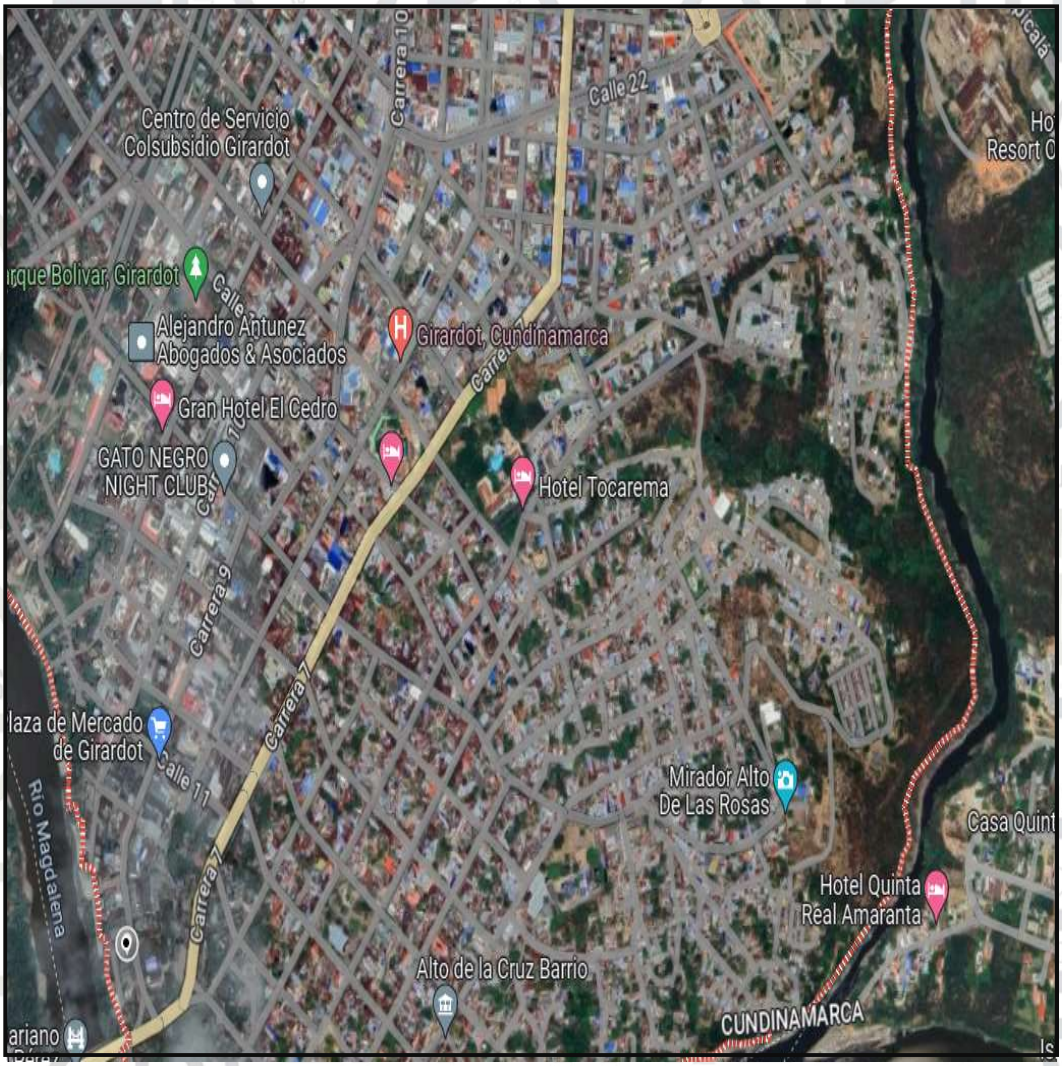
VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles

ESTUDIO DE SUELOS PARA UNA OBRA NUEVA DENOMINADA "CONSTRUCCION CUBIERTA POLIDEPORTIVO BARRIO EL TRIUNFO EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT - CUNDINAMARCA"

1



MARZO - 2025

VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles

GIRARDOT, Marzo de 2025

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Señores:

REF.: ESTUDIO DE SUELOS PARA UNA OBRA NUEVA DENOMINADA "CONSTRUCCION CUBIERTA POLIDEPORTIVO BARRIO EL TRIUNFO EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT CUNDINAMARCA"

Cordial saludo,

Adjunto al presente les estamos enviando los resultados del estudio geotécnico, para el diseño del proyecto en referencia correspondientes al estudio de suelos para una OBRA NUEVA denominada CONSTRUCCION DE CUBIERTA POLIDEPORTIVO BARRIO EL TRIUNFO del municipio de GIRARDOT, los cuales fueron realizados cumpliendo con los requisitos establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, expedido de acuerdo con la Ley 400 de 1997 por medio de sus Decretos 926 y 2525 de 2010, Decreto 92 de 2011 y Decreto 0340 de 2012. y los ensayos bajo los parámetros de la norma INVIAS13, NSR-10 título H.

En consecuencia de lo expresado en el párrafo anterior esta oficina y en su nombre el profesional responsable del estudio, y conforme a lo establecido por la Ley 400 de 1997, Artículo 28 "Experiencia del Ingeniero Geotecnista" [Título H, Capítulo H.1, Literal H.1.1.21: Firma de Los Estudios], asumo la responsabilidad del presente Estudio Geotécnico exonerando a las Autoridades Municipales Competentes, conforme a lo establecido por la NSR-10 [Ley 400 de 1997, Título III, Capítulo I, Artículo 5 y 6: Responsabilidad de los Diseños]; en cualquier tipo de caso, situación o eventualidad que pudiera presentarse, en que las obras a que hace referencia el presente estudio no se ejecuten conforme a lo estipulado por el mismo, no asumiré responsabilidad civil ni penal alguna.

Atentamente,

Ing. Harvey Medina Laguna
HML
MP 25202-164150 CND

HARVEY MEDINA LAGUNA
MP 25202-164150 CND
Gerente

VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles

Marzo de 2025

CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

3

Yo, Ing. HARVEY MEDINA LAGUNA, identificado con la cédula de ciudadanía No. 1.070.587.987 de GIRARDOT departamento de Girardot Cundinamarca, Ingeniero Civil con Matrícula Profesional No. 25202-164150 del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería de CERTIFICO: Que realicé los ensayos de laboratorio del proyecto "**ESTUDIOS DE SUELOS PARA CONSTRUCCION DE CUBIERTA POLIDEPORTIVO BARRIO EL TRIUNFO MUNICIPIO DE GIRARDOT CUNDINAMARCA".**

NTC 1493 — Suelos. Ensayo para determinar el límite plástico y el índice de plasticidad. (ASTM D 4318)
NTC 1494 — Suelos. Ensayo para determinar el límite líquido. (ASTM D 4318)
NTC 1495 — Suelos. Ensayo para determinar el contenido de agua. (ASTM D 2216)
NTC 1504 — Suelos. Clasificación para propósitos de ingeniería. (ASTM D 2487)
NTC 1522 — Suelos. Ensayo para determinar la granulometría por tamizado NTC 1527.
NTC 1528 — Suelos. Ensayo para determinar la masa unitaria en el terreno. Método del balón de caucho. (ASTM D2167)
NTC 2121 — Suelos. Obtención de muestras para probetas de ensayo. Método para tubos de pared delgada. (ASTM D1587)
NTC 4630 — Método de ensayo para la determinación del límite líquido, del límite plástico y del índice de plasticidad de los suelos cohesivos.
ASTM D 2166del departamento06 — Suelos. Ensayo para determinar la resistencia a la compresión Inconfinada.

Atentamente

Ing. Harvey Medina Laguna
HML
No. 1070 587 987-8
MATRICULA 25202-164150 CND

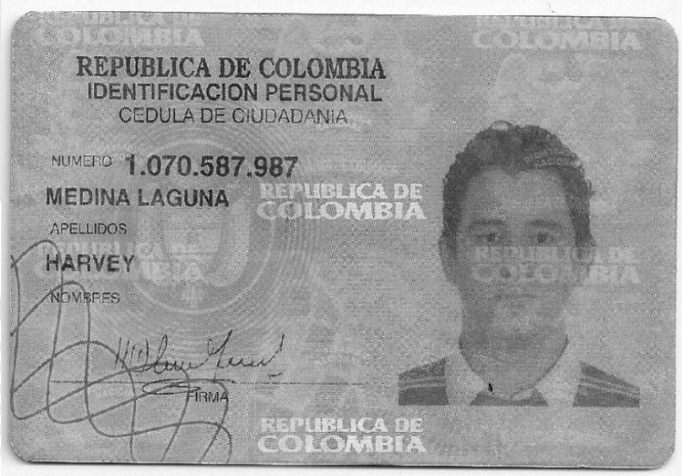
HARVEY MEDINA LAGUNA
MP 25202-164150 CND

VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles

CEDULA Y MATRICULA PROFESIONAL

4







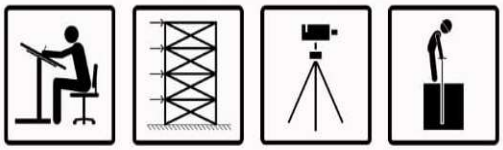
HML® Ingenieros Civiles

TABLA CONTENIDO

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD 2
CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO 3
CEDULA Y MATRICULA PROFESIONAL 4
LISTA DE TABLAS 8
LISTA DE FIGURAS 9
1. ESTUDIO DE SUELOS GEOTÉCNICO 10
1.1. GENERALIDADES 10
1.2. OBJETIVO DE ESTUDIO 11
2. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO 11
2.1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO 12
2.2. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO 13
3. GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGIA 14
3.1.1 FORMACION GUADALUPE. (KG). 14
3.1.2 FORMACION SAN JUAN DE RIO SECO O GUALANDAY (TISJ2). 14
3.1.3 GRUPO HONDA (T6, T6A). 14
3.1.4 DEPOSITOS RECIENTES Y TERRAZAS (Q). 14
4. ASPECTOS CLIMÁTICOS Y METEOROLOGICOS 16
4.1. CLIMA 16
4.2. TEMPERATURA 16
4.3. HUMEDAD 17
4.4. EFECTOS LOCALES 20
4.4.1. PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN 20
4.4.2. GRUPO DE USO Y COEFICIENTE DE IMPORTANCIA 22
5. DISEÑO SISMICO 23
5.1. NIVEL DE AMENAZA SISMICA 27
5.2. PARAMETROS SISMICOS 28
6. ESPECTRO DE DISEÑO 29
7. ACELOGRAMAS 31



HML®
Ingenieros Civiles

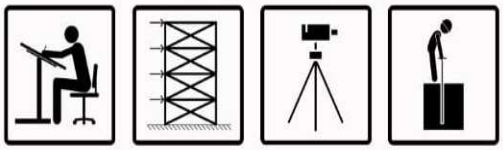


9. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO 32
9.1 RECONOCIMIENTO DE CAMPO: 32
10. EXPLORACIÓN DE CAMPO 32
11. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR 33
11.1. NUMERO MEDIO DE GOLPES DEL ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR 33
11.2. EQUIPO 33
11.3. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO 35
11.4. MUESTREO 36
12. ENSAYOS DE LABORATORIO 37
13. DEFINICIÓN DE CANTIDAD DE SONDEOS EXPLORATORIOS Y PROFUNDIDAD 37
14. CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS SONDEOS 38
14.1 PROFUNDIDAD DE LOS SONDEOS 39
14.2 NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS 40
15. EXPLORACIÓN DE CAMPO 41
15.1.1. COORDENADAS 42
16. EXPLORACIONES 42
16.1. EXPLORACIÓN 1 42
16.2 EXPLORACIÓN 2 42
16.3 EXPLORACIÓN 3 42
17. PERFIL DEL SUELO 43
17.1. DESCRIPCION DE LOS SUELOS 43
17.1.1. CARACTERISTICAS EL SUELO 44
18. LIMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDOS DE HUMEDAD 45
19. ANGULO DE FRICCION 46
20. CAPACIDAD PORTANTE 47
21. DISCUSION DE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO 49
22. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 50
23. ALTERNATIVA DE CIMENTACION VIVIENDA (ZAPATAS AISLADAS) 51

24. RECOMENDACION DE MANEJO DE AGUAS SUBTERANEAS..... 57
25. REGISTRO FOTOGRAFICO..... 65
26. ENSAYOS DE LABORATORIO..... 68



HML®
Ingenieros Civiles



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los perfiles de suelo 19
Tabla 2. Tipo de suelo 201
Tabla 3. Coeficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro 22
Tabla 4. Grupo de uso y coeficiente de importancia 23
Tabla 5. Zona de amenaza sísmica según la NSR-10 27
Tabla 6. Coeficiente F_a, para la zona de periodos cortos del espectro 28
Tabla 7. Coeficiente F_v, para la zona de períodos intermedios del espectro 28
Tabla 8. Coeficientes sísmicos 28
Tabla 9. Parámetros sísmicos 29
Tabla 10. Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g 30
Tabla 11. Espectro de diseño 31
Tabla 12. Espectro elástico de aceleración, velocidad y desplazamiento 32
Tabla 13. Humedad de los sondeos y cada muestra 46
Tabla 14. Plasticidad y límite líquido 47
Tabla 15. Clasificación SUCS 47
Tabla 16. capacidad portante 49-56
Tabla 24. Clasificacion de suelos expansivos 57

HML® Ingenieros Civiles

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del municipio de Girardot departamento cundinamarca 11
Figura 2. Localización del terreno. 12
Figura 3. Características del entorno regional. 17
Figura 4. Temperatura máxima y mínima promedio del municipio de Girardot cundinamarca. 18
Figura 5. Humedad en el municipio de Girardot. 19
Figura 6. Mapa de Colombia dividido por zonas de amanezca sísmica 24
Figura 7. Mapa de valores de A_a 25
Figura 8. Mapa de valores de A_v 26
Figura 9. Muestreador de tubo partido. 34
Figura 10. Martinete de 140 lbs. De peso con sistema de caída. 35
Figura 11. Tubería de perforación 35
Figura 12. Ensayo de SPT 37
Figura 13. Tubo shelby 37
Figura 14. Muestras 37
Figura 15. Ubicación exacta de los sondeos 42



1. ESTUDIO DE SUELOS GEOTÉCNICO

1.1. GENERALIDADES

El presente estudio de suelos tiene por objeto dar a conocer los resultados, conclusiones y recomendaciones para **e**studios de suelos de una OBRA NUEVA denominada ESTUDIO DE SUELOS PARA UNA OBRA NUEVA DENOMINADA "CONSTRUCCION CUBIERTA POLIDEPORTIVO BARRIO EL TRIUNFO EN EL MUNICIPIO DE GIRARDOT CUNDINAMARCA"

Para este proyecto que es construcción de Cubierta se realizará una exploración del terreno con sondeo o perforación equipo SPT, pruebas de laboratorios e investigación del mapa geológico del terreno.

Con los datos obtenidos podemos determinar la estratigrafía del terreno, las propiedades del suelo, parámetros con el cual se calcula la capacidad portante y así saber el tipo de cimentación más acorde.

Todos los ensayos realizados en campo, y los ensayos de laboratorio se realizaron siguiendo la metodología de trabajo de las normas NTC e INVIAS 2013.

En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo de fundación, como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, suelos susceptibles de licuefacción o cualquier otro estado que implique inestabilidad de la estructura, se indica su ubicación y se dan recomendaciones específicas sobre el tratamiento que debe recibir este suelo en particular.

Se presentan en forma sucinta, las características físicas e hidráulicas del suelo, y los parámetros de resistencia al corte, utilizados en el diseño al igual que los resultados alcanzados en el estudio referentes a tipo, profundidad, valor de la capacidad portante.

Se dan recomendaciones del proceso constructivo y de cualquier otro aspecto que se considere conveniente para cumplir satisfactoriamente con el objetivo del proyecto.

Se anexa la memoria de cálculos, incluyendo gráficas y toda aquella información que dé claridad al estudio, incluyendo como mínimo:

- Esquema de la localización de las perforaciones.
- Registros de perforaciones debidamente referenciados.
- Resultados de ensayos de laboratorio e in situ.
- Memorias de cálculo: Análisis de estabilidad, Diseños de obras complementarias.
- Fotografías del sitio en estudio.

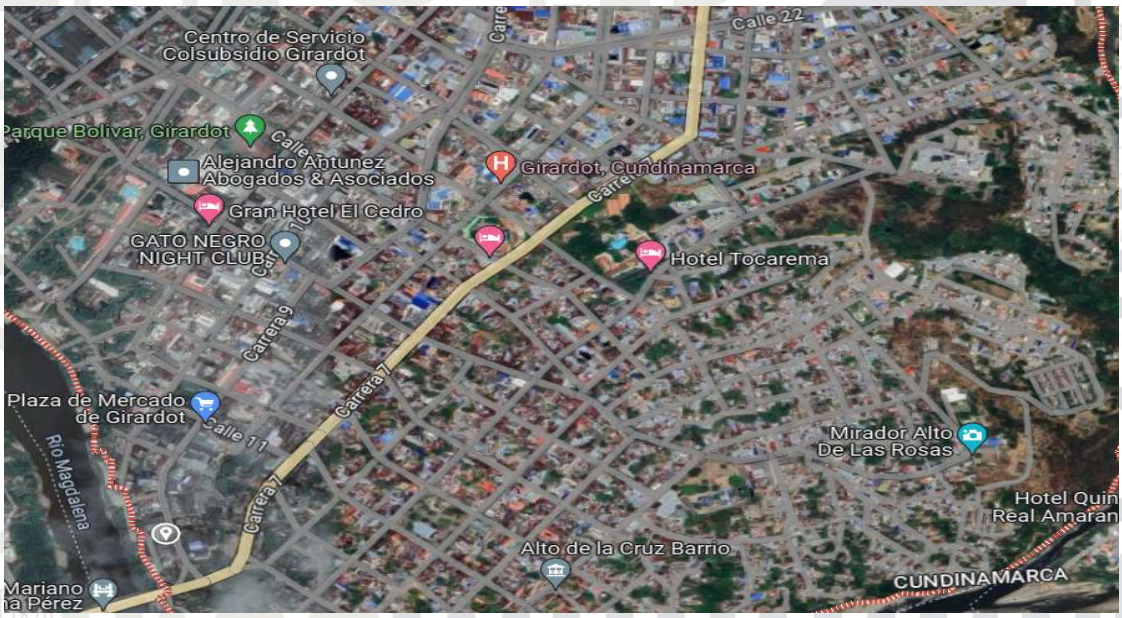
1.2. OBJETIVO DE ESTUDIO

El objetivo principal del estudio de suelo es determinar las características del suelo, para definir un tipo de cimentación adecuada y así garantizar la estabilidad del proyecto. Además, se incluye la información correspondiente a los trabajos de campo desarrollados para el conocimiento del subsuelo, los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados a las muestras y los cálculos considerados para el análisis del sistema de cimentación. Todo lo anterior en cumplimiento de la norma sismo resistente NSR-10.

2. DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

Girardot es la segunda ciudad más importante del departamento de Cundinamarca, después de la capital con más de 150.000 habitantes. Se encuentra localizado en el centro del país, a orillas del río Magdalena en las desembocaduras de los Río Bogotá, Sumapaz y Coello; en la provincia del Alto Magdalena. Girardot se encuentra conturbado con el municipio de Flandes (Tolima) y el municipio de Ricaurte (Cundinamarca) con una población de más de 180.000 habitantes. Limita al norte con el municipio de Nariño y Tocaima, al sur con el municipio de Flandes y el Río Magdalena, al oeste con el municipio de Nariño, el río Magdalena y el municipio de Coello y al este con el municipio de Ricaurte y el Río Bogotá.

Figura 1.
Ubicación del municipio de GIRARDOT departamento Cundinamarca.



Fuente: Google Earth

HML® Ingenieros Civiles

2.1. LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El terreno se encuentra ubicada en el barrio san miguel en el municipio de Girardot Cundinamarca. En la figura muestra la localización general del sitio del proyecto con relación al entorno urbano de la ciudad.

Figura 2.
Localización del terreno.



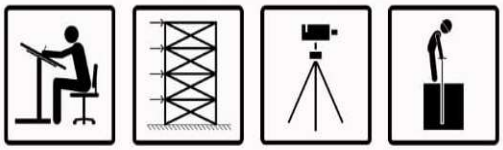
Fuente: Ubicación exacta de los sondeos realizados. Google Earth



2.2. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Para poder ejecutar el estudio de suelo se recopilo toda la información geotécnica del suelo, las condiciones del sitio y las características del proyecto.

Se realizó por medio de 3 sondeos: 0.00 de 6.00 m, de profundidad, perforados con un equipo de barreno manual de 4 pulgadas de diámetro. A lo largo de los sondeos se realizaron ensayos de penetración con un martillo de 140 libras. Adicionalmente, de los mantos que se consideró necesario, se tomaron muestras alteradas en bolsa para su inspección visual y posterior envío al laboratorio para ensayos de dispersión, humedad natural, límites de Atterberg, pesos unitarios y clasificación AASHO y USC.



3. GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGIA

3.1 GEOLOGIA DE LA ZONA

3.1.1 FORMACION GUADALUPE. (KG).

Esta formación está constituida esencialmente por arcillolitas, limonitas, abigarrada sin tercaladas con areniscas del paleoceno inferior.

3.1.2 FORMACION SAN JUAN DE RIO SECO O GUALANDAY (TISJ2).

Esta unidad está dividida de más antigua a joven en los miembros Armadillos, Almacigos y la Cruz, el inferior y el superior con predominio de gravas y conglomerados y el intermedio de lutitas rojas. La edad de la formaron es del Oligoceno (36 millones de años)

3.1.3 GRUPO HONDA (T6, T6A).

La unidad está constituida por alternancia de gravas, areniscas y lutitas rojas, la unidad descansa discordantemente sobre el infrayecente y presenta espesores hasta de 100metros. Las rocas sedimentarias del grupo honda, constituido por intercalaciones de areniscas y arcillolitas, está cubierta por vegetación arbusto baja y rastrojos, con taludes desprotegidos. Los procesos de remoción en masa identificados en esta unidad son desprendimientos y desplomes de bloques de areniscas ocasionados, en la mayoría de los casos por

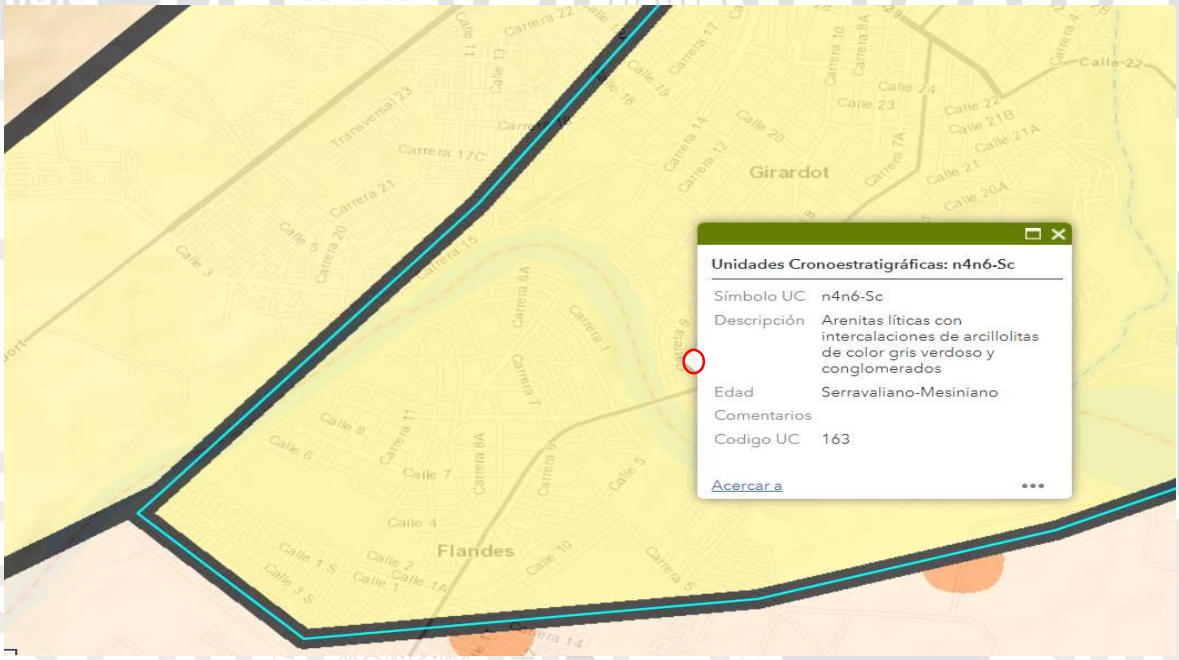
Socavación y pérdida de soporte.

3.1.4 DEPOSITOS RECIENTES Y TERRAZAS (Q).

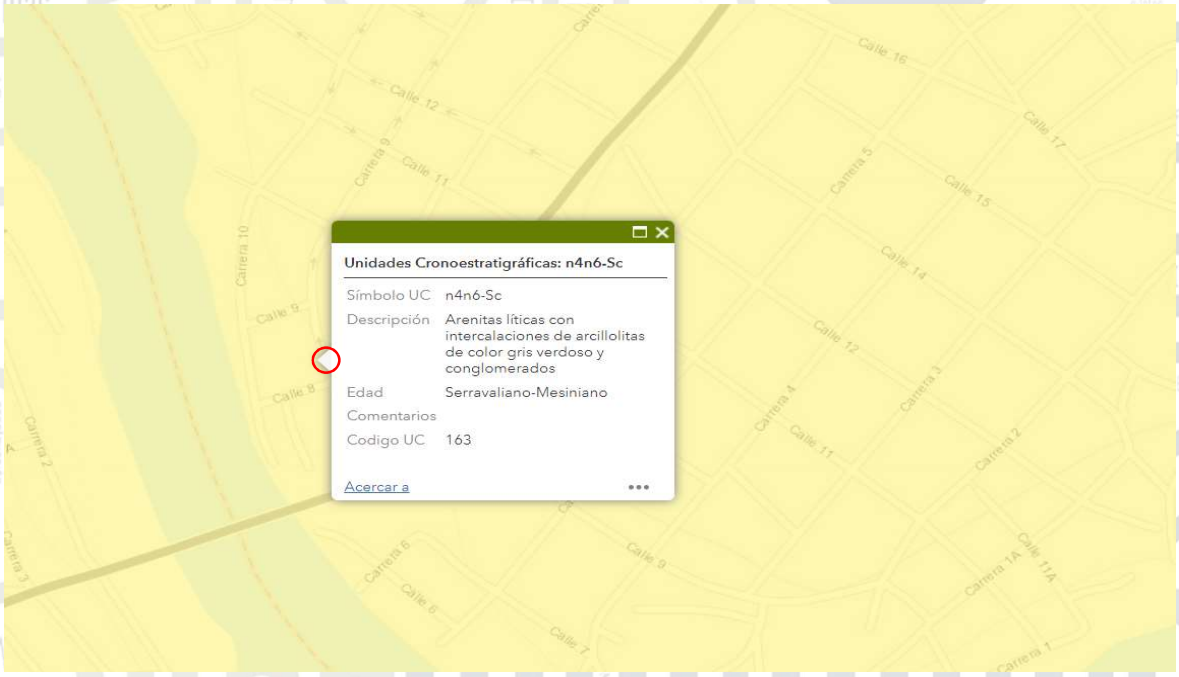
Pertenece al cuaternario y están compuestos por arenas, gravas, limos, arcillas, terrazas, coluvios, deslizamientos, morrenas y efluvio glaciares, las terrazas están conformadas por abanicos procedentes de la cordillera central que contiene material andesitico (cantos y Tobas) en abundancia

Entorno Geológico Regional del Proyecto

En el cuadro de a continuación se detalla el sector de perforación, el tipo de suelo, según la NTC 15041 y la U.S.C.



FUENTE: MAPAGEOLOGICO COLOMBIANO 2023



FUENTE: MAPAGEOLOGICO COLOMBIANO 2023

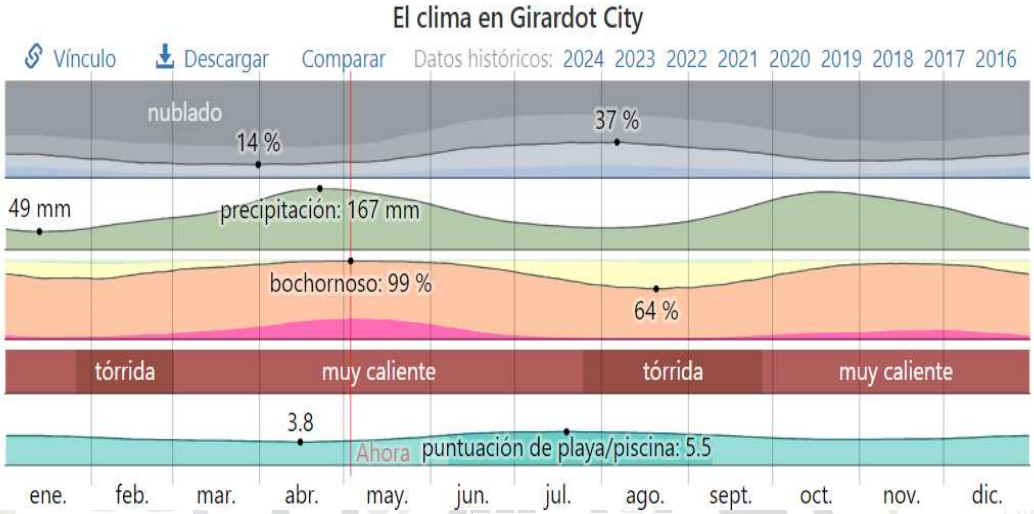
4. ASPECTOS CLIMÁTICOS Y METEOROLOGICOS

4.1. CLIMA

En Girardot los veranos son cortos, tórridos y bochornosos; los inviernos son cortos, calurosos, opresivos y mojados y está nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 23 °C a 36 °C y rara vez baja a menos de 22 °C o sube a más de 38 °C.

En base a la puntuación de playa/piscina, la mejor época del año para visitar Girardot para las actividades de calor es desde principios de junio hasta principios de septiembre

Figura 3.
Clima en el municipio de Girardot del departamento Cundinamarca.



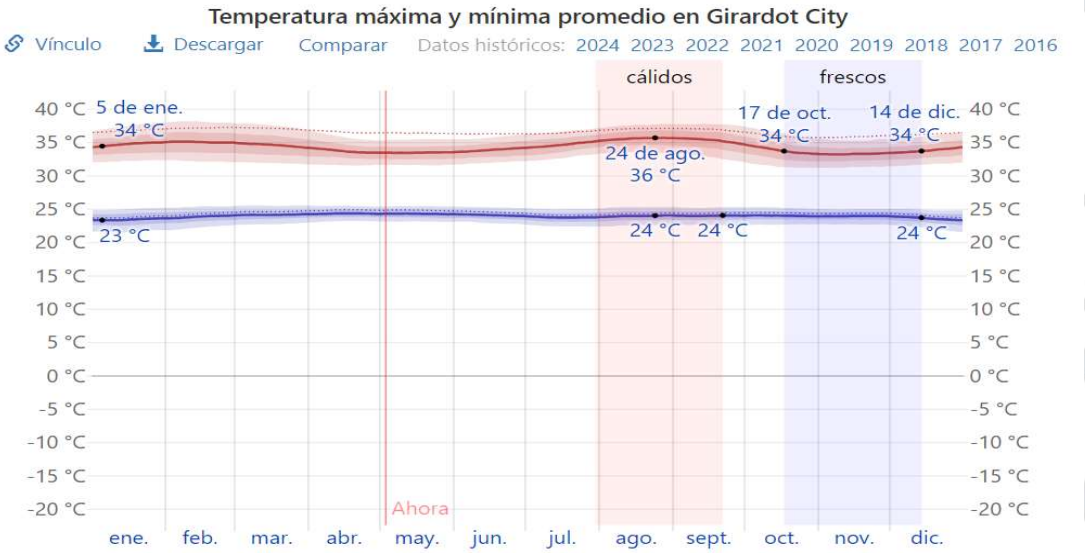
Fuente: Weather Spark

4.2. TEMPERATURA

cálido del año en Girardot es agosto, con una temperatura máxima promedio de 36 °C y mínima de 24 °C.

La temporada fresca dura 1,9 meses, del 17 de octubre al 14 de diciembre, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 34 °C. El mes más frío del año en Girardot City es noviembre, con una temperatura mínima promedio de 24 °C y máxima de 33 °C.

Figura 4.
Temperatura máxima y mínima promedio del municipio de Girardot.



Nota: La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Fuente: Weather Spark

4.3. HUMEDAD

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

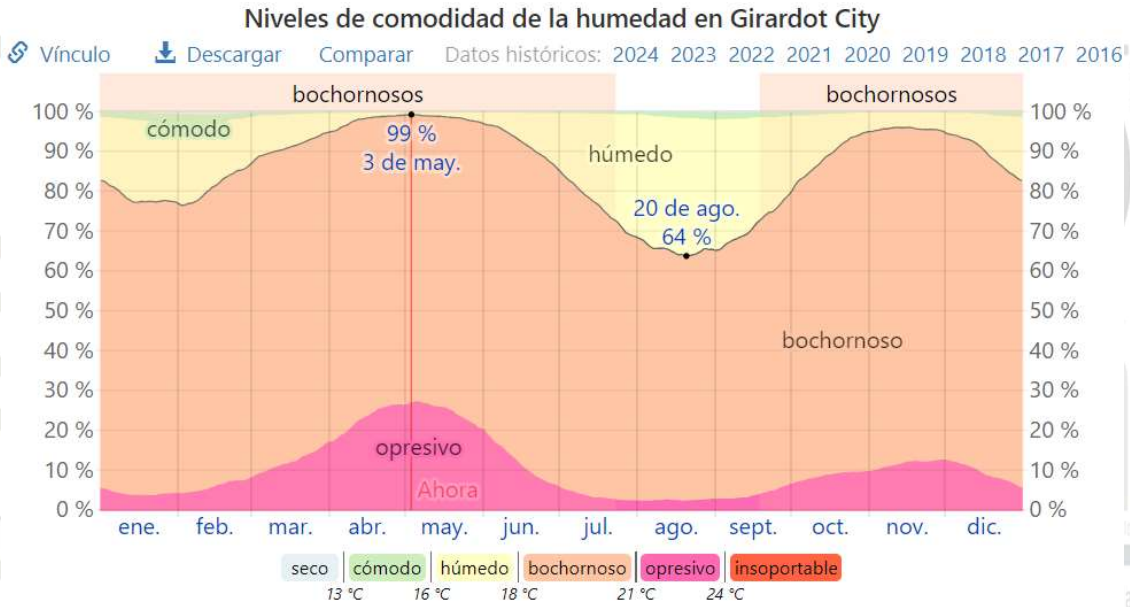
En Girardot la humedad percibida varía considerablemente.

El período más húmedo del año dura 10 meses, del 18 de septiembre al 23 de julio, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable

por lo menos durante el 73 % del tiempo. El mes con más días bochornosos en Girardot City es mayo, con 30,5 días bochornosos o peor.

El mes con menos días bochornosos en Girardot es agosto, con 20,2 días bochornosos o peor.

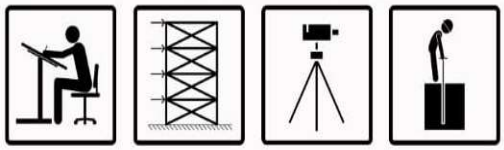
Figura 5.
Humedad en el municipio de Girardot.



Nota: El porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío. Fuente. Weather Spark



HML®
Ingenieros Civiles



tipo de suelo encontrado

El procedimiento que se emplea para definir el tipo de perfil de suelo se basa en los valores de los parámetros del suelo de los 30 metros superiores del perfil, medidos en el sitio que se describieron

Tabla 1.
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Nota: según el tipo de suelo encontrado usando la NSR-10 título A Tabla A.2.4

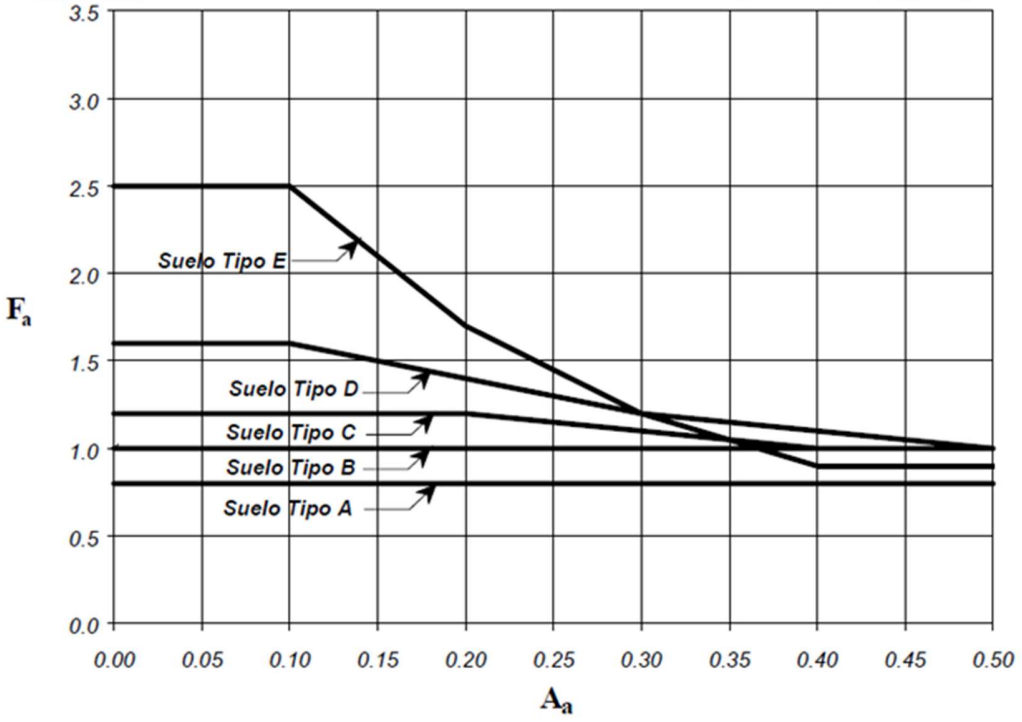
HML® Ingenieros Civiles

4.4. EFECTOS LOCALES

4.4.1. PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN

El procedimiento para definir el perfil es el siguiente:

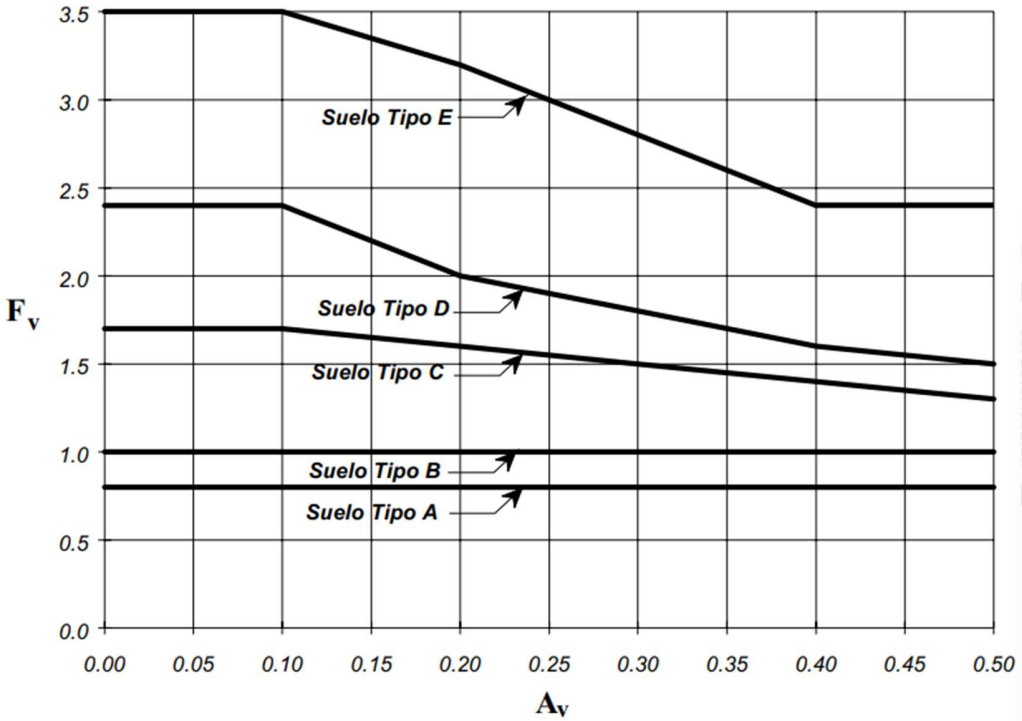
Tabla 2.
Tipo de suelo



Nota: Coeficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro. Fuente: NSR-10

Tipo de suelo encontrado en el terreno _C____

Tabla 3.
Coeficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro



Nota: Los valores de los coeficientes F_a y F_v no tienen en cuenta efectos de ladera. De haberlos, deberán considerarse complementariamente con base en una reglamentación expedida por la municipalidad o, en ausencia de dicha reglamentación, con base en estudios particulares, realizados por el ingeniero geotecnista de la edificación, debidamente sustentados.

4.4.1.1. TIPO DE PERFIL DEL SUELO

Coeficiente de ampliación del suelo para zonas de periodos cortos del espectro:

Fa: 1.2

Coeficiente de ampliación del suelo para zonas de periodos intermedios del espectro:

Fv: 1.6

4.4.2. GRUPO DE USO Y COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

A.2.5.1 — GRUPOS DE USO — Todas las edificaciones deben clasificarse dentro de uno de los siguientes Grupos de Uso:

A.2.5.1.2 — Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad — Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir: (a) Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres, (b) Garajes de vehículos de emergencia, (c) Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias, (d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza, (e) Aquellas del grupo II para las que el propietario desee contar con seguridad adicional, y (f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

Tabla 4.
Grupo de uso y coeficiente de importancia

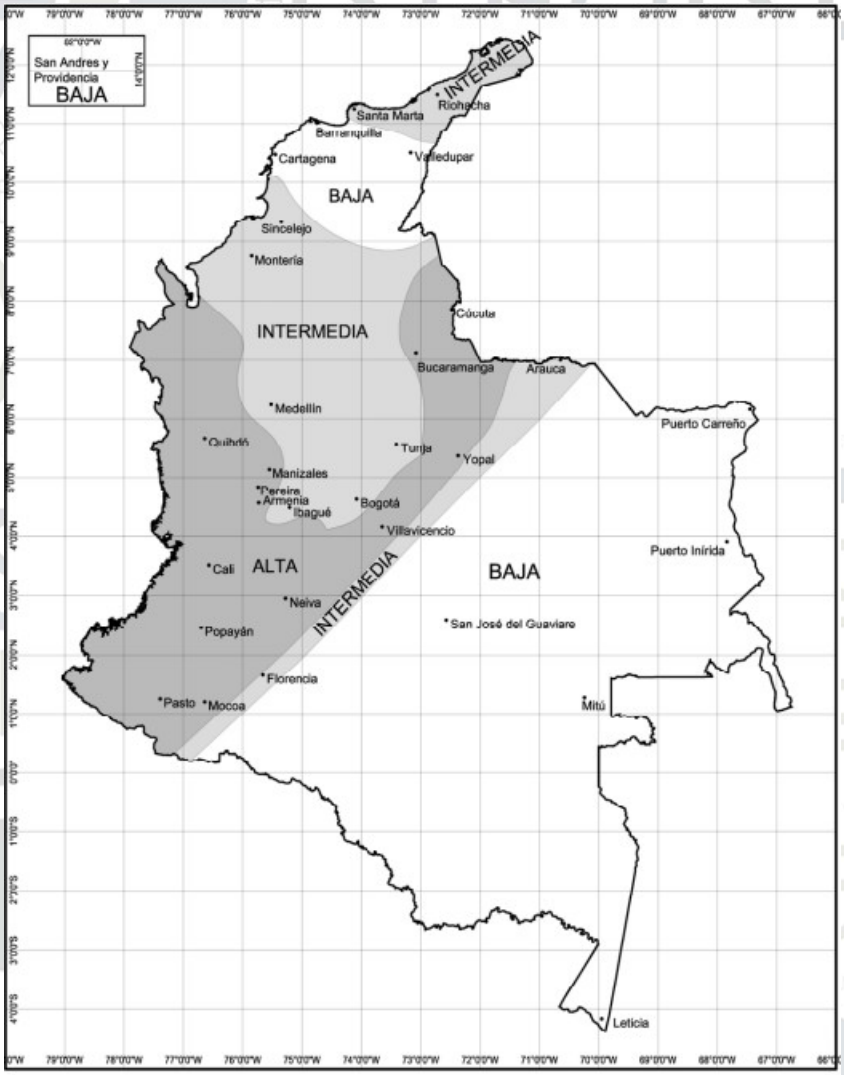
Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

***Nota*: NSR-10 título A Tabla A.2.5.1** comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas

5. DISEÑO SISMICO

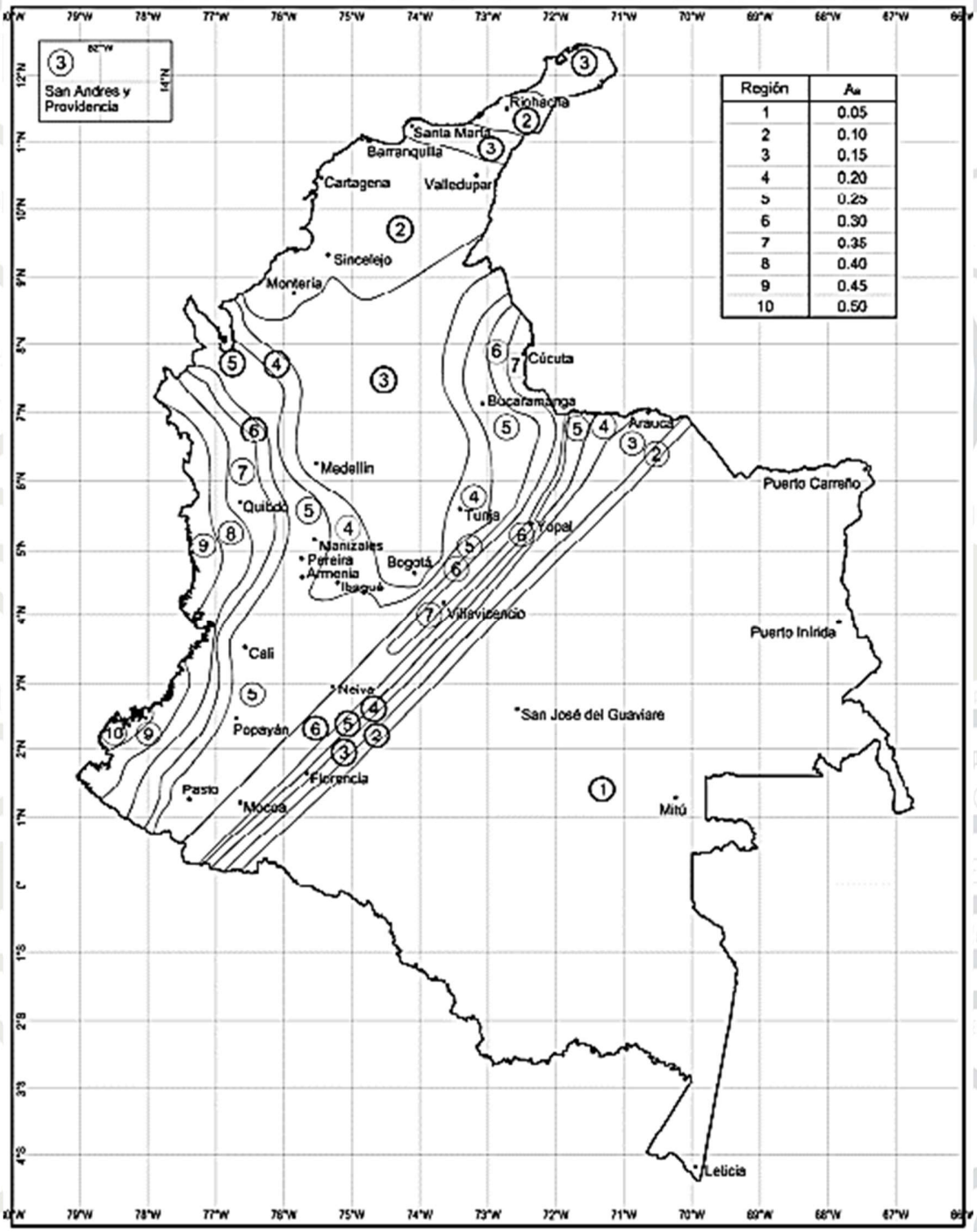
El municipio de Girardot departamento de CUNDINAMARCA y sus alrededores se encuentra en unas zonas de riesgo INTERMEDIA De acuerdo con los efectos locales descritos en el NSR-10 –Diseño y Construcción Sismo Resistente, Ley 1400 de 19 decreto, decreto 926 del 19 de marzo del 2010, decreto 25 decreto 092 del 17 de enero de 2011 [A.2.4 & Apéndice H del departamento sísmica de Colombia. En el caso del terreno explorado, teniendo las características del suelo, los efectos locales de respuesta sísmica.

Figura 6.
Mapa de Colombia dividido por zonas de amanezca sísmica



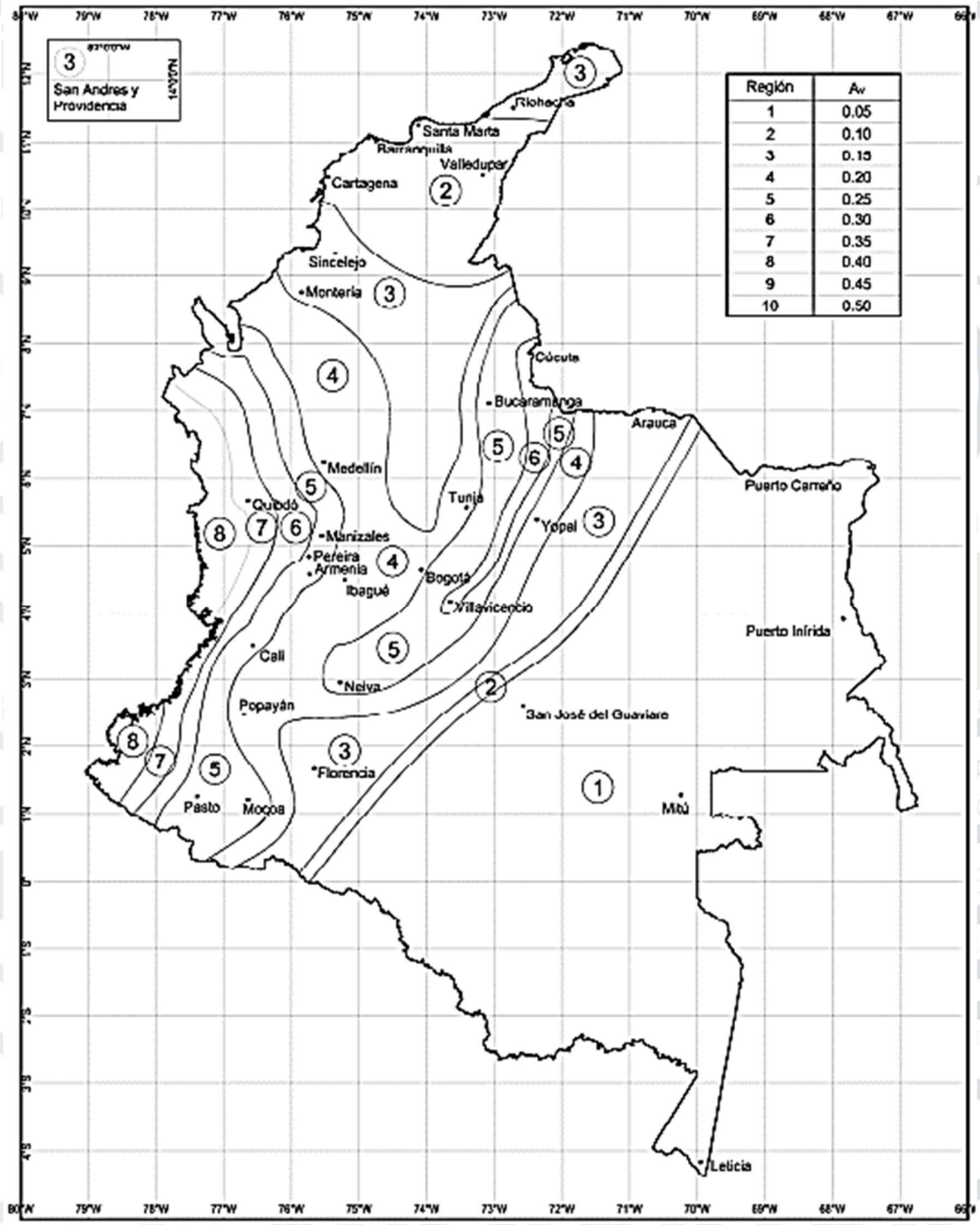
Nota: Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa y Av. Fuente: NSR-10

Figura 7.
Mapa de valores de A_a



Nota: Zonas de Amenaza Sísmica en función de A_a. Fuente: NSR-10

Figura 8.
Mapa de valores de A_v



Nota: Zonas de Amenaza Sísmica en función de A_v. Fuente: NSR-10

Tabla 5.
Zona de amenaza sísmica según la NSR-10

Cucunubá	25224	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
El Colegio	25245	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.06
El Peñón	25258	0.15	0.20	Intermedia	0.13	0.06
El Rosal	25260	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Facatativá	25269	0.15	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Fómeque	25279	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Fosca	25281	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Funza	25286	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.06
Fúquene	25288	0.15	0.20	Intermedia	0.08	0.05
Fusagasugá	25290	0.20	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Gachalá	25293	0.30	0.25	Alta	0.26	0.06
Gachancipá	25295	0.15	0.20	Intermedia	0.09	0.05
Gachetá	25297	0.20	0.25	Alta	0.15	0.06
Gama	25299	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Girardot	25307	0.20	0.20	Intermedia	0.12	0.06
Granada	25312	0.15	0.20	Intermedia	0.10	0.05
Guachetá	25317	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.05
Guaduas	25320	0.15	0.20	Intermedia	0.15	0.06
Guasca	25322	0.15	0.25	Alta	0.11	0.05
Guataquí	25324	0.20	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Guatavita	25326	0.15	0.20	Intermedia	0.11	0.05
Guayabal de Síquima	25328	0.15	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Guayabetal	25335	0.30	0.25	Alta	0.16	0.06
Gutiérrez	25339	0.25	0.25	Alta	0.16	0.06
Jerusalén	25368	0.20	0.20	Intermedia	0.16	0.06
Junín	25372	0.20	0.25	Alta	0.16	0.06

Nota: NSR-10 del departamento Apéndice A4 Valores de Aa, Av, y definición de la zona de amenaza sísmica en el municipio de Girardot del departamento Cundinamarca

Tabla 6.
Coeficiente F_a, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

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

Tabla 7.
Coeficiente F_v, para la zona de períodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

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

5.1. NIVEL DE AMENAZA SISMICA

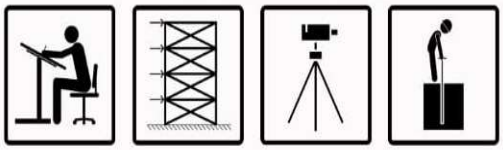
Tabla 8.
Coeficientes sísmicos

Municipio	Código municipio	A_a	A_v	F_a	F_v	Zona de amenaza sísmica	A_e	A_d
GIRARDOT	25307	0.20	0.20	1.2	1.6	INTERMEDIA	0.12	0.06

Nota: Según la NSR-10 título A



HML®
Ingenieros Civiles



Donde:

A_a: Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva para el diseño
A_v: Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva para el diseño
A_e: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva reducida para diseño con seguridad limitada
A_d: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño
F_a: coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño:
F_v: coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño:

5.2. PARAMETROS SISMICOS

Tabla 9.
Parámetros sísmicos

- **Tipo de perfil del suelo: C**
- Coeficiente de ampliación del suelo para zonas de periodos cortos del espectro:

  Fa: 1.2

- Coeficiente de ampliación del suelo para zonas de periodos intermedios del espectro:

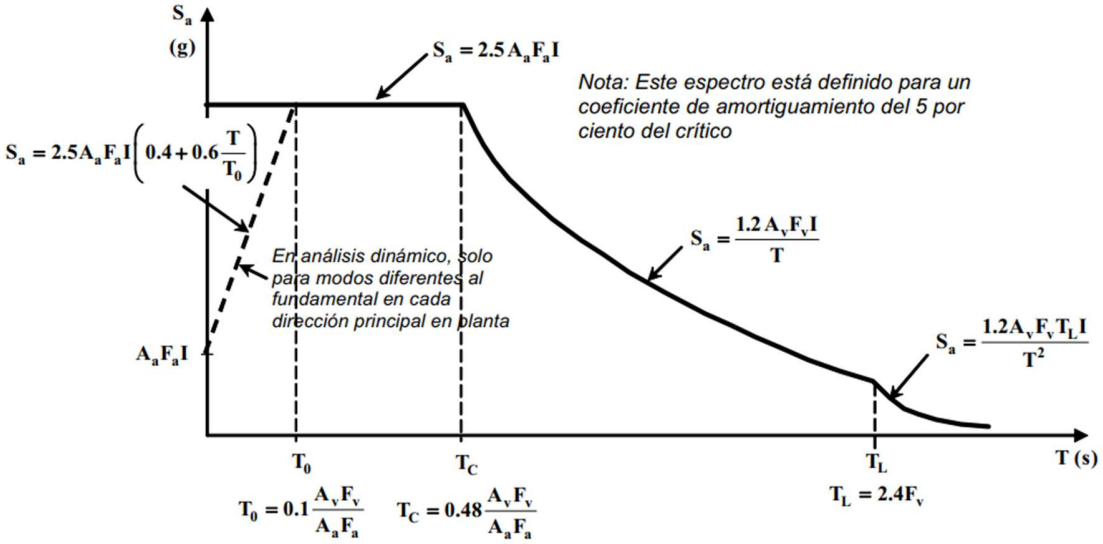
  Fv: 1.6

  Grupo de uso: III

  Coeficiente de importancia: 1.25

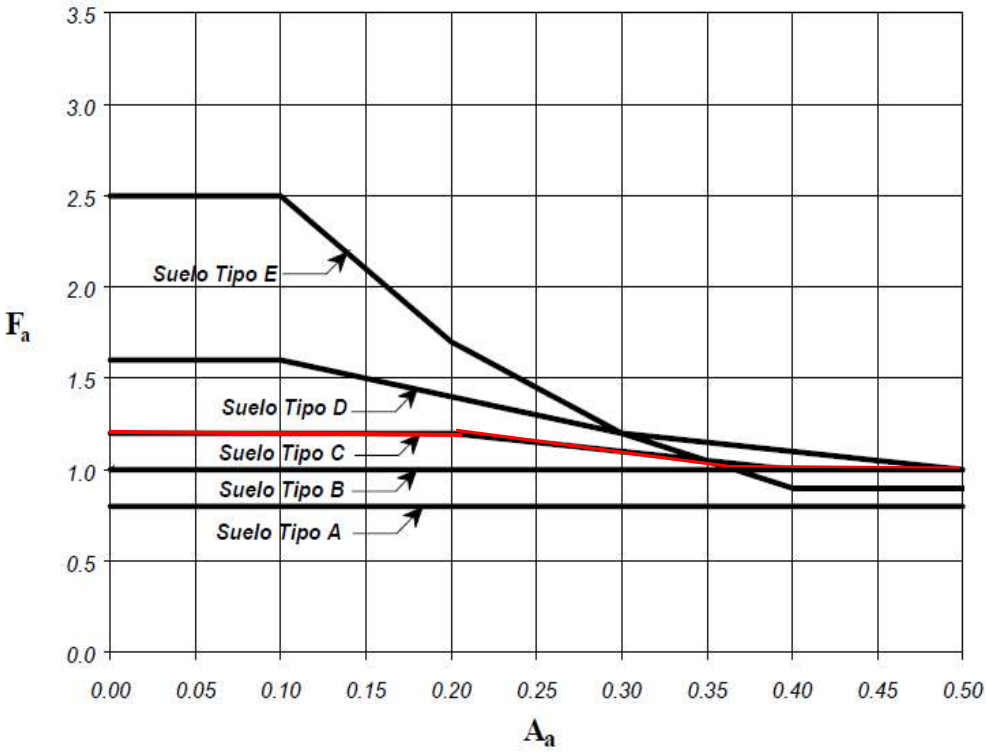
6. ESPECTRO DE DISEÑO

Tabla 10.
Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g



Nota: La forma del espectro elástico de aceleraciones, Sa expresada como fracción de la gravedad, para un coeficiente de cinco por ciento (5%) del amortiguamiento crítico, que se debe utilizar en el diseño, se da en la figura A.2.6del departamento1 y se define por medio de la ecuación A.2.6del departamento1, con las limitaciones dadas en A.2.6.1.1 a A.2.6.1.3.

Tabla 11.
Espectro de diseño



Nota:A.2.4.1 COEFICIENTE DE AMPLIFICACION Fa DEL SUELO PARA LA ZONA DE PERIODO CORTOS DEL ESPECTRO

HML® Ingenieros Civiles

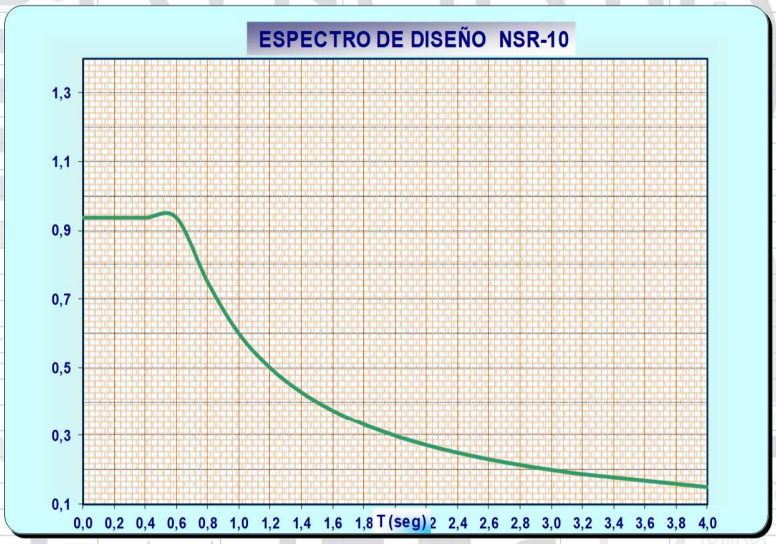
7. ACELOGRAMAS

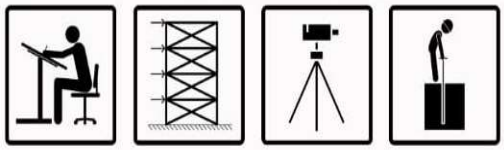
Tabla 12.

Espectro elástico de aceleración, velocidad y desplazamiento

Coeficiente de Importancia=		Fa	Fv
TIPO DE SUELO=	C	1,5	2
Coeficiente de Importancia=	III	1,25	
Aceleracion y velocidad Pico E.=		0,2	0,2
To=	0,13333333		
TC=	0,64		
TL=	4,8		

T (seg)	Sa (g)
0,00	0,938
0,20	0,938
0,40	0,938
0,60	0,938
0,80	0,750
1,00	0,600
1,20	0,500
1,40	0,429
1,60	0,375
1,80	0,333
2,00	0,300
2,10	0,286
2,20	0,273
2,30	0,261
2,40	0,250
2,50	0,240
2,60	0,231
2,70	0,222
2,80	0,214
2,90	0,207
3,00	0,200
3,10	0,194
4,00	0,150
4,10	0,146
4,20	0,143
4,30	0,140
4,40	0,136
6,00	0,080
	0,393





9. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El trabajo se inicia con la información suministrada sobre el proyecto ubicada en POLIDEPORTIVO BARRIO EL TRIUNFO en el municipio de Girardot Cundinamarca.

9.1 RECONOCIMIENTO DE CAMPO:

La investigación se llevó a cabo en las siguientes etapas:

1. Ejecución de trabajos de campo por medio de perforaciones para conocer el espesor, tipo y profundidad de los diversos estratos que conforman el suelo del proyecto.

2. Realización de ensayos de laboratorio sobre las muestras tomadas en campo y previamente seleccionadas con el fin de conocer las propiedades de los suelos.

3. Evaluación de los resultados de las perforaciones y de los laboratorios para realizar las recomendaciones de cimentación. Para este estudio se realizaron tres (3) sondeos distribuidos tal como se aprecia en el anexo: Croquis de localización sondeos. Para dichos sondeos se registraron los espesores de los estratos existentes. La profundidad de exploración fue 6.00 metros.

10. EXPLORACIÓN DE CAMPO

La exploración de campo realizada consistió en visitas al sitio y la ejecución perforaciones con equipo hidráulico de percusión, llevadas a profundidades de 0.00 metros a 6.00 metros a que presento rechazo (ver esquema de ubicación de las perforaciones).

La metodología utilizada para la realización de la investigación es la normalizada como ASTM D 1586, conocida como Ensayo de Penetración Estándar (Standard Penetration Test, S.P.T.). Las perforaciones se realizaron por el sistema de percusión y lavado, utilizando para el efecto un equipo adicionado con una pesa de 620 N y con caída libre de 0.76 m. La densidad "in situ" de los suelos se determinó mediante ensayos normales de penetración con intervalos no mayores de un metro. El ensayo consiste en contar el número de golpes necesarios para hacer penetrar un elemento normalizado (penetró metro) una distancia de 0.3 m. en el suelo de fundación. Los resultados obtenidos con la prueba SPT sirven para correlacionar características de los suelos, tales como: peso unitario, densidad relativa, consistencia, ángulo de fricción interna y resistencia a la compresión Inconfinada entre otros; sin embargo, estas correlaciones deben estar acompañadas de un criterio adecuado basado en la experiencia del Ingeniero Geotécnico.

11. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR

El Ensayo de Penetración Estándar, es una prueba dinámica algo permite obtener la resistencia del suelo en sitio. La mecánica de la prueba y el equipo a utilizar corresponden a lo descrito en la norma ASTM D 158667 y en resumen consiste en hincar en el estrato de interés un muestreado del tipo Cuchara Partida (Split Spoon Sampler) de diámetro 2", golpeándolo con un martillo de 140 Lbs de peso, que se deja caer en forma libre desde 30" de altura, contando el número de Golpes necesarios para lograr una penetración de 1 Pie, este número, se anota como N y es el resultado de la prueba. La prueba, se repitió, en cada una de las perforaciones, a intervalos de profundidad de 6.00 m.

11.1. NUMERO MEDIO DE GOLPES DEL ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR

El número medio de golpes del ensayo de penetración estándar se obtiene por medio de los dos procedimientos dados a continuación:

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

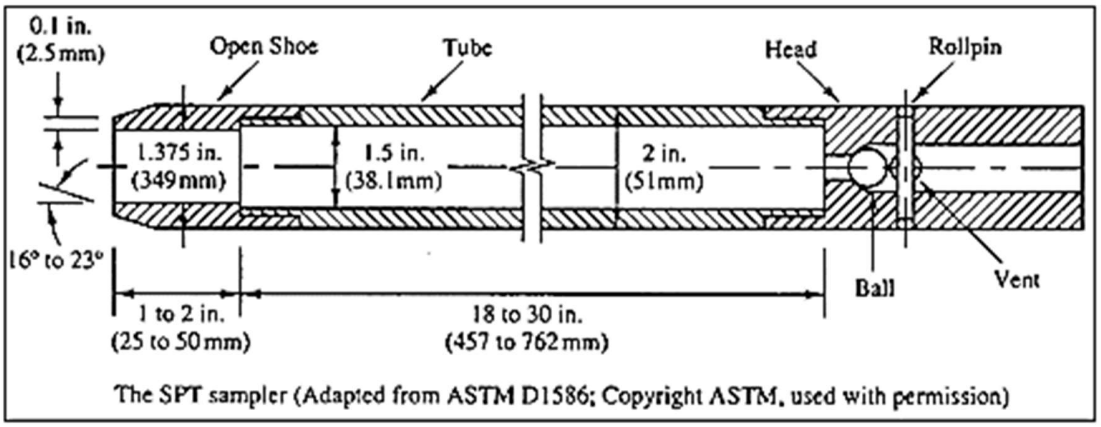
$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}}$$

N max= 50 golpes

N min=16 golpes

11.2. EQUIPO

Figura 9.
Muestreador de tubo partido.



***Nota*:** utilizado para tomar muestras inalteradas de la capa superficial. Ideal para examinar sistemas radiculares, abonos, aspectos químicos y de biología del suelo.

Figura 10.
Martinete de 140 lbs. De peso con sistema de caída.



Nota: El Penetrómetro se hinca mediante el golpeteo de un martinete

Figura 11.
Tubería de perforación



Nota: La Tubería de Perforación drill pipe se compone de un tubo sin costuras, grande y pesado que gira sobre el eje del taladro y permite el flujo del líquido. Su función es permitir que el líquido en el sitio de perforación sea bombeado a través la broca y continúe por el espacio anular (anillo).

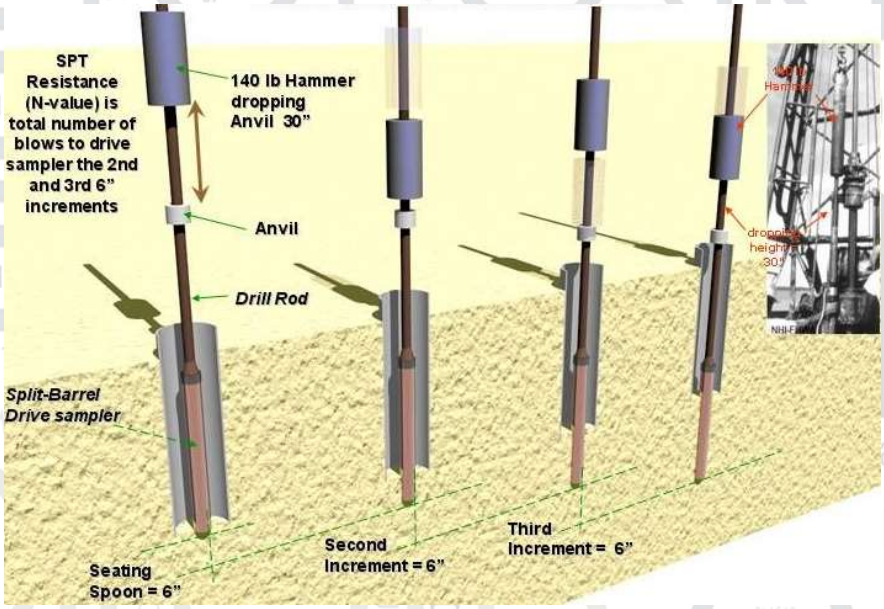
11.3. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- El ensayo consiste en hincar el tubo partido para que penetre 30 cm (1PIE) en el terreno, ayudados de un martillo de 140 lbs de peso y una altura de caída de 75 cm, contabilizándose el número de golpes “N”.
- Para efectuar la prueba el muestreado se enrosca al extremo de la tubería de perforación y se baja hasta la profundidad donde se encuentra el manto de suelo sobre el cual se va hacer la prueba.
- Previamente el fondo del sondeo debe haberse limpiando cuidadosamente para garantizar que el material no esté alterado.
- Se coloca el martillo en posición guiado por la tubería de Perforación, elevándolo manualmente.
- Se marca el extremo superior de la tubería de perforación en tres partes, cada una de 15 cm para la posterior observación del avance del mostrador bajo el impacto del martillo.
- Se deja caer el martillo sobre el cabezote de la tubería de Perforación y se contabiliza el número de golpes aplicado con la altura de caída especificada, para cada uno de los segmentos de 15 cm marcados. No se tienen en cuenta los golpes para el Primer segmento puesto que es el de penetración inicial al Terreno. Se suman los golpes aplicados para que penetre el tubo en el segundo y tercer segmento, obteniéndose así el valor de “N”.
- Se lleva a la superficie el muestreador y se abre; debe Registrarse la longitud de la muestra recobrada, su peso y Describir sus características en cuanto a color, uniformidad etc.
- Se repiten los pasos anteriores cuantas veces sea necesario para determinar la variación de los parámetros de resistencia con la profundidad o con el número de estratos.

Debe tenerse en cuenta:

- El ensayo es aplicable solo a suelos arenosos y finos. Las muestras de suelos se empacan en doble bolsa plástica Debidamente selladas para conservar la humedad natural del material

Figura 12.
Ensayo de SPT



11.4. MUESTREO

Al realizar cada ensayo de penetración estándar, se tomó una muestra, Alterada del recobro de la cuchara partida o Muestras inalteradas con tubos Shelby, se tomaron a las profundidades indicadas en los registros de perforación.

Figura 13.
Tubo shelby



Figura 14.
Muestras



12. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas de las perforaciones, se llevaron al laboratorio de suelos, en donde se desarrollaron las siguientes pruebas:

- Humedad Natural
- Límites de Atterberg
- Granulometría y clasificación de suelos
- Peso Unitario
- Compresión Inconfinada

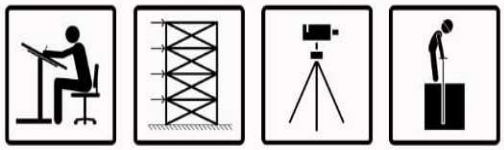
En la parte final del informe, se anexan: Los registros de perforación del subsuelo, el resumen de los resultados de los ensayos efectuados y el registro fotográfico donde se muestra el personal de perforación realizando los trabajos de campo.

13. DEFINICIÓN DE CANTIDAD DE SONDEOS EXPLORATORIOS Y PROFUNDIDAD

Empleando el método de perforación a percusión sin lavado, con equipo manual, se hicieron TRES (3) perforación, que se llevaron hasta profundidades variables entre 0,20 y 6.00 m, en donde se obtuvo rechazo en suelos ARENA BIEN GRADADA CON POCOS FINOS, además a esta profundidad se considera que los esfuerzos transmitidos por los cimientos son mínimos y no afectan la estructura del suelo.



HML®
Ingenieros Civiles



14. CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LOS SONDEOS

Las características y distribución de los sondeos deben cumplir las siguientes disposiciones además de las ya enunciadas en H.3.1-1 y H.3.2-1:

(a) Los sondeos con recuperación de muestras deben constituir como mínimo el 50% de los sondeos practicados en el estudio definitivo.

(b) En los sondeos con muestreo se deben tomar muestras cada metro en los primeros 5 m de profundidad y a partir de esta profundidad, en cada cambio de material o cada 1.5 m de longitud del sondeo.

(c) Al menos el 50% de los sondeos deben quedar ubicados dentro de la proyección sobre el terreno de las construcciones.

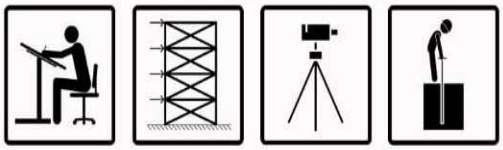
(d) Los sondeos practicados dentro del desarrollo del Estudio Preliminar pueden incluirse como parte del estudio definitivo - de acuerdo con esta normativa - siempre y cuando hayan sido ejecutados con la misma calidad y siguiendo las especificaciones dadas en el presente título del Reglamento.

(e) El número de sondeos finalmente ejecutados para cada proyecto, debe cubrir completamente el área que ocuparán la unidad o unidades de construcción contempladas en cada caso, así como las áreas que no quedando ocupadas directamente por las estructuras o edificaciones, serán afectadas por taludes de cortes u otros tipos de intervención que deban ser considerados para evaluar el comportamiento geotécnico de la estructura y su entorno.

(f) En registros de perforaciones en ríos o en el mar, es necesario tener en cuenta el efecto de las mareas y los cambios de niveles de las aguas, por lo que se debe reportar la elevación (y no la profundidad solamente) del estrato, debidamente referenciada a un datum preestablecido.



HML®
Ingenieros Civiles



14.1 PROFUNDIDAD DE LOS SONDEOS

Por lo menos el 50% de todos los sondeos debe alcanzar la profundidad dada en la Tabla H.3.2-1, afectada a su vez por los siguientes criterios, los cuales deben ser justificados por el ingeniero geotecnista. La profundidad indicativa se considerará a partir del nivel inferior de excavación para sótanos o cortes de explanación. Cuando se construyan rellenos, dicha profundidad se considerará a partir del nivel original del terreno:

(a) Profundidad en la que el incremento de esfuerzo vertical causado por la edificación, o conjunto de edificaciones, sobre el terreno sea el 10% del esfuerzo vertical en la interfaz suelo-cimentación.

(b) 1.5 veces el ancho de la losa corrida de cimentación.

(c) 2.5 veces el ancho de la zapata de mayor dimensión.

(d) Longitud total del pilote más largo, más 4 veces el diámetro del pilote o 2 veces el ancho del grupo de pilotes.

(e) 2.5 veces el ancho del cabezal de mayor dimensión para grupos de pilotes.

(f) En el caso de excavaciones, la profundidad de los sondeos debe ser como mínimo 1.5 veces la profundidad de excavación, pero debe llegar a 2.0 veces la profundidad de excavación en suelos designados como E y F en el Título A.

(g) En los casos donde se encuentre roca firme, o aglomerados rocosos o capas de suelos firmes asimilables a rocas, a profundidades inferiores a las establecidas, el 50% de los sondeos deberán alcanzar las siguientes penetraciones en material firme (material designado como A, B o C en la Tabla A.2.4.4-1 del Título A de este Reglamento.), de acuerdo con la categoría de la unidad de construcción:

1. Categoría Baja: los sondeos pueden suspenderse al llegar a estos materiales;
2. Categoría Media, penetrar un mínimo de 2 metros en dichos materiales, o dos veces el diámetro de los pilotes en éstos apoyados;
3. Categoría Alta y Especial, penetrar un mínimo de 4 metros o 2.5 veces el diámetro de pilotes respectivos, siempre y cuando se verifique la continuidad de la capa o la consistencia adecuada de los materiales y su consistencia con el marco geológico local.

(g) La profundidad de referencia de los sondeos se considerará a partir del nivel inferior de excavación para sótanos o cortes de explanación. Cuando se construyan rellenos, dicha profundidad se considerará a partir del nivel original del terreno.

(h) Es posible que alguna de las consideraciones precedentes conduzca a sondeos de una profundidad mayor que la dada en la Tabla H.3.2-1. En tal caso, el 20% de las perforaciones debe cumplir con la mayor de las profundidades así establecidas.

(i) En todo caso primará el concepto del ingeniero geotecnista, quien definirá la exploración necesaria siguiendo los lineamientos ya señalados, y en todos los casos, el 50% de las perforaciones, deberán alcanzar una profundidad por debajo del nivel de apoyo de la cimentación. En algunos casos, a juicio del Ingeniero Geotecnista responsable del estudio, se podrán reemplazar algunos sondeos por apiques o trincheras

14.2 NÚMERO MÍNIMO DE SONDEOS

Para definir el número de sondeos en un proyecto, se definirán Inicialmente las unidades de construcción de acuerdo con las normas dadas en el numeral H.3.1.1. En todos los casos el número mínimo de sondeos para un estudio será de tres (3) y para definir el número se debe aplicar el mayor número de sondeos resultante y el número de unidades de construcción.

Los sondeos realizados en la frontera entre unidades adyacentes de construcción de un mismo proyecto, se pueden considerar válidos para las dos unidades siempre y cuando domine la mayor profundidad aplicable.

Efecto por repetición

Para proyectos con varias unidades similares, el número total de sondeos se calculará a partir de la segunda unidad de construcción y siguientes como la mitad (50%) del encontrado para la primera unidad, aumentando al número entero siguiente al aplicar la reducción.

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 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

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción

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

HML® Ingenieros Civiles

15. EXPLORACIÓN DE CAMPO

La exploración del subsuelo se realizó primero con un reconocimiento visual, luego se llevó a cabo la exploración con SPT manual donde se llevaron a profundidad de 6.00 mts de forma intercalada y se realizaron (3) perforaciones, LOCALIZACIÓN DEL SONDEO.

La ubicación de las perforaciones, se muestra en la siguiente figura:

Figura 15.
Ubicación exacta de los sondeos



Nota: Sondeos realizados. Fuente HML ingenieros civiles

La exploración de los sondeos realizado los puntos fueron tomados mediante el Google maps.



15.1.1. COORDENADAS

SONDEO 1 4.312847, -74.793068

SONDEO 2 4.312806, -74.793328

SONDEO 3 4.312588, -74.793198

16. EXPLORACIONES

A las muestras extraídas de cada uno de los estratos se realizaron pruebas de laboratorio como: análisis granulométricos, límites de Atterberg, humedad natural con el objeto de hacer la clasificación del sistema AASHTO y USCS.

16.1. EXPLORACIÓN 1

Los suelos perforados están formados:

0.00 – 0.20mts. capa RECEBO

0.20 – 6.00 mts, se encuentra una capa de arena arcillosa apta para cimentación, de color habano.

16.2 EXPLORACIÓN 2

Los suelos perforados están formados:

0.00 – 0.20mts. capa RECEBO

0.20 – 6.00 mts, se encuentra una capa de arena arcillosa apta para cimentación, de color habano.

16.3 EXPLORACIÓN 3

Los suelos perforados están formados:

0.00 – 0.20mts. capa RECEBO

0.20 – 6.00 mts, se encuentra una capa de arena arcillosa apta para cimentación, de color habano.

HML® Ingenieros Civiles

17. PERFIL DEL SUELO

17.1. DESCRIPCION DE LOS SUELOS

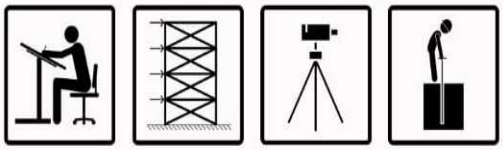
SONDEO 1 SONDEO 2 SONDEO 3



Analizando el resultado obtenido cada uno de los sondeos en los diferentes estratos, se obtuvieron los siguientes resultados.



HML®
Ingenieros Civiles



17.1.1. CARACTERISTICAS EL SUELO

No se detectó nivel freático en los sondeos realizados hasta la profundidad explorada.

- El contenido de humedad del suelo está comprendido entre el 10,38% y 5,13%, encontrándose dentro los parámetros admisibles (N.S.R.10-2-2-2-1-a), sin que pueda afectar el comportamiento del suelo.

El peso unitario del suelo está en promedio:

Tabla 13.
Humedad de los sondeos y cada muestra

HUMEDAD				
sondeos	muestra-1	muestra 2	muestra 3	muestra 4
sondeo 1	9,34%	8,68%	7,99%	7,06%
sondeo 2	10,32%	9,24%	8,60%	6,97%
sondeo 3	10,38%	9,64%	7,19%	5,13%

Nota: se presenta de manera resumida los valores promedio obtenidos para cada uno de los materiales del estudio

18. LIMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDOS DE HUMEDAD

Los límites de consistencia y/o Atterberg están comprendidos según los valores presentados en las tablas.

Para estos límites se tienen la siguiente clasificación:

La plasticidad y el límite líquido determinados en las muestras de suelo a las que se les realizo el ensayo de Límites de Atterberg (INV E–125–07 e INV E–126–07). La clasificación del suelo tuvo en cuenta lo estipulado en el Sistema de Clasificación Unificado de Suelos – SUCS, además de utilizar la Carta de Plasticidad de Casagrande. En términos generales el límite líquido 21.34- 23.60%, el límite de plástico 13,66-16,70%.

AREN ARCILLOSA

Tabla 14.
Plasticidad y límite líquido

	muestra-1			muestra 2			muestra 3			muestra 4		
sondeos	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP	LL	LP	IP
sondeo 1	21,40%	16,70%	4,70%	22,96%	14,70%	8,26%	22,87%	14,70%	8,17%	23,60%	14,90%	8,70%
sondeo 2	21,37%	16,27%	5,10%	23,80%	17,44%	6,36%	22,96%	14,96%	8,00%	22,33%	14,84%	7,49%
sondeo 3	23,18%	14,86%	8,32%	22,86%	16,40%	6,46%	22,17%	14,95%	7,22%	23,15%	13,66%	9,49%

los materiales obtenidos durante la exploración del subsuelo clasifican, a continuación, se muestra la clasificación SUCS de los materiales encontrados en la exploración.

Tabla 15.
Clasificación SUCS

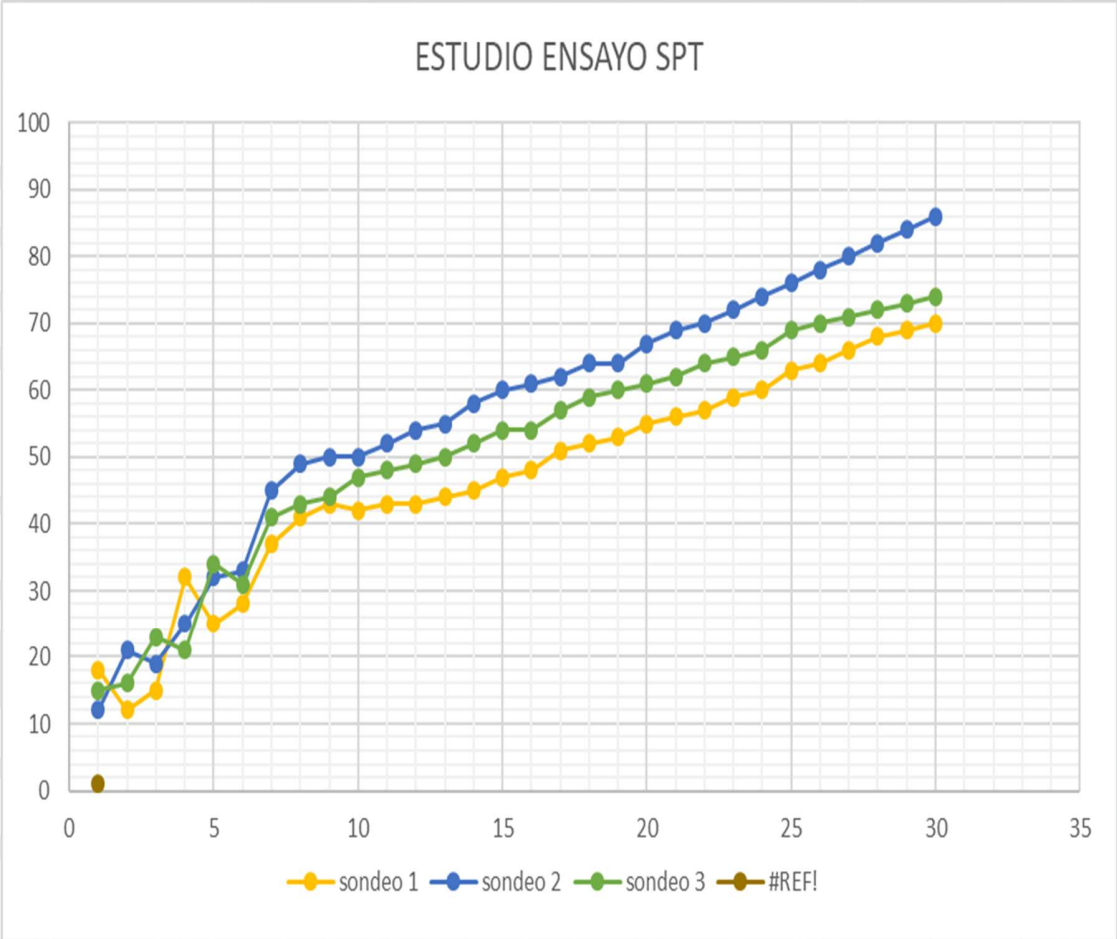
CLASIFICACION SUCS				
sondeos	muestra-1	muestra 2	muestra 3	muestra 4
sondeo 1	SC	SC	SC	SC
sondeo 2	SC	SC	SC	SC
sondeo 3	SC	SC	SC	SC

VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles

19. ANGULO DE FRICCION

	numero de golpes																												
	profundidad			profundidad			profundidad			profundidad			profundidad			profundidad			profundidad			profundidad			profundidad					
sondeo	1,167	1,33	1,50	1,67	1,83	2,00	2,17	2,33	2,50	2,67	2,83	3,00	3,17	3,33	3,50	3,67	3,83	4,00	4,17	4,33	4,50	4,67	4,83	5,00	5,17	5,33	5,50	5,67	5,83	6,00
	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3	N1	N2	N3
sondeo 1	32	24	40	48	49	50	51	52	52	54	56	58	60	61	63	64	66	68	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	80
sondeo 2	20	25	52	53	54	55	57	58	59	61	63	64	66	68	70	71	72	73	74	75	77	79	80	82	83	85	88	89	90	92
sondeo 3	33	28	38	40	41	42	43	43	44	47	48	49	50	52	54	54	57	59	94	96	98	101	103	104	106	109	110	114	116	119



HML® Ingenieros Civiles

20. CAPACIDAD PORTANTE

Analizando los resultados de los sondeos en los diferentes estratos en cada uno de los sondeos, se obtuvo los siguientes resultados. El suelo encontrado se clasifica como capa 0.20 – 6.00 mts, se encuentra una capa de ARENA ARCILLOSA.

1. El suelo está conformado por ARENA ARCILLOSA, el suelo presenta una capacidad de soporte estable.

según el ensayo del SPT indica que tiene una consistencia media a una profundidad de 1.50 mts.

la densidad seca del suelo está en promedio del suelo está entre 1.88 ton/m3. el Angulo de fricción 32.5°.

Peso Unit. Húmedo, γ [ton/m³] :	1,88
Peso Unit. Seco, γd [ton/m³] :	1,643

sondeo 1	32	24	40		48	49	50		51	52	52		54	56	58		60	61	63		64	66	68		70	71	72		73	74	75		76	77	78		79	80	80	
N°	23,5	19,5	27,5		31,5	32	32,5		33	33,5	33,5		34,5	35,5	36,5		37,5	38	39		39,5	40,5	41,5		42,5	43	43,5		44	44,5	45		45,5	46	46,5		47	47,5	47,5	
Nspt	23,5				32,25				33,5				36				38,5				41				43,25				44,75				46,25				47,5			
N60	19,4				26,6				27,6				29,7				31,8				33,8				35,7				36,9				38,2				39,2			
Ø eq	34,4				36,6				36,9				37,5				38,1				38,8				39,3				39,7				40,1				40,4			
Ø eq	34,5				36,9				37,2				37,8				38,4				39,0				39,4				39,7				40,1				40,3			
Ø eq	32,1				35,1				35,5				36,2				36,9				37,6				38,3				38,7				39,0				39,4			
Ø eq	31,4				33,0				33,3				33,8				34,2				34,7				35,1				35,4				35,7				35,9			
Ø eq	29,8			32,5	32,4			34,8	32,7			35,1	33,4			35,7	34,0			36,3	34,6			36,9	35,1			37,4	35,5			37,8	35,8			38,1	36,1			38,4

- La capacidad portante admisible para la edificación es q-ad= 14,987 TON/m2 según la fórmula de terzaghi.

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	41,002	14,987	Ton/m²
Meyerhof	29,383	9,794	Ton/m²
Vesic	29,860	9,953	Ton/m²

HML® Ingenieros Civiles

		q_{adm} =	1,487	Kg/cm²			

POR ASENTAMIENTO (Si)

Cimentacion

$$Si = \frac{q\,B\,(1-\mu^2)\,If}{Es}$$

Donde:					
S	= **Asentamiento Inmediato (cm)**				
q (q_{adm})	= Capacidad Portante Admisible (kg/m²)	=	1,487		
μ	= Relación de Poissón	=	0,4		
Es	= Módulo de elasticidad (kg/m2)	=	508		
Si(max)	= Asentamiento permisible (cm)	=	4,0		
B	= Ancho del Cimiento (m)	=	1,0		
If	= Factor de Forma (m/m)	=	0,89		

Si	= 0,002 m	<>	0,2 cm					
Presion por Carga	q (qadm	=	1,5	Si	=	0,2	cm	OK
Presion de Carga asumida por asentamien	q (qadm	=	1,5	Si	=	0,2	cm	OK

Tabla 26.
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Nota: criterios de laboratorio más aceptados para el reconocimiento de los suelos expansivos basados en altos valores del límite líquido, del índice de plasticidad, contenido de partículas coloidales y bajos valores del límite de contracción. Tabla H.9.1del departamento1 NSR-10

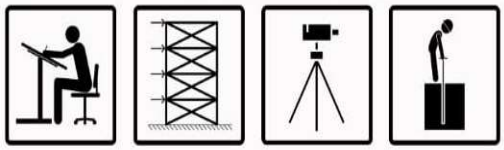


21. DISCUSION DE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Los resultados de los ensayos de las perforaciones son puntuales y pueden variar ligeramente en cualquier otro punto. Por lo que si al momento de realizar excavaciones se encuentra materiales distintos a los reportados en el estudio se recomienda realizar pruebas adicionales para determinar sus características.

En cuanto al nivel freático, hay que resaltar que no es un dato constante en el tiempo si no que depende de la estación que se realice la medición.

No se tiene información precisa de las elevaciones del terreno en los sitios de las perforaciones.



22. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Previo a la ejecución de los trabajos se deberá acondicionar el terreno, eliminando cualquier material inapropiado como suelos orgánicos (o capa vegetal), suelos muy plásticos, (como los encontrados), maleza o similares.

En general se recomienda un reemplazo o mejoramiento del material superficial, en un espesor no menor a 0.6 en todo el sitio de interés.

Se deberán realizar trabajos de nivelación y/o rellenos tendientes a optimizar los drenajes en el área del proyecto y eliminar cualquier punto susceptible a estancamiento de aguas.

Los rellenos, reemplazos o nivelaciones que se requieran en el proyecto, se realizarán con capas de material seleccionado de no más de 0.2 metros de espesor cada una y compactadas por lo menos al 95% del Proctor Modificado o su equivalente en densidad relativa.

- la clasificación del suelo es una ARENA BIEN GRADADA CON POCOS FINOS con una consistencia de 0.30 – 6.00 mts de MEDIA-RIGIDA.

- la profundidad de la cimentación del proyecto es de **1.50** mts, donde obtenemos una resistencia rígida con una capacidad portante de **14.98** Ton/m2.

- se clasifica un tipo de perfil del suelo: **C**, **Fa**:1.2, **Fv**:1.6, **grupo de uso**: III, **coeficiente de importancia:** 1.25.

- la capacidad portante se obtuvo tenido en cuenta el método de terzaghi, los parámetros son: Angulo de fricción (obtenido por el número de golpes del ensayo spt manual), densidad del suelo obtenido en laboratorio, cohesión del suelo (ensayo compresión Inconfinada), profundidad de cimentación teniendo en cuenta la consistencia del suelo que la determina los numero de golpes. El resultado obtenido se expresa en Ton/m2.

- el ingeniero estructura es el que evaluara la mejor alternativa cimentación de la CUBIERTA POLIDEPORTIVO BARRIO EL TRIUNFO teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el informe entregado.

- no se evidencia aguas freáticas (N.A.F.).

- Se recomienda realizar filtro perimetral o espina de pescado.

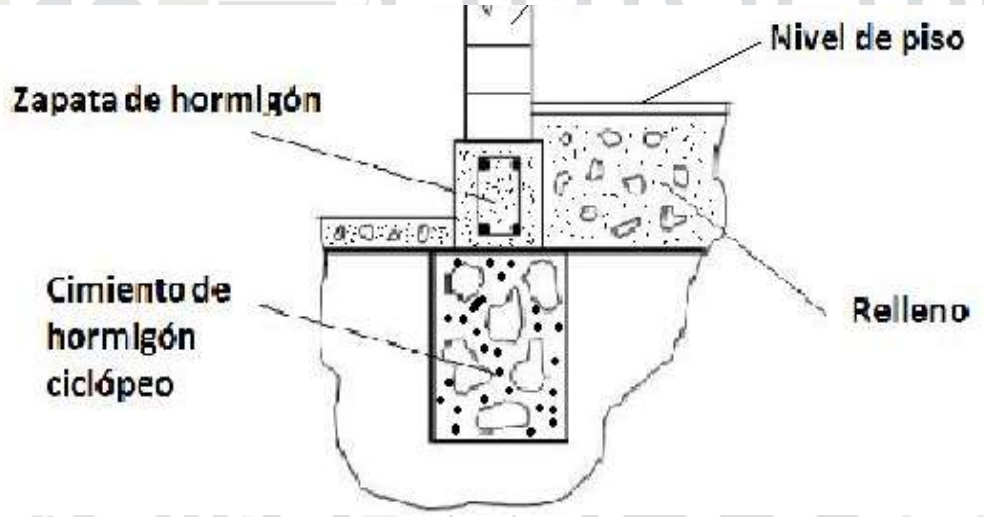
HML® Ingenieros Civiles

23. ALTERNATIVA DE CIMENTACION VIVIENDA (ZAPATAS AISLADAS)

El primer sistema de cimentación recomendado consiste en zapatas aisladas o corridas con viga de amarre o vigas de cimentación, se deberá excavar hasta 1.50 metro donde el terreno es de buena calidad y se subirá en ciclópeo hasta 0.50 mts, esta es la cota cero se amarrarán las vigas que serán superficiales.

Se recomienda realizar filtro francés.

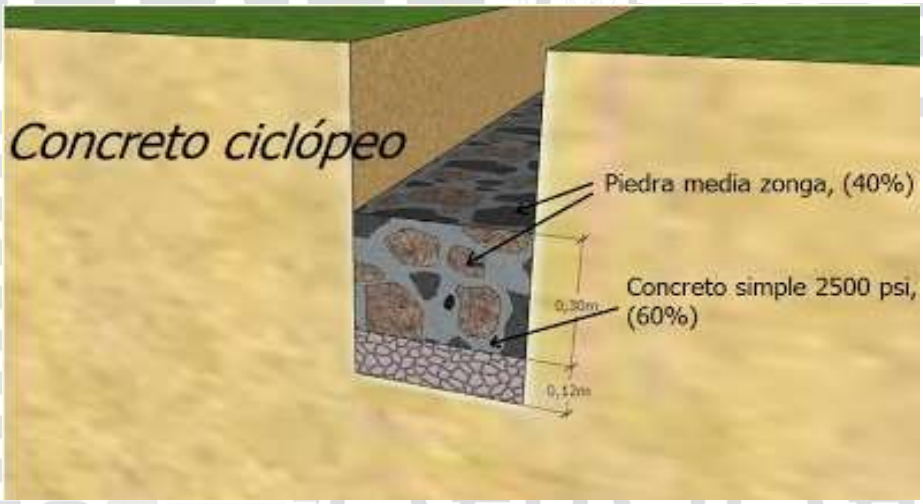
La dimensión de la cimentación a desarrollar, estará determinada por el calculista estructural tomando en cuenta que se presenta una buena capacidad portante.



CONCRETO CICLOPEO

cimentación compuesta por un concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras o bloques que no contiene armadura. La proporción máxima del agregado ciclópeo será en sesenta por ciento (60%) de concreto simple y del cuarenta por ciento (40%) de rocas desplazadas de tamaño máximo, de 10” ; éstas deben ser introducidas previa selección y lavado, con el requisito indispensable de que cada piedra en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.

HML®
Ingenieros Civiles



CIMENTACIONES CICLÓPEAS:

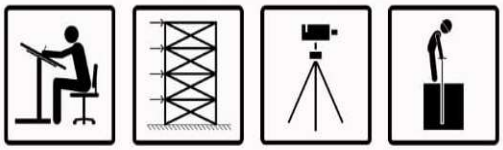
En terrenos cohesivos donde la zanja pueda hacerse con paramentos verticales y sin desprendimientos de tierra, el cimiento de hormigón ciclópeo es sencillo y económico. El procedimiento para su construcción consiste en ir rellenando la zanja con piedras de diferentes tamaños al tiempo que se vierte la mezcla de hormigón en proporción 1:3:5, procurando mezclar perfectamente el hormigón con las piedras, de tal forma que se evite la continuidad en sus juntas. El hormigón ciclópeo se realiza añadiendo piedras más o menos grandes a medida que se va hormigonando para economizar material. Utilizando este sistema, se puede emplear piedra más pequeña que en los cimientos.

La técnica del hormigón ciclópeo consiste en lanzar las piedras desde el punto más alto de la zanja sobre el hormigón en masa, que se depositará en el cimiento. Precauciones:

- Tratar que las piedras no estén en contacto con la pared de la zanja.
- Que las piedras no queden amontonadas.
- Alternar en capas el hormigón y las piedras.
- Cada piedra debe quedar totalmente envuelta por el hormigón.



HML®
Ingenieros Civiles



- ZAPATAS EN CONCRETO.

Se ejecutarán zapatas en concreto reforzado para la cimentación de la casa campestre.

Se realizarán zapatas a una profundidad mínima 1.50 mts, en concreto de 3000 PSI. Con 50 cm de ciclópeo.

Procedimiento de ejecución de las zapatas.

• Verificar excavaciones, cotas de cimentación, excavación y concreto de limpieza, además de la localización y dimensiones.

• Replanteamiento de zapatas sobre concreto de limpieza.

• Verificación del nivel superior del concreto de limpieza.

• ciclópeo de 50 cm.

• Colocación y revisión del refuerzo de acero.

• Colocación de soportes y espaciadores para el refuerzo.

• verificación de refuerzos y recubrimientos, plomos, alineamientos y dimensiones.

• Vaciado de concreto progresivamente.

• Vibrado del concreto por medios manuales y mecánicos.

• Curado del concreto.

• Verificación niveles finales para aceptación.

VIGAS DE AMARRE.

Se construirán vigas en concreto reforzado para cimentaciones en concreto de 3000 PSI utilizando soportes y distanciadores para el refuerzo.

Procedimiento de ejecución de las vigas de amarre.

- Verificación de excavaciones, cotas de cimentación, excavación y concreto de limpieza, además de la localización y dimensiones.
- Replanteamiento de vigas sobre concreto de limpieza.
- Verificación del nivel superior del concreto de limpieza.
- Colocación y revisión del refuerzo de acero, soportes y espaciadores para el refuerzo.
- Verificación de refuerzos y recubrimientos, plomos, alineamientos y dimensiones.



- Vaciado de concreto progresivamente.
- Vibrado del concreto por medios manuales y mecánicos.
- Curado del concreto.
- •Verificación de niveles finales para aceptación.

Concreto Estructural de Cimentación (Zapatas y vigas de cimentación)

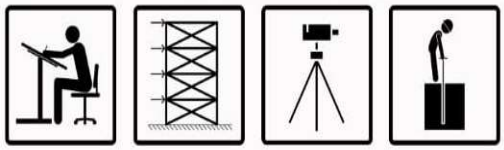
El uso del concreto estructural se hará conforme a los diseños del calculista estructural. Los requisitos de estas especificaciones deben corresponder al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). se utilizará concreto estructural con un esfuerzo a la compresión f'c=245 kg/cm2 (3000 psi).

La formaleta o encofrado debe emplearse donde sea necesario para la correcta disposición del concreto estructural en cada caso. Los requisitos de estas especificaciones deben corresponder al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10).

La cimentación debe hacerse con concreto hidráulico con una resistencia de 245 kg/cm2, el cual se utilizará para las zapatas, columnas y vigas de cimentación, que servirán para sostener los muros y ligar las zapatas. Estos deben realizarse de acuerdo con la planimetría y especificaciones marcadas en el proyecto estructural.

La construcción de la cimentación se realizará de acuerdo con la norma NSR-10, conformando anillos y de acuerdo con los niveles y dimensiones señalados en la planimetría; las caras de las vigas deben quedar lisas sin residuos de mezcla sobre ellas.

HML® Ingenieros Civiles



ASPECTOS A TENER EN CUENTA

- Las tareas de excavación del fondo y laterales se efectúan inmediatamente antes del vertido del hormigón de limpieza, para impedir así que el terreno de cimentación sufra cualquier deterioro.
- Se procura mantener abierta la excavación el menor tiempo que sea posible.

- En el caso en que al excavar las zapatas se comprueba que el cimiento no es el adecuado, se efectuará nuevamente el cálculo de los mismos.

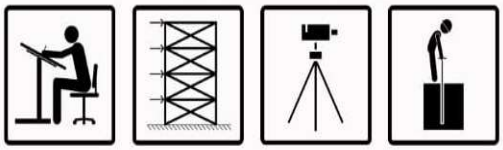
- El fondo de la excavación debe tener planeidad y homogeneidad suficiente para evitar los asientos diferenciales.

- Debe cuidarse la excavación controlando que no se vierta hormigón en exceso.

- Verificar la estanquidad de los encofrados para impedir las pérdidas de lechada.



HML®
Ingenieros Civiles



PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS GENERALES

Excavaciones generales:

- Se debe desarrollar un plan de trabajo de manera que el tiempo transcurrido entre las operaciones de excavación y las de vaciado y sellado de los cimientos, sea el menor posible con el fin de reducir al máximo la exposición del suelo de fundación a fenómenos ambientales que puedan alterar su comportamiento.

- Cualquier material indeseable que se detecte en las excavaciones (como rellenos contaminados o suelo muy suelto) deberá ser reemplazado por material seleccionado o suelo cemento debidamente compactado, concreto pobre o ciclópeo.

- Se contará con un adecuado sistema de bombeo para abatir el N.A.F. y evacuar las aguas lluvias o de cualquier otra naturaleza. Esto para proporcionar una adecuada plataforma de trabajo.

- En las excavaciones se puede requerir un sistema de entibado, el cual podrá estar conformado por puntales verticales y largueros horizontales de madera para mantener las paredes del terreno.

HML® Ingenieros Civiles

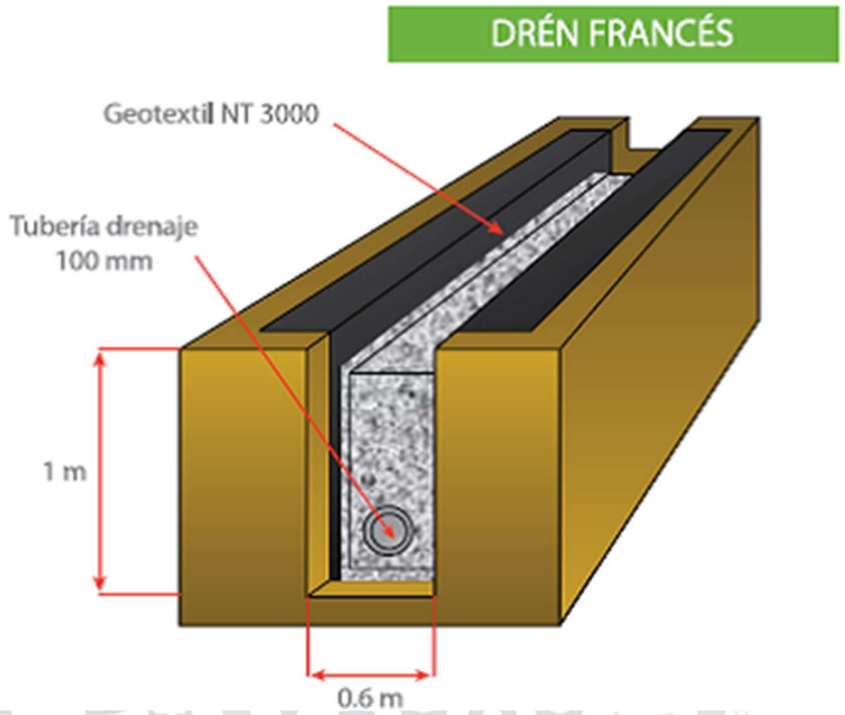
24. RECOMENDACION DE MANEJO DE AGUAS SUBTERANEAS

Para manejo de agua subterráneas se recomienda filtros perimetrales de geodren o geotextil.

Los filtros se deben cumplir con los siguientes criterios:

- El filtro debe evitar la pérdida de partículas finas del suelo que se busca proteger.
- El filtro debe ser permeable, es decir, debe permitir el paso del agua. Dicho filtro debe ser más permeable que el suelo o la estructura a proteger.
- El filtro debe ser estable, es decir, debe tener la capacidad de resistir los efectos erosivos de la corriente de agua.

Los filtros deben llegar a una caja de inspección

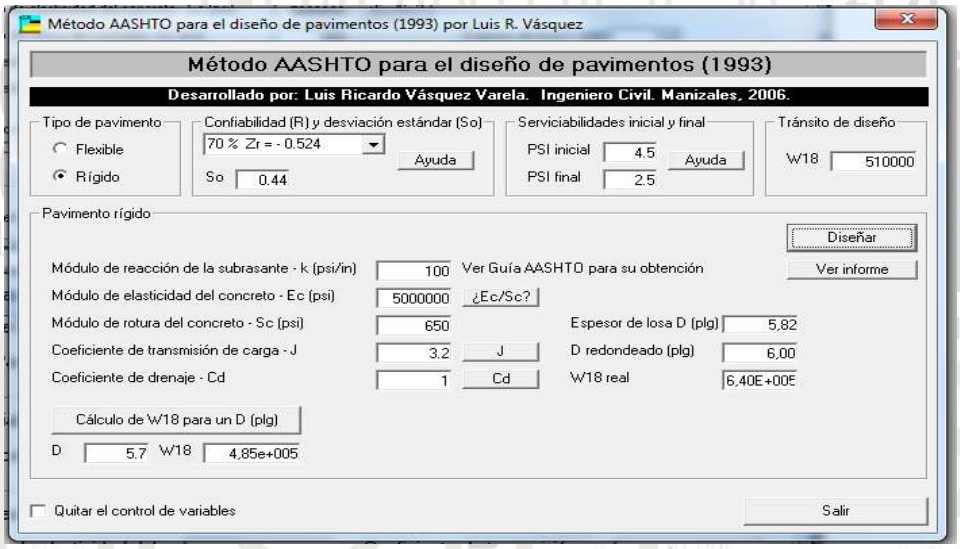


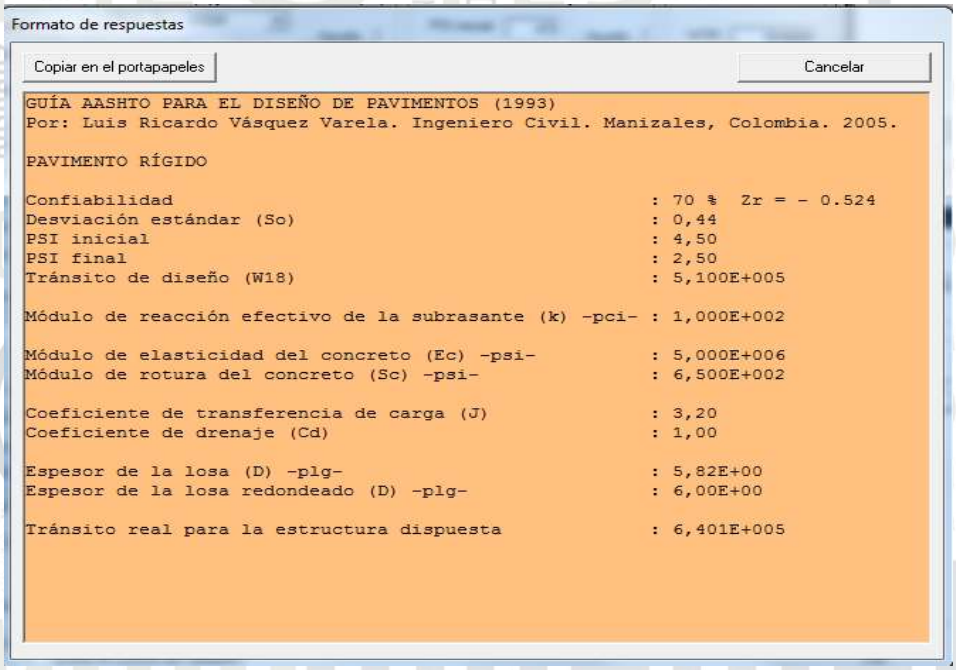
HML® Ingenieros Civiles

ALTERNATIVA DE CIMENTACION PLACA DEPORTIVA #1 (PLACA)

La construcción de la cancha de concreto se hará en losas de 4 x 3 y se fundirá en estilo ajedrez, dejándose fraguar durante 8 días.

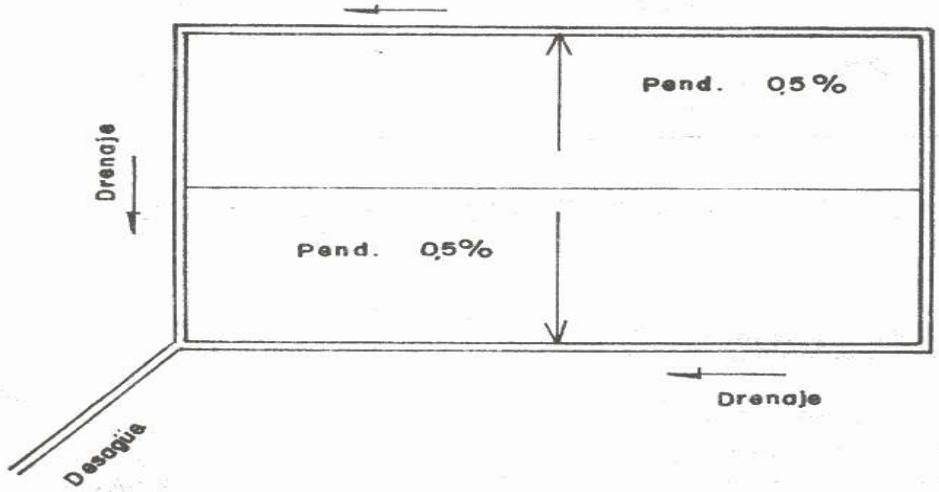
Se recomienda hacer una placa flotante soportada sobre una capa de 30 centímetros de material granular correspondiente a las especificaciones INVIAS de Sub-base SBG-1, este material debe compactarse en capas de 15 cm al 97% del Proctor modificado de dicho material. Un espesor de 12,5 cm para la placa.

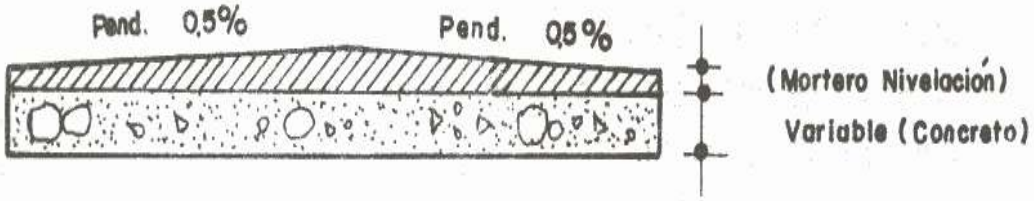


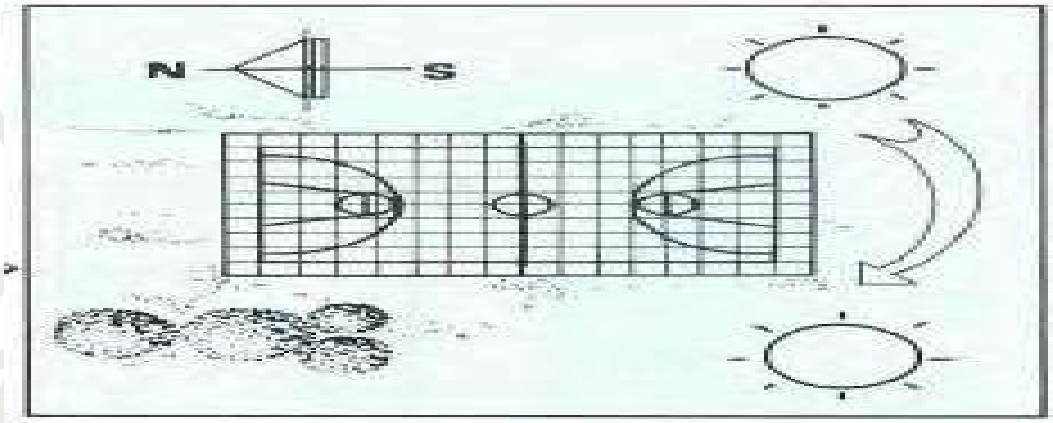


HML®
Ingenieros Civiles









Placa polideportiva en concreto.

El departamento administrativo del deporte, la recreación, la actividad física y el aprovechamiento del tiempo Libre – COLDEPORTES proponen dos formas de fundición de la placa:

a) Por medio de una sola plataforma que contará con un alma de malla eslabonada en el 100% de la superficie a fundir

b) Por medio de una placa en segmentos divididos por formaletas y juntas, y a su vez unidos por barras de acero. Dichos segmentos no tendrán almas de metal y dependerán de un excelente trabajo de cimentación

Otras características técnicas con las que debe contar la placa deportiva son:

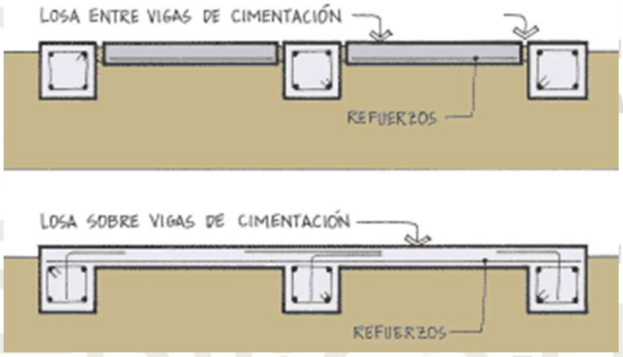
- Se debe fundir en una superficie plana y lisa, la cual debe contar con una red hidráulica que permita evacuar las aguas lluvias o residuos de líquidos proveniente de mantenimientos.
- La losa a fundir debe contar con un espesor de 12,5 centímetros.

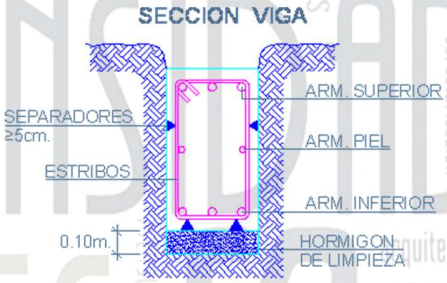
La preparación del concreto se debe hacer en términos de volumen de una parte de cemento por dos partes de arena y tres partes de grava.

HML® Ingenieros Civiles

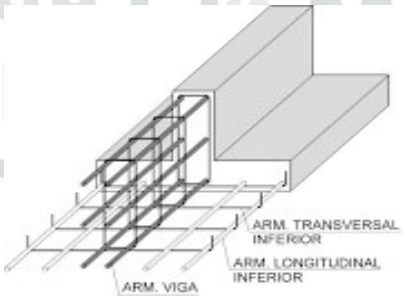
25. ALTERNATIVA CIMENTACION GRADERIA

1-El primer sistema de cimentación recomendado consiste en viga de amarre para minimizar el riesgo de asentamientos diferenciales; La atención de momentos generados por excentricidades no consideradas en el diseño. El mejoramiento del comportamiento sísmico de la estructura.





2-En la elección de la forma de la sección transversal de la viga de cimentación, se debe tener presente que se requiere que la viga tenga gran inercia a flexión y además que el ancho de la misma sea adecuado para que le dé estabilidad a la cimentación. Estas dos condiciones se las cumple con las vigas T invertidas, ya que tienen una gran base que le da estabilidad y un gran peralte con lo que se garantiza una considerable inercia a flexión



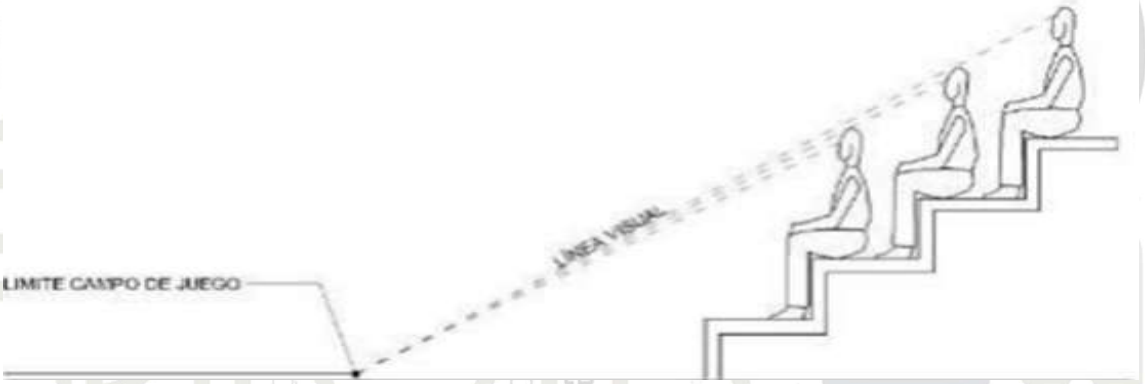


HML® Ingenieros Civiles

GRADERIA

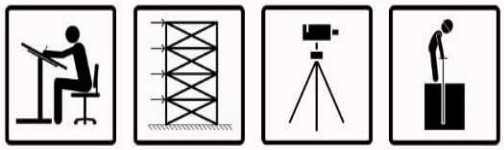
Se construirán de tal forma que todos los espectadores sentados cuenten con la visibilidad adecuada de modo que puedan apreciar la totalidad del área en que se desarrollen las actividades de práctica deportiva. La visibilidad se determina mediante el trazado de una línea visual tomada desde el ojo del observador situado en última fila de las graderías hasta un punto límite del campo de juego situado en el piso. Para que haya visibilidad, la línea deberá pasar por encima de las cabezas de los espectadores.

Esquema de configuración para diseño de graderías



Las contrahuellas (espaldares) de las graderías deben tener 40 cm de altura máxima y las huellas (sillas) entre 65 cm y 90 cm. Cuando se trata de graderías en dos o más tramos, se recomienda que se revise la configuración para garantizar la visibilidad de los espectadores sin sacrificar la comodidad.

Para determinar el perfil de las graderías en sus diferentes tramos y garantizar un correcto diseño, se puede incrementar gradualmente la altura de las contrahuellas, las cuales por efectos de la ergonomía no deberán superar los 48 cm. Se debe, en lo posible, construir las graderías en el sector occidental con el fin de que el poniente esté detrás de los espectadores.



PROBLEMAS ESPECIALES DE LAS CIMENTACIONES

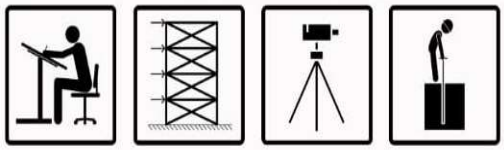
El potencial de expansión de un suelo puede determinarse mediante los límites de Atterberg y la succión natural del suelo. Empleando los métodos normales del INV se determinan el Límite Líquido (LL), norma INV E – 125, el Índice de Plasticidad (IP), norma INV E – 126 y la succión del suelo con humedad natural (nat t), norma INV E – 157. Usando estas propiedades índices y con la ayuda de la Tabla 1, se puede determinar cualitativamente el potencial expansivo del suelo.

Se presenta problemas en los suelos de cimentación principalmente si los tipos de suelos encontrados en la investigación del terreno, se encuentran con suelos propensos a expandirse, también que sean susceptibles a la licuefacción, suelos propensos al colapso y al ataque de químicos. Suelos expansivos: Los suelos que presentan un potencial de cambio de volumen, pueden transferir esfuerzos inadmisibles para los cimientos, si la cimentación no está diseñada para controlar las presiones que se generan. La expansión de los suelos depende entre otros factores, de la composición mineralógica, variación del nivel freático y clima.

El potencial de expansión se puede calificar dependiendo de los límites de consistencia del suelo, como se indica en la siguiente Tabla.

Tabla 1. Relación entre el potencial de cambio volumétrico límites de consistencia.

Potencial cambio volumétrico	*Índice de plasticidad*	*Límite líquido*
Bajo	< 18	20 - 35
Medio	15 - 28	35 - 50
Alto	25 - 41	50 - 70
Muy alto	> 35	> 70



SUSCEPTIBILIDAD DE LICUEFACCIÓN:

La licuefacción se produce cuando determinados tipos de suelos afectados por terremotos desarrollan elevadas presiones intersticiales de forma rápida (sin drenaje), dando lugar a una pérdida de la resistencia al cortante y a la rotura del suelo que se comporta como si fuera un líquido. Este fenómeno provoca el fallo de cimentaciones, roturas de taludes y deslizamiento.

Los suelos susceptibles a perder gran parte de su resistencia ante solicitaciones dinámicas son las arenas finas y flojas y las arenas y limos mal graduados.

Otra de las condiciones necesarias para que tenga lugar la licuefacción es que el nivel freático esté cerca de la superficie, y que el grado de compactación sea bajo equivalente a valores de N golpes del SPT inferiores a 20.

Las propiedades que caracterizan a los suelos susceptibles a la licuefacción son las siguientes:

Grado de saturación del 100%

Coeficiente de uniformidad Cu= D60/D10 < 15.

Contenido en finos inferior al 10%

Bajo grado de compactación, es decir N < 10 para profundidades < 10m y N < 20 para profundidades > 10m

La licuación es un fenómeno que ocurre mayormente en terrenos arenosos sueltos, saturados, como consecuencia de un sismo. Las vibraciones sísmicas producen un esfuerzo cortante de la masa de suelo que a su vez genera un incremento de la presión del agua en los poros, debido a la dilatancia de los materiales. El aumento en la presión de poro implica una reducción del esfuerzo efectivo.

En este caso no se presenta ya que el suelo no posee las características antes mencionadas.

26. REGISTRO FOTOGRAFICO






ESTUDIO DE SUELOS
CUBIERTA
SONDEO 1
MUESTRA 1


ESTUDIO DE SUELOS
CUBIERTA
SONDEO 1
MUESTRA 1

HML®
Ingenieros Civiles





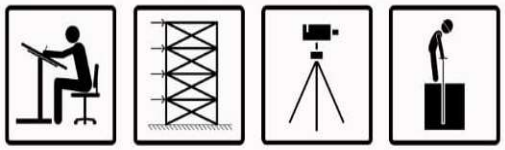




27. ENSAYOS DE LABORATORIO

VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles



69

HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS Y CONCRETOS

Ensayo :

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD : Norma : ASTM D 2216

Fecha de Muestreo :	RICAURTE-CUNDINAMARCA
REALIZADO :	ING. EMILY ANDREA SANCHEZ MORA
REVISO :	ING. HARVEY MEDINA LAGUNA

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD :

Observaciones :		sondeo: 1 muestra: 1 profundidad 1.5	sondeo: 1 muestra: 2 profundidad 2,00	sondeo: 1 muestra: 3 profundidad 2.5	sondeo: 1 muestra: 4 profundidad 3,00
Tara Número	Unidades	1	2	3	4
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	512,20	370,20	388,30	292,20
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	468,90	341,10	367,80	280,20
Peso de la Tara	Gr	5,20	6,00	111,30	110,30
Peso de la Muestra Seca	Gr	463,70	335,10	256,50	169,90
Peso del Agua	Gr	43,30	29,10	20,50	12,00
Contenido de Humedad	%	9,34	8,68	7,99	7,06

		sondeo: 2 muestra: 1 profundidad 1,50	sondeo: 2 muestra: 2 profundidad 2,00	sondeo: 2 muestra: 3 profundidad 2,50	sondeo: 2 muestra: 4 profundidad 3,00
Tara Número	Unidades	1	2	3	4
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	613,60	345,50	212,00	259,80
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	556,70	316,70	195,60	243,20
Peso de la Tara	Gr	5,30	5,00	5,00	5,00
Peso de la Muestra Seca	Gr	551,40	311,70	190,60	238,20
Peso del Agua	Gr	56,90	28,80	16,40	16,60
Contenido de Humedad	%	10,32	9,24	8,60	6,97

		sondeo: 3 muestra: 1 profundidad 1,50	sondeo: 3 muestra: 2 profundidad 2,00	sondeo: 3 muestra: 3 profundidad 2,50	sondeo: 3 muestra: 4 profundidad 3,00
Tara Número	Unidades	1	2	3	4
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	628,40	323,40	391,30	243,20
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	569,80	295,40	365,40	230,30
Peso de la Tara	Gr	5,40	5,00	5,00	5,00
Peso de la Muestra Seca	Gr	564,40	290,40	360,40	225,30
Peso del Agua	Gr	58,60	28,00	25,90	12,90
Contenido de Humedad	%	10,38	9,64	7,19	5,73

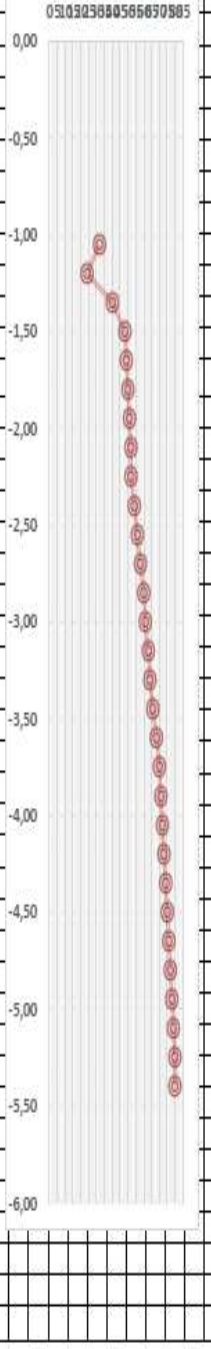
VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles

70

PROFUNDIDAD (m)	CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACIÓN U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SPT	RES. COMPRESIÓN SIMPLE Kg/cm2	consistencia	HUMEDAD EN %	MUESTRA No.
0,00			RECEBO					
-0,15								
-0,30								
-0,45								
-0,60								
-0,75								
-0,90								
-1,05				32				
-1,20				24	3,9	Rigida	9,34	
-1,35				40				
-1,50		SC	ARENA ARCILLOSA	48				
-1,65			CONSISTENCIA Rigida	49	5,3	Rigida	9,34	
-1,80			HUMEDAD MEDIA	50				
-1,95				51				
-2,10				52	5,5	Rigida	8,88	
-2,25				52				
-2,40				54				
-2,55				56	6,1	Rigida	8,88	
-2,70				58				
-2,85				60				
-3,00				61	6,6	Rigida	8,88	
-3,15				63				
-3,30				64				
-3,45				66	7,2	Rigida	7,99	
-3,60				68				
-3,75				70				
-3,90				71	7,6	Rigida	7,99	
-4,05				72				
-4,20				73				
-4,35				74	7,9	Rigida	7,99	
-4,50				75				
-4,65				76				
-4,80				77	8,2	Rigida	7,06	
-4,95				78				
-5,10				79				
-5,25				80	8,4	Rigida	7,06	
-5,40				80				
-5,55								
-5,70								
-5,85								
-6,00								
			FIN DEL SONDEO					

LÍMITES Y HUMEDAD NATURAL



OBSERVACIONES:

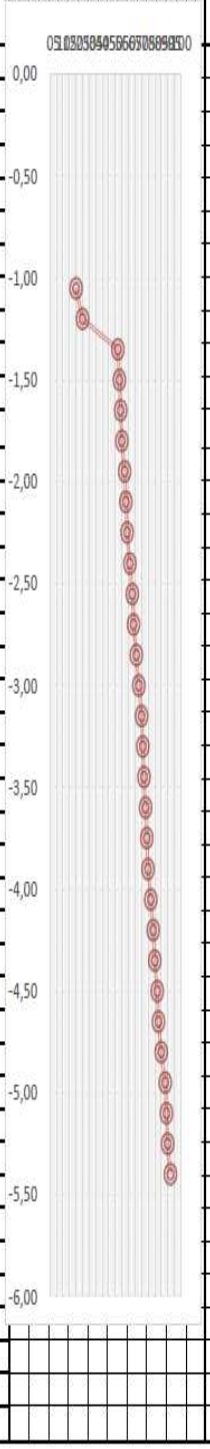
VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles

71

PROFUNDIDAD (m)	CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACION U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SPT	RES. COMPRESION SIMPLE Kg/cm2	consistencia	HUMEDAD EN %	MUESTRA No.
0,00			RECEBO					
-0,15								
-0,30								
-0,45								
-0,60								
-0,75								
-0,90								
-1,05				20				
-1,20				25	4,6	Rigida	10,32	
-1,35				52				
-1,50		SC	ARENA ARCILLOSA	53				
-1,65			CONSISTENCIA Rigida	54	5,8	Rigida	10,32	
-1,80			HUMEDAD MEDIA	55				
-1,95				57				
-2,10				58	6,2	Rigida	9,24	
-2,25				59				
-2,40				61				
-2,55				63	6,8	Rigida	9,24	
-2,70				64				
-2,85				66				
-3,00				68	7,3	Rigida	9,24	
-3,15				70				
-3,30				71				
-3,45				72	7,7	Rigida	8,60	
-3,60				73				
-3,75				74				
-3,90				75	8,1	Rigida	8,60	
-4,05				77				
-4,20				79				
-4,35				80	8,6	Rigida	8,60	
-4,50				82				
-4,65				83				
-4,80				85	9,2	Rigida	6,97	
-4,95				88				
-5,10				89				
-5,25				90	9,6	Rigida	6,97	
-5,40				92				
-5,55								
-5,70								
-5,85								
-6,00			FIN DEL SONDEO					

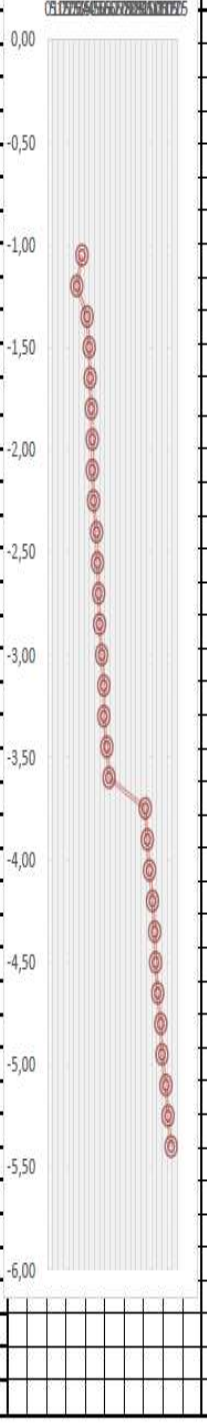
LÍMITES Y HUMEDAD NATURAL



VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles

PROFUNDIDAD (m)	CONVENCIÓN M.O.P.T.	SISTEMA DE CLASIFICACION U.S.C.	CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SPT	RES. COMPRESION SIMPLE Kg/cm2	consitencia	HUMEDAD EN %	MUESTRA No.
0,00			RECEBO					
-0,15								
-0,30								
-0,45								
-0,60								
-0,75								
-0,90								
-1,05				33				
-1,20				28	3,7	Rigida	10,38	
-1,35				38				
-1,50		SC	ARENA ARCILLOSA	40				
-1,65			CONSISTENCIA Rigida	41	4,4	Rigida	10,38	
-1,80			HUMEDAD MEDIA	42				
-1,95				43				
-2,10				43	4,7	Rigida	9,64	
-2,25				44				
-2,40				47				
-2,55				48	5,2	Rigida	9,64	
-2,70				49				
-2,85				50				
-3,00				52	5,6	Rigida	9,64	
-3,15				54				
-3,30				54				
-3,45				57	7,4	Rigida	7,19	
-3,60				59				
-3,75				94				
-3,90				96	10,4	Rigida	7,19	
-4,05				98				
-4,20				101				
-4,35				103	11,0	Rigida	7,19	
-4,50				104				
-4,65				106				
-4,80				109	11,7	Rigida	5,73	
-4,95				110				
-5,10				114				
-5,25				116	12,4	Rigida	5,73	
-5,40				119				
-5,55								
-5,70								
-5,85								
-6,00								
			FIN DEL SONDEO					



VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles

73

HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

Ensayo : *ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

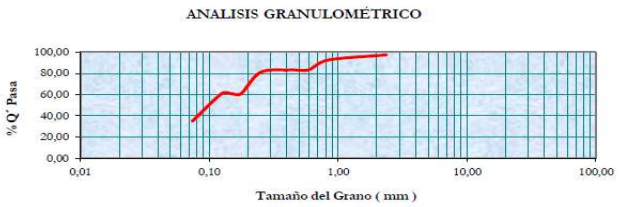
Fecha de Muestreo :
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

SONDEO: 1
MUESTRA: 1

ANALISI GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	221,20	Gr	Ubicación :	D60 =	83,36	Cu =	2,389
Peso de la Muestra Despúes del LaVado	144,00	Gr	Estrato :	D30 =	80,88	Cc =	2,248
Perdida por Lavado	77,20	Gr	Potencia:	D10 =	34,90		
Tolerancia 34,90 %	Desechar Ensayo						

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
8	2,380	5,6	2,53	97,47
20	0,840	10,9	4,93	92,54
30	0,590	20,30	9,18	83,36
40	0,420	0,20	0,09	83,27
60	0,250	5,30	2,40	80,88
80	0,177	44,20	19,98	60,90
100	0,149	0,00	0,00	60,90
120	0,125	0,00	0,00	60,90
200	0,074	57,50	25,99	34,90
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		144,00	65,10	



HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

Ensayo : *ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

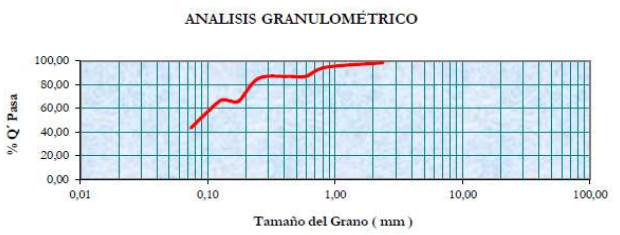
Fecha de Muestreo :
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

SONDEO: 1
MUESTRA: 2

ANALISI GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	189,70	Gr	Ubicación :	D60 =	86,87	Cu =	1,998
Peso de la Muestra Despúes del LaVado	107,20	Gr	Estrato :	D30 =	85,03	Cc =	1,914
Perdida por Lavado	82,50	Gr	Potencia:	D10 =	43,49		
Tolerancia 43,49 %	Desechar Ensayo						

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
8	2,380	3,2	1,69	98,31
20	0,840	7,4	3,90	94,41
30	0,590	14,30	7,54	86,87
40	0,420	0,10	0,05	86,82
60	0,250	3,40	1,79	85,03
80	0,177	35,60	18,77	66,26
100	0,149	0,00	0,00	66,26
120	0,125	0,00	0,00	66,26
200	0,074	43,20	22,77	43,49
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		107,20	56,51	



HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

Ensayo : *ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

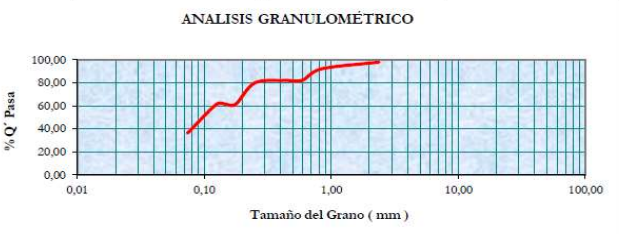
Fecha de Muestreo :
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

SONDEO: 1
MUESTRA: 3

ANALISI GRANULOMÉTRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	212,30	Gr	Ubicación :	D60 =	82,15	Cu =	2,268
Peso de la Muestra Despúes del Lavado	135,40	Gr	Estrato :	D30 =	79,84	Cc =	2,142
Perdida por Lavado	76,90	Gr	Potencia:	D10 =	36,22		
Tolerancia 36,22 %	Desechar Ensayo						

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
8	2,380	4,3	2,03	97,97
20	0,840	12,4	5,84	92,13
30	0,590	21,20	9,99	82,15
40	0,420	0,10	0,05	82,10
60	0,250	4,80	2,26	79,84
80	0,177	39,40	18,56	61,28
100	0,149	0,00	0,00	61,28
120	0,125	0,00	0,00	61,28
200	0,074	53,20	25,06	36,22
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		135,40	63,78	



VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles

74

HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

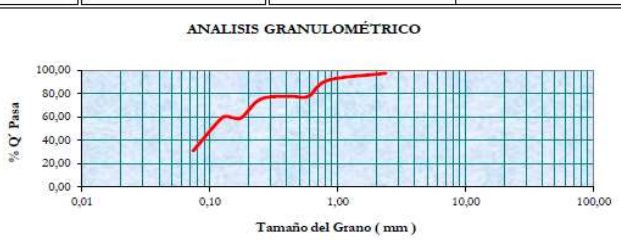
Ensayo : *ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

Fecha de Muestreo : SONDEO: 1
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora MUESTRA: 4
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

ANALISI GRANULOMETRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	89,90	Gr	Ubicación :	D60 =	77,75	Cu =	2,514
Peso de la Muestra Despúes del Lavado	62,10	Gr	Estrato :	D30 =	75,31	Cc =	2,359
Perdida por Lavado	27,80	Gr	Potencia:	D10 =	30,92		
Tolerancia 30,92 %	Desechar Ensayo						

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	(%)	% Q' Pasa
8	2,380	2,3	2,56	97,44
20	0,840	5,4	6,01	91,43
30	0,590	12,30	13,68	77,75
40	0,420	0,10	0,11	77,64
60	0,250	2,10	2,34	75,31
80	0,177	14,30	15,91	59,40
100	0,149	0,00	0,00	59,40
120	0,125	0,00	0,00	59,40
200	0,074	25,60	28,48	30,92
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		62,10	69,08	



HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

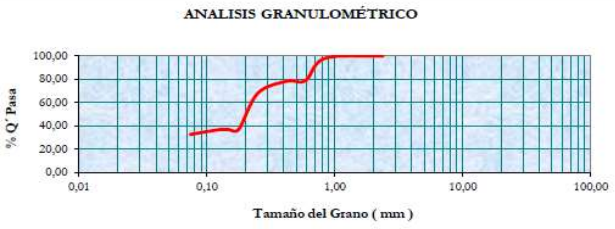
Ensayo : *ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

Fecha de Muestreo : SONDEO: 2
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora MUESTRA: 1
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

ANALISI GRANULOMETRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	423,40	Gr	Ubicación :	D60 =	78,77	Cu =	2,417
Peso de la Muestra Despúes del Lavado	285,40	Gr	Estrato :	D30 =	67,86	Cc =	1,793
Perdida por Lavado	138,00	Gr	Potencia:	D10 =	32,59		
Tolerancia 32,59 %	Desechar Ensayo						

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	(%)	% Q' Pasa
8	2,380	0,8	0,19	99,81
20	0,840	8,2	1,94	97,87
30	0,590	80,90	19,11	78,77
40	0,420	2,30	0,54	78,22
60	0,250	43,90	10,37	67,86
80	0,177	131,80	31,13	36,73
100	0,149	0,00	0,00	36,73
120	0,125	0,00	0,00	36,73
200	0,074	17,50	4,13	32,59
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		285,40	67,41	



HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

Ensayo : *ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

Fecha de Muestreo : SONDEO: 2
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora MUESTRA: 2
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

ANALISI GRANULOMETRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	214,50	Gr	Ubicación :	D60 =	78,97	Cu =	2,510
Peso de la Muestra Despúes del Lavado	147,00	Gr	Estrato :	D30 =	67,41	Cc =	1,829
Perdida por Lavado	67,50	Gr	Potencia:	D10 =	31,47		
Tolerancia 31,47 %	Desechar Ensayo						

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	(%)	% Q' Pasa
8	2,380	0,4	0,19	99,81
20	0,840	4,5	2,10	97,72
30	0,590	40,20	18,74	78,97
40	0,420	1,40	0,65	78,32
60	0,250	23,40	10,91	67,41
80	0,177	67,80	31,61	35,80
100	0,149	0,00	0,00	35,80
120	0,125	0,00	0,00	35,80
200	0,074	9,30	4,34	31,47
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		147,00	68,53	



VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles

HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

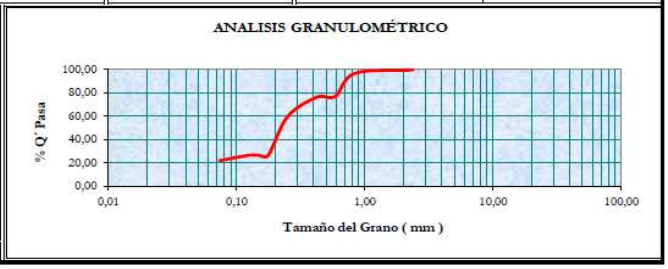
Ensayo : *ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

Fecha de Muestreo : RICAURTE-CUNDINAMARCA 4 OCTUBRE 2019 SONDEO: 2
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora MUESTRA: 3
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

ANALISI GRANULOMETRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	300,00	Gr	Ubicación :	D60 = 99,70	Cu =	4,505
Peso de la Muestra Despúes del Lavado	233,60	Gr	Estrato :	D30 = 59,57	Cc =	1,608
Perdida por Lavado	66,40	Gr	Potencia:	D10 = 22,13		
Tolerancia 22,13 %	Desechar Ensayo					

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
8	2,380	0,9	0,30	99,70
20	0,840	8,9	2,97	96,73
30	0,590	58,90	19,63	77,10
40	0,420	2,80	0,93	76,17
60	0,250	49,80	16,60	59,57
80	0,177	98,80	32,93	26,63
100	0,149	0,00	0,00	26,63
120	0,125	0,00	0,00	26,63
200	0,074	13,50	4,50	22,13
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		233,60	77,87	



HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

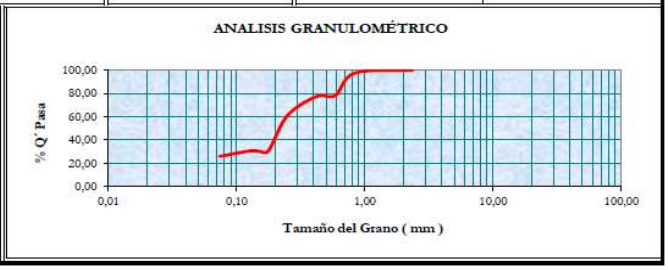
Ensayo : *ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

Fecha de Muestreo : SONDEO: 2
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora MUESTRA: 4
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

ANALISI GRANULOMETRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	225,60	Gr	Ubicación :	D60 = 78,15	Cu =	3,003
Peso de la Muestra Despúes del Lavado	166,90	Gr	Estrato :	D30 = 60,99	Cc =	1,830
Perdida por Lavado	58,70	Gr	Potencia:	D10 = 26,02		
Tolerancia 26,02 %	Desechar Ensayo					

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
8	2,380	0,5	0,22	99,78
20	0,840	5,6	2,48	97,30
30	0,590	43,20	19,15	78,15
40	0,420	2,20	0,98	77,17
60	0,250	36,50	16,18	60,99
80	0,177	68,70	30,45	30,54
100	0,149	0,00	0,00	30,54
120	0,125	0,00	0,00	30,54
200	0,074	10,20	4,52	26,02
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		166,90	73,98	



HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

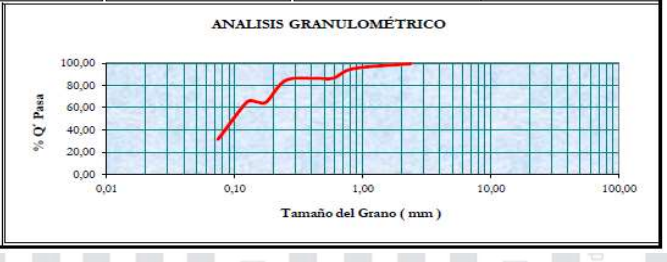
Ensayo : *ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

Fecha de Muestreo : SONDEO: 3
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora MUESTRA: 1
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

ANALISI GRANULOMETRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	102,30	Gr	Ubicación :	D60 = 86,51	Cu =	2,757
Peso de la Muestra Despúes del Lavado	70,20	Gr	Estrato :	D30 = 84,46	Cc =	2,628
Perdida por Lavado	32,10	Gr	Potencia:	D10 = 31,38		
Tolerancia 31,38 %	Desechar Ensayo					

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
8	2,380	0,5	0,49	99,51
20	0,840	4,6	4,50	95,01
30	0,590	8,70	8,50	86,51
40	0,420	0,10	0,10	86,41
60	0,250	2,00	1,96	84,46
80	0,177	19,80	19,35	65,10
100	0,149	0,00	0,00	65,10
120	0,125	0,00	0,00	65,10
200	0,074	34,50	33,72	31,38
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		70,20	68,62	



VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles

76

HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

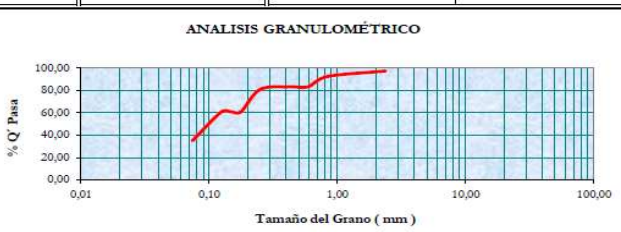
Ensayo : *ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

Fecha de Muestreo : SONDEO: 3
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora MUESTRA: 2
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

ANALISI GRANULOMETRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	123,30	Gr	Ubicación :	D60 =	84,10	Cu =	2,625
Peso de la Muestra Despúes del Lavado	83,80	Gr	Estrato :	D30 =	81,51	Cc =	2,466
Perdida por Lavado	39,50	Gr	Potencia:	D10 =	32,04		
Tolerancia 32,04 % Desechar Ensayo							

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
8	2,380	2,3	1,87	98,13
20	0,840	6,8	5,52	92,62
30	0,590	10,50	8,52	84,10
40	0,420	0,50	0,41	83,70
60	0,250	2,70	2,19	81,51
80	0,177	37,80	30,66	50,85
100	0,149	0,00	0,00	50,85
120	0,125	0,00	0,00	50,85
200	0,074	23,20	18,82	32,04
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		83,80	67,96	



HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

Ensayo : *ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

Fecha de Muestreo : SONDEO: 3
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora MUESTRA: 3
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

ANALISI GRANULOMETRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	132,20	Gr	Ubicación :	D60 =	82,68	Cu =	2,518
Peso de la Muestra Despúes del Lavado	88,80	Gr	Estrato :	D30 =	78,29	Cc =	2,258
Perdida por Lavado	43,40	Gr	Potencia:	D10 =	32,83		
Tolerancia 32,83 % Desechar Ensayo							

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
8	2,380	2,1	1,59	98,41
20	0,840	8,5	6,43	91,98
30	0,590	12,30	9,30	82,68
40	0,420	0,20	0,15	82,53
60	0,250	5,60	4,24	78,29
80	0,177	21,20	16,04	62,25
100	0,149	0,00	0,00	62,25
120	0,125	0,00	0,00	62,25
200	0,074	38,90	29,43	32,83
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		88,80	67,17	



HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETOS)

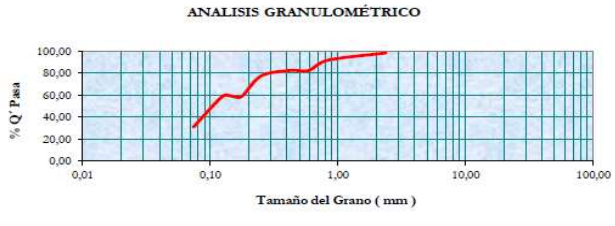
Ensayo : *ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO*
Norma : INV-123-07

Fecha de Muestreo : SONDEO: 3
Realizo: ING. Emily A. Sanchez Mora MUESTRA: 4
Reviso: ING. Harvey Medina Laguna

ANALISI GRANULOMETRICO POR LAVADO

Peso Inicial de la Muestra Seca	145,60	Gr	Ubicación :	D60 =	82,42	Cu =	2,655
Peso de la Muestra Despúes del Lavado	100,40	Gr	Estrato :	D30 =	77,34	Cc =	2,338
Perdida por Lavado	45,20	Gr	Potencia:	D10 =	31,04		
Tolerancia 31,04 % Desechar Ensayo							

Tamiz	Abertura (mm)	Retenido (gr.)	Retenido (%)	% Q' Pasa
8	2,380	2,4	1,65	98,35
20	0,840	9,6	6,59	91,76
30	0,590	13,60	9,34	82,42
40	0,420	0,00	0,00	82,42
60	0,250	7,40	5,08	77,34
80	0,177	26,80	18,41	58,93
100	0,149	0,00	0,00	58,93
120	0,125	0,00	0,00	58,93
200	0,074	40,60	27,88	31,04
Cazoleta		0,00	0,00	
Total Retenido :		100,40	68,96	



VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles

77

HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETO

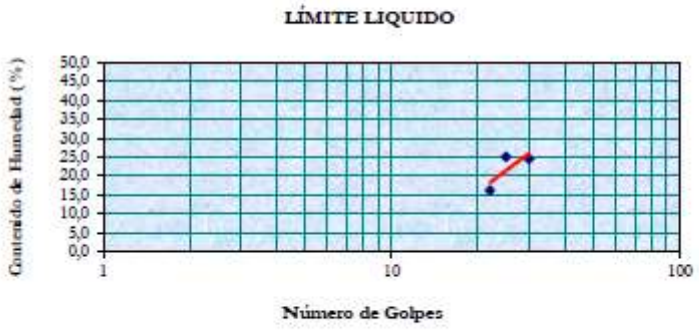
Ensayo : **LIMITES DE CONSISTENCIA**
LÍMITE LÍQUIDO Norma : **INV E-106-13 E-107-13**
LÍMITE PLÁSTICO Norma : **INV E-106-13 E-107-13**
Fecha de Muestreo :
PROYECTO: CUBIERTA, GRADAS, PLACA DEL POLIDEPORTIVO

LIMITES DE CONSISTENCIA — SONDEO: 1 — MUESTRA: 1 — PROFUNDIDAD: 1.00-1.50 MTS

Tara Número	Unidades	LÍMITE LÍQUIDO 1	2	3	LÍMITE PLÁSTICO 1	2	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	26,00	27,50	25,60	17,60	18,70	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	24,00	25,10	23,50	17,00	18,00	
Peso de la Tara	Gr	11,60	15,30	14,90	13,00	14,20	
Peso de la Muestra Seca	Gr	12,40	9,60	8,60	4,00	3,80	
Peso del Agua	Gr	2,00	2,40	2,10	0,60	0,70	
Contenido de Humedad	%	16,13	25,00	24,42	15,00	18,42	
Número de Golpes		22	25	30	Promedio :		16,7

Límites de Consistencia		
Límite Líquido:	LL =	21,40%
Límite Plástico:	LP =	16,70%
Indice de Plasticidad :	IP =	4,70%
Contenido de Humedad :	Wn =	
Grado de Consistencia :	Kw =	4,55
Grado de Consistencia :	Media Dura , Sólida	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
22	16,13
25	25,00
30	24,42
25	21,401

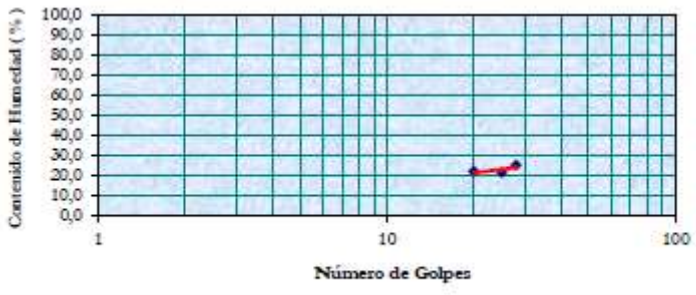


LIMITES DE CONSISTENCIA — SONDEO: 1 — MUESTRA: 2 — PROFUNDIDAD: 2.50-3.00 MTSS

Tara Número	Unidades	LÍMITE LÍQUIDO 1	2	3	LÍMITE PLÁSTICO 1	2	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	24,00	19,30	20,80	16,80	13,40	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	22,10	17,90	19,60	16,30	13,10	
Peso de la Tara	Gr	14,50	11,30	14,10	13,00	11,00	
Peso de la Muestra Seca	Gr	7,60	6,60	5,50	3,30	2,10	
Peso del Agua	Gr	1,90	1,40	1,20	0,50	0,30	
Contenido de Humedad	%	25,00	21,21	21,82	15,15	14,29	
Número de Golpes		28	25	20	Promedio :		14,7

Límites de Consistencia		
Límite Líquido:	LL =	22,96%
Límite Plástico:	LP =	14,70%
Indice de Plasticidad :	IP =	8,26%
Contenido de Humedad :	Wn =	
Grado de Consistencia :	Kw =	2,78
Grado de Consistencia :	Media Dura , Sólida	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
28	25,00
25	21,21
20	21,82
25	22,961



VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles

78

HML INGENIEROS CIVILES

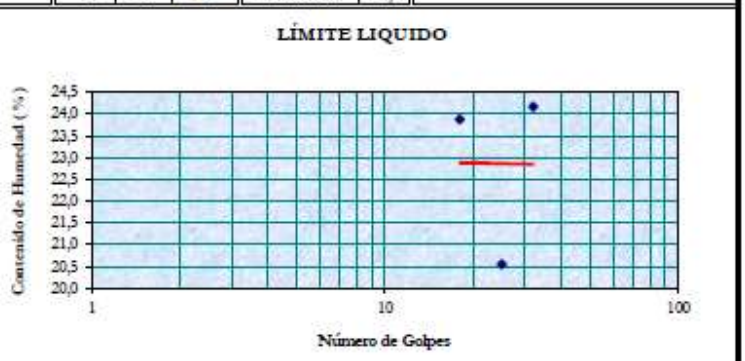
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETO

Ensayo : LIMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LÍQUIDO Norma : INV E-106-13 E-107-13
LÍMITE PLÁSTICO Norma : INV E-106-13 E-107-13

Fecha de Muestreo :
PROYECTO:

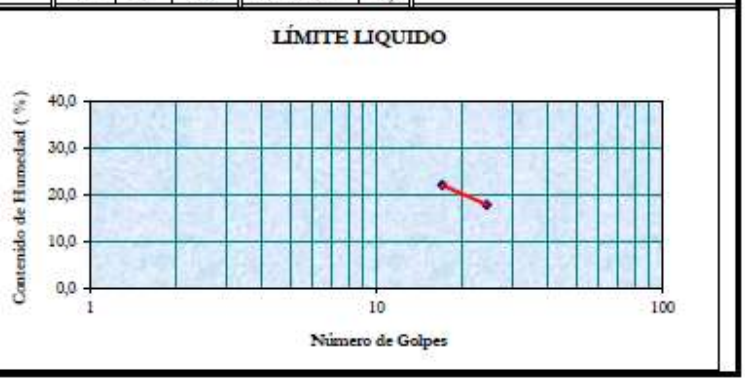
LIMITES DE CONSISTENCIA		SONDEO: 1			PROFUNDIDAD: 4.00-4.50 MTS			
		MUESTRA: 3						
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	26,80	23,50	20,80	14,60	9,50		Límite Líquido: LL = 22,87%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	24,60	22,00	19,20	14,10	9,10		Límite Plástico: LP = 14,50%
Peso de la Tara	Gr	15,50	14,70	12,50	11,00	6,00		Indice de Plasticidad : IP = 8,37%
Peso de la Muestra Seca	Gr	9,10	7,30	6,70	3,10	3,10		Contenido de Humedad : Wn =
Peso del Agua	Gr	2,20	1,50	1,60	0,50	0,40		Grado de Consistencia : Kw = 2,73
Contenido de Humedad	%	24,18	20,55	23,88	16,13	12,90		Grado de Consistencia : Media Dura , Sólida
Número de Golpes		32	25	18	Promedio :		14,5	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
32	24,18
25	20,55
18	23,88
25	22,867



LIMITES DE CONSISTENCIA		SONDEO: 1			PROFUNDIDAD: 5.50-6.00 MTS			
		MUESTRA: 4						
		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	0	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	16,70	14,80	18,50	9,00	10,50		Límite Líquido: LL = 23,60%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	15,80	14,30	17,00	8,60	10,00		Límite Plástico: LP = 14,90%
Peso de la Tara	Gr	12,10	11,50	11,40	6,30	6,00		Indice de Plasticidad : IP = 8,70%
Peso de la Muestra Seca	Gr	3,70	2,80	5,60	2,30	4,00		Contenido de Humedad : Wn =
Peso del Agua	Gr	0,90	0,50	1,50	0,40	0,50		Grado de Consistencia : Kw = 2,71
Contenido de Humedad	%	24,32	17,86	26,79	17,39	12,50		Grado de Consistencia : Media Dura , Sólida
Número de Golpes		17	22	28	Promedio :		14,9	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
17	24,32
22	17,86
28	26,79
25	23,601



VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles

79

HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETO

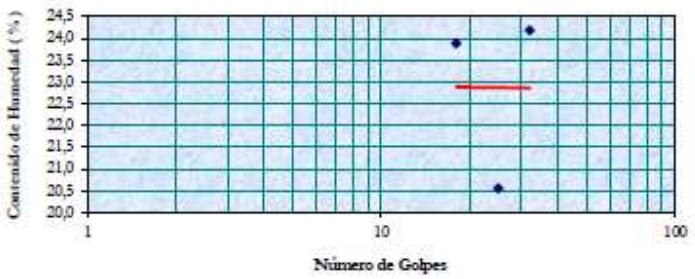
Ensayo : **LIMITES DE CONSISTENCIA**
LÍMITE LIQUIDO Norma : **INV E-106-13 E-107-13**
LÍMITE PLÁSTICO Norma : **INV E-106-13 E-107-13**
Fecha de Muestreo :
PROYECTO:

LIMITES DE CONSISTENCIA — SONDEO: 2 — MUESTRA: 1 — PROFUNDIDAD: 1.00-1.50 MTS

		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	24,20	24,00	31,90	15,70	10,60	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	22,40	22,10	28,30	15,30	10,30	
Peso de la Tara	Gr	14,70	14,30	15,10	13,00	7,00	
Peso de la Muestra Seca	Gr	7,70	7,80	13,20	2,30	3,30	
Peso del Agua	Gr	1,80	1,90	3,60	0,40	0,50	
Contenido de Humedad	%	23,38	24,36	27,27	17,39	15,15	
Número de Golpes		28	33	35	Promedio :		16,27

Límites de Consistencia		
Límite Líquido:	LL =	21,37%
Límite Plástico:	LP =	16,27%
Indice de Plasticidad :	IP =	5,10%
Contenido de Humedad :	Wn =	
Grado de Consistencia :	Kw =	4,19
Grado de Consistencia :	Media Dura , Sólida	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
28	23,38
33	24,36
35	27,27
25	21,370

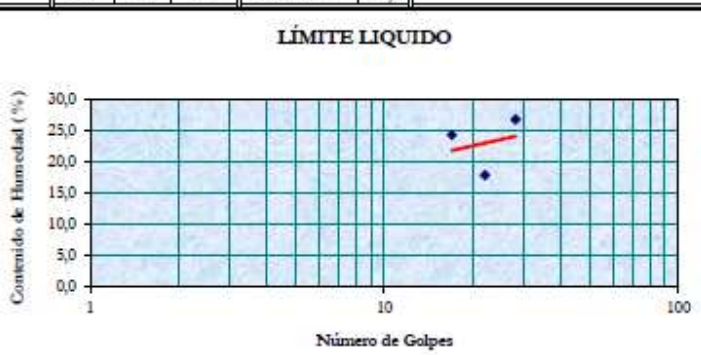


LIMITES DE CONSISTENCIA — SONDEO: 2 — MUESTRA: 2 — PROFUNDIDAD: 2.50-3.00 mts

		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	0
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	26,80	25,20	26,00	18,60	17,80	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	24,30	23,20	23,60	18,10	17,20	
Peso de la Tara	Gr	14,20	14,30	14,70	15,00	14,00	
Peso de la Muestra Seca	Gr	10,10	8,90	9,10	3,10	3,20	
Peso del Agua	Gr	2,50	2,00	2,20	0,50	0,60	
Contenido de Humedad	%	24,75	22,47	24,18	16,13	18,75	
Número de Golpes		32	26	19	Promedio :		17,4

Límites de Consistencia		
Límite Líquido:	LL =	23,80%
Límite Plástico:	LP =	17,44%
Indice de Plasticidad :	IP =	6,36%
Contenido de Humedad :	Wn =	
Grado de Consistencia :	Kw =	3,74
Grado de Consistencia :	Media Dura , Sólida	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
32	24,75
26	22,47
19	24,18
25	23,798



VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles

80

HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETO

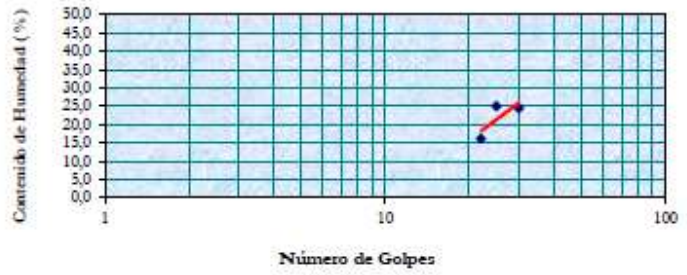
Ensayo : LIMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LIQUIDO Norma : INV E-106-13 E-107-13
LÍMITE PLÁSTICO Norma : INV E-106-13 E-107-13
Fecha de Muestreo :
PROYECTO:

LIMITES DE CONSISTENCIA — SONDEO: 2 — MUESTRA: 3 — PROFUNDIDAD: 4.00-4.50 mts

		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	20,80	21,00	22,70	13,70	14,20	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	18,90	19,80	20,80	13,20	13,80	
Peso de la Tara	Gr	11,00	14,50	12,00	10,00	11,00	
Peso de la Muestra Seca	Gr	7,90	5,30	8,80	3,20	2,80	
Peso del Agua	Gr	1,90	1,20	1,90	0,50	0,40	
Contenido de Humedad	%	24,05	22,64	21,59	15,63	14,29	
Número de Golpes		35	22	17	Promedio :	15,0	

Límites de Consistencia		
Límite Líquido:	LL =	22,96%
Límite Plástico:	LP =	14,96%
Indice de Plasticidad :	IP =	8,00%
Contenido de Humedad :	Wn =	
Grado de Consistencia :	Kw =	2,87
Grado de Consistencia :	Media Dura , Sólida	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
35	24,05
22	22,64
17	21,59
25	22,959

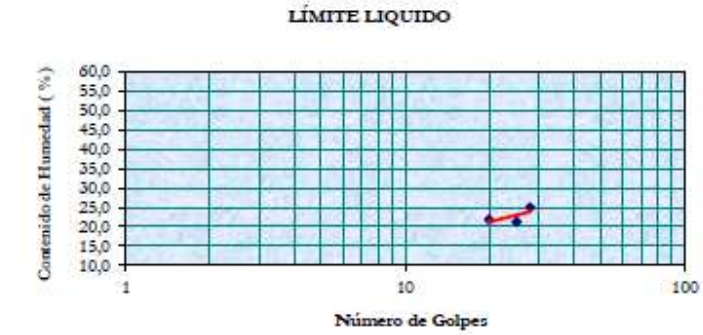


LIMITES DE CONSISTENCIA — SONDEO: 2 — MUESTRA: 4 — PROFUNDIDAD: 5.50-6.00 mts

		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	24,20	23,20	21,00	12,60	9,20	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	21,90	21,20	19,30	12,00	8,80	
Peso de la Tara	Gr	12,00	11,90	11,70	8,10	6,00	
Peso de la Muestra Seca	Gr	9,90	9,30	7,60	3,90	2,80	
Peso del Agua	Gr	2,30	2,00	1,70	0,60	0,40	
Contenido de Humedad	%	23,23	21,51	22,37	15,38	14,29	
Número de Golpes		33	28	19	Promedio :	14,8	

Límites de Consistencia		
Límite Líquido:	LL =	22,33%
Límite Plástico:	LP =	14,84%
Indice de Plasticidad :	IP =	7,50%
Contenido de Humedad :	Wn =	
Grado de Consistencia :	Kw =	2,98
Grado de Consistencia :	Media Dura , Sólida	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
33	23,23
28	21,51
19	22,37
25	22,334



VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles

81

HML INGENIEROS CIVILES

LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETO

Ensayo : **LIMITES DE CONSISTENCIA**
LÍMITE LÍQUIDO Norma : **INV E-106-13 E-107-13**
LÍMITE PLÁSTICO Norma : **INV E-106-13 E-107-13**

Fecha de Muestreo :
PROYECTO:

LIMITES DE CONSISTENCIA — SONDEO: 3 — MUESTRA: 1 — PROFUNDIDAD: 1.00-1.50 mts

		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	27,00	24,50	33,90	12,40	12,10	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	24,10	22,80	30,00	12,20	11,80	
Peso de la Tara	Gr	11,40	15,30	14,10	11,00	9,50	
Peso de la Muestra Seca	Gr	12,70	7,50	15,90	1,20	2,30	
Peso del Agua	Gr	2,90	1,70	3,90	0,20	0,30	
Contenido de Humedad	%	22,83	22,67	24,53	16,67	13,04	
Número de Golpes		22	26	30	Promedio :	14,9	

Limites de Consistencia		
Límite Líquido:	LL =	23,18%
Límite Plástico:	LP =	14,86%
Indice de Plasticidad :	IP =	8,32%
Contenido de Humedad :	Wn =	
Grado de Consistencia :	Kw =	2,78
Grado de Consistencia :	Media Dura , Sólida	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
22	22,83
26	22,67
30	24,53
25	23,178

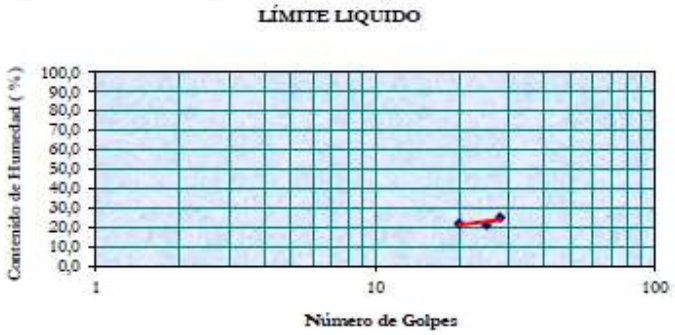


LIMITES DE CONSISTENCIA — SONDEO: 3 — MUESTRA: 2 — PROFUNDIDAD: 2.50-3.00 mts

		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	15,80	14,00	15,80	12,20	17,20	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	15,10	12,90	15,20	11,80	16,70	
Peso de la Tara	Gr	12,10	8,20	12,40	9,00	14,00	
Peso de la Muestra Seca	Gr	3,00	4,70	2,80	2,80	2,70	
Peso del Agua	Gr	0,70	1,10	0,60	0,40	0,50	
Contenido de Humedad	%	23,33	23,40	21,43	14,29	18,52	
Número de Golpes		30	25	19	Promedio :	16,4	

Limites de Consistencia		
Límite Líquido:	LL =	22,86%
Límite Plástico:	LP =	16,40%
Indice de Plasticidad :	IP =	6,46%
Contenido de Humedad :	Wn =	
Grado de Consistencia :	Kw =	3,54
Grado de Consistencia :	Media Dura , Sólida	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
30	23,33
25	23,40
19	21,43
25	22,858



VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles

82

HML INGENIEROS CIVILES

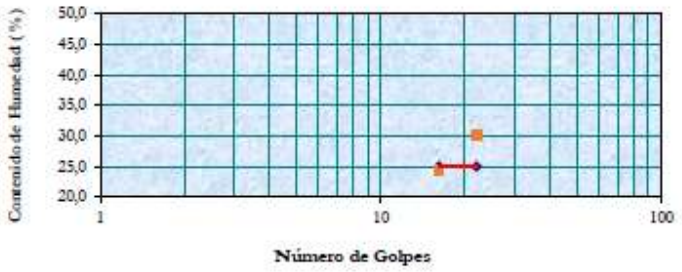
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL (LABORATORIO DE SUELOS,PAVIMENTOS Y CONCRETO

Ensayo : LIMITES DE CONSISTENCIA
LÍMITE LIQUIDO Norma : INV E-106-13 E-107-13
LÍMITE PLÁSTICO Norma : INV E-106-13 E-107-13

Fecha de Muestreo :
PROYECTO:

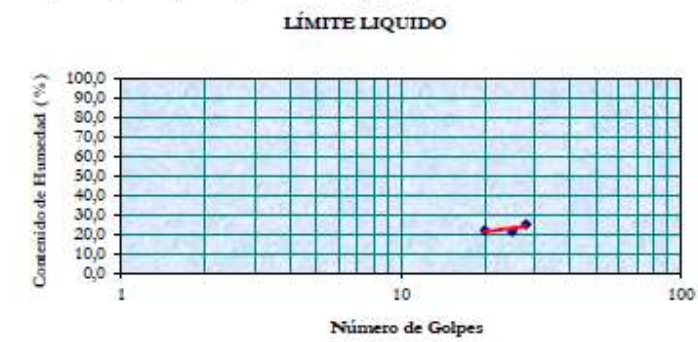
LIMITES DE CONSISTENCIA		SONDEO: 3			PROFUNDIDAD: 4.00-4.50 MTS			
		MUESTRA: 3						
		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Limites de Consistencia
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	16,40	12,10	10,40	8,70	13,30		Límite Líquido: LL = 22,17%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	15,50	11,40	9,60	8,30	12,60		Límite Plástico: LP = 14,95%
Peso de la Tara	Gr	11,40	8,10	6,20	6,00	7,00		Indice de Plasticidad : IP = 7,23%
Peso de la Muestra Seca	Gr	4,10	3,30	3,40	2,30	5,60		Contenido de Humedad : Wn =
Peso del Agua	Gr	0,90	0,70	0,80	0,40	0,70		Grado de Consistencia : Kw = 3,07
Contenido de Humedad	%	21,95	21,21	23,53	17,39	12,50		Grado de Consistencia : Media Dura , Sólida
Número de Golpes		30	25	20	Promedio :		14,9	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
30	21,95
25	21,21
20	23,53
25	22,175



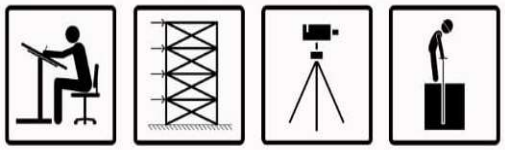
LIMITES DE CONSISTENCIA		SONDEO: 3			PROFUNDIDAD: 5.50-6.00 mts			
		MUESTRA: 4						
		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Limites de Consistencia
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	25,80	21,20	17,50	8,70	8,60		Límite Líquido: LL = 23,15%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	23,00	19,60	16,40	8,30	8,30		Límite Plástico: LP = 13,66%
Peso de la Tara	Gr	11,40	12,20	11,80	5,50	6,00		Indice de Plasticidad : IP = 9,48%
Peso de la Muestra Seca	Gr	11,60	7,40	4,60	2,80	2,30		Contenido de Humedad : Wn =
Peso del Agua	Gr	2,80	1,60	1,10	0,40	0,30		Grado de Consistencia : Kw = 2,44
Contenido de Humedad	%	24,14	21,62	23,91	14,29	13,04		Grado de Consistencia : Media Dura , Sólida
Número de Golpes		30	25	15	Promedio :		13,66	

Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)
30	24,14
25	21,62
15	23,91
25	23,146



VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles



83

		HML INGENIEROS CIVILES				
		LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL				
		LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETOS				
REALIZADO:		ING. Emily Sanchez Mora				
REVISADO:		ING. Harvey Medina Laguna				
CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S						
SONDEO:	1	PROFUNDIDAD: 1.00-1.50 mts				
MUESTRA:	1					
% Que Pasa la Malla N° 200		34,90				
% Que Pasa la Malla N° 4		97,47				
Límite Líquido	LL =	24,93 %	D60 =	83,36	Cu =	2,389
Límite Plástico	LP =	16,7 %	D30 =	80,88	Cc =	2,248
Indice de Plasticidad	IP =	8,23 %	D10 =	34,90	Suelo Bien Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :		Suelo Grueso Arena				
Tipo de Simbología :		Simbología Normal				
Tipo de Suelo :		SM , SC				
Suelo :		SC				
Caracteristicas del Suelo :		SC				
CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S						
SONDEO:	1	PROFUNDIDAD: 2.50-3.00 mts				
MUESTRA:	2					
% Que Pasa la Malla N° 200		43,49				
% Que Pasa la Malla N° 4		98,31				
Límite Líquido	LL =	25,76 %	D60 =	86,87	Cu =	1,998
Límite Plástico	LP =	17 %	D30 =	85,03	Cc =	1,914
Indice de Plasticidad	IP =	8,76 %	D10 =	43,49	Suelo Bien Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :		Suelo Grueso Arena				
Tipo de Simbología :		Simbología Normal				
Tipo de Suelo :		SM , SC				
Suelo :		SC				
Caracteristicas del Suelo :		SC				
CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S						
SONDEO:	1	PROFUNDIDAD: 4.00-4.50 mts				
MUESTRA:	3					
% Que Pasa la Malla N° 200		36,22				
% Que Pasa la Malla N° 4		97,97				
Límite Líquido	LL =	27,67 %	D60 =	82,15	Cu =	2,268
Límite Plástico	LP =	17,7 %	D30 =	79,84	Cc =	2,142
Indice de Plasticidad	IP =	9,97 %	D10 =	36,22	Suelo Bien Graduado	
Tipo de Suelo Según su Granulometría :		Suelo Grueso Arena				
Tipo de Simbología :		Simbología Normal				
Tipo de Suelo :		SM , SC				
Suelo :		SC				
Caracteristicas del Suelo :		SC				

VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles

84

HML INGENIEROS CIVILES
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETOS

REALIZADO:	ING. Emily Sanchez Mora
REVISADO:	ING. Harvey Medina Laguna

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S

SONDEO:	1	PROFUNDIDAD:	5.50-6.00 mts				
MUESTRA:	4						
% Que Pasa la Malla N° 200		30,92					
% Que Pasa la Malla N° 4		97,44					
Límite Líquido	LL =	26,02 %	D60 =	77,75	Cu =	2,514	
Límite Plástico	LP =	14,9 %	D30 =	75,31	Cc =	2,359	
Indice de Plasticidad	IP =	11,12 %	D10 =	30,92	Suelo Bien Graduado		
Tipo de Suelo Según su Granulometría		Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología :		Simbología Normal					
Tipo de Suelo :		SM , SC					
Suelo :		SC					
Caractrísticas del Suelo :		SC					

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S

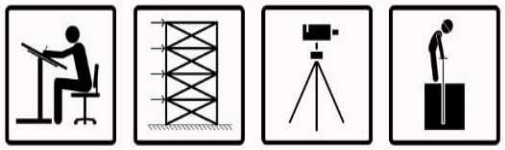
SONDEO:	2	PROFUNDIDAD:	1.00-1.50 mts				
MUESTRA:	1						
% Que Pasa la Malla N° 200		32,59					
% Que Pasa la Malla N° 4		99,81					
Límite Líquido	LL =	25,33 %	D60 =	78,77	Cu =	2,417	
Límite Plástico	LP =	16,27 %	D30 =	67,86	Cc =	1,793	
Indice de Plasticidad	IP =	9,06 %	D10 =	32,59	Suelo Bien Graduado		
Tipo de Suelo Según su Granulometría		Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología :		Simbología Normal					
Tipo de Suelo :		SM , SC					
Suelo :		SC					
Caractrísticas del Suelo :		SC					

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S

SONDEO:	2	PROFUNDIDAD:	2.50-3.00 mts				
MUESTRA:	2						
% Que Pasa la Malla N° 200		31,47					
% Que Pasa la Malla N° 4		99,81					
Límite Líquido	LL =	27,81 %	D60 =	78,97	Cu =	2,510	
Límite Plástico	LP =	17,44 %	D30 =	67,41	Cc =	1,829	
Indice de Plasticidad	IP =	10,37 %	D10 =	31,47	Suelo Bien Graduado		
Tipo de Suelo Según su Granulometría		Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología :		Simbología Normal					
Tipo de Suelo :		SM , SC					
Suelo :		SC					
Caractrísticas del Suelo :		SC					

VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles



85

HML INGENIEROS CIVILES
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETOS

REALIZADO:	ING. Emily Sanchez Mora
REVISADO:	ING. Harvey Medina Laguna

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S

SONDEO:	2	PROFUNDID. 4.00-4.50 mts					
MUESTRA:	3						
% Que Pasa la Malla N° 200		22,13					
% Que Pasa la Malla N° 4		99,70					
Límite Líquido	LL =	27,3 %	D60 =	99,70	Cu =	4,505	
Límite Plástico	LP =	18,3 %	D30 =	59,57	Cc =	1,608	
Indice de Plasticidad	IP =	9,00 %	D10 =	22,13	Suelo Bien Graduado		
Tipo de Suelo Según su Granulometría :		Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología :		Simbología Normal					
Tipo de Suelo :		SM , SC					
Suelo :		SC					
Caractristicas del Suelo :		SC					

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S

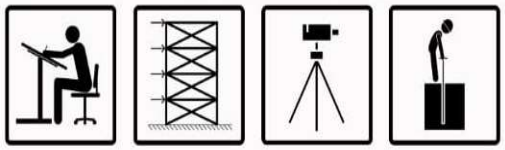
SONDEO:	2	PROFUNDID. 5.50-6.00 mts					
MUESTRA:	4						
% Que Pasa la Malla N° 200		26,02					
% Que Pasa la Malla N° 4		99,78					
Límite Líquido	LL =	26,5 %	D60 =	78,1472	Cu =	3,003	
Límite Plástico	LP =	17,69 %	D30 =	60,99	Cc =	1,830	
Indice de Plasticidad	IP =	8,81 %	D10 =	26,02	Suelo Bien Graduado		
Tipo de Suelo Según su Granulometría :		Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología :		Simbología Normal					
Tipo de Suelo :		SM , SC					
Suelo :		SC					
Caractristicas del Suelo :		SC					

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S

SONDEO:	3	PROFUNDID. 1.00-1.50 mts					
MUESTRA:	1						
% Que Pasa la Malla N° 200		31,38					
% Que Pasa la Malla N° 4		99,51					
Límite Líquido	LL =	23,87 %	D60 =	86,51	Cu =	2,757	
Límite Plástico	LP =	14,86 %	D30 =	84,46	Cc =	2,628	
Indice de Plasticidad	IP =	9,01 %	D10 =	31,38	Suelo Bien Graduado		
Tipo de Suelo Según su Granulometría :		Suelo Grueso Arena					
Tipo de Simbología :		Simbología Normal					
Tipo de Suelo :		SM , SC					
Suelo :		SC					
Caractristicas del Suelo :		SC					

VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles



86

HML INGENIEROS CIVILES
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETOS

REALIZADO:	ING. Emily Sanchez Mora
REVISADO:	ING. Harvey Medina Laguna

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S

SONDEO:	3	PROFUNDIDAD:	2.50-3.00 mts			
MUESTRA:	2					
% Que Pasa la Malla N° 200		32,04				
% Que Pasa la Malla N° 4		98,13				
Límite Líquido	LL =	26,57 %	D60 =	84,10	Cu =	2,625
Límite Plástico	LP =	16,4 %	D30 =	81,51	Cc =	2,466
Indice de Plasticidad	IP =	10,17 %	D10 =	32,04	Suelo Bien Graduado	
Tipo de Suelo Segùn su Granulometría :		Suelo Grueso Arena				
Tipo de Simbología :		Simbología Normal				
Tipo de Suelo :		SM , SC				
Suelo :		SC				
Caractrísticas del Suelo :		SC				

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S

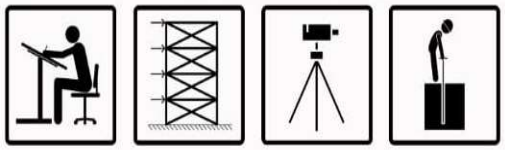
SONDEO:	3	PROFUNDIDAD:	4.00-4.50 mts			
MUESTRA:	3					
% Que Pasa la Malla N° 200		32,83				
% Que Pasa la Malla N° 4		98,41				
Límite Líquido	LL =	25,84 %	D60 =	82,68	Cu =	2,518
Límite Plástico	LP =	18,52 %	D30 =	78,29	Cc =	2,258
Indice de Plasticidad	IP =	7,32 %	D10 =	32,83	Suelo Bien Graduado	
Tipo de Suelo Segùn su Granulometría :		Suelo Grueso Arena				
Tipo de Simbología :		Simbología Normal				
Tipo de Suelo :		SM , SC				
Suelo :		SC				
Caractrísticas del Suelo :		SC				

CLASIFICACION DE SUELOS SEGUN S.U.C.S

SONDEO:	3	PROFUNDIDAD:	5.50-6.00 mts			
MUESTRA:	4					
% Que Pasa la Malla N° 200		31,04				
% Que Pasa la Malla N° 4		98,35				
Límite Líquido	LL =	27,56 %	D60 =	82,42	Cu =	2,655
Límite Plástico	26,61	18,01 %	D30 =	77,34	Cc =	2,338
Indice de Plasticidad	IP =	9,55 %	D10 =	31,04	Suelo Bien Graduado	
Tipo de Suelo Segùn su Granulometría :		Suelo Grueso Arena				
Tipo de Simbología :		Simbología Normal				
Tipo de Suelo :		SM , SC				
Suelo :		SC				
Caractrísticas del Suelo :		SC				

VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles



87

HML INGENIEROS CIVILES
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETOS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.

REALIZADO: ING. Emily Sanchez Mora

REVISADO: ING. Harvey Medina Laguna

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados			SONDEO:	1	Profundidad: 1.00-1.50 mts
% Que Pasa la Malla N° 200		34,90	MUESTRA:	1	
% Que Pasa la Malla N° 40		83,27	Determinación del Indice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 10		97,47	a =	0,00	IG = 0,00
Límite Líquido	LL =	24,93 %	b =	19,90	
Límite Plástico	LP =	16,70 %	c =	0,00	
Indice de Plasticidad :	IP =	8,23 %	d =	0,00	

Tipo de Suelo :	Material Granular
Clasificación de Suelos :	A - 2
Suelo :	**A - 2 - 4 (0)**
Tipo de Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas
Terreno de Fundación :	Excelente a Bueno

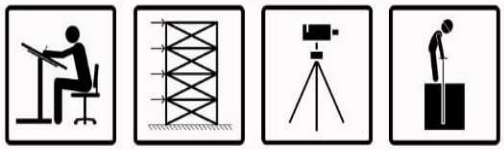
CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados			SONDEO:	1	Profundidad: 2.50-3.00
% Que Pasa la Malla N° 200		43,49	MUESTRA:	2	
% Que Pasa la Malla N° 40		86,82	Determinación del Indice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 10		98,31	a =	8,49	IG = 2,00
Límite Líquido	LL =	25,76 %	b =	28,49	
Límite Plástico	LP =	17,00 %	c =	0,00	
Indice de Plasticidad :	IP =	8,76 %	d =	0,00	

Tipo de Suelo :	Material Limo Arcilloso
Clasificación de Suelos :	A - 4
Suelo :	(2)
Tipode Material :	Suelo Limoso
Terreno de Fundación :	Regular a Malo

VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles



88

HML INGENIEROS CIVILES
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETOS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.

REALIZADO: ING. Emily Sanchez Mora

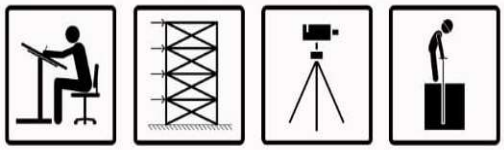
REVISADO: ING. Harvey Medina Laguna

CLASIFICACIÓN AASHTO						
Parámetros Usados			**SONDEO:**	1	Profundidad: 4.00-4.50	
% Que Pasa la Malla N° 200		36,22	**MUESTRA:**	3		
% Que Pasa la Malla N° 40		82,10	Determinación del Indice de Grupo IG			
% Que Pasa la Malla N° 10		97,97	a =	1,22	IG =	1,00
Límite Líquido	LL =	27,67 %	b =	21,22		
Límite Plástico	LP =	17,70 %	c =	0,00		
Indice de Plasticidad :	IP =	9,97 %	d =	0,00		
Tipo de Suelo :	Material Limo Arcilloso					
Clasificación de Suelos :	A - 4					
Suelo :	**(1)**					
Tipode Material :	Suelo Limoso					
Terreno de Fundación :	Regular a Malo					

CLASIFICACIÓN AASHTO						
Parámetros Usados			**SONDEO:**	1	Profundidad: 5.50-6.00	
% Que Pasa la Malla N° 200		30,92	**MUESTRA:**	4		
% Que Pasa la Malla N° 40		77,64	Determinación del Indice de Grupo IG			
% Que Pasa la Malla N° 10		97,44	a =	0,00	IG =	1,00
Límite Líquido	LL =	26,02 %	b =	15,92		
Límite Plástico	LP =	14,90 %	c =	0,00		
Indice de Plasticidad :	IP =	11,12 %	d =	1,12		
Tipo de Suelo :	Material Granular					
Clasificación de Suelos :	A - 2					
Suelo :	**A - 2 - 6 (1)**					
Tipo de Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas					
Terreno de Fundación :	Regular					

VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles



89

HML INGENIEROS CIVILES
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETOS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.

REALIZADO:	ING. Emily Sanchez Mora
REVISADO:	ING. Harvey Medina Laguna

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados			**SONDEO:**	2	Profundidad: 1.00-1.50 mts
% Que Pasa la Malla N° 200		32,59	**MUESTRA:**	1	
% Que Pasa la Malla N° 40		78,22	Determinación del Indice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 10		99,81	a =	0,00	IG = 0,00
Límite Líquido	LL =	25,33 %	b =	17,59	
Límite Plástico	LP =	16,27 %	c =	0,00	
Indice de Plasticidad :	IP =	9,06 %	d =	0,00	

Tipo de Suelo :	Material Granular
Clasificación de Suelos :	A - 2
Suelo :	**A - 2 - 4 (0)**
Tipo de Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas
Terreno de Fundación :	Excelente a Bueno

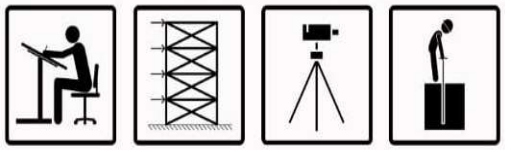
CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados			**SONDEO:**	2	Profundidad: 2.50-3.00
% Que Pasa la Malla N° 200		31,47	**MUESTRA:**	2	
% Que Pasa la Malla N° 40		78,32	Determinación del Indice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 10		99,81	a =	0,00	IG = 1,00
Límite Líquido	LL =	27,81 %	b =	16,47	
Límite Plástico	LP =	17,44 %	c =	0,00	
Indice de Plasticidad :	IP =	10,37 %	d =	0,37	

Tipo de Suelo :	Material Granular
Clasificación de Suelos :	A - 2
Suelo :	**A - 2 - 6 (1)**
Tipode Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas
Terreno de Fundación :	Regular

VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles



90

HML INGENIEROS CIVILES
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETOS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.

REALIZADO:	ING. Emily Sanchez Mora
REVISADO:	ING. Harvey Medina Laguna

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados			**SONDEO:**	2	Profundidad: 4.00-4.50
% Que Pasa la Malla N° 200		22,13	**MUESTRA:**	3	
% Que Pasa la Malla N° 40		76,17	Determinación del Indice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 10		99,70	a =	0,00	IG = 0,00
Límite Líquido	LL =	27,30 %	b =	7,13	
Límite Plástico	LP =	18,30 %	c =	0,00	
Indice de Plasticidad :	IP =	9,00 %	d =	0,00	

Tipo de Suelo :	Material Granular
Clasificación de Suelos :	A - 2
Suelo :	**A - 2 - 4 (0)**
Tipode Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas
Terreno de Fundación :	Excelente a Bueno

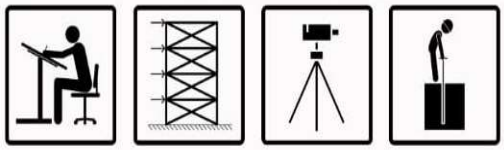
CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados			**SONDEO:**	2	Profundidad: 5.50-6.00
% Que Pasa la Malla N° 200		26,02	**MUESTRA:**	4	
% Que Pasa la Malla N° 40		77,17	Determinación del Indice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 10		99,78	a =	0,00	IG = 0,00
Límite Líquido	LL =	26,50 %	b =	11,02	
Límite Plástico	LP =	17,69 %	c =	0,00	
Indice de Plasticidad :	IP =	8,81 %	d =	0,00	

Tipo de Suelo :	Material Granular
Clasificación de Suelos :	A - 2
Suelo :	**A - 2 - 4 (0)**
Tipo de Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas
Terreno de Fundación :	Excelente a Bueno

VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles



91

HML INGENIEROS CIVILES
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETOS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.

REALIZADO:	ING. Emily Sanchez Mora
REVISADO:	ING. Harvey Medina Laguna

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados			**SONDEO:**	3	Profundidad: 1.00-1.50 mts
% Que Pasa la Malla N° 200		31,38	**MUESTRA:**	1	
% Que Pasa la Malla N° 40		86,41	Determinación del Indice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 10		99,51	a =	0,00	IG = 0,00
Límite Líquido	LL =	23,87 %	b =	16,38	
Límite Plástico	LP =	14,86 %	c =	0,00	
Indice de Plasticidad :	IP =	9,01 %	d =	0,00	

Tipo de Suelo :	Material Granular
Clasificación de Suelos :	A - 2
Suelo :	**A - 2 - 4 (0)**
Tipo de Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas
Terreno de Fundación :	Excelente a Bueno

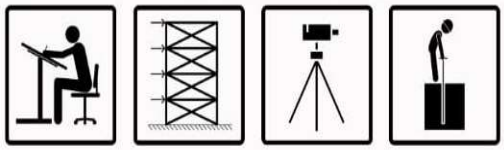
CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados			**SONDEO:**	3	Profundidad: 2.50-3.00
% Que Pasa la Malla N° 200		32,04	**MUESTRA:**	2	
% Que Pasa la Malla N° 40		83,70	Determinación del Indice de Grupo IG		
% Que Pasa la Malla N° 10		98,13	a =	0,00	IG = 1,00
Límite Líquido	LL =	26,57 %	b =	17,04	
Límite Plástico	LP =	16,40 %	c =	0,00	
Indice de Plasticidad :	IP =	10,17 %	d =	0,17	

Tipo de Suelo :	Material Granular
Clasificación de Suelos :	A - 2
Suelo :	**A - 2 - 6 (1)**
Tipode Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas
Terreno de Fundación :	Regular

VERSION 2

HML®
Ingenieros Civiles



92

HML INGENIEROS CIVILES
LABORATORIO DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS, PAVIMENTOS CONCRETOS

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN A.A.S.H.T.O.

REALIZADO:	ING. Emily Sanchez Mora
REVISADO:	ING. Harvey Medina Laguna

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados			**SONDEO:**	3	Profundidad: 4.00-4.50	
% Que Pasa la Malla N° 200		32,83	**MUESTRA:**	3		
% Que Pasa la Malla N° 40		82,53	Determinación del Indice de Grupo IG			
% Que Pasa la Malla N° 10		98,41	a =	0,00	IG =	0,00
Límite Líquido	LL =	25,84 %	b =	17,83		
Límite Plástico	LP =	18,52 %	c =	0,00		
Indice de Plasticidad :	IP =	7,32 %	d =	0,00		

Tipo de Suelo :	Material Granular
Clasificación de Suelos :	A - 2
Suelo :	**A - 2 - 4 (0)**
Tipode Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas
Terreno de Fundación :	Excelente a Bueno

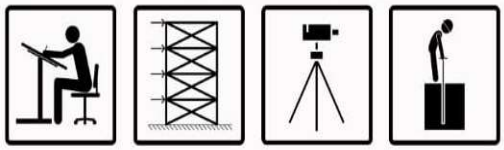
CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados			**SONDEO:**	3	Profundidad: 5.50-6.00	
% Que Pasa la Malla N° 200		31,04	**MUESTRA:**	4		
% Que Pasa la Malla N° 40		82,42	Determinación del Indice de Grupo IG			
% Que Pasa la Malla N° 10		98,35	a =	0,00	IG =	0,00
Límite Líquido	LL =	27,56 %	b =	16,04		
Límite Plástico	LP =	18,01 %	c =	0,00		
Indice de Plasticidad :	IP =	9,55 %	d =	0,00		

Tipo de Suelo :	Material Granular
Clasificación de Suelos :	A - 2
Suelo :	**A - 2 - 4 (0)**
Tipo de Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas
Terreno de Fundación :	Excelente a Bueno

VERSION 2

HML® Ingenieros Civiles



93

CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS

PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES RECTANGULARES

DATOS DE ENTRADA

Datos del suelo:

Dato	Valor	Unidad
C	0	Ton/m²
f	32,5	°
g	1,88	Ton/m3
Dw	0	m

Datos de forma de la cimentación:

Dato	Valor	Unidad
Df	1,50	m
B	1,00	m
L	1,00	m

Tipo de falla:

Tipo	
General	no
Local	SI

Corrección por excentricidad (Meyerhof):

Datos	Valor	Unidad
ex	0,25	m
ey	0,23	m

Corrección por forma a f (Meyerhof):

Aplicar	
SI	NO

Datos de inclinación de carga:

Dato	Valor	Unidad
b	0	°

Factor de seguridad

Dato	Valor	Unidad
FS	3	S/D

Corrección por Nivel Frea´tico

Dato	Valor	Unidad
g'	0,88	Ton/m³

DATOS FINALES DE CALCULO

Dato	Valor	Unidad
C'	0,0	Ton/m²
f'	23,2	°
g	0,88	Ton/m³

Dato	Valor	Unidad
Df	1,50	m
B'	0,50	m
L'	0,54	m

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Factor	Terzagui	Meyerhof	Vesic
Nc	18,272	18,272	18,272
Nq	12,370	8,825	8,825
Ng	9,893	4,976	8,414

FACTORES DE CORRECCIÓN

Por forma (DeBeer, 1970)		Por profundidad de cimentación (Hansen, 1970)		Por inclinación de la carga (Meyerhof, 1963)	
Fcs	1,447	Fcd	1,500	Fci	1,000
Fqs	1,397	Fqd	1,764	Fqi	1,000
Fgs	0,630	Fgd	1,000	Fgi	1,000

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	41,002	14,987	Ton/m²
Meyerhof	29,383	9,794	Ton/m²
Vesic	29,860	9,953	Ton/m²