sector de Boquerón. Sobre ellos se encuentran asentados un buen número de barrios de la ciudad caso de la Gaviota, Ancón, San Diego, Miramar, entre otros.

Se componen de arenas y limos con gravas muy descompuestas provenientes del batolito de Ibagué. Básicamente se constituyen en conos de deyección inactivos de las quebradas Chipalo, Chipalito, Calambeo, Ambalá, Las Velas, La Balsa, Las Panelas, San Antonio, La Tusa y Cocare.

Depósitos Lagunares (Qla). Son depósitos sedimentarios con estratificación que descansan sobre el abanico de Ibagué y se ubican en una zona estrecha a lo largo de la traza de la falla de Ibagué. Se cree que su génesis se relaciona con el levantamiento del Bloque sur de la falla de Ibagué, que formó una barrera o dique donde posteriormente se depositaron los sedimentos lagunares (Vergara, 1989). En esta unidad predominan los materiales finos (Limos y arcillas) con un espesor total aproximado de 5 metros.

Dataciones en la parte superior del depósito le han permitido ubicar entre 1205+185 y 4860+60 años A.P. (Vergara, 1989).

Depósitos Aluviales (Qal). Son varios niveles ubicados a poca altura respecto a las corrientes que las transportaron, producto de eventos torrenciales recientes como flujos de lodo, escombros y avalanchas de origen netamente fluvial.

Estos depósitos ocupan poca extensión y se distribuyen a lo largo de las márgenes de las corrientes principales tales como Combeima. y Chipalo; en estos ríos se encuentran niveles situados entre 1 y 3,5 metros por encima del nivel normal.

TECTONICA:

En general La tectónica dominante es de tipo compresivo, con el desarrollo de grandes fallas inversas y de tipo transformacional, la cual ha tenido su formación desde el cretáceo hasta el cuaternario, íntimamente ligadas a los procesos orogénicos de levantamiento de las actuales cordilleras y formación de la cuenca del valle Superior del Magdalena que ha dado como resultado una tectónica compleja.

Tal situación determina el desarrollo de numerosos planos de fracturamiento y diaclasamiento, lo cual favorece, dependiendo de las condiciones hidrometeorológicas, la descomposición acelerada de la roca y desarrollo de movimientos masales de diferente magnitud.

Los patrones de fallamiento presentados son de direcciones predominantes noreste-suroeste y norte-sur, con algunos sistemas transversales asociados a fallas mayores.

Se destacan como los más importantes por su longitud y relación con la geología regional, las siguientes estructuras:

Falla Chapetón-Pericos

Falla de Ibagué

Falla de Martinica

Falla de Buenos Aires

La importancia de determinar el ambiente tectónico y estructural de una región reside en que se pueden identificar las diferentes fuentes sísmicas de la misma, permitiendo de esta manera cualificar y cuantificar la amenaza sísmica potencial de un territorio.

Falla de Ibagué. Es una falla de tipo rumbo deslizante que atraviesa el área urbana de la ciudad con dirección N75°E. En el casco urbano de la ciudad y en sentido oeste- este, el trazo de la falla se reconoce en Boquerón y se continúa por el costado sur del Batallón Rooke, Universidad del Tolima, Barrios Santa Helena, Piedrapintada Baja, sur del Jordán, El Topacio y Retén el Salado.

Se presentan evidencias claras de actividad cuaternaria entre Ibagué y Piedras, tales como los depósitos lagunares.

Falla de Buenos Aires. Al parecer esta falla es un ramal del sistema de Ibagué. Su trazo cerca de las poblaciones de Picaleña, Buenos Aires y Gualanday es inferido y se le atribuye la formación de un escarpe y pequeños lomos alineados en dirección suroriente siguiendo la carretera a Bogotá.

1.1.2.3. Falla Chapetón Pericos. Es una estructura que presenta una disposición general NE-SW, con movimientos verticales de importante magnitud. Es de tipo inverso. Es fácilmente cartografiable, pues presenta rasgos geomorfológicos importantes como facetas triangulares y control estructural de drenajes. Afecta las secuencias Precámbricas de Anfíbolitas y neises, los esquistos paleozoicos y al Batolito de Ibagué, poniéndolos en contacto en diversos sectores a lo largo de la misma.

En dichos sectores se observa el desarrollo de rocas cataclásticas (Milonitas y Blastomilonitas). Flujos de lodo ubicados en los ríos Toche y Coello al norte de esta falla, podrían hacer presumir que ésta se comportó como un alto estructural durante la formación de los mismos (CORTOLIMA, 1996).

GEOMORFOLOGIA

Morfogenética. La configuración geológica y geomorfológica que actualmente se presenta en la zona estudiada, es el resultado de los diferentes procesos que se han venido sucediendo desde el levantamiento de la Cordillera Central. En dicha configuración han actuado procesos orogénicos, tectonismo intenso y vulcanismo.

Los procesos orogénicos determinaron que la Cordillera Central emergiera y sobre ella comenzaran a desarrollarse procesos intensos de erosión (Procesos denudativos).

Los procesos tectónicos, en muchos casos, formaron relieves abruptos y contribuyeron en la formación de procesos dinámicos.

El Clima contribuyó en la degradación de macizos rocosos y posterior formación de suelos. El vulcanismo contribuyó en gran parte con el modelado actual en muchos casos y fosilizando relieves preexistentes.

Las marcadas diferencias topográficas en la zona de estudio reflejan un modelado del relieve diverso, en el cual se acentúan los procesos denudativos.

Teniendo como base lo anterior, a continuación se describen las principales unidades geomorfológicas:

Relieve Montañoso Erosional. Se incluyen aquellas elevaciones del terreno que hacen parte de la cordillera central cuya altura y morfología actuales no dependen de plegamientos de las rocas de la corteza ni tampoco del vulcanismo, sino exclusivamente de los procesos exógenos degradacionales determinados por agentes como el agua y el viento asistidos por la fuerza de gravedad.

De esta forma se tiene el paisaje de "Montañas erosionales en tonalitas, cuarzodioritas y granodioritas (Batolito de Ibagué)". Comprende la zona montañosa que rodea la ciudad, donde configura un relieve montañosos fuertemente quebrado de pendientes cortas y largas, de aspecto masivo y homogéneo, drenajes cortos, interfluvios estrechos e intensa red hidrográfica de tipo dendrítico. La actual forma del terreno ha sido esculpida por la escorrentía y demás fenómenos hidrogravitacionales sobre las rocas graníticas.

Las propiedades de las alteritas derivadas de las rocas mencionadas constituyen un manto de meteorización espeso, sobre el cual es común el desarrollo de movimientos en masas y erosión laminar moderada y escurrimiento intenso.

Piedemonte diluvio-aluvial. Es una asociación de paisajes agradacionales formados por sucesivos flujos de lodo y lahares que originan paisajes cuya morfología y composición dependen de la fluidez del lodo, del volumen y/o sucesión de capas de lodo depositadas, de la naturaleza y condición de los materiales afectados y de las características topográficas del lugar en donde se depositan.

Valle aluvial. Hace referencia a una porción de espacio alargada, relativamente plana y estrecha, intercalada entre dos áreas de relieve más alto y que tiene como eje a un curso de agua.

El relieve encajante para el caso de Ibagué está constituido por las dos unidades anteriormente descritas. En esta unidad se pueden distinguir los siguientes Paisajes y subpaisajes:

– **Plano de inundación en aluviones gruesos y finos (Sobrevega y terraza Baja):** Es una unidad periódicamente inundable que cede y recibe continuamente aluviones de lecho (Cantos, gravas y arenas), impidiendo el desarrollo del suelo y vegetación, por lo cual determina en términos pedológicos, una unidad de tierras misceláneas.

– **Terraza agradacional en aluviones gruesos y finos (Nivel medio, nivel superior y Talud de terraza):** Son remanentes de anteriores niveles de sedimentación, en los cuales se ha incisado la corriente como rejuvenecimiento del paisaje. Los niveles más altos son los más antiguos y normalmente contienen los niveles más evolucionados. Cada nivel de terraza está separado de otros por escarpes verticales a subverticales en los que afloran las capas de sedimentación.

Morfodinámica Actual y Reciente.

La morfología inicial del área de estudio ha sido modelada hasta sus formas actuales por procesos hidrogravitacionales; las unidades genéticas de relieve presentes vienen siendo objeto de los siguientes procesos:

Escurrimiento superficial difuso de grado laminar moderada. Se presenta en gran parte del gran paisaje de relieve montañoso erosional, en áreas con pendientes empinadas y con escasa vegetación o con presencia de cultivos limpios, donde evoluciona a escurrimiento superficial difuso de grado laminar severo. Este proceso además es favorecido por épocas secas prolongadas y aguaceros fuertes a muy fuertes, donde se presenta un aporte o arrastre gravitacional de sedimentos escasos o débil.

Escurrimiento concentrado en Surcos de Grado Moderado. Comprende la etapa de incisión lineal de los materiales por agua de escorrentía en la modalidad de surcos, pequeñas zanjas o rasguños que conservan una profundidad más o menos regular a lo largo de la pendiente. Se presenta en la unidad de abanicos coalescentes y en pequeños sectores del abanico reciente (sectores del cuerpo del abanico de Ibagué).

Erosión en Cárcavas y Surcos (EC). Es una forma localizada de flujo líquido que tiene lugar en pendientes fuertes y amplias, o en sectores de pendientes fuertes denudados por la acción del hombre para explotación minera o construcción de infraestructura; cuando los materiales se saturan y adquieren una baja viscosidad, fluyen fácilmente a lo largo de las pendientes, dejando atrás una cicatriz cóncava en forma de cuchara, o rasguños profundos. Son frecuentes en pequeños sectores del relieve montañoso erosional, en cabeceras de pequeños drenajes con pendientes fuertes, como en el caso del Cerro de La Martinica.

Erosión Pluvial. Proceso ligado directamente al impacto de gotas de lluvia sobre una superficie de suelo desnudo. Es causado por la energía cinética que ellas portan, la cual rompe los agregados de los horizontes superficiales, liberando partículas que se desplazan por saltación y van a taponar los poros e impiden el libre paso de las aguas de infiltración. Es común en la mayor parte de la unidad abanico de Ibagué, en los sectores donde se encuentran pastos naturales o cultivados.

DESCRIPCION GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA LOCAL, ASPECTOS URBANOS Y ZONA DE APTITUD URBANISTICA

APTITUD DE USO PARA FINES DE URBANISMO

Teniendo como base la caracterización geológica y geomorfológica, así como las condiciones de estabilidad y amenazas naturales, se dividió el área urbana de Ibagué de acuerdo a su aptitud urbanística, para lo cual se tomo como base la división realizada por INGEOMINAS, 1992:

ZONA TIPO A. ESTABLES URBANIZABLES

Son áreas de alto grado de estabilidad. Estos terrenos presentan una adecuada protección de su superficie, un buen control de aguas de escorrentía y subsuperficiales y una buena conservación de sus límites que garantiza la no pérdida de masa y apoyo, permitiendo una estabilidad duradera.

De acuerdo con las características geomecánicas de los suelos, se puede subdividir en dos subzonas.

Subzona Tipo A1. Es la de mayor extensión. Comprende el este y sureste de la zona de estudio, ampliándose en dirección de Alvarado, Doima y vía a Bogotá. Sobre ella están los barrios Jordán, Ciudad Bolívar, Topacio, El Salado. Por presentar las mejores condiciones geológico-geotécnicas, se considera la más apropiada para futura expansión Urbana.

Subzona Tipo A2. Comprende el sector más antiguo y comercial de la ciudad, extendiéndose desde el barrio la Pola hasta la altura de Piedrapintada. Esta subárea está casi completamente urbanizada.

Aunque las condiciones geotécnicas y de estabilidad son relativamente buenas, el rango de variación de algunas características geomecánicas hace indispensable hacer estudios de suelos para cualquier obra proyectada.

Atendiendo a que el espesor máximo de 6 a 8 metros para construcciones pesadas se aconseja cimentar sobre materiales de la zona geotécnica subyacente.

ZONA TIPO B. INESTABLES, RECUPERABLES, URBANIZABLES

Son terrenos con estabilidad crítica, con manifestaciones evidentes de inestabilidad o susceptibilidad a procesos de remoción en masa y transporte en masa, o que poseen características geomecánicas del subsuelo deficientes; sin embargo con algunos correctivos específicos de tipo civil y cultural, se puede mejorar su condición para ser utilizado en programas urbanísticos.

En algunos sectores se presentan condiciones de estabilidad precaria, pero la importancia que tienen a nivel socioeconómico exige que se les de cierta adecuación para mejorar sus estabilidad y de las zonas vecinas.

Se presentan tres Subzonas:

Subzona Tipo B1. La conforman los depósitos de vertiente del Norte y suroeste de la ciudad, de superficie inclinada 6 a 9 grados, donde se ubican los barrios Como la Gaviota, Ambalá, El Tejar, Aurora, Ancón, Pablo VI, San Diego, Parte Baja de Colinas Del Norte, parte baja del barrio Alaska.

A pesar de ser un área urbanizable, su condición de sector periférico ha incidido en que se den desarrollos urbanos desordenados, servicios públicos deficientes, explotaciones de arenas y arcillas y ocupaciones de rellenos de canal, siendo común los hundimientos debido a rupturas de sistemas de conducción del acueducto y alcantarillado. De continuar este mal manejo, su grado de aptitud urbanística puede hacerse inferior. Por lo tanto, esta subárea debe ser objeto de cuidadosos planes de ordenamiento y expansión urbana.

Subzona Tipo B2. Son dos pequeñas zonas que se ubican en el estadio Manuel Murillo Toro y sobre la vía al Salado. Se componen de aproximadamente 5 metros de materiales superficiales finos, que fueron acumulados por procesos de seimentación en depresiones de tipo Lagunar.

Por presentar niveles orgánicos es inadecuada para cimentaciones superficiales sobre ella. Sin embargo, debido al poco espesor de los estratos sedimentarios que la componen, es recomendable y posible remover estos materiales para hacer las cimentaciones sobre los suelos subyacentes.

Subzona Tipo B3. Es un sector a lo largo de la falla de Ibagué, en la cual se presentan taludes verticales a subverticales de poca altura, y se insinúan algunos problemas de inestabilidad de suelos tales como grietas en viviendas y vías públicas; sin embargo este sector puede ser destinado a infraestructuras que no comprometan la integridad de la población, como vías, parques y campos deportivos sin construcciones en vertical. Para el planeamiento de estas estructuras puede tomarse como referencia la quebrada Hato de La Virgen.

ZONAS TIPO C. INESTABLES, DE ALTO RIESGO, NO URBANIZABLE

Fueron diferenciadas cuatro sectores que no deben ser incluidas para ningún tipo de desarrollo urbano habitacional.

Subzona Tipo C1. Se ubica a lo largo del río Combeima y corresponde a la zona de amenaza generados por eventual erupción y deshielo del Nevado del Tolima, así como las zonas de llanuras de inundación del mismo.

Involucra cotas entre 9 y 15,5 metros y en ella se involucran barrios como Santofimio, Combeima, Calixto Barón, Baltazar, entre otros.

A pesar de que los fenómenos de Lahares no son de ocurrencia frecuente, se debe evitar la formación de nuevos desarrollos urbanos y evaluar por parte de técnicos, planificadores y autoridades locales el nivel de riesgo que se puede aceptar para este sector.

Subzona Tipo C2. Corresponde a las llanuras de inundación del río Chipalo y las quebradas Sacristán, Ambalá, La Tusa, entre otras. Esta área es de amenaza alta por crecientes torrenciales y flujos de escombros. De igual manera, se incluyen otros drenaje que aunque no presentan mayores problemas de crecientes si son áreas de drenaje natural y conservación.

Subzona Tipo C3. La conforman las laderas inclinadas mayores de 30°, incluidos los bordes y bases de los escarpes. SE presentan en varios sectores del cañón del Combeima.

En dichas subáreas hay manifestaciones y antecedentes de fenómenos de inestabilidad los cuales se inician como pequeños deslizamientos de los bordes de los escarpes, para posteriormente transformarse en flujos de lodo que se desplazan pendiente abajo.

Debido a la alta pendiente topográfica, son también susceptibles a deterioro por uso inadecuado, siendo su mejor utilización para zonas verdes.

Subzona Tipo C4. Comprende toda la parte montañosa que rodea la ciudad y que no está incluida dentro del perímetro urbano de Ibagué. Es la subárea con mayores fenómenos de erosión e inestabilidad, activos y potenciales y con claras evidencias geomorfológicas de intensa degradación por erosión, deslizamientos y flujos de escombros.

La acción antrópica como tala de bosque natural, carretables sin obras de arte ni adecuado mantenimiento, cultivos limpios y explotaciones de canteras, son los factores más influyentes en la formación de cárcavas, surcos y deslizamientos. Por lo anterior debe ser mantenida como área rural y de reserva forestal.

LA ZONA DE ESTUDIO DONDE SE DESARROLLA EL PROYECTO ES:**ZONA A 1.1****CARACTERÍSTICAS GEOLOGICAS-GEOTECNICAS Y GEOMORFOLOGICAS:**

Superficie irregular de pendiente baja a baja media (<25%), con limos areno arcillosos (ML) y arcillas limosas (CL) de 1 a 12 m de profundidad, color café, amarillo a ocre pálido, de baja resistencia, de expansividad y compresibilidad media a baja y consistencia medianamente firme a medianamente dura, susceptibles a erosión y a desplomes en cortes verticales > 2 m, semi-impermeables a impermeables, localmente con niveles freáticos de 2 a 5 m de profundidad. Puede encontrarse lentes areno-limosos y arcillosos (SM, SC), gravas, suelos orgánicos e inorgánicos de alta plasticidad, bloques métricos de roca volcánica y, en cañadas, rellenos antrópicos. Se formaron a partir de la meteorización de depósitos de grava y arena, de origen fluvio-volcánico, compuestos por andesita, con algo de esquisto, plagioclasas, hornablenda y algo de cuarzo. Nspt (5-15 golpes/pie), LL (25%-55%), IP (5%-25%).

ESTABILIDAD Y AMENAZA:

Sin restricción geológica, excepto por aspectos geotécnicos locales. Puede presentar grandes bloques de roca y nivel freático somero. El material es aceptable para fundación de obras de magnitud baja, pero condicionado para las demás. Entre el Centro y La Pola, donde el suelo blando es más grueso, el potencial de amplificación de las ondas sísmicas es mayor.

RECOMENDACIONES:

Cimentar las edificaciones de magnitud media y alta sobre granulares densos. Toda construcción debe realizar la investigación geotécnica para definir parámetros básicos de diseño y el análisis de estabilidad sobre el borde superior de taludes. La lito-estratigrafía indica un perfil sísmico S2, pero entre el Centro y La Pola se propone coeficientes de 1.2 a 1.5.

ZONA DE RIESGO URBANO DE ACUERDO AL PLANO U.6 APROBADO POR EL DECRETO 0823 DE 2014 EL CUAL OBEDECE AL POT**ZONA DE RIESGO URBANO: BRM (BAJA POR REMOCION EN MASA)**

Área plana suavemente ondulada, con pendiente hasta el 18% (10°), constituida en superficie por suelos finos y arenas limosas arcillosas de 1.00 a 5.00 de profundidad, en donde se asienta la mayor parte de la población urbana, estable por procesos de remoción en masa.

7. ANALISIS DE RESULTADOS

Nota: Según NSR-10, Capítulo A.2 — Zonas de amenaza sísmica y movimientos sísmicos de diseño, Sección A.2.4.3.2 Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar, página A-21, EL TIPO DE PERFIL DE SUELO se calcula por la siguiente expresión:

$$N = (\sum di) / (\sum di / Ni) \quad \text{Según (A.2.4.2)/Pag. A-21/NSR-10}$$

Donde:

Ni = número de golpes por pie obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato i . El valor de Ni a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

di = Espesor del estrato i , localizado dentro de los 30m superiores del perfil.

Tabla A.2.4-1 / NSR-10
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$(VS) \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > (VS) \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante.	$760 \text{ m/s} > (VS) \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	$N \geq 50$ $(Su) \geq 100 \text{ Kpa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante.	$360 \text{ m/s} > (VS) \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante	$180 \text{ m/s} > (VS)$ $100 \text{ Kpa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > (Su)$ $\geq 50 \text{ Kpa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas.	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ Kpa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2) > (Su)$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3 \text{ m}$ para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F3 — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5 \text{ m}$ con Índice de Plasticidad $IP > 75$) F4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36 \text{ m}$).	

Tabla A.2.4-2 / NSR-10

Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelos tipos C, D o E.

Tipo de Perfil	(VS)	N o (N_h)	(Su)
C	Entre 360 y 760 m/s	Mayor que 50	Mayor que 100 Kpa ($\approx 1 \text{ kgf/cm}^2$)
D	Entre 180 y 360 m/s	Entre 15 y 50	Entre 100 y 50 Kpa (0.5 a 1 kgf/cm ²)
E	Menor de 180 m/s	Menor de 15	Menor de 50 Kpa ($\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2$)

RELACION ENERGETICA PROMEDIO DE 45% (N45)

N45=		(N*ηH*ηB*ηS*ηR)/45
N	N= Σdi/ΣN45	Numero de penetracion medido
ηh	0.45	Eficiencia del martinete (%) - Valor asumido según siguiente tabla
ηB	1.00	Corrección por diametro de sondeo - Valor asumido según siguiente tabla
ηS	1.00	Corrección por el muestreador - Valor asumido según siguiente tabla
ηR	0.75	Corrección por la long de la barra de perforación - Valor asumido según siguiente tabla

VARIACION DE ηh		
TIPO DE MARTILLO	TIPO DE CAIDA	ηh
DONUT	CAIDA LIBRE	0.75
DONUT	CUERDA-POLEA	0.45
SEGURIDAD	CUERDA-POLEA	0.60

VARIACION DE ηB		
DIAMETRO (mm)	DIAMETRO (In)	ηB
60-120	2.4-4.7	1.00
150	6	1.05
200	8	1.15

VARIACION DE ηS	
TIPO DE MUESTREADOR	ηS
MUESTREADOR ESTANDAR	1.00
CON FORRO PARA ARCILLA Y ARENA DENSA	0.80
CON FORRO PARA ARENA SUELTA	0.90

VARIACION DE ηR		
LONG BARRA (m)	LONG BARRA (Pies)	ηR
10	30	1.00
6 A 10	20 A 30	0.96
4 A 6	12 A 30	0.85
4 A 6	0 A 12	0.75

7.2 PARAMETRO ESTIMADOS A PARTIR DEL ENSAYO SPT PARA MODULO DE ELASTICIDAD Y POISSON

CORRELACION ENTRE SPT Y VALORES DE RESISTENCIA DE SUELOS PARA ARCILLAS					
OCR	N (SPT)	Qu (Kg/cm2)	Φ	DESCRIPCION	E (Kg/cm2)
NC	2	0.25	0	MUY BLANDA	3
NC	2 A 4	0.25 A 0.50	0 A 2	BLANDA	30
NC	4 A 8	0.50 A 1.00	2 A 4	MEDIA	45 A 90
NC	8 A 15	1.00 A 2.00	4 A 6	COMPACTA	90 A 200
OCR	15 A 30	2.00 A 4.00	6 A 12	MUY COMPACTA	200
OCR	30	4	14	DURA	

NC NORMALMENTE CONSOLIDADOS
OCR SUELOS SOBRECONSOLIDADOS
E MODULO DE RIGIDEZ DEL SUELO

CORRELACION APROXIMADA ENTRE IC, N60 Qu			
N60 (SPT)	VALOR CI	Qu (KN/m2)	DESCRIPCION
2	0.5	25	MUY BLANDA
2 A 8	0.5 A 0.75	25 A 80	BLANDA
8 A 15	0.75 A 1.00	80 A 150	MEDIA
15 A 30	1.00 A 1.50	150 A 400	FIRME
30	1.5	400	MUY FIRME

Qu MODULO DE YOUNG
Cr COMPACIDAD RELATIVA

CORRELACION ENTRE SPT Y VALORES DE RESISTENCIA PARA SUELOS ARENOSOS				
N (SPT)	VALOR Cr	Φ	DESCRIPCION	E (Kg/cm2)
0 A 4	0 A 15	28	MUY FLOJA	100
5 A 10	16 A 35	28 A 30	FLOJA	100 A 250
11 A 30	36 A 65	30 A 36	MEDIA	250 A 500
31 A 50	68 A 85	36 A 41	DENSA	500 A 1000
50	86 A 100	41	MUY DENSA	1000

E MODULO DE YOUNG
Cr COMPACIDAD RELATIVA

$$\phi'_{eq} = 15 + (12.5 \times N_{145})^{0.5} \quad (8c)$$

$$C_N = \sqrt{\frac{1}{\sigma'_{r0}}}, \text{ Liao y Whitman, 1986}$$

Varios investigadores correlacionan los valores del módulo de elasticidad, E_s , con el número de penetración estándar en campo, N_F , y con la resistencia a la penetración de cono, q_c . Mitchell y Gardner (1975) compilaron una lista de esas correlaciones. Schmertmann (1970) indicó que el módulo de elasticidad de la arena se da por

$$E_s = (kN/m^2) = 766 N_F \quad (4.36)$$

donde N_F = número de penetración estándar en campo

Tipo suelo	Módulo de elasticidad Es		Relación de Poisson	
	PSI	Mpa		
Arena suelta	1500-3500	10.35-24.15	0.2	0.4
Arena densa media	2500-4000	17.25-27.60	0.25	0.4
Arena densa	5000-8000	34.50-55.20	0.3	0.45
Arena limosa	1500-2500	10.35-17.25	0.2	0.4
Arena y Grava	10000-25000	69.00-172.50	0.15	0.35
Arcilla suave	600-3000	4.1-20.7		
Arcilla media	3000-6000	20.7-41.4	0.2	0.5
Arcilla firme	6000-14000	41.4-96.6		

(BRAJA M.DAS 2001)

Prof	prof m2	promedio	NSPT	N45	γ	σ'	CN	Φ_{equi}	E KN/m ²	E MN/m ²	Relación de poisson				
(m)	(m)	(m)			(KN/m ³)						rmin	rmax	E min	E max	v
0.9	1.35	1.125									0.2	0.4	10.35	24.15	0.00
5.9	6.35	6.125	16	12	18.67	118.555	0.09	27.25	12256	12.09	0.2	0.4	10.35	24.15	0.23
10.9	11.35	11.125	28	21	18.79	213.267	0.07	31.20	21448	21.448	0.2	0.4	10.35	24.15	0.36
15.9	16.35	16.125	25	19	18.89	308.852	0.06	30.31	19150	19.15	0.2	0.4	10.35	24.15	0.33

Prof	prof m2	promedio	NSPT	N45	γ	σ'	CN	Φ_{equi}	E KN/m ²	E MN/m ²	Relación de poisson				
(m)	(m)	(m)			(KN/m ³)						rmin	rmax	E min	E max	v
0.85	1.3	1.075									0.2	0.4	10.35	24.15	0.00
5.85	6.3	6.075	23	17	18.73	117.999	0.09	29.68	17618	17.618	0.2	0.4	10.35	24.15	0.31
10.85	11.3	11.075	26	20	18.71	211.423	0.07	30.61	19916	19.916	0.2	0.4	10.35	24.15	0.34
15.85	16.3	16.075	32	24	18.84	307.092	0.06	32.32	24512	24.512	0.2	0.4	10.35	24.15	0.41

Prof	prof m2	promedio	NSPT	N45	γ	σ'	CN	Φ_{equi}	E KN/m ²	E MN/m ²	Relación de poisson				
(m)	(m)	(m)			(KN/m ³)						rmin	rmax	E min	E max	v
0.9	1.35	1.125									0.2	0.4	10.35	24.15	0.00
5.9	6.35	6.125	22	17	18.87	119.825	0.09	29.36	16852	16.852	0.2	0.4	10.35	24.15	0.29
10.9	11.35	11.125	24	18	18.87	214.175	0.07	30.00	18384	18.384	0.2	0.4	10.35	24.15	0.32
15.9	16.35	16.125	27	20	18.77	306.89	0.06	30.91	20682	20.682	0.2	0.4	10.35	24.15	0.35

Prof	prof m2	promedio	NSPT	N45	γ	σ'	CN	Φ_{equi}	E KN/m ²	E MN/m ²	Relación de poisson				
(m)	(m)	(m)			(KN/m ³)						rmin	rmax	E min	E max	v
0.9	1.35	1.125									0.2	0.4	10.35	24.15	0.00
5.9	6.35	6.125	23	17	18.87	119.825	0.09	29.68	17618	17.618	0.2	0.4	10.35	24.15	0.31
10.9	11.35	11.125	27	20	18.87	214.175	0.07	30.91	20682	20.682	0.2	0.4	10.35	24.15	0.35
15.9	16.35	16.125	28	21	18.77	306.89	0.06	31.20	21448	21.448	0.2	0.4	10.35	24.15	0.36

MODULO DE ELASTICIDAD [MN/m ²]		
MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO
12.09	19.20	24.512

MODULO DE DE POISSON [v]		
MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO
0.23	0.33	0.41

7.3 ANALISIS SONDEOS

DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES ANALIZADOS, SABEMOS CUAL ES EL ESTRATO RECOMENDABLE COMO FUNDACION. DE ACUERDO AL NUMERO DE GOLPES TAMBIEN PODEMOS DETERMINAR CUAL ESTRATO ANALIZAR CON MAYOR PROFUNDIDAD. PARTE DE LA INFORMACION CONTENIDA EN ESTA TABLA ES LA RECOPIACION DE LOS DATOS QUE HAN SIDO OBTENIDOS A LO LARGO DEL INFORME.

PRINCIPALMENTE, ESTAS TABLAS NOS ARROJAN LA INFORMACION NECESARIA PARA DETERMINAR EL PERFIL DEL SUELO. TAMBIEN NOS AYUDA A ASUMIR LA COTA DE FUNDACION TENTATIVA, EL ANGULO DE FRICCION INTERNA Y PESO ESPECIFICO APROPIADOS.

COMPARAMOS MATERIAL, PROFUNDIDAD DE CIMENTACION, ANGULO DE FRICCION INTERNA Y PESO ESPECIFICO SUGERIDO DE CADA SONDEO Y ASUMIMOS LOS VALORES MAS DESFAVORABLES.

SONDEO 1

SEGÚN CAMPO		di	ESTRATOS	SEGÚN LABORATORIO							S/N CAMPO		di/N45	VER PUNTO 7.		PERF IL SUEL O	Φ (°)
DESDE (m)	HASTA (m)			W	LL	LP	IP	Y (kN/m3)	USCS	AASHTO	N	N45		N			
0.00	0.90	0.90									-	-	-	17	D	27.2	
0.90	5.90	5.00		33.97	16.67	15.96	0.70	18.67	SC-SW	A-1-B	16	12	0.42			31.2	
5.90	10.90	5.00		37.54	27.95	20.88	7.08	18.79	SC-SW	A-1-B	28	21	0.24			30.3	
10.90	15.90	5.00		41.01	23.53	35.00	-	18.89	SC-SW	A-1-B	25	19	0.27				
												-					
												-					
												-					
15.90				18.78							23.00		0.92			29.6	

SONDEO 2

SEGÚN CAMPO		di	ESTRATOS	SEGÚN LABORATORIO							S/N CAMPO		di/N45	VER PUNTO 7.		PERFIL SUELCO	Φ (°)
DESDE (m)	HASTA (m)			W	LL	LP	IP	γ (kN/m3)	USCS	AASHTO	N	N45		N	IL		
0.00	0.85	0.85						18.73	SC-SW	A-1-B	23	17	0.29	21	D		
0.85	5.85	5.00		34.12	20.30	41.04	-	18.71	SW-SP	A-2-4	26	20	0.26			29.7	
5.85	10.85	5.00		34.88	23.53	36.57	-	18.71	SW-SP	A-2-4	26	20	0.26			30.6	
10.85	15.85	5.00		34.31	16.38	26.75	-	18.84	SW-SP	A-2-4	32	24	0.21			32.3	
												-					
												-					
												-					
												-					
		15.85						18.76			27.00		0.75			30.9	

SONDEO 3

SEGÚN CAMPO		di	ESTRATOS	SEGÚN LABORATORIO							S/N CAMPO		di/N45	VER PUNTO 7.		Φ (°)
DESDE (m)	HASTA (m)			W	LL	LP	IP	Y (kN/m3)	USCS	AASHTO	N	N45		N	PERF IL SUEL O	
0.00	0.90	0.90									-	-	-	19	D	
0.90	5.90	5.00		34.13	16.89	9.23	7.66	18.87	SC-SW	A-1-B	22	17	0.30			29.4
5.90	10.90	5.00		34.85	25.42	31.57	-	18.87	SC-SW	A-1-B	24	18	0.28			30.0
10.90	15.90	5.00		34.19	31.24	37.67	-	18.77	SC-SW	A-1-B	27	20	0.25			30.9
												-				
												-				
												-				
15.90				18.84							24.33		0.83			30.1

SONDEO 4

SEGÚN CAMPO		di	ESTRATOS	SEGÚN LABORATORIO								S/N CAMPO		di/N45	VER PUNTO 7.		PERFIL SUELO	Φ (°)
DESDE (m)	HASTA (m)			W	LL	LP	IP	Y (kN/m3)	USCS	AASHTO	N	N45	N		N45			
0.00	0.90	0.90									-	-	-	21	D			
0.90	5.90	5.00		40.91	16.95	47.35	-	30.40	18.87	SC-SW	A-2-4	23	17			0.29		29.7
5.90	10.90	5.00		34.56	15.62	17.54	-	1.92	18.87	SC-SW	A-2-4	27	20			0.25		30.9
10.90	15.90	5.00		33.98	30.63	25.53		5.10	18.77	SC-SW	A-2-4	28	21			0.24		31.2
												-	-					
												-	-					
		15.90							18.84			26.00		0.77			30.6	

PERFIL DE SUELO	D
Φ (°)	30.29
E MN/m ²	19.20
[v]	0.33
γ (kN/m ³)	18.80
Aa	0.20
Av	0.20
Fa	1.40
Fv	2.00

9. RECOMENDACIONES

- El tipo de cimentación sugerida por el Ing. Calculista y plasmada en planos ha sido avalada mediante la firma, ver el punto 11.1 FUNDACION PLANTEADA POR EL CALCULISTA de este informe y corresponde a:

ZAPATAS AISLADAS	E (Mn/m²)	19.20	Y (kN/m³)	18.80	Angulo de fricción	30.29	Ka	0.33
Capacidad portante Kpa	195.88	Profundidad de cimentación: m		1.10	perfil de suelo	D	Kp	3.04

El estudio de suelos consistió en realizar unas exploraciones para generalizar la condición total del lote, sin embargo, debido a sus características heterogéneas o anisotrópicas el suelo (al iniciar labores de excavación) puede presentar características diferentes a las planteadas en este estudio, de ser así, es responsabilidad del constructor avisar de manera inmediata al Ing. de suelos para que efectúe una visita al terreno y haga sus respectivas recomendaciones.

Preparar el terreno retirando los materiales no apropiados para el soporte de la edificación como escombros, materia orgánica, capa vegetal, suelo suelto, etc.

Evitar la alteración del suelo lo menos posible, sobre todo con maquinaria pesada.

La excavación en el sitio del proyecto debe ser manual o a máquina (retroexcavadora) bajo la supervisión de un ingeniero civil.

No se encontró nivel freático. El constructor debe advertir de inmediato si en el proceso (al realizar excavaciones) encuentra presencia de aguas.

Los suelos encontrados son buenos para cimentar, siempre y cuando se controle el flujo de agua y el confinamiento.

Las excavaciones no deben quedar expuestas por mucho tiempo después de su ejecución, para evitar que las paredes de las mismas se desprendan, sin embargo no se considera necesario entibar durante el proceso de fundición de las zapatas.

Es de suma importancia el uso de filtros y drenes para el manejo de aguas superficiales para así evitar humedades superiores a la natural del terreno.

Es recomendable empezar las obras de cimentación en época seca, y en lo posible comenzar lo más rápido después de realizada la excavación del terreno, para su culminación en el menor tiempo posible.

El material de relleno por encima de la cimentación, el material base para el contrapiso (a no ser que en planos estructurales se especifique lo contrario) o en general cualquier tipo de relleno (sobre el cual no se levante la fundación) debe ser de tipo recebo seleccionado (con un contenido máximo del 20% de los finos) y compactado por medio mecánico (saltarín) en capas no inferiores a los 20cm al 90% del proctor modificado.

No colocar ningún tipo de estructura sobre un relleno mal compactado (o material que no sea sugerido por el Ing de suelos como basuras, escombros, etc.), ya que puede ocasionar consolidación en la estructura (colchones de material blando o descompuesto).

Bajo los elementos estructurales se debe retirar el material suelto y fundir un solado de limpieza con un mortero pobre de 3cm de espesor aprox. Fundir los elementos estructurales a la menor brevedad para evitar la contaminación de esta capa.

Una vez construida la cimentación, cuellos de columnas que van enterrados y realizado el relleno para nivelación, es recomendable fundir el contrapiso a la mayor brevedad para evitar que el material de fundación se contamine, brindar una rodadura cómoda para el trabajo y un soporte adecuado para la formaleta de elementos superiores como columnas y placa.

El refuerzo debe estar separado del suelo (recubrimiento) a una distancia mínima de 7.5cm, se recomienda usar algún tipo de elemento que levante el acero con la suficiente resistencia como para que al ser vaciado el concreto, las barras no pierdan distancia de recubrimiento, en lo posible aplicar algún tipo de aditivo que mejore las condiciones de impermeabilidad del concreto (para la cimentación, placa contrapiso y los cuellos de las columnas que van enterrados, en general a todo los elementos en concreto que queden en contacto directo con el suelo).

El concreto y el acero debe cumplir con las especificaciones técnicas proferidas en el estructural y con todo lo contenido en la NSR-10. Homogéneo (buen uso de mezcladora si se trabaja en sitio), bien vibrado (para eliminar burbujas internas) y bien formaleteado (para garantizar las condiciones geométricas planteadas por el estructural).

Si las edificaciones continuas se pueden ver afectadas durante la construcción por diversas causas asociadas a los procesos de construcción, se recomienda levantar un acta de vecindades, documentada con fotos y videos con el fin de evitar que se adjudiquen a la nueva construcción daños existentes no ocasionados por las obras en construcción.

- Las condiciones estructurales planteadas fueron suministradas por un tercero (no son responsabilidad nuestra) se muestran dentro del informe ya que trabajamos mancomunadamente con el fin de obtener los mejores resultados en pro de la óptima construcción de la cimentación de este proyecto, por tanto, si las condiciones estructurales cambian, el análisis al suelo podrá ser el mismo pero las recomendaciones a la cimentación propuesta pierden validez.

- Si durante la ejecución de la cimentación existen dudas, preguntas, reclamos, asesorías, observaciones o inconsistencias, favor pedir cita para sus respectivas aclaraciones, ya que no nos hacemos responsables si el constructor pasa por alto algún factor que conlleve a un fallo en el proyecto y del cual no se haya tratado con claridad en este estudio.

- A continuación se transcribe casi textualmente las recomendaciones constructivas sugeridas por el Ing. Fernando Henao Robledo expuestas en su libro "RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN", desde la página 33 hasta la 47, aplicado para el tema de cimentaciones:

Excavaciones

En los trabajos llevados a cabo en zanjas se producen con frecuencia accidentes graves o mortales a causa del desprendimiento de tierras. Por ello es necesario adoptar aquellas medidas que garanticen la seguridad de los trabajadores que tienen que llevar a cabo labores en el interior de las mismas.

Antes de emprender las obras de excavación, se debe hacer un reconocimiento cuidadoso del sitio para determinar cuáles son las medidas de seguridad que se requieren. Esto es de primordial importancia cuando se trabaja en zonas urbanas y cerca de caminos o de estructuras de servicios públicos.

Las propiedades colindantes se deben examinar antes de iniciar las operaciones y las excavaciones se planearán de acuerdo con el estudio. Los defectos estructurales que se encuentren, tales como grietas en los cimientos asentamientos irregulares, etc., se deben anotar y volver a examinar. Se debe obtener fotografías y planos firmados y fechados cuando se estime conveniente.

Se debe localizar los servicios públicos subterráneos, tales como conductos de cables eléctricos, telefónicos y los principales conductos de agua, gas y alcantarillado. Si se tiene que levantar cualquiera de estos conductos, tuberías o interrumpir el suministro, se debe hacer arreglos previos con el dueño del servicio.

Puede ser necesario cambiar provisionalmente las instalaciones subterráneas o áreas de los servicios públicos, hay que protegerlos contra daños. Las tuberías, cables, etc., que queden al descubierto, se suspenden o se sostienen con puntales. Se debe disponer un sitio para desechar el material de las excavaciones y una ruta para el acarreo del mismo.

Protección al público

Calles

Los cortes que se hagan junto o en las cuales se deben cercar, además de señalarse con carteles de advertencia. Durante la noche se debe colocar luces.

Aceras

A los peatones se les debe proteger con cercas o barandales de seguridad. Las aceras o se deben socavar, a menos que estén bien apuntaladas, si el público las va a usar durante el tiempo que dure la construcción.

Las pasarelas provisionales que sobresalgan de la guarnición de la acera deben ser resistentes y tener resguardos en ambos extremos y, si se requiere también un techado. Nunca se debe desviar los peatones hacia las calles sin poner protecciones. Las pasarelas y los pasillos que se utilicen de noche, se deben iluminar.

La madera que se utilice para construir pasarelas, debe estar libre de clavos de nudos grandes y de astillas, el entablado debe ser paralelo al movimiento del tránsito y estar firmemente asegurado. Se debe hacer empalmes de tope para evitar el riesgo de tropiezos. Los extremos se deben achaflanar.

Las pasarelas elevadas, deben tener escalones o rampas si la diferencia de altura es de más de 2.5 cm, si la pendiente es fuerte, las rampas deben tener travesaños clavados de tramo en tramo.

Las tuberías, mangueras, líneas de fuerza, etc., que atraviesan las aceras, se deben cubrir con una canal invertida de bordes achaflanados.

Si los camiones y otros equipos cruzan aceras o transitan hacia las vías públicas, se debe tener una persona encargada de dar señales, para dirigir el tráfico. Los camiones y los peatones no deben transitar por esas zonas al mismo tiempo.

Protección de las propiedades

Las estructuras adyacentes a las excavaciones se deben arriostrar para impedir su asentamiento y movimiento lateral. Los cimientos se deben proteger para que no los socave o los deslave las lluvias u otras aguas.

Las aceras, calles, callejones y demás se deben reforzar tomando en consideración las cargas de los vehículos que las utilizan.

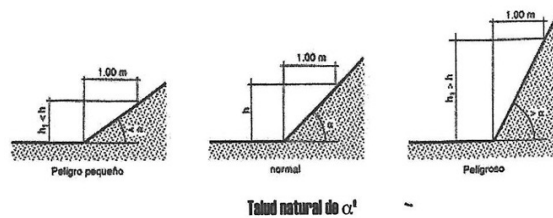
Zanjas

Se entiende por zanja una excavación larga y angosta realizada en el terreno.

La nota técnica de prevención NTP 178 emitida por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España plantea las normas de seguridad para zanjas, de dicha norma se toman algunas recomendaciones.

Se contempla la excavación de zanjas realizadas con medios manuales o mecánicos que cumplan las siguientes características:

- ☐ Ancho ≤ 2 metros.
- ☐ Profundidad ≤ 7 metros.
- ☐ Nivel freático inferior a la profundidad o rebajado.
- ☐ No se incluyen los terrenos rocosos ni blandos o expansivos.



Con carácter general se debe considerar peligrosa toda excavación que, en terrenos corrientes, alcance una profundidad de 0,80 m y 1,30 m en terrenos consistentes.

En todos los casos se debe llevar a cabo un estudio previo del terreno con objeto de conocer la estabilidad del mismo. La experiencia en el lugar de ubicación de las obras podrá avalar las características de corte del terreno.

En general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno. Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud provisional adecuadas a las características del terreno, se debe considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural. Dado que los terrenos se disgregan y pueden perder su cohesión bajo la acción de los elementos atmosféricos, tales como la humedad, y la sequedad, dando lugar a hundimientos, es recomendable calcular con amplios márgenes de seguridad la pendiente de los tajos.

En las excavaciones de zanjas se pueden emplear bermas escalonadas, con mesetas no menores de 0,65m y contramesetas no mayores de 1,30 m, en cortes con taludes del terreno con Angulo entre 60° y 90° para una altura máxima admisible en función del peso específico aparente del terreno y de la resistencia simple del mismo.

Si se emplean taludes mas acentuados que el adecuado a las características del terreno, o bien se llevan a cabo mediante bermas que no reúne las condiciones indicadas, se puede disponer de una entibación que por su forma, materiales empleados y secciones de estos ofrezcan absoluta seguridad, de acuerdo con las características del terreno: entibación cuajada, semicuajada o ligera.

La entibación debe ser dimensionada para las cargas máximas previsibles en las condiciones más desfavorables.

Las entibaciones deben ser revisadas al comenzar la jornada de trabajo, tensando los cordales que se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias.

Los productos de la excavación que no sean retirados de inmediato, así como los materiales que deben acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para evitar una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierra en los taludes, debiéndose adoptar como mínimo el criterio de distancias de seguridad indicado en la figura.

Cuando en los trabajos de excavación se empleen maquinas, camiones, etc., que tengan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimientos de tierras en los taludes.

Cuando las excavaciones afecten a construcciones existentes, se hará previamente un estudio sobre la necesidad de apeos en todas las partes interesadas en los trabajos, que podrán ser aislados o de conjunto, según la clase de terreno y forma de desarrollarse la excavación, y en todo caso se calculara y ejecutara la manera para consolidar y sostener las zonas afectadas directamente, sin alterar las condiciones de estabilidad del resto de la construcción.

En general las entibaciones o parte de estas se quitarán solo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales, comenzando por la parte inferior del corte.

En zanjas de profundidad mayor a 1,30 m., siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de ellos de reten en el exterior que podrán actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma en el caso de producirse alguna emergencia.

En la obra se dispondrá de palancas, cuñas, barras, puntales, tabloncillos, etc., que no se utilizaran para la entibación y se reservaran para equipo, de salvamento, así como, de otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

Si al excavar surgiera cualquier anomalía no prevista, se comunicará a la dirección técnica de la obra. Provisionalmente el constructor adoptara las medidas que estime necesarias.

Cortes sin entibación: Taludes

Para profundidades inferiores a 1,30 m en terrenos coherentes y sin sollicitación de viales o cimentaciones, podrán realizarse cortes verticales sin entibar.

En terrenos sueltos o que estén sollicitados deberá llevarse a cabo una entibación adecuada.

Para profundidades mayores el adecuado talud de las paredes de excavación constituye una de las medidas más eficaces frente al riesgo de desprendimiento de tierras.

La tabla 1 sirve para determinar la altura máxima admisible en metros de taludes libres de sollicitaciones, en función del tipo de terreno, del ángulo de inclinación de talud β no mayor de 60° y de la resistencia a compresión simple del terreno.

Tabla 1: Determinación de la altura máxima admisible para taludes libres de sollicitaciones

Tipo de terreno	Ángulo de talud β	Resistencia a compresión simple R_u en kg/cm ²				
		0,250	0,375	0,500	0,625	$\geq 0,750$
Arcilla y limos muy plásticos	30	2,40	4,60	6,80	7,00	7,00
	45	2,40	4,00	5,70	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,20	7,00
Arcilla y limos de plasticidad media	30	2,40	4,90	7,00	7,00	7,00
	45	2,40	4,10	5,90	7,00	7,00
	60	2,40	3,60	4,90	6,30	7,00
Arcilla y limos poco plásticos, arcillas arenosas y arenas arcillosas	30	4,50	7,00	7,00	7,00	7,00
	45	3,20	5,40	7,00	7,00	7,00
	60	2,50	3,90	5,30	6,80	7,00

(H máx. en m)*

* Valores intermedios se interpolarán linealmente

La altura máxima admisible H máx en cortes con taludes del terreno, provisionales, con ángulo comprendido entre 60° y 90° (talud vertical), sin sollicitación de sobrecarga y sin estibar podrá determinarse por medio de la tabla 2 en función de la resistencia a compresión simple del terreno y del peso específico aparente de este. Como medida de seguridad en el trabajo contra el "venteo" o pequeño desprendimiento se emplearán bermas escalonadas con mesetas no menores de 0,65 m y contramesetas no mayores de 1,30 m.

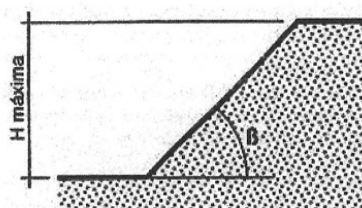
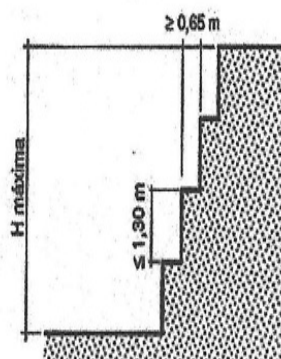


Tabla 2: Altura máxima admisible H máx. en m*

Resistencia a compresión simple R_u en Kg/cm ²	Peso específico aparente y en g/cm ³				
	2,20	2,10	2,00	1,90	1,80
0,250	1,06	1,10	1,15	1,20	1,25
0,300	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50
0,400	1,70	1,80	1,90	2,00	2,10
0,500	2,10	2,20	2,30	2,45	2,60
0,600	2,60	2,70	2,80	2,95	3,10
0,700	3,00	3,15	3,30	3,50	3,70
0,800	3,40	3,60	3,80	4,00	4,20
0,900	3,90	4,05	4,20	4,45	4,70
1,000	4,30	4,50	4,70	4,95	5,20
1,100	4,70	4,95	5,20	5,20	5,20
$\geq 1,200$	5,20	5,20	5,20	5,20	5,20

* Valores intermedios se interpolarán linealmente



El corte de terreno se considerará sollicitado por cimentaciones, viales y acopios equivalentes, cuando la separación horizontal "S" entre la coronación del corte y el borde de la sollicitación, sea mayor o igual a los valores "S" de la tabla 3.

Cortes con entibación

Cuando no sea posible emplear taludes como medida de protección contra el desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales de sus paredes se deberán entibar éstas en zanjas iguales o mayores a 1,30 m de profundidad. Igual medida se deberá tomar si no alcanzan esta profundidad en terrenos no consistentes o si existe solici-tación de cimentación próxima o vial.

El tipo de entibación a emplear vendrá determinada por el de terreno en cuestión, si existen o no sollicitaciones y la profundidad del corte (tabla 6).

Tabla 3: Determinación de la distancia de seguridad (S en figura) para cargas próximas al borde de una zanja

Tipo de sollicitación	Ángulo de talud	
	$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
Cimentaciones	D	D
Vial o acopios equivalentes	D	D/2

En excavaciones junto a cimentaciones enrasadas o más profundas, se deberá comprobar si existe peligro de levantamiento del fondo. En general no existe peligro, siempre que se verifique que:

Para valores de $A < b$, debe tomarse en general $n = 0$

Tabla 4: Cálculo del factor de influencia, m^* .

b/l	D/b									
	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00
<0,1	1,00	1,19	1,38	1,57	1,76	1,95	2,14	2,52	2,90	3,28
0,1	1,04	1,23	1,42	1,61	1,80	1,99	2,18	2,56	2,94	3,32
0,2	1,03	1,27	1,46	1,65	1,84	2,03	2,22	2,60	2,98	3,36
0,3	1,13	1,32	1,51	1,70	1,89	2,08	2,27	2,65	3,03	3,41
0,4	1,17	1,36	1,55	1,74	1,93	2,12	2,31	2,69	3,07	3,45
0,5	1,22	1,41	1,60	1,79	1,98	2,17	2,36	2,74	3,12	3,50
0,6	1,26	1,45	1,64	1,83	2,02	2,21	2,40	2,78	3,16	3,54
0,7	1,30	1,49	1,68	1,87	2,06	2,25	2,44	2,82	3,20	3,58
0,8	1,35	1,54	1,73	1,92	2,11	2,30	2,49	2,87	3,25	3,63
0,9	1,39	1,58	1,77	1,96	2,15	2,34	2,53	2,91	3,29	3,67
$\geq 1,0$	1,44	1,63	1,82	2,01	2,20	2,39	2,58	2,96	3,34	3,72

*Siendo:

b = Ancho de la cimentación en dirección normal al corte en m.

L = Largo de la cimentación en dirección paralela al corte en m.

D = Desnivel entre el plano de apoyo de la cimentación y el fondo de la excavación en m.

Tabla 5: Cálculo de la sobrecarga debida al espaldón, n , en Kg/cm²

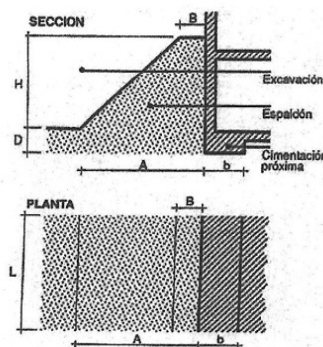
Peso específico aparente del terreno en g/cm ³	$\frac{A+B}{2A}$		H en m						
	1	2	3	4	5	6	7		
2,20	0,22	0,44	0,66	0,88	1,10	1,32	1,54		
2,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40		
1,80	0,18	0,36	0,54	0,72	0,90	1,08	1,26		
1,60	0,16	0,32	0,48	0,64	0,80	0,96	1,12		

Siendo:

A = Ancho en pie del espaldón en m.

B = Ancho en coronación del espaldón en m.

H = Profundidad del corte en m.



$$q_s \leq 0,9 (m.R_w + n)$$

Siendo:

q_s = Tensión de comprobación que transmite la cimentación al terreno en su plano de apoyo en Kg/cm².

R_w = Resistencia a compresión simple del terreno en Kg/cm².

m = Factor de influencia (tabla 4).

n = Sobrecarga debida al espaldón en Kg/cm². (Tabla 5)

Tabla 6: Elección del tipo de cimentación

Tipo de terreno	Sollicitación	Profundidad P del corte en m			
		< 1,30	1,30 - 2,00	2,00 - 2,50	> 2,50
Coherente	Sin sollicitación	*	Ligera	Semicuajada	Cuajada
	Sollicitación de vial	Ligera	Semicuajada	Cuajada	Cuajada
Suelto	Sollicitación de cimentación	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada
	Indistintamente	Cuajada	Cuajada	Cuajada	Cuajada

* Entibación no necesaria en general

Riesgos

La mayor parte de los trabajos de construcción comprenden algún tipo de excavación para cimientos, alcantarillas y servicios bajo el nivel del suelo. El cavado de zanjas o fosos puede ser sumamente peligroso y hasta los trabajadores más experimentados han sido sorprendidos por el derrumbe súbito e inesperado de las paredes sin apuntalar de una excavación. Una persona sepultada bajo un metro cúbico de tierra no podrá respirar debido a la presión sobre su pecho, y dejando de lado las lesiones físicas que pueda haber sufrido, pronto se sofocará y morirá, pues esa cantidad de tierra pesa más de una tonelada.

La tarea de excavación implica extraer tierra o una mezcla de tierra y roca. El agua casi siempre está presente, aunque más no sea en forma de humedad del suelo, y la lluvia copiosa es causa frecuente de suelos resbaladizos. La posibilidad de anegamiento es otro riesgo a tener siempre en cuenta. La liberación de presiones a medida que se va retirando material, y el resacamiento en tiempo caluroso, causa la aparición de grietas.

La índole de los suelos es variable (por ejemplo arena fina que se desliza fácilmente, arcilla dura que es más cohesiva), pero no puede esperarse que ningún suelo sostenga su propio peso, de modo que es preciso adoptar precauciones para impedir el derrumbamiento de los lados de cualquier zanja de más de 1,2 m de profundidad.

Causas de accidentes

Las principales causas de accidentes en las excavaciones son las siguientes:

Trabajadores atrapados y enterrados en una excavación debido al derrumbe de los costados;

Trabajadores golpeados y lesionados por materiales que caen dentro de la excavación;

Trabajadores que caen dentro de la excavación;

Medios de acceso inseguros y medios de escape insuficientes en caso de anegamiento;

Vehículos llevados hasta el borde de la excavación, o muy cerca del mismo (sobre todo en marcha atrás), que causan desprendimiento de paredes;

Asfixia o intoxicación causados por gases más pesados que el aire que penetran en la excavación, por ejemplo los gases de escape de motores diesel y de gasolina.

Medidas de seguridad para impedir el derrumbamiento de las excavaciones y las caídas

Debe darse a los lados de la excavación o zanja una inclinación segura, generalmente con un ángulo de 45° en reposo, o apuntalárselos con maderamen u otro material adecuado para impedir que se derrumben. La clase de soporte dependerá del tipo de excavación, la índole del terreno y el agua subterránea existente.

La planificación es de vital importancia. Es preciso asegurarse de la disponibilidad de materiales para apuntalar la zanja que ha de cavarse en toda su extensión, ya que los soportes deben instalarse sin demora al practicar la excavación. Para todas las excavaciones se precisa una acumulación de maderas de reserva, pero las de 1,2 m o más de profundidad requieren un maderamen o revestimiento especial. Si el suelo es inestable o carece de cohesión, se necesita un entablado más apretado. Nunca se debe trabajar por delante de la zona apuntalada.

Los apuntalamientos deben ser instalados, modificados o desmontados sólo por obreros especializados bajo supervisión. Dentro de lo posible, se deben erigir antes de haber cavado hasta la profundidad máxima de la zanja, hay que empezar antes de llegar a los 1,2 m. La excavación e instalación de soportes deberá continuar entonces por etapas, hasta llegar a la profundidad deseada. Es preciso que los trabajadores conozcan bien los procedimientos para rescatar a un compañero atrapado por un desprendimiento de tierra.

Apuntalamiento para prevenir el derrumbe de los costados de una excavación, consistente en marcos de madera o acero con entablado estrecho entre ellos.

Los trabajadores se caen con frecuencia dentro de las excavaciones.

Deben colocarse barreras adecuadas, de altura suficiente (por ejemplo, cerca de 1 m), para prevenir estos accidentes. A menudo se utilizan los extremos de los soportes que sobresalen del nivel del suelo para sostener estas barreras.

Barreras a ambos lados de una zanja, para impedir que los trabajadores caigan dentro de ella.

Inspección

Las excavaciones deben ser inspeccionadas por una persona idónea antes de que comience el trabajo en ellas, y por lo menos una vez por día luego de iniciadas las tareas. Una persona idónea las debe revisar a fondo una vez por semana y se debe llevar un registro de esas inspecciones.

Edificios contiguos

Dentro de lo posible, las excavaciones no deben ser excesivamente profundas ni estar demasiado cerca de edificios o estructuras adyacentes como para socavarles. Deben tomarse precauciones, mediante puntales, soportes, etc., para impedir derrumbes o desmoronamientos cuando la estabilidad de algún edificio o estructura se vea afectada por los trabajos de excavación.

Orillas

No se deben almacenar ni mover materiales o equipos cerca de las orillas de las excavaciones, ya que ello acarrea el peligro de que caigan materiales sobre los que trabajan abajo, o que aumente la carga en el terreno circundante y se derrumbe el maderamen o los soportes de sostén. Las pilas de desechos o descartes deben también estar lejos de las orillas de las zanjas.

Vehículos

Deben colocarse bloques de tope adecuado y bien anclado en la superficie para impedir que las volquetas se deslicen dentro de las excavaciones, riesgo que corren en especial cuando dan marcha atrás para descargar. Los bloques deben estar a suficiente distancia de la orilla para evitar los peligros de un desprendimiento bajo el peso de los vehículos. Cuando se trabaja en una excavación, es preciso asegurarse de que existan medios seguros de ingreso y salida, como por ejemplo una escalera de mano bien sujeta. Esto adquiere particular importancia cuando hay riesgo de anegamiento, y el escape rápido es esencial.

Iluminación

El área que rodea a la excavación debe estar bien iluminada, sobre todo en los puntos de acceso y en las aberturas de las barreras.

Conductos de Servicios

Antes de empezar a cavar, ya sea a mano o con una excavadora, recuerde que puede haber conductos de servicio bajo la superficie. En las zonas urbanizadas, siempre hay que esperar la presencia de cables eléctricos, conductos de agua y alcantarillas. En algunos sitios también puede haber conducciones de gas. Algunos de estos servicios tienen aspecto similar, de modo que al encontrarlos siempre hay que suponer lo peor, dar contra un cable eléctrico puede causar la muerte, o lesiones severas por choque eléctrico, o quemaduras graves. Una conducción de gas rota tiene pérdidas y puede provocar explosiones. Las conducciones de agua o saneamiento averiados pueden acarrear riesgos súbitos anegando la excavación o causando el desmoronamiento de sus paredes.

Cables Eléctricos

Siempre debe suponer que el cable que usted encuentra está electrificado. Antes de empezar a cavar, se deben hacer con la empresa de electricidad, las autoridades municipales o el dueño de la propiedad acerca de los planos que posean sobre el cableado de la zona, pero aunque existan planos, recuerde que tal vez algunos cables no estén indicados en ellos o no sigan el recorrido marcado por el plano, ya que el tendido pocas veces sigue una línea exacta. Preste atención a la cercanía de señales de tráfico luminosas, semáforos o subestaciones, generalmente abastecidos por cable subterráneos. Una vez hallado el cable, notifique al supervisor y a los otros trabajadores. Marque la ubicación con tiza, crayola o pintura, o si el terreno es demasiado blando, con estacas de madera. No use nunca clavijas puntiagudas. Una vez establecida la ubicación aproximada del cable bajo tierra, utilice herramientas de mano para desenterrarlo: palas y azadas y no picos u horquillas. Preste extrema atención a la presencia de cables al cavar. No deben utilizarse herramientas eléctricas a menos de medio metro de distancia de un cable.

ANEXO 1: LOCALIZACION Y UBICACIÓN DE SONDEOS

ANEXO 2: REGISTRO FOTOGRAFICO (EVIDENCIAS)

ANEXO 3: RESULTADOS LABORATORIO

SIMBOLOGIA DE LOS SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO

GAVEDAD ESPECIFICA

PESO UNITARIO

ESTRATIGRAFIA

ANEXO 4: FOTOGRAFIAS EQUIPO UTILIZADO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

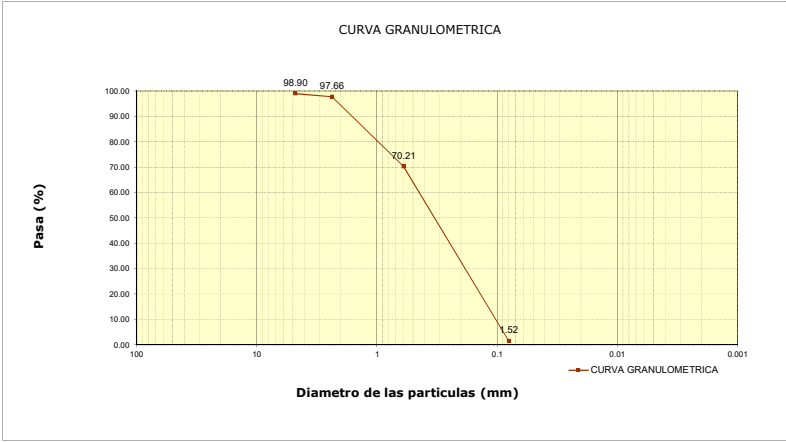
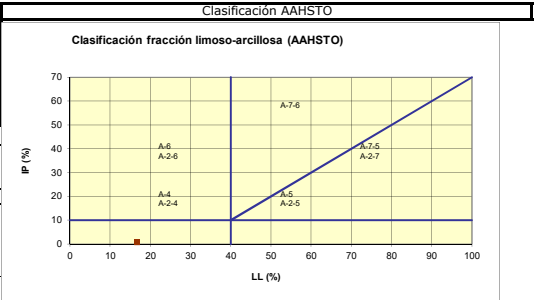
PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION	CARRERA 4 Nº 4A-12 LA POLA
CIUDAD	Ibagué - Tolima

SONDEO	1	MUESTRA	1
PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90(M)	FECHA	

No DE TAMIZ	Tamiz (mm)	Peso Retenido gr	Peso Pasa gr	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
No (4)	4.76	4.0	358.5	98.90	98.90	1.10	1.10
No (10)	2.36	4.5	354	97.66	97.66	2.34	1.24
No (40)	0.60	99.5	254.5	70.21	70.21	29.79	27.45
No (200)	0.08	249.0	5.5	1.52	1.52	98.48	68.69
FONDO		5.5				100.00	

PESO DE LA MUESTRA	362.5
Limite líquido LL	16.67%
Limite plastico LP	15.96%
Índice plasticidad IP	0.70%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	98.90 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):	1.52 %
D60:	0.52 mm
D30:	0.30 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.14 mm
Cóeficiente de uniformidad (Cu):	3.62
Grado de curvatura (Cc):	1.16



Material granular:	Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del índice de grupo (IG):	0



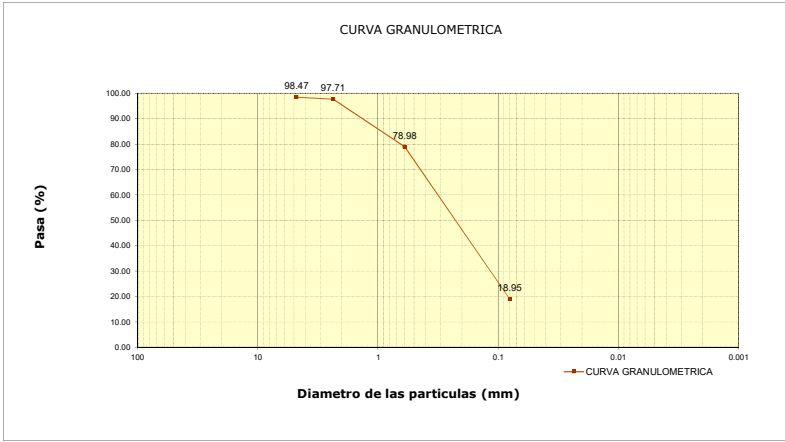
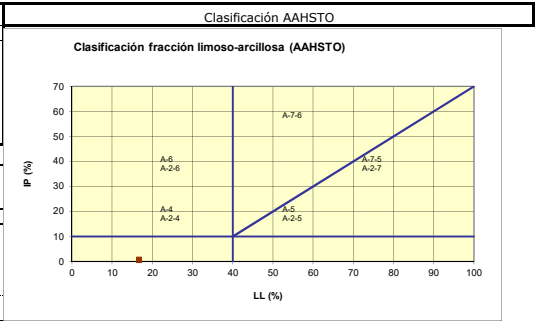
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena bien graduada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
CIUDAD	Ibagué - Tolima

SONDEO	1	MUESTRA	2
PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90(M)	FECHA	00-01-00

No DE TAMIZ	Tamiz (mm)	Peso Retenido gr	Peso Pasa gr	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
No (4)	4.76	7.0	452	98.47	98.47	1.53	1.53
No (10)	2.36	3.5	448.5	97.71	97.71	2.29	0.76
No (40)	0.60	86.0	362.5	78.98	78.98	21.02	18.74
No (200)	0.08	275.5	87	18.95	18.95	81.05	60.02
	FONDO	87.0				100.00	
PESO DE LA MUESTRA		459.0					
Límite líquido LL				27.95	%		
Límite plástico LP				20.88	%		
Índice plasticidad IP				7.08	%		
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):							98.47
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):							18.95
D60:							0.44 mm
D30:							0.18 mm
D10 (diámetro efectivo):							mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):							
Grado de curvatura (Cc):							



Material granular	Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del índice de grupo (IG):	0



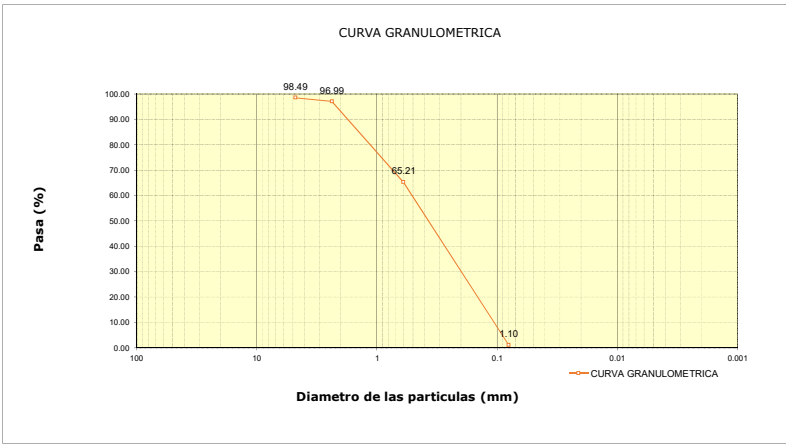
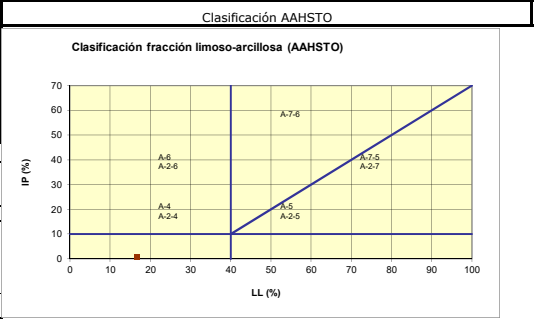
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Arena

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
CIUDAD	Ibaguè - Tolima

SONDEO	1	MUESTRA	3
PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00

No DE TAMIZ	Tamiz (mm)	Peso Retenido gr	Peso Pasa gr	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
No (4)	4.76	5.0	327	98.49	98.49	1.51	1.51
No (10)	2.36	5.0	322	96.99	96.99	3.01	1.51
No (40)	0.60	105.5	216.5	65.21	65.21	34.79	31.78
No (200)	0.08	212.5	4	1.10	1.10	98.90	64.11
FONDO		4.0				100.00	
PESO DE LA MUESTRA		332.0					
Límite líquido LL				23.53 %			
Límite plástico LP				35.00 %			
Índice plasticidad IP				11.47 %			
Pasa tamiz N° 4 (5mm):						98.49 %	
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):						1.10 %	
D60:						0.56 mm	
D30:						0.31 mm	
D10 (diámetro efectivo):						0.15 mm	
Coeficiente de uniformidad (Cu):						3.67	
Grado de curvatura (Cc):						1.16	



Material granular	Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del índice de grupo (IG):	0



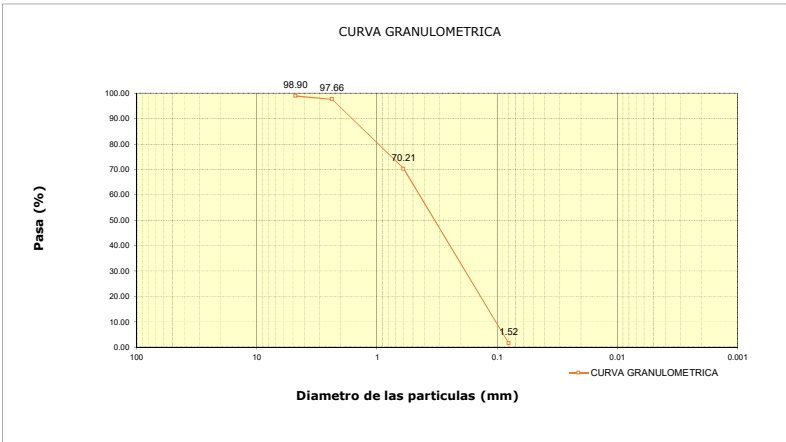
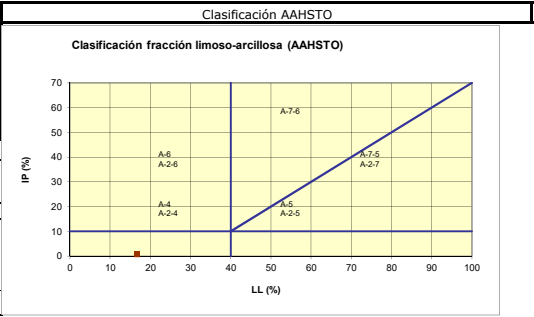
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena bien graduada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

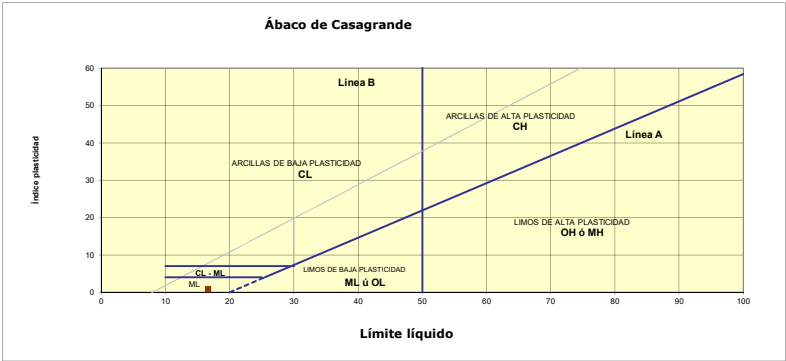
PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION:	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
CIUDAD:	Ibagué - Tolima

SONDEO	2	MUESTRA	1
PROFUNDIDAD	0.85 A 5.85 (m)	FECHA	00-01-00

No DE TAMIZ	Tamiz (mm)	Peso Retenido gr	Peso Pasa gr	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
No (4)	4.76	4.1	365.67	98.90	98.90	1.10	1.10
No (10)	2.36	4.6	361.08	97.66	97.66	2.34	1.24
No (40)	0.60	101.5	259.59	70.21	70.21	29.79	27.45
No (200)	0.08	254.0	5.61	1.52	1.52	98.48	68.69
FONDO		5.6				100.00	
PESO DE LA MUESTRA		369.8					
Límite líquido LL				20.30%			
Límite plástico LP				41.04%			
Índice plasticidad IP				20.73%			
Pasa tamiz N° 4 (5mm):				98.90 %			
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):				1.52 %			
D60:				0.52 mm			
D30:				0.30 mm			
D10 (diámetro efectivo):				0.14 mm			
Coeficiente de uniformidad (Cu):				3.62			
Grado de curvatura (Cc):				1.16			



Material granular	Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del índice de grupo (IG):	1



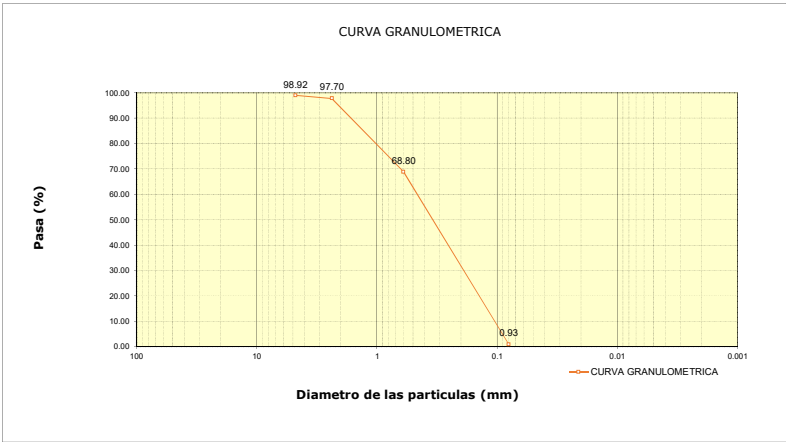
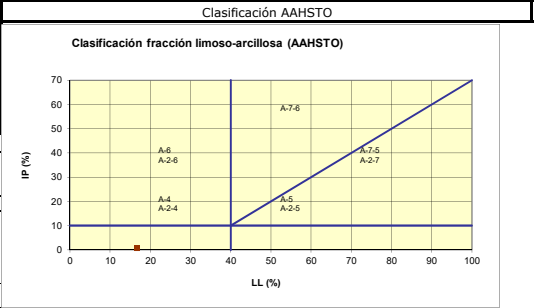
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena bien graduada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

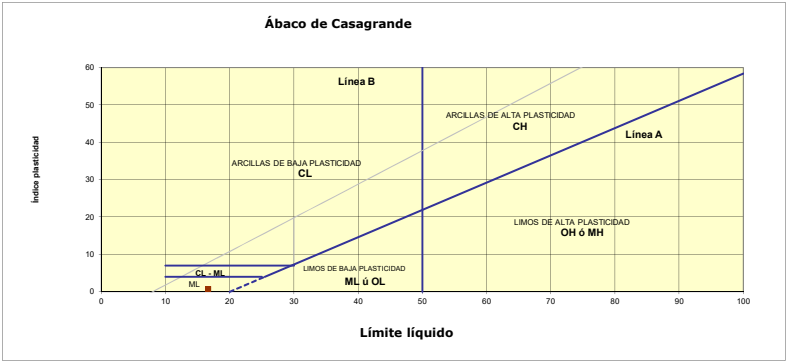
PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
CIUDAD	Ibagué - Tolima

SONDEO	2	MUESTRA	2
PROFUNDIDAD	5.85 A 10.85(M)	FECHA	00-01-00

No DE TAMIZ	Tamiz	Peso Retenido	Peso Pasa	Pasa	Pasante	Retenido	Retenido
	(mm)	gr	gr	(%)	(%)	acumulado (%)	parcial (%)
No (4)	4.76	4.1	373	98.92	98.92	1.08	1.08
No (10)	2.36	4.6	369	97.70	97.70	2.30	1.22
No (40)	0.60	109.0	260	68.80	68.80	31.20	28.90
No (200)	0.08	256.0	4	0.93	0.93	99.07	67.87
	FONDO	3.5				100.00	
PESO DE LA MUESTRA		377.2					
Límite líquido LL				23.53%			
Límite plástico LP				36.57%			
Índice plasticidad IP				-13.03%			
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):							98.92 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):							0.93 %
D60:							0.53 mm
D30:							0.30 mm
D10 (diámetro efectivo):							0.15 mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):							3.56
Grado de curvatura (Cc):							1.15



Material granular	
Excelente a bueno como subgrado	
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del Índice de grupo (IG):	0



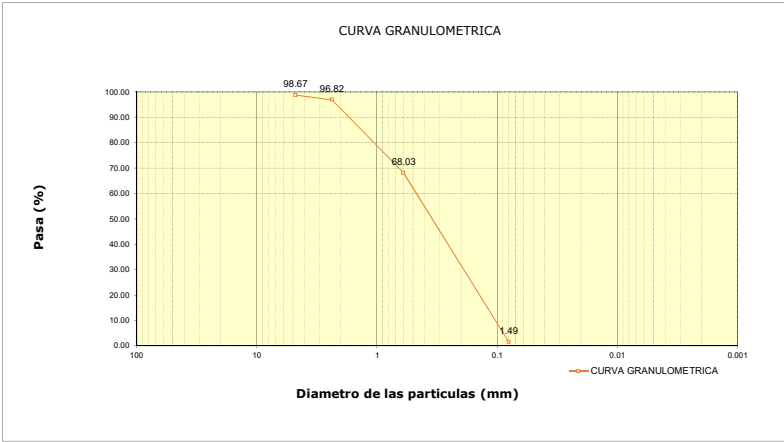
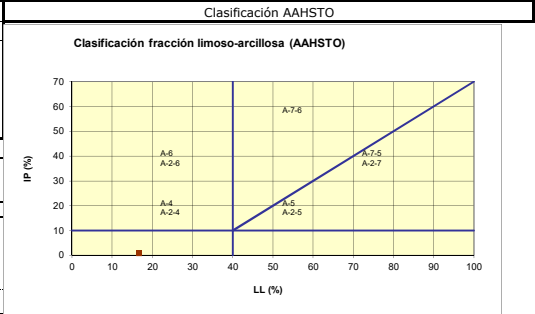
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena bien graduada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

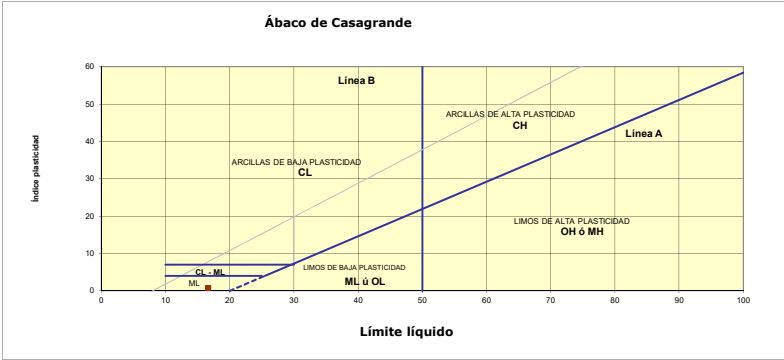
PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
CIUDAD	Ibague - Tolima

SONDEO	2	MUESTRA	3
PROFUNDIDAD	10.85 A 15.85 (m)	FECHA	00-01-00

No DE TAMIZ	Tamiz (mm)	Peso Retenido gr	Peso Pasa gr	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
No (4)	4.76	4.9	363	98.67	98.67	1.33	1.33
No (10)	2.36	6.8	357	96.82	96.82	3.18	1.85
No (40)	0.60	106.0	251	68.03	68.03	31.97	28.79
No (200)	0.08	245.0	6	1.49	1.49	98.51	66.54
FONDO		5.5				100.00	
PESO DE LA MUESTRA		368.2					
Limite líquido LL				16.38 %			
Limite plastico LP				26.75 %			
Índice plasticidad IP				-10.37 %			
Pasa tamiz N° 4 (5mm):					98.67 %		
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):					1.49 %		
D60:					0.54 mm		
D30:					0.30 mm		
D10 (diámetro efectivo):					0.15 mm		
Coeficiente de uniformidad (Cu):					3.67		
Grado de curvatura (Cc):					1.16		



Material granular	Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del índice de grupo (IG):	0



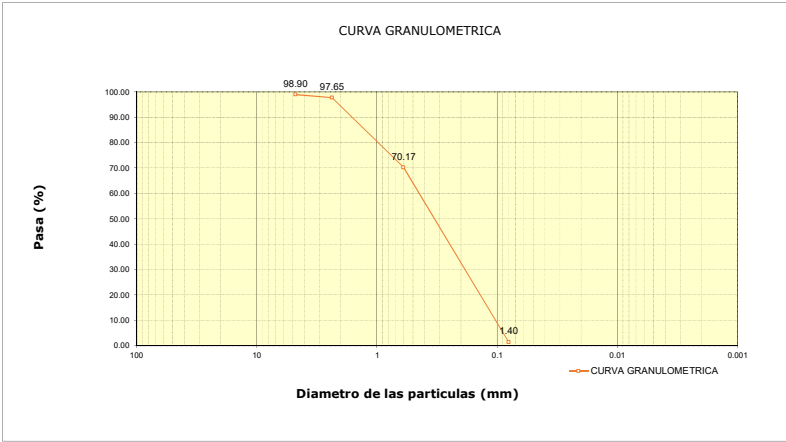
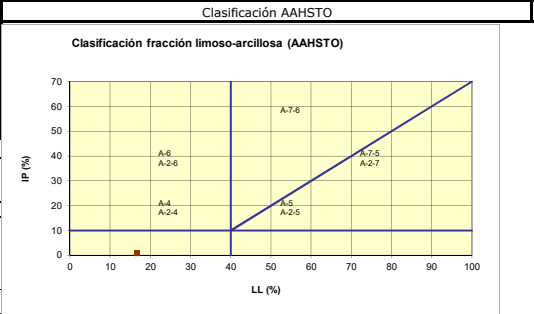
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena bien graduada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

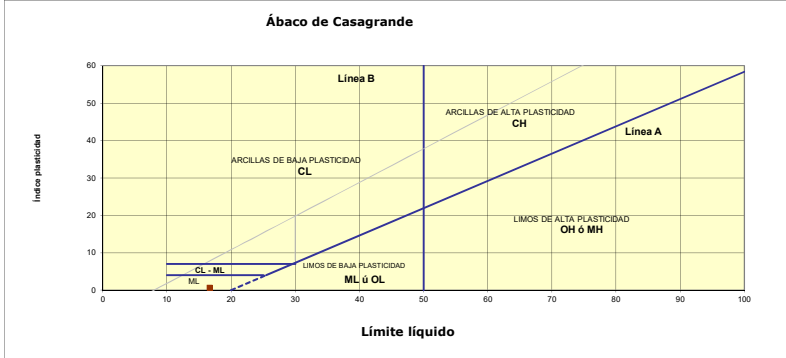
PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
CIUDAD	Ibague - Tolima

SONDEO	3	MUESTRA	1
PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90 (m)	FECHA	00-01-00

No DE TAMIZ	Tamiz (mm)	Peso Retenido gr	Peso Pasa gr	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
No (4)	4.76	4.1	369	98.90	98.90	1.10	1.10
No (10)	2.36	4.6	364	97.65	97.65	2.35	1.24
No (40)	0.60	102.5	262	70.17	70.17	29.83	27.48
No (200)	0.08	256.5	5	1.40	1.40	98.60	68.77
FONDO		5.2				100.00	
PESO DE LA MUESTRA		372.9					
Limite líquido LL				16.89 %			
Limite plastico LP				9.23 %			
Índice plastico IP				7.66 %			
Pasa tamiz N° 4 (5mm):					98.90 %		
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):					1.40 %		
D60:					0.52 mm		
D30:					0.30 mm		
D10 (diámetro efectivo):					0.15 mm		
Coeficiente de uniformidad (Cu):					3.61		
Grado de curvatura (Cc):					1.16		



Material granular	
Excelente a bueno como subgrado	
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del índice de grupo (IG):	0



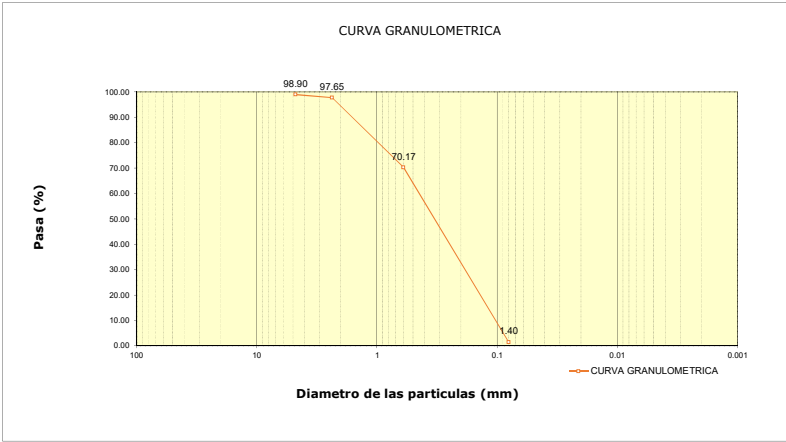
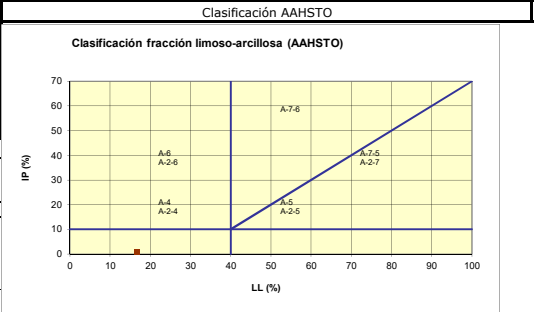
Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena bien graduada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

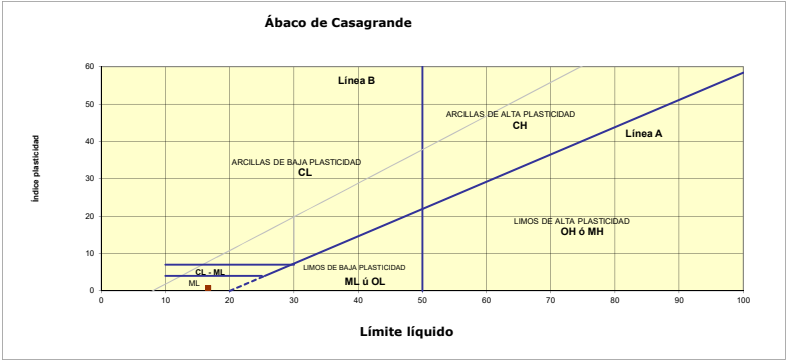
PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
CIUDAD	Ibagué - Tolima

SONDEO	3	MUESTRA	2
PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90 (m)	FECHA	00-01-00

No DE TAMIZ	Tamiz	Peso Retenido	Peso Pasa	Pasa	Pasante	Retenido	Retenido
	(mm)	gr	gr	(%)	(%)	acumulado (%)	parcial (%)
No (4)	4.76	3.4	308	98.90	98.90	1.10	1.10
No (10)	2.36	3.9	304	97.65	97.65	2.35	1.24
No (40)	0.60	85.7	219	70.17	70.17	29.83	27.48
No (200)	0.08	214.4	4	1.40	1.40	98.60	68.77
	FONDO	4.4				100.00	
PESO DE LA MUESTRA		311.7					
Límite líquido LL				25.42%			
Límite plástico LP				31.57%			
Índice plasticidad IP				-6.14%			
Pasa tamiz Nº 4 (5mm):							98.90 %
Pasa tamiz Nº 200 (0,080 mm):							1.40 %
D60:							0.52 mm
D30:							0.30 mm
D10 (diámetro efectivo):							0.15 mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):							3.61
Grado de curvatura (Cc):							1.16



Material granular	Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del índice de grupo (IG):	0



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena bien graduada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

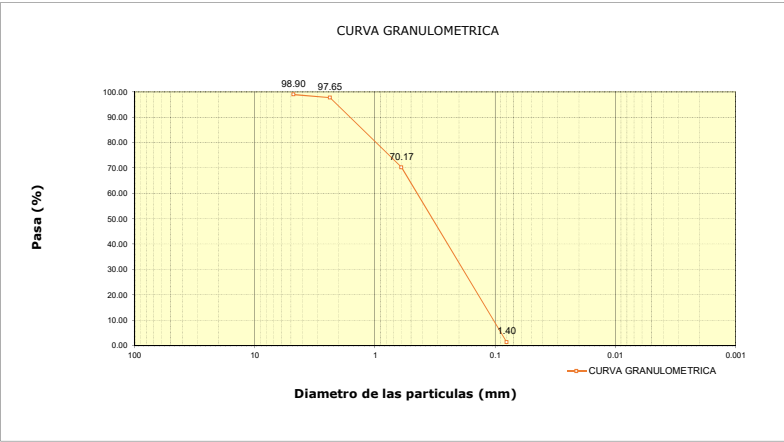
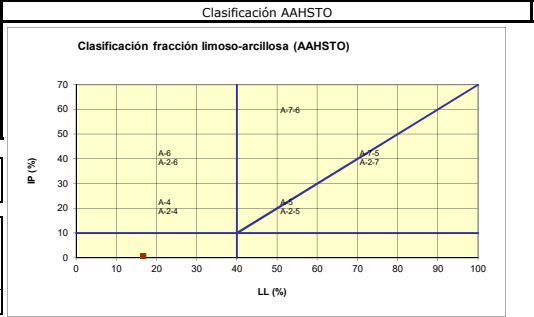
PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
CIUDAD	Ibague - Tolima

SONDEO	3	MUESTRA	3
PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00

No DE TAMIZ	Tamiz (mm)	Peso Retenido gr	Peso Pasa gr	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
No (4)	4.76	3.9	350	98.90	98.90	1.10	1.10
No (10)	2.36	4.4	346	97.65	97.65	2.35	1.24
No (40)	0.60	97.3	248	70.17	70.17	29.83	27.48
No (200)	0.08	243.5	5	1.40	1.40	98.60	68.77
FONDO		5.0				100.00	

PESO DE LA MUESTRA	354.0
Limite líquido LL	31.24 %
Limite plastico LP	37.67 %
Índice plasticidad IP	-6.43 %

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	98.90 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	1.40 %
D60:	0.52 mm
D30:	0.30 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.15 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	3.61
Grado de curvatura (Cc):	1.16



Material granular	Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del índice de grupo (IG):	0



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena bien graduada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

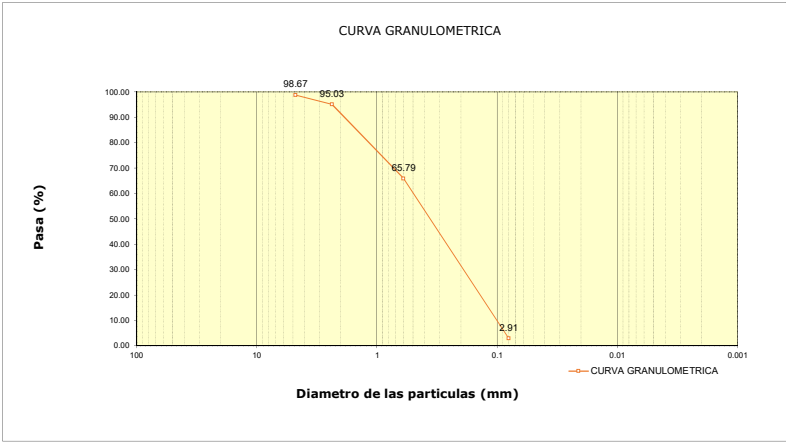
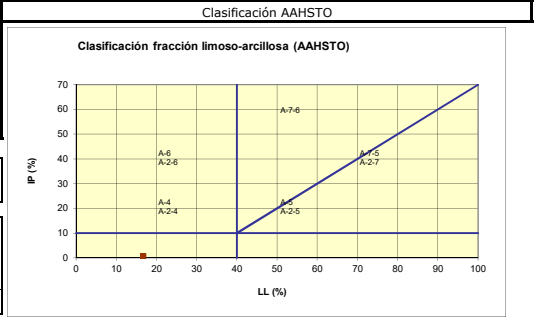
PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
CIUDAD	Ibague - Tolima

SONDEO	4	MUESTRA	1
PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90 (m)	FECHA	00-01-00

No DE TAMIZ	Tamiz (mm)	Peso Retenido gr	Peso Pasa gr	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
No (4)	4.76	5.5	407	98.67	98.67	1.33	1.33
No (10)	2.36	15.0	392	95.03	95.03	4.97	3.64
No (40)	0.60	120.5	271	65.79	65.79	34.21	29.23
No (200)	0.08	259.2	12	2.91	2.91	97.09	62.88
FONDO		12.0				100.00	

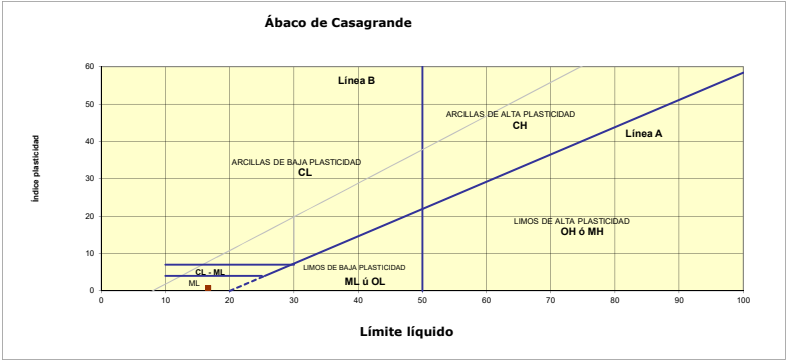
PESO DE LA MUESTRA	412.2
Limite líquido LL	16.95 %
Limite plastico LP	47.35 %
Índice plasticidad IP	30.40 %

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	98.67 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	2.91 %
D60:	0.55 mm
D30:	0.30 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.14 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	3.98
Grado de curvatura (Cc):	1.21



Material granular	Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	

Valor del índice de grupo (IG):	2
---------------------------------	---



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena bien graduada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

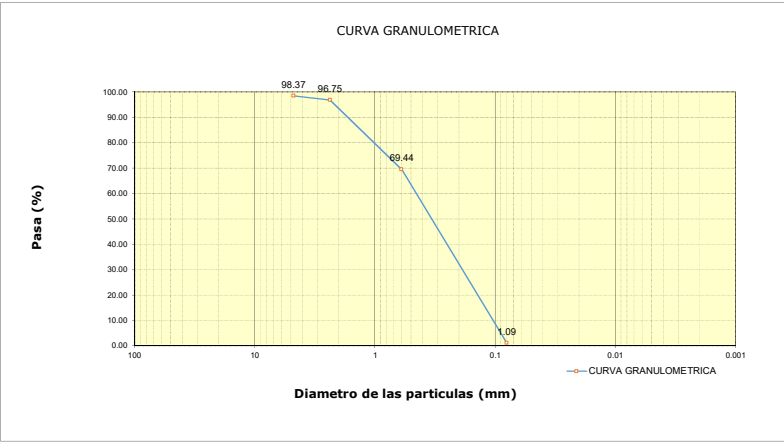
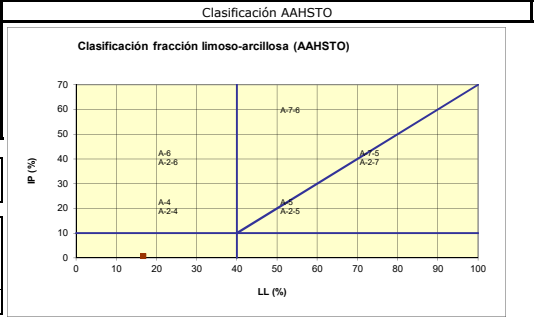
PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
CIUDAD	Ibagué - Tolima

SONDEO	4	MUESTRA	2
PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90 (m)	FECHA	00-01-00

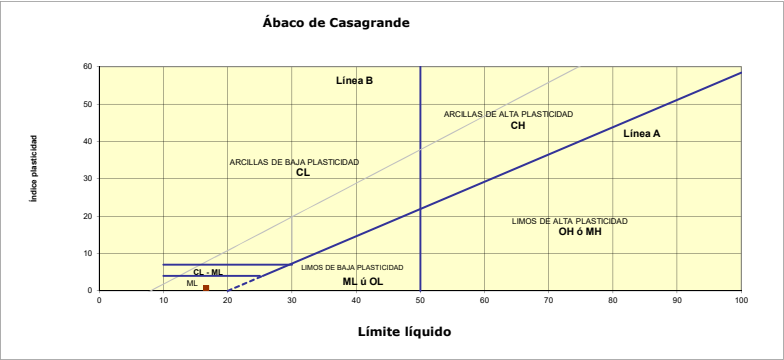
No DE TAMIZ	Tamiz (mm)	Peso Retenido gr	Peso Pasa gr	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
No (4)	4.76	6.5	393	98.37	98.37	1.63	1.63
No (10)	2.36	6.5	387	96.75	96.75	3.25	1.63
No (40)	0.60	109.2	278	69.44	69.44	30.56	27.31
No (200)	0.08	273.3	4	1.09	1.09	98.91	68.35
FONDO		4.4				100.00	

PESO DE LA MUESTRA	399.9
Limite líquido LL	15.62 %
Limite plastico LP	17.54 %
Índice plasticidad IP	-1.92 %

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	98.37 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	1.09 %
D60:	0.53 mm
D30:	0.30 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.15 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	3.57
Grado de curvatura (Cc):	1.15



Material granular	Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del índice de grupo (IG):	0



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena bien graduada

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

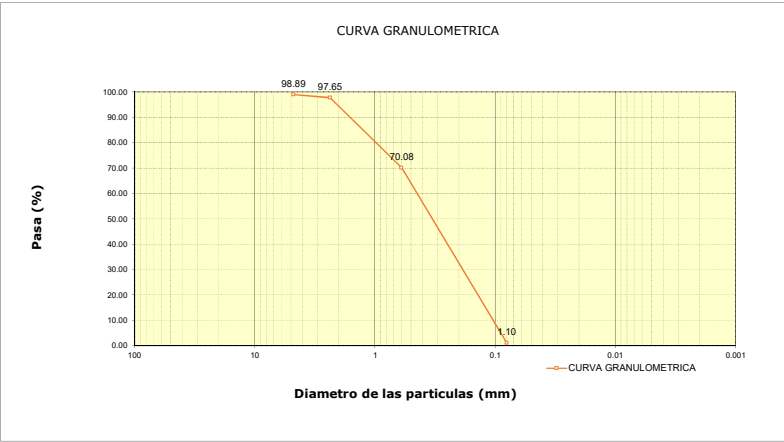
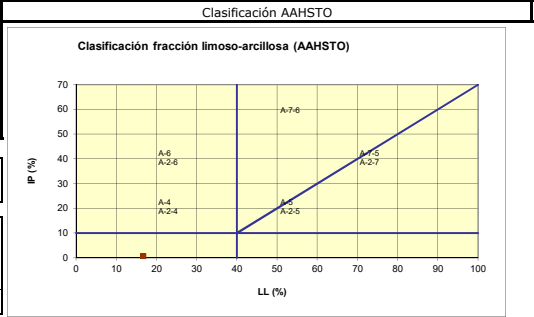
PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA
CIUDAD	Ibague - Tolima

SONDEO	4	MUESTRA	3
PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00

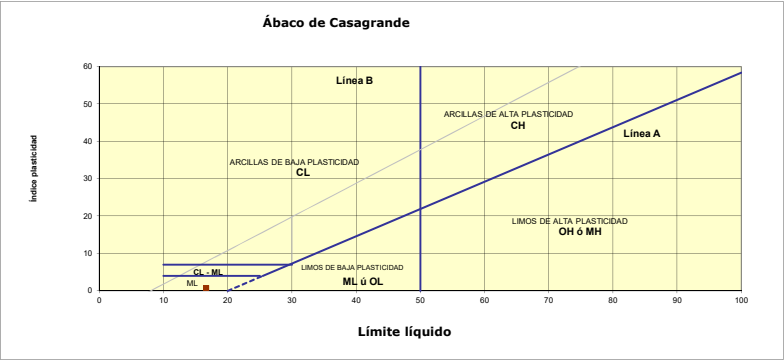
No DE TAMIZ	Tamiz (mm)	Peso Retenido gr	Peso Pasa gr	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
No (4)	4.76	5.0	445	98.89	98.89	1.11	1.11
No (10)	2.36	5.6	439	97.65	97.65	2.35	1.25
No (40)	0.60	124.0	315	70.08	70.08	29.92	27.56
No (200)	0.08	310.4	5	1.10	1.10	98.90	68.98
FONDO		5.0				100.00	

PESO DE LA MUESTRA	450.0
Límite líquido LL	30.63 %
Límite plástico LP	25.53 %
Índice plasticidad IP	5.10 %

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	98.89 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	1.10 %
D60:	0.52 mm
D30:	0.30 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.15 mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	3.56
Grado de curvatura (Cc):	1.15



Material granular	Excelente a bueno como subgrado
A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa	
Valor del índice de grupo (IG):	0



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
Arena bien graduada

GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS FINOS

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	1	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 Nº 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90(M)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	1
Recipiente No.	1
T (°C)	28
Ws	60.5
Wo	647.5
Wf	680.5
Peso específico (gr/cm3)	2.200
Gs	2.208
K	0.9993
Gs.k	2.207
Gsprom	2.207

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(yw): 1gr/cm3

Peso específico material(ys): (Ws)/((Wo+Ws-Wf)/yw) gr/cm3

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = ys/yw

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	1	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 Nº 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90(M)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	2
Recipiente No.	2
T (°C)	28
Ws	62
Wo	647.5
Wf	685
Peso específico (gr/cm3)	2.531
Gs	2.540
K	0.9993
Gs.k	2.538
Gsprom	2.538

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(yw): 1gr/cm3

Peso específico material(ys): (Ws)/((Wo+Ws-Wf)/yw) gr/cm3

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = ys/yw

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	1	MUESTRA	3
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibagué - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	3
Recipiente No.	3
T (°C)	28
Ws	59.5
Wo	647.5
Wf	683
Peso específico (gr/cm ³)	2.479
Gs	2.488
K	0.9993
Gs.k	2.487
Gsprom	2.487

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(γ_w): 1gr/cm³

Peso específico material(γ_s): $(Ws)/((Wo+Ws-Wf)/\gamma_w)$ gr/cm³

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = γ_s/γ_w

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	2	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.85 A 5.85 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibagué - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	4
Recipiente No.	4
T (°C)	28
Ws	72.6
Wo	648
Wf	681
Peso específico (gr/cm ³)	1.833
Gs	1.840
K	0.9993
Gs.k	1.839
Gsprom	1.839

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(γ_w): 1gr/cm³

Peso específico material(γ_s): $(Ws)/((Wo+Ws-Wf)/\gamma_w)$ gr/cm³

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = γ_s/γ_w

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	2	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.85 A 10.85(M)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibaguè - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	5
Recipiente No.	5
T (°C)	28
Ws	74.4
Wo	648
Wf	685
Peso específico (gr/cm3)	2.016
Gs	2.024
K	0.9993
Gs.k	2.022
Gsprom	2.022

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(γ_w): 1gr/cm3

Peso específico material(γ_s): $(W_s)/((W_o+W_s-W_f)/\gamma_w)$ gr/cm3

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = γ_s/γ_w

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	2	MUESTRA	3
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.85 A 15.85 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibaguè - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	6
Recipiente No.	6
T (°C)	28
Ws	71.4
Wo	648
Wf	683
Peso específico (gr/cm3)	1.989
Gs	1.996
K	0.9993
Gs.k	1.995
Gsprom	1.995

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(γ_w): 1gr/cm3

Peso específico material(γ_s): $(W_s)/((W_o+W_s-W_f)/\gamma_w)$ gr/cm3

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = γ_s/γ_w

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	3	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibaguè - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	7
Recipiente No.	7
T (°C)	28
Ws	67
Wo	648
Wf	668
Peso específico (qr/cm3)	1.430
Gs	1.435
K	0.9993
Gs.k	1.434
Gsprom	1.434

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(yw): 1gr/cm3

Peso específico material(ys): (Ws)/((Wo+Ws-Wf)/yw) gr/cm3

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = ys/yw

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	3	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibaguè - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	8
Recipiente No.	8
T (°C)	28
Ws	68
Wo	648
Wf	678
Peso específico (qr/cm3)	1.785
Gs	1.792
K	0.9993
Gs.k	1.791
Gsprom	1.791

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(yw): 1gr/cm3

Peso específico material(ys): (Ws)/((Wo+Ws-Wf)/yw) gr/cm3

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = ys/yw

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	3	MUESTRA	3
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibaguè - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	9
Recipiente No.	9
T (°C)	28
Ws	65
Wo	648
Wf	681
Peso específico (qr/cm3)	2.017
Gs	2.025
K	0.9993
Gs.k	2.023
Gsprom	2.023

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (qr).

Peso específico del agua(yw): 1gr/cm3

Peso específico material(ys): (Ws)/((Wo+Ws-Wf)/yw) gr/cm3

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = ys/yw

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	0	SONDEO	4	MUESTRA	1
DIRECCION	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIER	PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90 (m)	FECHA	02-01-00
CIUDAD	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA				

Pruebas	1
No. Picnómetro	7
Recipiente No.	7
T (°C)	28
Ws	62
Wo	648
Wf	678
Peso específico (qr/cm3)	1.928
Gs	1.936
K	0.9993
Gs.k	1.934
Gsprom	1.934

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(yw): 1gr/cm3

Peso específico material(ys): (Ws)/((Wo+Ws-Wf)/yw) gr/cm3

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = ys/yw

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	4	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibaguè - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	7
Recipiente No.	7
T (°C)	28
Ws	62
Wo	648
Wf	678
Peso específico (qr/cm3)	1.928
Gs	1.936
K	0.9993
Gs.k	1.934
Gsprom	1.934

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(yw): 1gr/cm3

Peso específico material(ys): (Ws)/((Wo+Ws-Wf)/yw) gr/cm3

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = ys/yw

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	4	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibaguè - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	8
Recipiente No.	8
T (°C)	28
Ws	64
Wo	648
Wf	679
Peso específico (qr/cm3)	1.943
Gs	1.951
K	0.9993
Gs.k	1.949
Gsprom	1.949

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(yw): 1gr/cm3

Peso específico material(ys): (Ws)/((Wo+Ws-Wf)/yw) gr/cm3

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = ys/yw

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	4	MUESTRA	3
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Pruebas	1
No. Picnómetro	9
Recipiente No.	9
T (°C)	28
Ws	61
Wo	648
Wf	677
Peso específico (qr/cm3)	1.898
Gs	1.905
K	0.9993
Gs.k	1.904
Gsprom	1.904

15	0.99913	1.0008
16	0.99897	1.0007
17	0.99880	1.0006
18	0.99862	1.0004
19	0.99843	1.0002
20	0.99823	1.0000
21	0.99802	0.9998
22	0.99780	0.9996
23	0.99757	0.9993
24	0.99733	0.9991
25	0.99707	0.9988
26	0.99681	0.9986
27	0.99654	0.9983
28	0.99626	0.9980
29	0.99597	0.9977
30	0.99568	0.9974

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso seco de la muestra (gr).

Wo: Peso del picnómetro con agua (gr).

Wf: Peso del picnómetro con agua y muestra (gr).

Peso específico del agua(γw): 1gr/cm3

Peso específico material(γs): (Ws)/((Wo+Ws-Wf)/γw) gr/cm3

Gs: Gravedad específica a la temperatura T. = γs/γw

K: Factor de corrección.

Gs.k: Gravedad específica con el factor K.

Gsprom: Gravedad específica promedio de la muestra.

PESO UNITARIO

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	1	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90(M)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/yp

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/ya

yp: Peso especifico de la parafina: 0.95

ya: Peso especifico del agua

yd: Densidad seca: $G_s \cdot (\gamma_a - \gamma) / (1 - G_s)$

e: Relación de vacios: $(G_s \cdot \gamma_a - \gamma) / (\gamma - \gamma_a)$

n%: Porosidad: $((\gamma - G_s \cdot \gamma_a) / (\gamma_a \cdot (1 - G_s))) \cdot 100$

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	1
T (°C)	28
Ws	102.64
Wsp	106
Wasp	97
Peso unitario (gr/cm3)	18.672
Peso unitario (ton/m3)	1.867
VOL PARAFINA	3.537
VOL SUELO	9.03
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
yd (gr/cm3)	1.714
e	0.181
n%	15.354
Densidad	11.362
Densidad relativa	11.404

PESO UNITARIO

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	1	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90(M)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/yp

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/ya

yp: Peso especifico de la parafina: 0.95

ya: Peso especifico del agua

yd: Densidad seca: $G_s \cdot (\gamma_a - \gamma) / (1 - G_s)$

e: Relación de vacios: $(G_s \cdot \gamma_a - \gamma) / (\gamma - \gamma_a)$

n%: Porosidad: $((\gamma - G_s \cdot \gamma_a) / (\gamma_a \cdot (1 - G_s))) \cdot 100$

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	2
T (°C)	28
Ws	48.29
Wsp	50.12
Wasp	45.64
Peso unitario (gr/cm3)	18.786
Peso unitario (ton/m3)	1.879
VOL PARAFINA	1.926
VOL SUELO	4.50
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
yd (gr/cm3)	1.736
e	0.166
n%	14.241
Densidad	10.739
Densidad relativa	10.779

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	1	MUESTRA	3
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/yp

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/ya

yp: Peso especifico de la parafina: 0.95

ya: Peso especifico del agua

yd: Densidad seca: $G_s \cdot (\gamma_a - \gamma) / (1 - G_s)$

e: Relación de vacios: $(G_s \cdot \gamma_a - \gamma) / (\gamma - \gamma_a)$

n%: Porosidad: $((\gamma - G_s \cdot \gamma_a) / (\gamma_a \cdot (1 - G_s))) \cdot 100$

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	3
T (°C)	28
Ws	71.69
Wsp	73.72
Wasp	67.81
Peso unitario (gr/cm3)	18.889
Peso unitario (ton/m3)	1.889
VOL PARAFINA	2.137
VOL SUELO	5.93
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
yd (gr/cm3)	1.757
e	0.153
n%	13.238
Densidad	12.085
Densidad relativa	12.130

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	2	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.85 A 5.85 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/yp

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/ya

yp: Peso especifico de la parafina: 0.95

ya: Peso especifico del agua

yd: Densidad seca: $G_s \cdot (\gamma_a - \gamma) / (1 - G_s)$

e: Relación de vacios: $(G_s \cdot \gamma_a - \gamma) / (\gamma - \gamma_a)$

n%: Porosidad: $((\gamma - G_s \cdot \gamma_a) / (\gamma_a \cdot (1 - G_s))) \cdot 100$

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	4
T (°C)	28
Ws	73.61
Wsp	75.55
Wasp	69.6
Peso unitario (gr/cm3)	18.729
Peso unitario (ton/m3)	1.873
VOL PARAFINA	2.042
VOL SUELO	5.97
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
yd (gr/cm3)	1.725
e	0.174
n%	14.797
Densidad	12.325
Densidad relativa	12.371

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	2	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.85 A 10.85(M)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/yp

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/ya

yp: Peso especifico de la parafina: 0.95

ya: Peso especifico del agua

yd: Densidad seca: $G_s \cdot (\gamma_a - \gamma) / (1 - G_s)$

e: Relación de vacios: $(G_s \cdot \gamma_a - \gamma) / (\gamma - \gamma_a)$

n%: Porosidad: $((\gamma - G_s \cdot \gamma_a) / (\gamma_a \cdot (1 - G_s))) \cdot 100$

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	5
T (°C)	28
Ws	74.3
Wsp	77.25
Wasp	70.2
Peso unitario (gr/cm3)	18.710
Peso unitario (ton/m3)	1.871
VOL PARAFINA	3.105
VOL SUELO	7.08
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
yd (gr/cm3)	1.721
e	0.176
n%	14.988
Densidad	10.500
Densidad relativa	10.539

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	2	MUESTRA	3
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.85 A 15.85 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/yp

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/ya

yp: Peso especifico de la parafina: 0.95

ya: Peso especifico del agua

yd: Densidad seca: $G_s \cdot (\gamma_a - \gamma) / (1 - G_s)$

e: Relación de vacios: $(G_s \cdot \gamma_a - \gamma) / (\gamma - \gamma_a)$

n%: Porosidad: $((\gamma - G_s \cdot \gamma_a) / (\gamma_a \cdot (1 - G_s))) \cdot 100$

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	6
T (°C)	28
Ws	68.69
Wsp	70.71
Wasp	64.96
Peso unitario (gr/cm3)	18.844
Peso unitario (ton/m3)	1.884
VOL PARAFINA	2.126
VOL SUELO	5.77
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
yd (gr/cm3)	1.748
e	0.158
n%	13.681
Densidad	11.901
Densidad relativa	11.946

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	3	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/ γ_p

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/ γ_a

γ_p : Peso especifico de la parafina: 0.95

γ_a : Peso especifico del agua

γ_d : Densidad seca: $G_s \cdot (\gamma_a - \gamma) / (1 - G_s)$

e: Relación de vacios: $(G_s \cdot \gamma_a - \gamma) / (\gamma - \gamma_a)$

n%: Porosidad: $((\gamma - G_s \cdot \gamma_a) / (\gamma_a \cdot (1 - G_s))) \cdot 100$

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	7
T (°C)	28
Ws	55.84
Wsp	57.73
Wasp	52.8
Peso unitario (gr/cm3)	18.871
Peso unitario (ton/m3)	1.887
VOL PARAFINA	1.989
VOL SUELO	4.95
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
γ_d (gr/cm3)	0.000
e	0.155
n%	13.413
Densidad	11.284
Densidad relativa	11.327

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	3	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/ γ_p

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/ γ_a

γ_p : Peso especifico de la parafina: 0.95

γ_a : Peso especifico del agua

γ_d : Densidad seca: $G_s \cdot (\gamma_a - \gamma) / (1 - G_s)$

e: Relación de vacios: $(G_s \cdot \gamma_a - \gamma) / (\gamma - \gamma_a)$

n%: Porosidad: $((\gamma - G_s \cdot \gamma_a) / (\gamma_a \cdot (1 - G_s))) \cdot 100$

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	8
T (°C)	28
Ws	55.84
Wsp	57.73
Wasp	52.8
Peso unitario (gr/cm3)	18.871
Peso unitario (ton/m3)	1.887
VOL PARAFINA	1.989
VOL SUELO	4.95
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
γ_d (gr/cm3)	1.753
e	0.155
n%	13.413
Densidad	11.284
Densidad relativa	11.327

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	3	MUESTRA	3
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/ γ_p

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/ γ_a

γ_p : Peso especifico de la parafina: 0.95

γ_a : Peso especifico del agua

γ_d : Densidad seca: $G_s \cdot (\gamma_a - \gamma) / (1 - G_s)$

e: Relación de vacios: $(G_s \cdot \gamma_a - \gamma) / (\gamma - \gamma_a)$

n%: Porosidad: $((\gamma - G_s \cdot \gamma_a) / (\gamma_a \cdot (1 - G_s))) \cdot 100$

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	9
T (°C)	28
Ws	96.57
Wsp	98.72
Wasp	91.34
Peso unitario (gr/cm3)	18.771
Peso unitario (ton/m3)	1.877
VOL PARAFINA	2.263
VOL SUELO	7.41
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
γ_d (gr/cm3)	1.733
e	0.168
n%	14.386
Densidad	13.036
Densidad relativa	13.085

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	4	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/ γ_p

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/ γ_a

γ_p : Peso especifico de la parafina: 0.95

γ_a : Peso especifico del agua

γ_d : Densidad seca: $G_s \cdot (\gamma_a - \gamma) / (1 - G_s)$

e: Relación de vacios: $(G_s \cdot \gamma_a - \gamma) / (\gamma - \gamma_a)$

n%: Porosidad: $((\gamma - G_s \cdot \gamma_a) / (\gamma_a \cdot (1 - G_s))) \cdot 100$

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	7
T (°C)	28
Ws	55.84
Wsp	57.73
Wasp	52.8
Peso unitario (gr/cm3)	18.871
Peso unitario (ton/m3)	1.887
VOL PARAFINA	1.989
VOL SUELO	4.95
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
γ_d (gr/cm3)	1.035
e	5.764
n%	85.215
Densidad	11.284
Densidad relativa	11.327

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	4	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/γp

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/γa

γp: Peso especifico de la parafina: 0.95

γa: Peso especifico del agua

γd: Densidad seca: Gs*(γa-γ)/(1-Gs)

e: Relación de vacios: (Gs*γa-γ)/(γ-γa)

n%: Porosidad: ((γ-Gs*γa)/(γa*(1-Gs)))*100

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	8
T (°C)	28
Ws	55.84
Wsp	57.73
Wasp	52.8
Peso unitario (gr/cm3)	18.871
Peso unitario (ton/m3)	1.887
VOL PARAFINA	1.989
VOL SUELO	4.95
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
γd (gr/cm3)	0.000
e	0.155
n%	188.710
Densidad	11.284
Densidad relativa	11.327

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	4	MUESTRA	3
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

Donde:

T (°C): Temperatura del agua.

Ws: Peso de la muestra humeda (gr).

Wsp: Peso de la muestra con parafina (gr).

Wasp: Peso de la muestra con parafina sumergida (gr).

Vp: Volumen parafina: (Wsp-Ws)/γp

Vs: Volumen suelo: (Wsp-Wasp)/γa

γp: Peso especifico de la parafina: 0.95

γa: Peso especifico del agua

γd: Densidad seca: Gs*(γa-γ)/(1-Gs)

e: Relación de vacios: (Gs*γa-γ)/(γ-γa)

n%: Porosidad: ((γ-Gs*γa)/(γa*(1-Gs)))*100

D: Densidad: M/V

Dr: Densidad relativa: Densidad muestra/Densidad agua

Peso Unitario	
Pruebas	1
Recipiente No.	9
T (°C)	28
Ws	96.57
Wsp	98.72
Wasp	91.34
Peso unitario (gr/cm3)	18.771
Peso unitario (ton/m3)	1.877
VOL PARAFINA	2.263
VOL SUELO	7.41
PESO ESPECIFICO AGUA	0.996
PESO ESPECIFICO PARAFINA	0.950
γd (gr/cm3)	0.000
e	0.168
n%	187.713
Densidad	13.036
Densidad relativa	13.085

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	1	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90(M)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

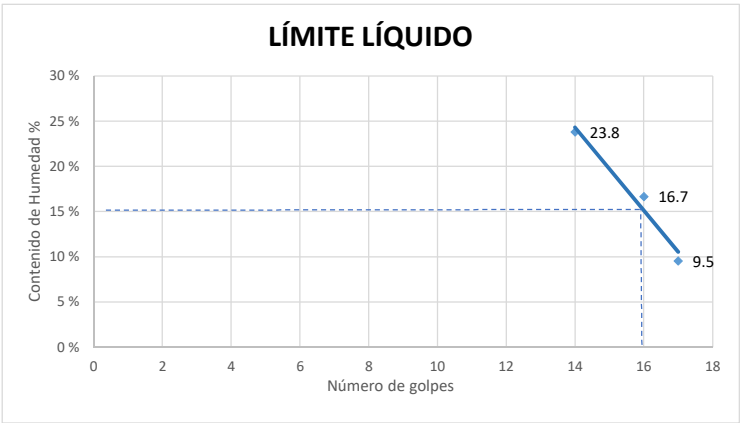
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	14	16	17
Recipiente No.	1	2	3
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	29.5	30.5	28
W recipiente+ suelo seco	27	28.5	27
W% Humedad	23.8	16.7	9.5

Donde:

Luego:Ww=Wm-Ws

Wm: Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

Ws: Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico			
Muestra	1	2	3
Recipiente No	1	2	3
W recipiente (gr)	15.5	16	16
W recipiente+ suelo húmedo	21	20.5	20.5
W recipiente+ suelo seco	19.5	19.5	21.5
W%Humedad	37.50	28.57	-18.18

LL%

16.67

LP%

15.96

IP

0.70

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	1	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90(M)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

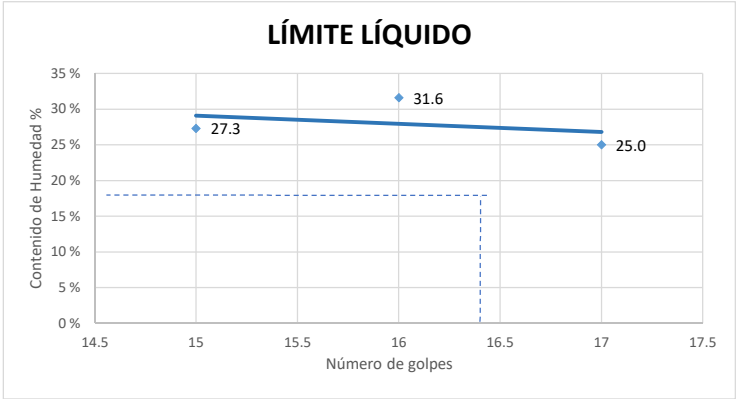
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	15	17	16
Recipiente No.	4	5	6
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	30.5	31.5	29
W recipiente+ suelo seco	27.5	28.5	26
W% Humedad	27.3	25.0	31.6

Donde:

Luego:Ww=Wm-Ws

Wm: Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

Ws: Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico			
Muestra	1	2	3
Recipiente No	4	5	6
W recipiente (gr)	15.5	16	16
W recipiente+ suelo húmedo	22	21.5	21.5
W recipiente+ suelo seco	21	20.5	20.5
W%Humedad	18.18	22.22	22.22

LL %	27.95
LP %	20.88
IP	7.08

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	1	MUESTRA	3
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

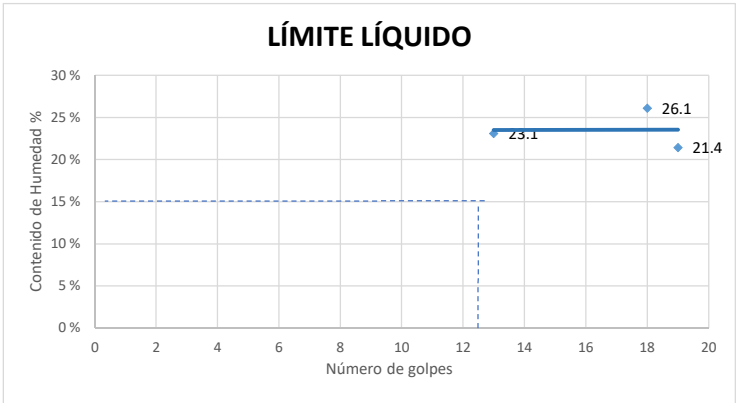
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	13	19	18
Recipiente No.	6	7	8
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	32.5	33.5	31
W recipiente+ suelo seco	29.5	30.5	28
W% Humedad	23.1	21.4	26.1

Donde:

Luego:Ww=Wm-Ws

Wm: Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

Ws: Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico			
Muestra	1	2	3
Recipiente No	7	8	9
W recipiente (gr)	15.5	16	16
W recipiente+ suelo húmedo	22	21.5	21.5
W recipiente+ suelo seco	20.5	20	20
W%Humedad	30.00	37.50	37.50

LL %

23.53

LP %

35.00

IP

-11.47

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	2	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.85 A 5.85 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

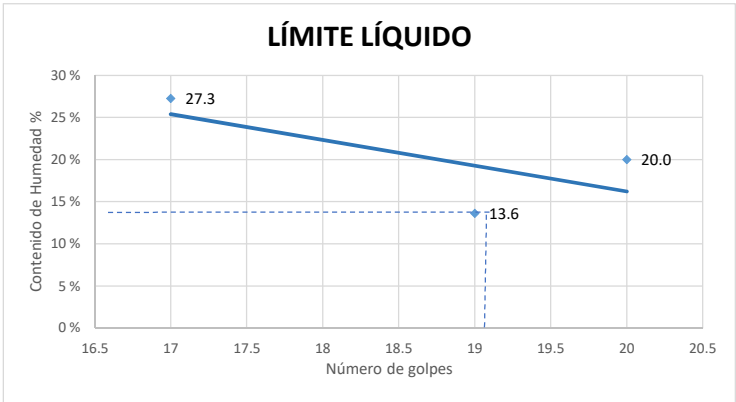
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	17	19	20
Recipiente No.	1	2	3
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	30.5	29	31.5
W recipiente+ suelo seco	27.5	27.5	29
W% Humedad	27.3	13.6	20.0

Donde:

Luego:Ww=Wm-Ws

Wm: Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

Ws: Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico			
Muestra	1	2	3
Recipiente No	1	2	3
W recipiente (gr)	15.5	16	16
W recipiente+ suelo húmedo	21.5	22.5	23
W recipiente+ suelo seco	20	20	21.5
W%Humedad	33.33	62.50	27.27

LL%

20.30

LP%

41.04

IP

-20.73

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	2	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.85 A 10.85(M)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

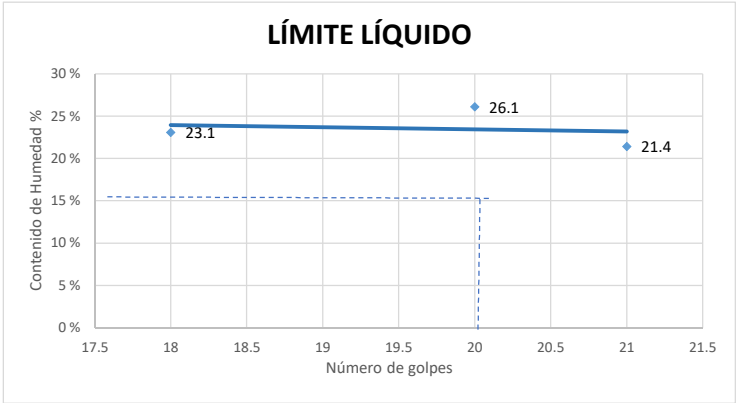
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	18	20	21
Recipiente No.	4	5	6
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	32.5	31	33.5
W recipiente+ suelo seco	29.5	28	30.5
W% Humedad	23.1	26.1	21.4

Donde:

Luego:Ww=Wm-Ws

Wm: Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

Ws: Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico			
Muestra	1	2	3
Recipiente No	4	5	6
W recipiente (gr)	15.5	16	16
W recipiente+ suelo húmedo	22.5	23.5	24
W recipiente+ suelo seco	20.5	21.5	22
W%Humedad	40.00	36.36	33.33

LL%

23.53

LP%

36.57

IP

-13.03

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	2	MUESTRA	3
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.85 A 15.85 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

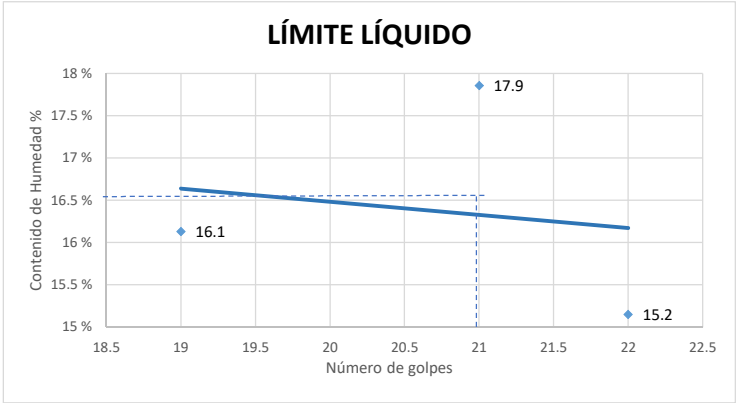
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	19	21	22
Recipiente No.	7	8	9
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	34.5	33	35.5
W recipiente+ suelo seco	32	30.5	33
W% Humedad	16.1	17.9	15.2

Donde:

Luego:Ww=Wm-Ws

Wm: Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

Ws: Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico				
Muestra	1	2	3	LL %
Recipiente No	7	8	9	LP %
W recipiente (gr)	15.5	16	16	IP
W recipiente+ suelo húmedo	24.5	25.5	26	
W recipiente+ suelo seco	22.5	23.5	24	
W%Humedad	28.57	26.67	25.00	

16.38

26.75

-10.37

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	3	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

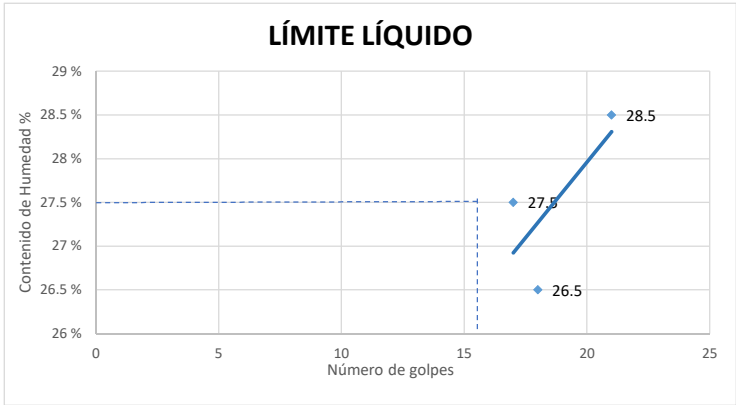
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	18	21	17
Recipiente No.	1	2	3
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	28.5	30	29.5
W recipiente+ suelo seco	26.5	28.5	27.5
W% Humedad	20.0	12.5	18.2

Donde:

Luego:Ww=Wm-Ws

Wm: Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

Ws: Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico			
Muestra	1	2	3
Recipiente No	1	2	3
W recipiente (gr)	15.5	16.0	16.0
W recipiente+ suelo húmedo	23.5	22.0	21.5
W recipiente+ suelo seco	22	21.0	22.5
W%Humedad	23.08	20.00	-15.38

LL %
LP %
IP

16.89
9.23
7.66

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	3	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

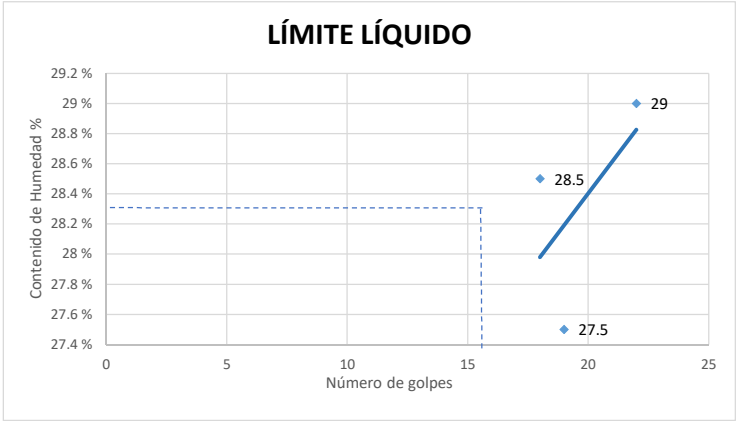
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	19	22	18
Recipiente No.	4	5	6
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	30.5	32	31.5
W recipiente+ suelo seco	27.5	29	28.5
W% Humedad	27.3	24.0	25.0

Donde:

Luego: $W_w = W_m - W_s$

W_m : Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

W_s : Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico			
Muestra	1	2	3
Recipiente No	4	5	6
W recipiente (gr)	15.5	16	16
W recipiente+ suelo húmedo	25.5	24	23.5
W recipiente+ suelo seco	23.5	22	21.5
W%Humedad	25.00	33.33	36.36

LL%

25.42

LP%

31.57

IP

-6.14

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	3	MUESTRA	3
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

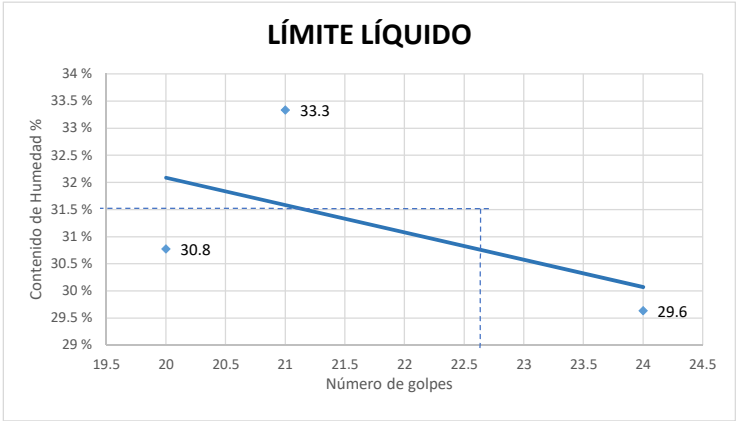
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	21	24	20
Recipiente No.	7	8	9
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	32.5	34	33.5
W recipiente+ suelo seco	28.5	30	29.5
W% Humedad	33.3	29.6	30.8

Donde:

Luego:Ww=Wm-Ws

Wm: Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

Ws: Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico				
Muestra	1	2	3	LL%
Recipiente No	7	8	9	LP%
W recipiente (gr)	16	16	16	IP
W recipiente+ suelo húmedo	25	23	22.5	
W recipiente+ suelo seco	23	21	20.5	
W%Humedad	28.57	40.00	44.44	

31.24

37.67

-6.43

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	4	MUESTRA	1
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	0.90 A 5.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

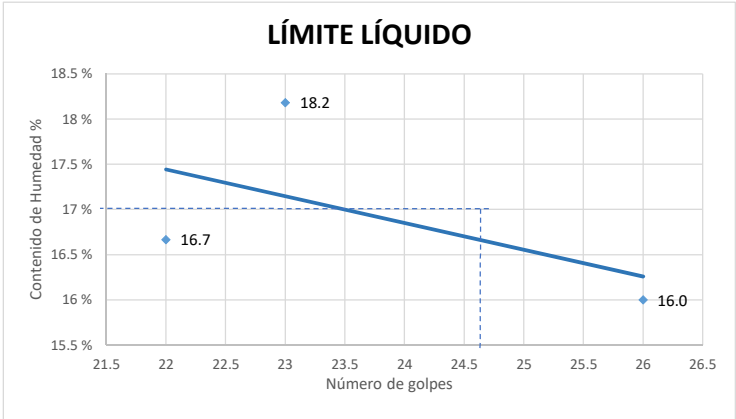
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	23	26	22
Recipiente No.	7	8	9
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	29.5	31	30.5
W recipiente+ suelo seco	27.5	29	28.5
W% Humedad	18.2	16.0	16.7

Donde:

Luego:Ww=Wm-Ws

Wm: Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

Ws: Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico				
Muestra	1	2	3	LL %
Recipiente No	7	8	9	LP %
W recipiente (gr)	16	16	16	IP
W recipiente+ suelo húmedo	27	25	24.5	
W recipiente+ suelo seco	24	22	21.5	
W%Humedad	37.50	50.00	54.55	

16.95

47.35

-30.40

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	4	MUESTRA	2
DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	5.90 A 10.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

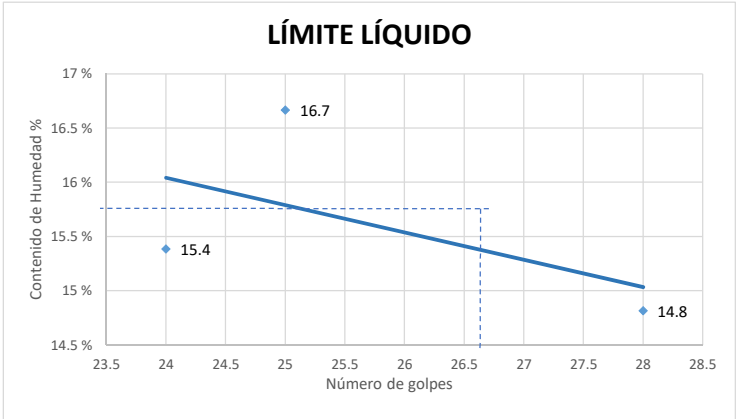
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	25	28	24
Recipiente No.	7	8	9
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	30.5	32	31.5
W recipiente+ suelo seco	28.5	30	29.5
W% Humedad	16.7	14.8	15.4

Donde:

Luego:Ww=Wm-Ws

Wm: Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

Ws: Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico			
Muestra	1	2	3
Recipiente No	7	8	9
W recipiente (gr)	16	16	16
W recipiente+ suelo húmedo	31	29	28.5
W recipiente+ suelo seco	29	27	26.5
W%Humedad	15.38	18.18	19.05

LL %

15.62

LP %

17.54

IP

-1.92

PROYECTO:	VIVIENDA TRIFAMILIAR EN 3 PISOS CON CUBIERTA EN PLACA	SONDEO	4	MUESTRA	3
-----------	---	--------	---	---------	---

DIRECCION	CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA	PROFUNDIDAD	10.90 A 15.90 (m)	FECHA	00-01-00
CIUDAD	Ibague - Tolima				

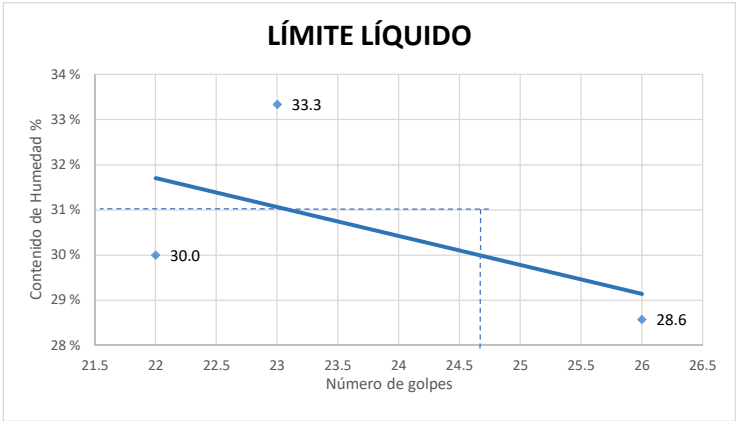
Límite Líquido			
Muestras	1	2	3
No de golpes	23	26	22
Recipiente No.	7	8	9
W recipiente (gr)	16.5	16.5	16.5
W recipiente+ suelo húmedo	28.5	30	29.5
W recipiente+ suelo seco	25.5	27	26.5
W% Humedad	33.3	28.6	30.0

Donde:

Luego: $W_w = W_m - W_s$

W_m : Peso suelo húmedo= (peso recipiente+suelo húmedo)-(peso recipiente).

W_s : Peso suelo seco= (peso recipiente+suelo seco)-(peso recipiente).



Límite Plástico			
Muestra	1	2	3
Recipiente No	7	8	9
W recipiente (gr)	16	16	16
W recipiente+ suelo húmedo	38	34	35.5
W recipiente+ suelo seco	34	30	31.5
W% Humedad	22.22	28.57	25.81

LL%

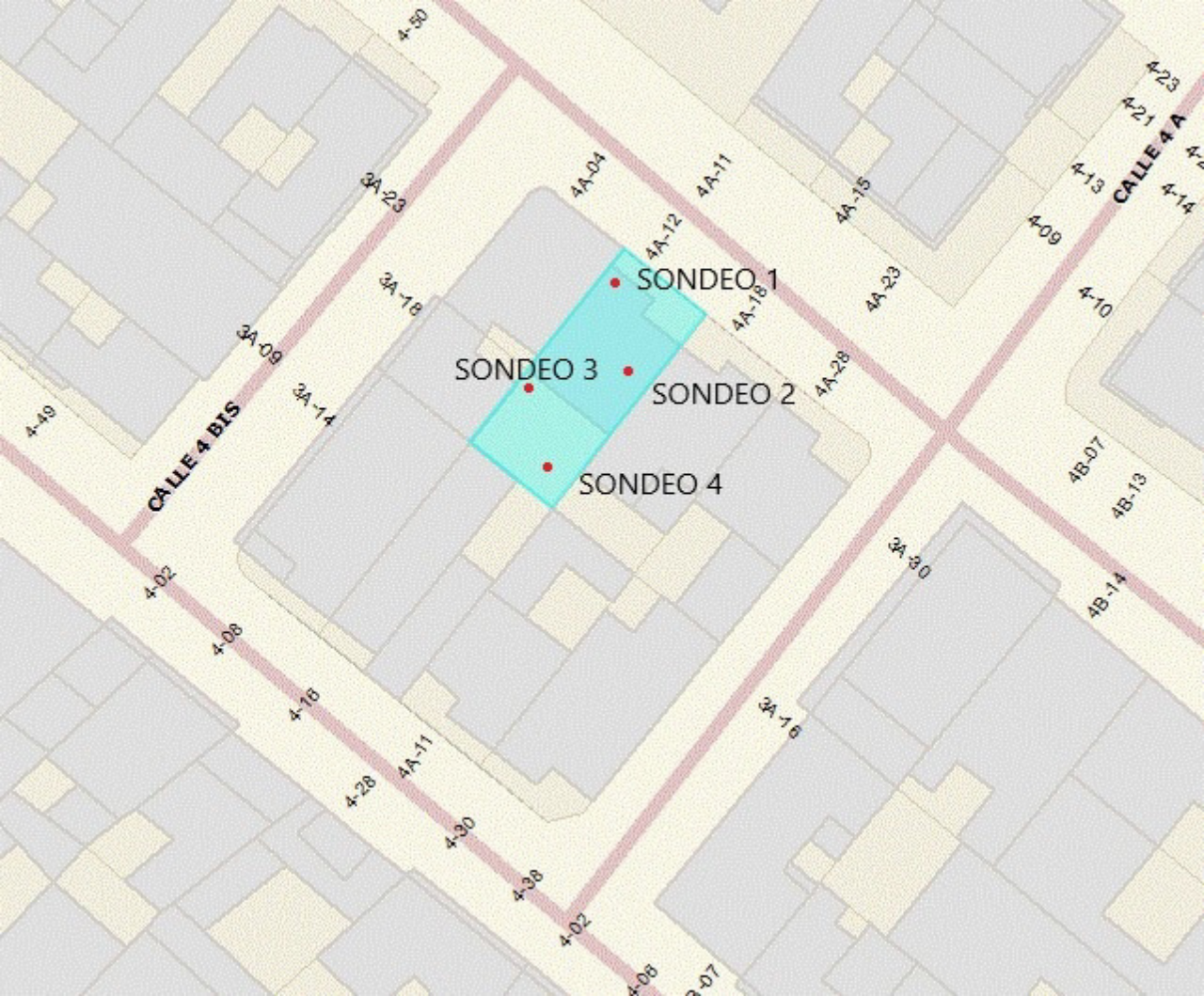
30.63

LP%

25.53

IP

5.10



DE CAMPO

PAG 1/2

CARRERA 4 N° 4A-12 LA POLA				
tacto:			fecha:	
			Hora lleg:	
			Hora sal:	
			Clima:	
			Temperatura:	

ICAS	SI	NO	
		x	
os		x	
nas		x	
ado		x	
igacion		x	
iscurrentia i zona caen		x	
en la zona		x	
as lluvias	X		
boles, ral, pasto		x	
lote		X	
iendo alli ipo		x	
os	X		

EO N°

1

f

1

VECINO

SI ☒

NO

NIVEL TERRENO=

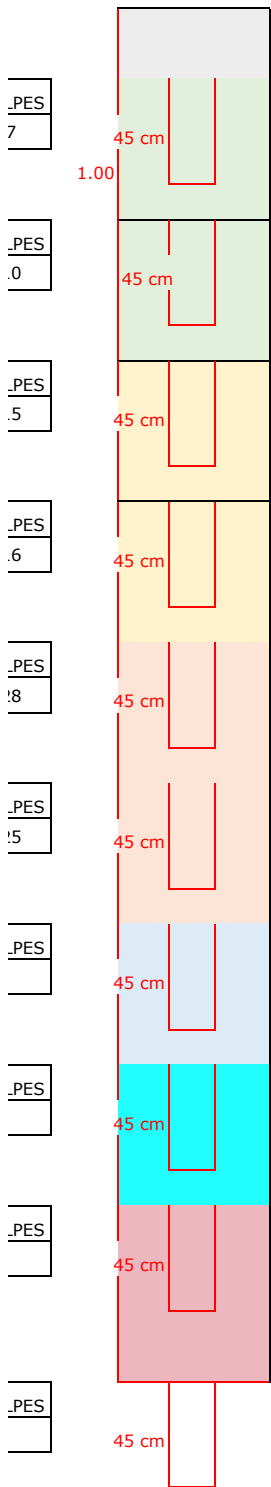
NIVEL TERRENO=

2

SI ☒

NO ☐

CINO



no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron claro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron claro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	

OBSERVACIONES ADICIONALES:

Convenciones:

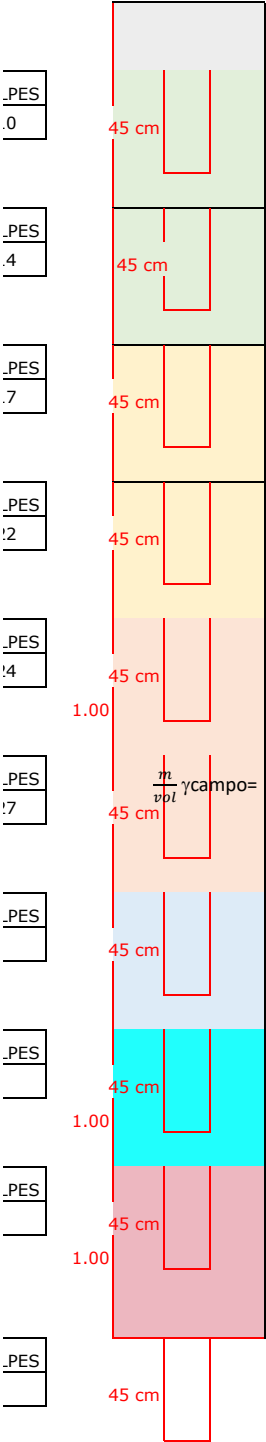
H: Hoyadora	M: SPT Manual
B: Barreno	Mec: SPT con Motor, poleas y tripode
ER: Equipo de rotacion	P: Perforadora
Bt: Barreton	PD: PalaDraga
PI: Pala	

VEC



2

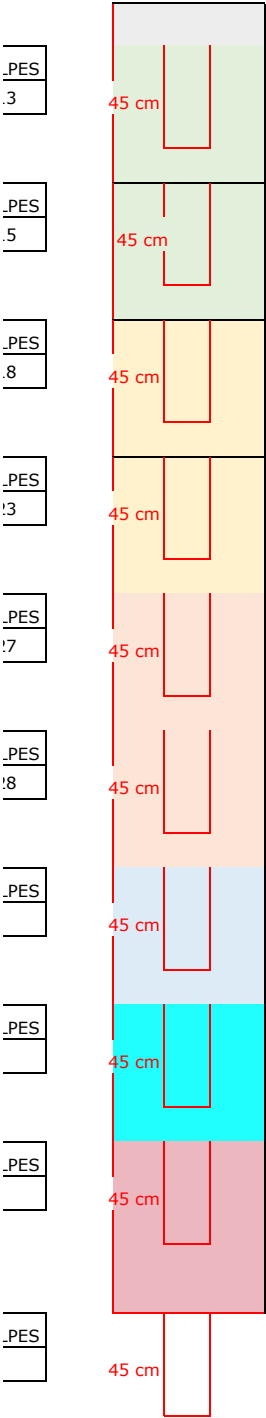
OBSERVACIONES ADICIONALES:		Convenciones:
	H: Hoyadora	M: SPT Manual
	B: Barreno	Mec: SPT con Motor, poleas y tripode
	ER: Equipo de rotacion	
	Bt: Barreton	P: Perforadora
	Pl: Pala	PD: PalaDraga



DESCRIPCION	ESTRATIGRAFIA
Materia Organica	
suelo arcilloso de color marron oscuro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron oscuro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron oscuro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron oscuro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron oscuro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron oscuro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	

OBSERVACIONES ADICIONALES: Convenciones:

	H: Hoyadora	M: SPT Manual
	B: Barreno	Mec: SPT con Motor, poleas y tripode
	ER: Equipo de rotacion	P: Perforadora
	Bt: Barreton	PD: PalaDraga
	PI: Pala	



DESCRIPCION	ESTRATIGRAFIA
Materia Organica	
suelo arcilloso de color marron claro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron claro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron claro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron oscuro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron oscuro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	
suelo arcilloso de color marron oscuro, con granos finos, con plasticidad media, no presenta adherencia.	

OBSERVACIONES ADICIONALES:		Convenciones:
	H: Hoyadora	M: SPT Manual
	B: Barreno	Mec: SPT con Motor, poleas y tripode
	ER: Equipo de rotacion	
	Bt: Barreton	P: Perforadora
	PI: Pala	PD: PalaDraga

7.4 CALCULO CAPACIDAD PORTANTE

$q_u = (1+0.3*B/L)*C*N_c + q*N_q + (1/2)*(1-0.2*B/L)*\gamma*B*N_\gamma$ CAPACIDAD DE CARGA TERZAGHI INGENIERIA DE CIMENTACIONES (Manuel Delgado Vargas) de la pagina 186 se usa la anterior expresion para cimientos rectangulares de dimensiones BxL, lo cual es una interpolación linear entre los valores en faja continua (B/L)=0 y los cimientos cuadrados (B/L=1), la anterior expresión converge a $q_u = 1.3*C*N_c + q*N_q + 0.4*\gamma*B*N_\gamma$ para B/L=1 y $q_u = 1.0*C*N_c + q*N_q + 1/2*\gamma*B*N_\gamma$ para B/L=0

ASUMIMOS B Y L (GEOMETRIA DE LA ZAPATA PROPUESTA); DE ACUERDO AL ESTRATO QUE POR SUS CARACTERISTICAS ES RECOMENDABLE UTILIZAR COMO FUNDACION, ASUMIMOS UNA PROFUNDIDAD DE CIMENTACION MINIMA (LIMITANDO TAL VEZ CON OTRO ESTRATO) PARA LA PRIMERA TABLA Y MAXIMA (PORQUE LOS COSTOS OPERATIVOS YA SERIAN EXAGERADOS) PARA LA SEGUNDA, EL RESTO DE LA INFORMACION SALE DE TABLAS DE ACUERDO AL CRITERIO DEL ING DE SUELOS SE ASUME LA PROFUNDIDAD DE CIMENTACION GENERAL Y LA CAPACIDAD PORTANTE PARA ESA COTA DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL CIMIENTO. EN SUELOS ARENOSOS LA CAPACIDAD PORTANTE DEPENDE CASI QUE EXCLUSIVAMENTE DEL ANGULO DE FRICCION INTERNA TRASCURANDO DE ESTE MODO LA COHESION DEBIDO QUE A FAVOR DE SEGURIDAD ES PREFERIBLE TRASCURARLOS EN VEZ DE ASUMIR VALORES BAJOS.

TABLA 1. Df MINIMA

θ (Grados)	30	ANGULO DE FRICCION INTERNA SE TOMA EL VALOR MAS DESFAVORABLE - VER 10.2.	qn.adm Min	195.88	kPa	Para unas dimensiones [B x L] de:	1 X 1	Coefficiente de presion Pasiva
Tipo de suelo		ARENA BIEN GRADUADA	qn. adm Max	243.84	kPa		2 X 2	Coefficiente de presion Activa

$\phi' = \sqrt{(20(N60))} + 20$

$K_a = (1 - \text{sen}\theta) / (1 + \text{sen}\theta)$

$K_p = (1 + \text{sen}\theta) / (1 - \text{sen}\theta)$

Nc Factores de capacidad de carga que son adimensionales

Nq Factores de capacidad de carga que son adimensionales

Ny Factores de capacidad de carga que son adimensionales

Valores de K30 en Kg/cm³ por Jimenez Salas		
Tipo Suelo	K30 min	K30 max
Suelo Fangoso		0.5
Arena seca o húmeda, suelta (Nspt 3 a 9)		1.2
Arena seca o húmeda, media (Nspt 9 a 30)		3.6
Arena seca o húmeda, densa (Nspt 30 a 50)		12
Grava fina con arena fina		8
Grava media con arena fina		10
Grava media con arena gruesa		12
Grava gruesa con arena gruesa		15
Grava gruesa finamente estratificada		20
Arcilla blanda qu 0.25 a 0.5 kg/cm²		0.65
Arcilla media qu 0.5 a 2.0 kg/cm²		1.3
Arcilla compacta qu 2.0 a 4.0 kg/cm²		4
Arcilla margosa dura qu= 4 a 10 kg/cm²		8
Marga arenosa rígida		21
Arena de miga y tosco		22
Marga		22
Caliza margosa alterada		150
Caliza sana		885
Granito meteorizado		30
Granito sano		1700

Los terrenos granulares bajo en NF tendran una $K=0.6$ Kde la tabla

COHESION DEL SUELO		
C (kN/m²)	0.00	PESO ESPECIFICO DEL SUELO - VER 10.2. DEL LABORATORIO
γ (kN/m³)	18.80	
β (Grados)	0	
q (kN/m²)	20.68	ESFUERZO EFECTIVO A NIVEL DE FUNDACION ($q = \gamma * D_f$)
Df (m) ASUMIDA	1.10	PROFUNDIDAD DE CIMENTACION (ASUMIDA). MINIMA.
Fs	3.00	FACTOR DE SEGURIDAD (ASUMIDO)

Fcc	1.00	FACTORES DE COMPRESIBILIDAD DEL SUELO. VER NOTA 1
Fqc	1.00	FACTORES DE COMPRESIBILIDAD DEL SUELO. VER NOTA 1
Fyc	1.00	FACTORES DE COMPRESIBILIDAD DEL SUELO. VER NOTA 1

B(m) ASUMIDA	L(m) ASUMIDA	B/L	Df/B	qu (kPa)	qneta (kPa)	qneta adm (kPa)	Carga Max (kN)	Nc	Nq	Ny	Dimensión [m]	VER TABLA EN 8.3
1.00	1.00	1.00	1.10	608.33	587.65	195.88	195.88	1 X 1			1 X 1	VER TABLA EN 8.3
1.50	2.00	0.75	0.73	693.75	673.07	224.36	673.07	1.5 X 2			1.5 X 2	VER TABLA EN 8.3
1.30	1.80	0.72	0.85	664.47	643.79	214.60	502.16	1.3 X 1.8			1.3 X 1.8	
1.20	1.20	1.00	0.92	637.10	616.42	205.47	295.88	1.2 X 1.2			1.2 X 1.2	
1.45	1.45	1.00	0.76	673.07	652.39	217.46	457.21	1.45 X 1.45				
2.00	2.00	1.00	0.55	752.19	731.51	243.84	975.34	2 X 2				

VER PAG. 153, FUNDAMENTOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, BRAJA M. DAS, 7º EDICION.

Cálculo del coeficiente de balasto		
Para B/L	ks [kPa/m] para B = 1[m]	k30 [kPa/m] para B = 0.3[m]
Modulo del suelo E [MPa]	7909	2738
Relación de poisson v	ks [kg/cm³] para B = 1[m]	k30 [kg/cm³] para B = 0.3[m]
Modulo de corte Gs [MPa]	0.807	1.24
Indice de rigidez Ir	410.81	
Indice de rigidez critico Icr	71.68	
Ir MAYOR O IGUAL QUE Icr ENTONCES Fcc = Fqc = Fyc =		
Y LO CONTRARIO APLICAR FORMULAS PARA HALLARLOS		

$k_s = k_{11} \cdot \left[\frac{B + 30}{2 \cdot B} \right]$
 $k_{11} = 1.5 \cdot \frac{E}{B}$

NOTA 1

EL CAMBIO DEL MODO DE FALLA SE DEBE A LA COMPRESIBILIDAD DEL SUELO, PARA TENER EN CUENTA ESTO SE MODIFICA LA ECUACIÓN GENERAL DE CAPACIDAD PORTANTE INCLUYENDO $q_u = c*N_c*F_{cc} + F_{cc}*q*N_q*F_{qc} + 1/2*\gamma*B*N_\gamma*F_{\gamma c}$ PARA LOS CASOS EN EXÁMEN, SE REALIZÓ LA VERIFICACIÓN PARA LA ZAPATA MENOR Y LA MAYOR, EN AMBOS CASOS EL INDICE DE RIGIDEZ ES MAYOR AL INDICE CRITICO, POR LO TANTO $F_{cc}=F_{qc}=F_{\gamma c}=1$ ENTONCES LA EXPRESIÓN PARA CALCULAR LA CAPACIDAD PORTANTE TOMA LA FORMA $q_u = c*N_c*F_{cc} + q*N_q*F_{qc} + 1/2*\gamma*B*N_\gamma*F_{\gamma c}$

TABLA 2. Df MAXIMA

1	6	1.1	0.01
2	6.3	1.22	0.04
3	6.62	1.35	0.06
4	6.97	1.49	0.1
5	7.34	1.64	0.14
6	7.73	1.81	0.2
7	8.15	2	0.27
8	8.6	2.21	0.35
9	9.09	2.44	0.44
10	9.61	2.69	0.56
11	10.16	2.98	0.69
12	10.76	3.29	0.85
13	11.41	3.63	1.04
14	12.11	4.02	1.26
15	12.86	4.45	1.52
16	13.68	4.92	1.82
17	14.6	5.45	2.18
18	15.12	6.04	2.59
19	16.57	6.7	3.07
20	17.69	7.44	3.64
21	18.92	8.26	4.31
22	20.27	9.19	5.09
23	21.75	10.23	6
24	23.36	11.4	7.08
25	25.13	12.72	8.34
26	27.09	14.21	9.84
27	29.24	15.9	11.6
28	31.61	17.81	13.7
29	34.24	19.98	16.18
30	37.16	22.46	19.13
31	40.41	25.28	22.65
32	44.04	28.52	26.87
33	48.09	32.23	31.94
34	52.64	36.5	38.04
35	57.75	41.44	45.41
36	63.53	47.17	54.36
38	77.5	61.55	78.61
39	85.97	70.61	95.03
40	95.66	81.27	115.31
42	119.67	108.75	171.99
43	134.58	126.5	211.56
44	151.95	147.74	261.6
45	172.28	173.28	325.34
46	196.22	204.19	407.11
47	224.55	241.8	512.84
48	258.28	287.85	650.87
49	298.71	344.63	831.99
50	347.5	415.15	1072.8