

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE CIVIL

DISERTACION DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

DETERMINACIÓN DE ÁNGULO DE FRICCIÓN Y COHESIÓN DEL SUELO
MEDIANTE CORRELACIONES OBTENIDAS EN LOS ENSAYOS DE
PLASTICIDAD, MÓDULO DE ELASTICIDAD Y NSPT DE SUELOS DE TRES
SECTORES DE LA CIUDAD DE QUITO.

AUTOR:

ANDY DAVID FLOR ARROYO

DIRECTOR: ING. JUAN CARLOS MONTERO

QUITO, 2016

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser pilar fundamental en mi vida.

A mis padres por ese apoyo y amor incondicional para poder culminar mi carrera
universitaria.

Al ingeniero Juan Carlos Montero por su ayuda, su amistad y por compartir sus
conocimientos.

Al Laboratorio de Materiales de construcción por su colaboración en este estudio

DEDICATORIA

A mis padres por ser mi ejemplo de perseverancia por ser mi guía, mi modelo a seguir,
para ellos que con amor me han enseñado valores y que sin su apoyo no sería lo que
soy.

A mi hermano por la amistad y por todo ese apoyo brindado.

A mi sobrino Agustín por ser esa alegría y ese motorcito en nuestras vidas.

A ellos con cariño dedico este trabajo.

INDICE

1	Introducción	1
1.1	Geología de la ciudad de Quito	1
1.2	Ubicaciones del proyecto	8
2	Marco teórico	17
2.1	Sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS).....	17
2.2	Límites de Atterberg (ASTM D2487).....	25
2.2.1	Límite líquido (ASTM D2487).....	26
2.2.2	Límite Plástico (ASTM D247)	27
2.3	Fricción interna de los suelos	28
2.4	Módulo de Young.....	31
3	Trabajos de campo	33
3.1	Extracción de muestras inalteradas	33
3.2	Ensayo S.P.T (ASTM D 1586).....	37
4	Trabajos de laboratorio	41
4.1	Clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).....	41
4.1.1	Contenido de humedad (ASTM C566)	44
4.1.2	Granulometría (ASTM D422)	47
4.1.3	Límite Líquido (ASTM D4318 -84)	50
4.1.4	Límite Plástico (ASTM D4318-84)	52

4.2	Ensayo Triaxial (ASTM D2850-82)	54
4.2.1	Ensayo Triaxial, No Consolidado – No Drenado (UU) (ASTM D 2850-95)	56
4.3	Ensayo de Compresión Simple (ASTM D2166-66)	58
5	Interpretación de resultados	62
5.1	Análisis de Correlaciones	72
6	Conclusiones y recomendaciones	92
6.1.1	Conclusiones	92
6.1.2	Recomendaciones	94
	BIBLIOGRAFIA	95
	ANEXOS	99

INDICE DE GRAFICAS

Gráfico 1: Perforación 1	8
Gráfico 2: Perforación 2	9
Gráfico 3: Perforación 3	10
Gráfico 4: Perforación 4	11
Gráfico 5: Perforación 5	12
Gráfico 6: Perforación 6	13
Gráfico 7: Perforación 7	14
Gráfico 8: Perforación 8	15
Gráfico 9: Perforación 9	16
Gráfico 10: Carta de Clasificación de Suelos SUCS Fuente: Normas ASTM D 2487.....	22
Gráfico 11: Diagrama de flujo para clasificación de partículas finas Fuente: Normas ASTM D2487.....	23
Gráfico 12: Diagrama de flujo para partículas finas orgánicas Fuente: Normas ASTM D 2487	24
Gráfico 13: Carta de plasticidad SUCS (González, 2012) Fuente: Normas ASTM D2487	27
Gráfico 14: Gráficos Esfuerzo- Deformación de Suelos Fuente: Universidad Nacional de Tucuman, mecánica de suelos , año 2005	29
Gráfico 15: Ángulos de Fricción de suelos Fuente: Universidad Nacional de Tucumán, mecánica de suele suelos, año 2005	31
Gráfico 16: Módulo de Young en suelos Fuente: La Guía física, Mónica González, 2012.....	32
Gráfico 17: Elasticidad en arenas Fuente: La Guía Física, Mónica González, 2012	32
Gráfico 18: Foto Máquina Aker	36
Gráfico 19: Proceso de roto-percusión de máquina Aker -ace	38

Gráfico 20: Foto de perforación, NSPT	40
Gráfico 21: Carta de plasticidad	Fuente: normas ASTM D 2487
	43
Gráfico 22: Tabla de pesos mínimos para analizar	
Fuente: Normas ASTM C566	45
Gráfico 23: Foto de balanza y material para medición de contenido de humedad.....	47
Gráfico 24: Foto de tamices utilizados para granulometría.....	50
Gráfico 25: Preparación de muestras para obtención de límites.....	52
Gráfico 26: Moldeamiento de muestras.....	57
Gráfico 27: Ensayo triaxial en proceso	
Fuente: Google images, jnramirez	58
Gráfico 28: Esquema de compresión simple	
Fuente: Juárez Badillo, Mecánica de suelos, tomo 1.....	61
Gráfico 29: Compresión simple en proceso.....	61
Gráfico 30: Tabla de datos zona norte comprende pozos 1-2-3.....	62
Gráfico 31: Tabla de datos de la zona centro comprende pozos 4-5-6.....	63
Gráfico 32: Tabla de datos de la zona sur, comprende pozos 7-8-9.....	64
Gráfico 33: Tabla de cohesiones y ángulos de fricción, datos de laboratorio	67
Gráfico 34: CARTA DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS ANALIZADOS EN LA TESIS	67
Gráfico 35: Ángulo de fricción (laboratorio) vs límite líquido.....	67
Gráfico 36: ángulo de fricción (laboratorio) vs límite plástico.....	68
Gráfico 37: Ángulo de fricción vs Índice de plasticidad	68
Gráfico 38: Cohesión vs límite líquido.....	69
Gráfico 39: Cohesión vs límite plástico.....	69
Gráfico 40: Cohesión vs Índice de plasticidad	70
Gráfico 41: NSPT VS Ángulo de fricción de laboratorio.....	71
Gráfico 42: NSPT VS Cohesión.....	71
Gráfico 43: $N_{1(60)}$ VS ÁNGULO DE FRICCIÓN	72
Gráfico 44: $N_{1(60)}$ VS Cohesión.....	72
Gráfico 45: Tabla de recolección de datos hallando ángulos de fricción mediante correlaciones	74

Gráfico 46: ángulo de fricción vs Formula de Peck Hanson 1	75
Gráfico 47: Ángulo de fricción vs Japan Railway.....	75
Gráfico 48: Ángulo de fricción vs Peck.....	76
Gráfico 49: Ángulo de fricción vs Youki	76
Gráfico 50: Ángulo de fricción vs DUMHAM.....	77
Gráfico 51: Ángulo de fricción VS Dumham 2.....	77
Gráfico 52: Ángulo de fricción vs Peck Hanson 2	78
Gráfico 53: Tabla de recolección de ángulos de fricción de suelos cohesivos - friccionantes mediante correlaciones	80
Gráfico 54: Ángulo de fricción VS Shioi/ Fukui	81
Gráfico 55: Ángulo de fricción vs Hatakana.....	81
Gráfico 56: Ángulo de fricción vs Stroud.....	82
Gráfico 57: Ángulo de fricción vs Maromachi.....	82
Gráfico 58: Ángulo de fricción vs Schmertman	83
Gráfico 59: Ángulo de fricción VS MEYERHOFF.....	83
Gráfico 60: Tabla de recolección de datos de cohesiones de suelos cohesivos - friccionantes mediante correlaciones	84
Gráfico 61: Cohesión vs Varios Autores	85
Gráfico 62: Cohesión vs Stroud	85
Gráfico 63: Cohesión vs Terzaghi/ Peck.....	86
Gráfico 64: Cohesión vs Bowless	86
Gráfico 65: Cohesión vs Meyerhoff	87
Gráfico 66: Análisis de regresiones de resultados de laboratorio.....	87
Gráfico 67: Análisis de regresiones de fórmulas de suelos friccionantes y resultados de laboratorio	88
Gráfico 68: Análisis de regresiones de ángulos de fricción de laboratorio vs varios autores.....	88
Gráfico 69: Análisis de regresiones de cohesión obtenida en laboratorio vs varios autores	88
Gráfico 70: Planos Geológicos geo- referenciados con las ubicaciones de los pozos en Quito	89
Gráfico 71: Planos Geológicos geo- referenciado con clasificación SUCS y ángulo de fricción de suelos friccionantes.....	90

Gráfico 72: Plano Geológico geo- referenciado de suelos cohesivos friccionantes91

CAPITULO 1

1 Introducción

1.1 Geología de la ciudad de Quito

El Ecuador se divide en tres grandes regiones geográficas, la Costa, la Cuenca Oriente y el Valle Interandino donde se encuentra la zona en estudio.

El Valle Interandino se formó por la convergencia de la placa de Nazca y la placa Sudamericana a partir del Oligoceno provocando deformación y levantamiento del vulcanismo en el margen continental. Esta dinámica ha generado en Ecuador dos cadenas montañosas denominadas Cordillera Occidental y Cordillera Real, situadas al oeste y al este del Valle Interandino respectivamente. Por tanto el Valle interandino se sitúa en el medio de las dos cadenas montañosas, siendo una depresión tectónica-geomorfológica de dirección N-S a NNE-SSW de 25 km de ancho y 300 km de largo que está comprendida entre las poblaciones de Alausí y el Chota.

La Cordillera Occidental está formada por rocas de origen oceánico comprimidas al continente durante el periodo Cretácico Tardío-Eoceno. Estas se dividen en las formaciones Pallatanga y Macuchi, las cuales están cubiertas por depósitos volcánicos y volcanoclásticos, la formación Macuchi está constituida por una secuencia Volcanosedimentaria que incluye: lavas, hialoclastitas, turbiditas, areniscas y brechas volcánicas de composición Basáltica a Andesítica, la formación Pallatanga está constituido por turbiditas y bloques fallados de rocas basaltos y sedimentos marinos profundos.

La Cordillera Real está constituida por un conjunto de cinturones alargados de rumbo NNE formados por rocas metamórficas de edad Paleozoica-Mesozoica intruidas por granitoides cubierto por depósitos volcánicos, estos materiales están separados por sistemas de fallas regionales: Falla Peltetec, Frente Baños, Falla LLanganaters y Falla Cosanga-Mendez.

El Valle Interandino sensu-estricto es una depresión topográfica de dirección N-S a NNE-SSW limitada por fallas asociadas a la génesis de las cordilleras Real y Occidental, los materiales que llenan el Valle Interandino son depósitos volcánicos y volcanosedimentarios de edad Plio-Cuaternaria ¹

La mayor parte de la ciudad de Quito Capital de la república se encuentra en la Cordillera occidental, la altitud varía entre 2.000 y 4.794 metros sobre el nivel del mar, esta altura pertenece al cerro Guagua Pichincha, los drenajes se dirige al Norte los cuales pertenecen a la Cuenca Hidrológica Quito para luego terminar en el Océano Pacifico

Las rocas que pertenecen a este sector datan de eras cretáceas y cuaternarias, las cretáceas son lavas y sedimentos volcánicos, las rocas cuaternarias son lavas y piroclásticos, depósitos de Cangagua que cubren la parte oriental.

En esta investigación se detallará las formaciones geológicas de los sitios en los cuales se realizaron las perforaciones para la toma de muestras.

¹ (METRO Madrid, 2010)

Sector Norte

Formaciones Cangagua: Esta formación es un depósito constituido principalmente por ceniza y toba color café amarillento con capas y lentes de arena medio grueso de color gris y estratos de lapilli pumítico formado por varios volcanes.

Las “bolas de cangagua” son evidencias fósiles de lo que se cree fue un ecosistema de escarabajos, estas bolas tienen varios tamaños y van desde los 2 hasta los 8cm. Existen dos fases de deposición de Cangagua: la primera es una capa extensa con trozos de madera y sedimentos de ríos por ejemplo, en el Río Chiche esta cangagua es de la edad Pleistocena, la segunda está compuesta de una toba con presencia de dunas eólicas y su espesor es de alrededor de los 30 m.

Depósitos Aluviales: están relacionados con los regímenes antiguos y actuales de los cauces de los ríos y por el efecto del levantamiento tectónico ocurrido, de tal forma que muchos canales quedaron suspendidos y aislados mayormente por material acarreado por los mismos ríos.

Depósitos Coluviales: Son acumulaciones de arena y pómez cuyos materiales corresponden a formaciones que han sido dislocadas, removidas o arrancadas y transportados por efectos de la gravedad y la erosión.

Depósitos Lacustres: se formaron por depresiones relacionadas con derrumbes entre pendientes y están constituidas por arenas, arenas tobáceas, conglomerados y limos.

Formaciones volcánicas de Pichincha: están constituidos por lavas tobas y aglomerados, corresponden a la desintegración de roca Andesita.

Deposito lagunar de ceniza: es un extenso depósito de ceniza volcánica, un caso particular es el terreno que rodea al antiguo Aeropuerto de Quito ahora sector del Parque Bicentenario que se prolonga hacia el sur, está compuesto de arenas gruesas, limos, arenas arcillosas y arcillas orgánicas estratificadas.

Formación volcánica Calacalí: esta formación toma el nombre por el volcán ubicado en la zona de Calacalí y consiste en lava Andesítica gris clara con fenocristales y feldespatos.

Existen aglomerados andesíticos interestratificados con lavas, se ha encontrado 20 metros de aglomerado estratificado de grano medio a grueso, más 15 metros de lava Andesítica con bloques de 4 metros de diámetro con bloques de pómez y arenisca de 1 a 2 metros bien estratificados, sobre esta secuencia se encuentra hasta 10 metros de cangagua.

Estos depósitos en total pueden llegar a superar los 1000 metros de profundidad.

Formación volcánicas Atacazo: similar a la litología del tipo volcánico del Pichincha está constituido por lavas Andesíticas Porfíricas de color gris oscuro. Los fenocristales son de plagioclasa y piroxeno, esta es capa distinguible como un material piroclástico constituido de aglomerado volcánico con un cemento no consolidado y clastos angulosos.

Formación sedimentos del Machángara: es una secuencia de lavas aglomeradas, tobas y sedimentos, una lava extensa tipo Andesita piroxénica porfírica masiva o laminada de color gris oscuro, esta capa tiene un espesor de 300 metros.

Centro de la ciudad

Formación Machángara: Esta formación se ha depositado exclusivamente en la Cuenca de Quito de edad Pleistoceno Medio y está constituida por dos miembros denominados Miembro Volcánicos Basales y Miembro Quito.

Miembros Volcánicos Basales: Está unidad de Basamento formada por avalanchas de escombros, flujos de lodo, lahares y lavas, de composición Andesítica intercalada con flujos piroclásticos, pómez y cenizas provenientes de los complejos volcánicos Ruco Pichincha y Atacazo-Ninahuilca. Son muy heterogéneos y de textura muy gruesa, se sitúan geográficamente en el centro norte de Quito.

Miembro Quito: Este miembro se encuentra en la zona norte de la cuenca de Quito incluye depósitos fluviales y flujos de lodo más homogéneos que los anteriores de menor tamaño de grano, se subdivide en las siguientes unidades:

a) **Unidad Volcanosedimentaria Guamaní:** Esta unidad está en discordancia erosiva sobre la unidad de Basamento, está formada por depósitos volcánicos primarios.

b) **Miembro aluvial:** Se encuentra formado por lahares, cenizas volcánicas primarias y niveles de suelos formados por los principales drenajes de la subcuenca centro-norte de Quito, la parte central de la subcuenca está relacionada con los depósitos palustres y lacustres así como con pequeños canales fluviales (El Ejido, La Carolina y La Jipijapa).²

² (METRO Madrid, 2010)

Sector sur

Unidad fluvio-lacustre El Pintado: Se trata de depósitos sedimentarios de tipo fluvial y lacustre, por correlaciones estratigráficas se ha determinado que se extienden desde el sector de Chillogallo y que a partir del sector de El Calzado se encuentran en mayor cantidad hacia el norte, esta es subcategoría de la división primaria Miembro Quito.³

Formaciones volcánicas Machangara: estos constituyen una secuencia estratificada de materiales piroclásticos con sedimentos, esta secuencia está representada desde su base hacia arriba: con lava porfirítica escorácea, arena gruesa café clara con cantos rodados, grandes bloques angulares en matriz de bloques más pequeños pasando por cantos rodados, Tobas aglomeráticas café amarillenta y finalmente conglomerado grueso de 0.5 metros cubiertos por una capa de cangagua.

El espesor de esta zona comprende desde los 120 hasta los 300 metros y no se han encontrado relación con otros sedimentos de formación volcánica tales como los de formaciones volcánicas de Guayllabamba.

Rellenos antrópicos (R): Se trata fundamentalmente de rellenos antrópicos heterogéneos de diversa índole y composición que se ha producido históricamente en las quebradas, este relleno de la red hidrográfica se realizó para ganar espacio y dar una continuidad urbana, lo que después ha derivado en una serie de hundimientos de las calzadas sobre las que se ubican con su problemática asociada.

³ (METRO Madrid, 2010)

Su composición es variada desde los propios materiales volcánicos que forman el sub- estrato de la ciudad con materia orgánica, materiales inertes procedentes de restos de obras, plásticos, etc. ⁴

Cenizas y oleadas piroclásticas: En el límite de la unidad volcanosedimentaria Guamaní se encuentra una serie de cenizas y oleadas piroclásticas estratificadas que se superponen de forma concordante con el flujo piroclástico, formado por cenizas, limos, arcillas con gravas y bloques. Estos materiales muestran alteración de feldespatos con arcilla, por lo que presentan tonos de color verde, amarillo y rosado. Esta formación es una subdivisión de la formación Guamaní la cual tiene depósitos volcánicos.⁵

⁴ (METRO Madrid, 2010)

⁵ (METRO Madrid, 2010)

1.2 Ubicaciones del proyecto

El proyecto fue realizado en la ciudad de Quito dividido en tres sectores sin especificación o distinción alguna, los sectores son al norte, centro y sur.

En cada sector se realizó tres perforaciones en las cuales se tomó muestras inalteradas para su análisis en el laboratorio.

Norte de la ciudad

- **Perforación 1**

Sector: La Luz- Barrio la Kennedy

Norte 9983954 **Este** 780241 **Altitud:** 2834 m.s.n.m

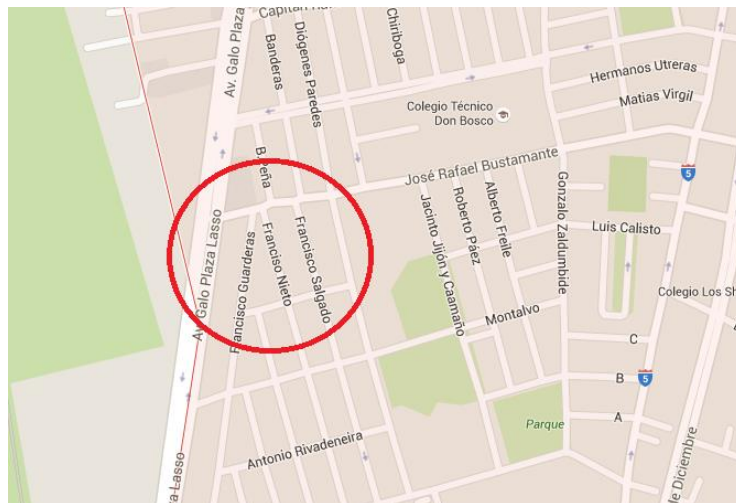


Gráfico 1: Perforación 1

Fuente: Google Maps

- **Perforación 3**

Sector: El Rosario (Cabecera norte del parque Bicentenario)

Norte 9985945 **Este** 779162 **Altitud:** 2826 m.s.n.m

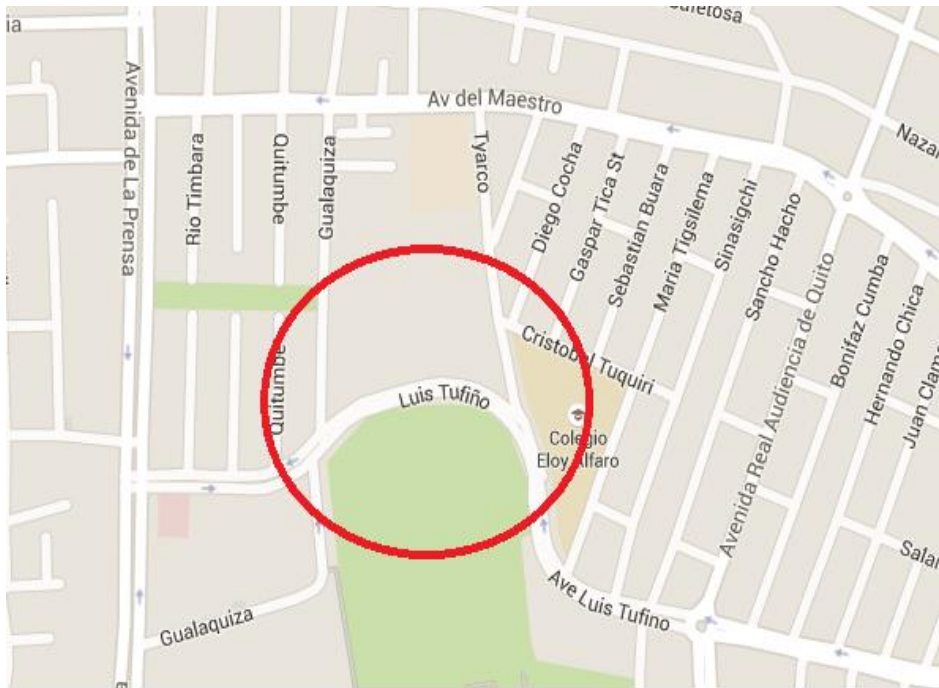


Gráfico 3: Perforación 3

Fuente: Google Maps

Centro de la ciudad

- **Perforación 4**

Sector: Miraflores (piscina de la Concentración Deportiva de Pichincha)

Norte 9977352 **Este** 777239 **Altitud:** 2884 m.s.n.m

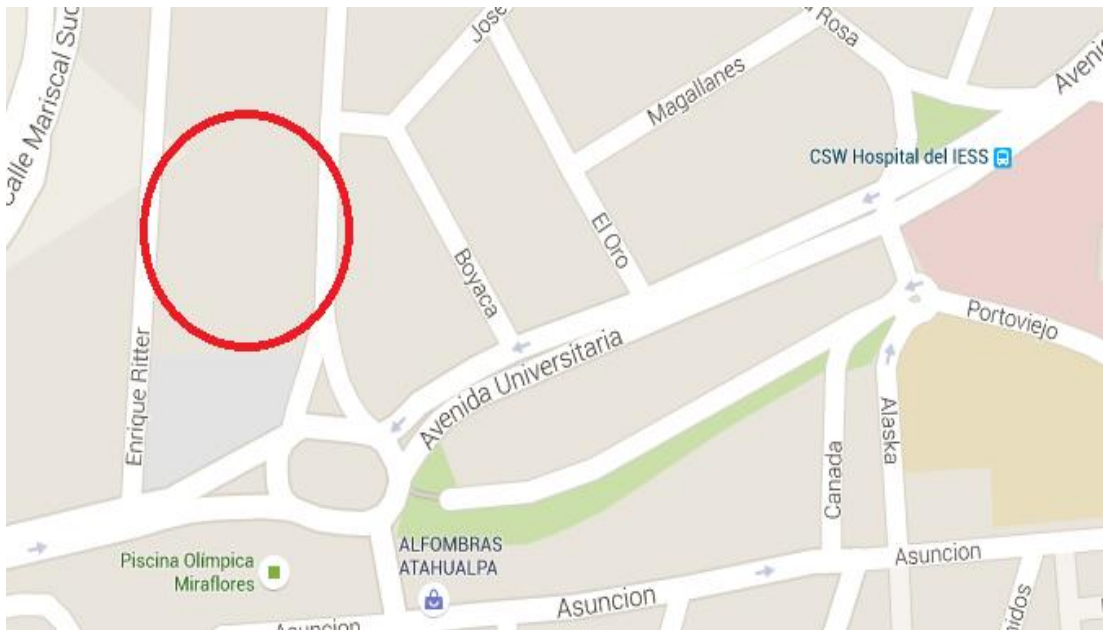


Gráfico 4: Perforación 4

Fuente: Google Maps

- **Perforación 5**

Sector: La Vicentina (Parque Central)

Norte 9976470 **Este** 779962 **Altitud:** 2822 m.s.n.m



Gráfico 5: Perforación 5

Fuente: Google Maps

- **Perforación 6**

Sector: La Vicentina (Velódromo de la Concentración Deportiva de Pichincha)

Norte 9976232 **Este** 779543 **Altitud:** 2818 m.s.n.m

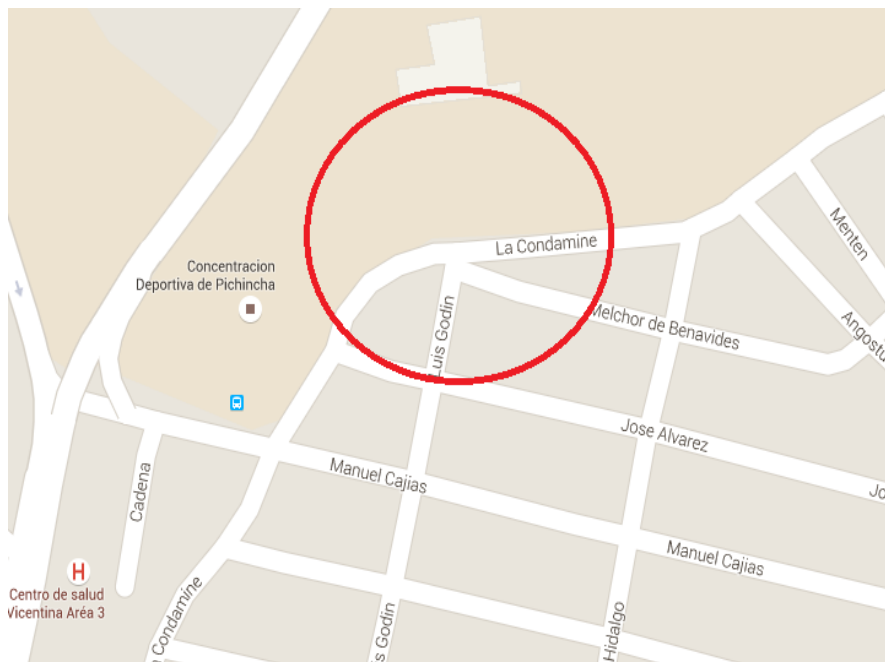


Gráfico 6: Perforación 6

Fuente: Google Maps

Sector Sur de la ciudad

- **Perforación 7**

Sector: Parque de los enamorados, Villaflores (Clínica Ecuasanitas)

Norte 9973020 **Este** 775319 **Altitud:** 2837 m.s.n.m



Gráfico 7: Perforación 7

Fuente: Google Maps

- **Perforación 8**

Sector: Parque de la avenida 1 De Mayo (cerca al Mercado Santa María, sector Chimbacalle)

Norte 9973007

Este 776480

Altitud: 2874 **m.s.n.m**

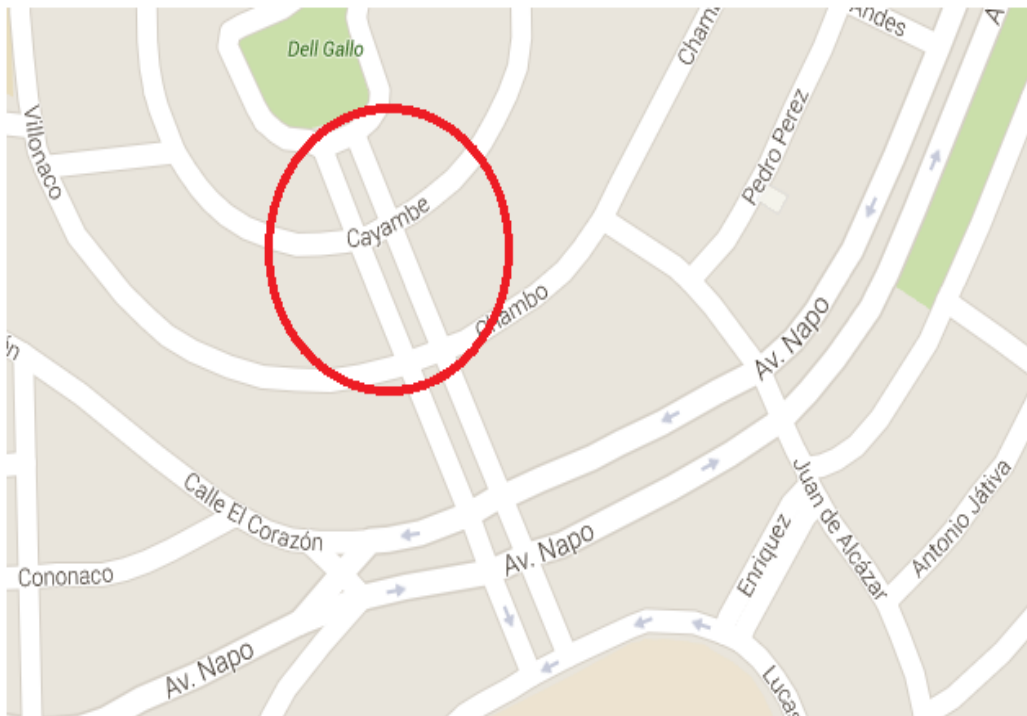


Gráfico 8: Perforación 8

Fuente Google Maps

- **Perforación 9**

Sector: Chimbacalle (Estadio de Chimbacalle)

Norte 9972787

Este 776561

Altitud: 2835 m.s.n.m

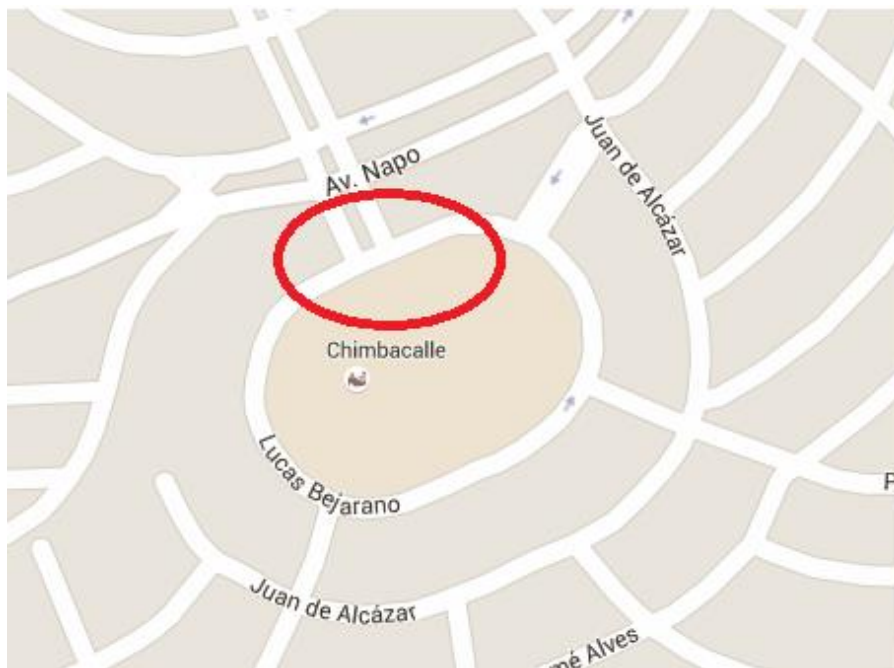


Gráfico 9: Perforación 9

Fuente: Google Maps

CAPITULO 2

2 Marco teórico

2.1 Sistema Unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Al existir una gran variedad de suelos en la naturaleza es necesario identificarlos y clasificarlos siguiendo procedimientos sistemáticos y científicos los cuales nos darán una clasificación completa de los mismos.

Es por eso que se utiliza sistemas de clasificación que toman en cuenta las propiedades que poseen los suelos, entre las propiedades fundamentales están las mecánicas y físicas las mismas que tienen aplicación en la ingeniería. Estos sistemas dan las propiedades cualitativas y cuantitativas del suelo que se está tratando o analizando para obtener normativas y aplicaciones que pueda tener dicho suelo.

El Sistema unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) está basado en el Sistema de Clasificación de Aeropuertos propuesto por el Sr. A. Casagrande en 1942 dividiendo los suelos en dos grandes fracciones: la gruesa que está compuesta por las partículas l que pasan la malla N°3 y las que se retienen en malla N° 200 (0.074mm), la otra fracción es la fina formada por aquellas partículas que pasan la malla N°200.

La fracción gruesa se subdivide en gravas y arenas teniendo como tope a la malla N° 4 (4.76mm). La fracción fina subdividida en grupos toma en cuenta sus características de plasticidad las cuales son definidas por sus propiedades mecánicas

e hidráulicas, estas propiedades son las más útiles y necesarias para la ingeniería civil ya que con estas se obtiene características importantes las cuales son: esfuerzo-deformación, resistencia, compresibilidad, permeabilidad, variación volumétrica, etc.

El SUSCS cubre los suelos gruesos y finos diferenciando ambos por el tamizado a través de la malla N° 200, las partículas que son mayores a dicha malla son las gruesas y las menores son las finas. Un suelo es considerado grueso si más del 50% de sus partículas son gruesas y de la misma forma un suelo es considerado fino cuando más de la mitad de sus partículas en peso son finas⁶.

Para los suelos gruesos cada grupo que conforma esta categoría está simbolizado por dos letras mayúsculas, las cuales son las iniciales de sus nombres en inglés, es decir para las gravas G (gravel) y para las arenas S (sand).

Las gravas y arenas se separan con la malla N°4, de esta manera las partículas que retiene el tamiz o malla N° 4 son gravas G y las que pasan la malla 4 y retiene el tamiz N° 200 son arenas S.

Las gravas G y las arenas S se subdividen en cuatro grupos los cuales son:

1. Material prácticamente limpio de finos bien graduado W (well graded).

Combinado los símbolos resulta GW y SW.

La presencia de los finos se dan por la resistencia de la fracción gruesa que no interfieran en el drenaje, el peso de estos finos no debe exceder más del 5% de su peso.

⁶ (Eulalio Juárez Badillo, 1976)

2. Material prácticamente limpio mal graduado P (poorly graded). Combinando los símbolos resulta GP y SP.

Estos materiales son de apariencia uniforme presentan un tamaño de predominio, el porcentaje de partículas finas no presenta un porcentaje determinado, ejemplo de estos materiales son los lechos de río arenas de playa y mezclas de gravas.

3. Material que contiene una cantidad apreciable de finos no plásticos M (del sueco mo y mjala). Combinado los símbolos se obtiene GM y SM.⁷

En esta categoría el porcentaje de finos que contiene no afecta características mecánicas como resistencia y esfuerzo – deformación, el porcentaje de estos fino es mayor al 12% del peso del suelo analizado, estos suelos poseen plasticidad nula y media.

4. Material con cantidad apreciable de finos plásticos Arcillas C (clay). Combinando los símbolos resulta CG y SG.

El contenido de finos es mayor al 12% en peso como en la categoría anterior, la diferencia es que los finos que tiene este material son de media y alta plasticidad.

Los suelos finos también tienen clasificación:

1. Limos inorgánicos M (del sueco mo y mjala).
2. Arcillas inorgánicas C (clay).
3. Limos y arcillas orgánicas O (organic).⁸

⁷ (Eulalio Juarez Badillo, 1976)

⁸ (Eulalio Juarez Badillo, 1976)

De igual manera los suelos finos se subdividen dependiendo del límite líquido que el suelo posea, si este límite es menor al 50% son suelos de compresibilidad baja o media, llevan de símbolo la letra L (low compresibility) que es baja compresibilidad ⁹, si el límite es mayor al 50% son suelos de alta compresibilidad, su símbolo es la letra H (high compresibility), es así que para los ambos casos se obtienen las combinaciones L (low compresibility): ML, CL y OL, y para H (high compresibility): MH, CH y OH.

Criterios para clasificación de suelos según la norma ASTM D2487 (Imagen 10):

1. Basado en material que pasa el tamiz de 3 pulgadas.
2. Si la mezcla contenía guijarros, cantos rodados o los dos agregue el nombre de “con guijarros, cantos rodados o ambos”.
3. $CU = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ $CC = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$.
4. Si el suelo contiene $\geq 15\%$ de arena, agregue el nombre “con arena” al grupo.
5. Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM grava bien distribuida con limo. GW-GC grava bien distribuida con arcilla GP-GM grava pobremente distribuida con limo GP-GC grava pobremente distribuida con arcilla
6. Si los finos se clasifican como CL-ML, use el símbolo GCGM o SC-SM.
7. Si los finos son orgánicos agregue “con los finos orgánicos” al nombre de grupo.
8. Si el suelo contiene $\geq 15\%$ de grava, agregue “con grava” al nombre de grupo.

⁹ (Eulalio Juarez Badillo, 1976)

9. Arenas con 5 a 12 % de finos requieren dobles símbolo: SW-SM arena bien distribuida con limo, SW-SC arena bien distribuida con arcilla, SP-SM arena pobremente distribuida con limo y SP-SC arena pobremente distribuida con arcilla
10. Si el gráfico de Atterberg limita al gráfico en el área marcada el suelo es CL-ML que corresponde a una Arcilla limosa.
11. Si el suelo contiene de 15 a 29% el mismo que se retiene en el tamiz N° 200 agregue “con arena” o “con grava” cualquiera a la que predomine.
12. Si el suelo contiene $\geq 30\%$ predominantemente arena la mismo que se retiene en el tamiz N° 200, agregue “arena” al nombre de grupo M. Si el suelo contiene $\geq 30\%$ retenido en N° 200, predominante grava, agregue “gravoso” al nombre de grupo.
13. $PI \geq 4$ gráfico en o sobre la línea “A”
14. $PI \leq 4$ en el gráfico bajo la línea “A”
15. PI en el gráfico en o sobre línea “A”
16. PI en el gráfico debajo de línea “A”.

Criterios para asignar nombres de grupos y símbolos utilizando ensayos de laboratorio. ^A				Clasificación de suelos	
				Símbolo de Grupo	Nombre del Grupo ^B
Suelos de grano grueso Mas del 50% retenido en el tamiz N° 200	gravas	Gravas limpias	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3^c$	GW	Grava bien graduada
	Mas del 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz N° 4	Menos del 5% de finos ^E	$Cu < 4$ y/o $1 > Cc > 3^c$	GP	Grava pobremente graduada
		Gravas con finos	Finos clasificados como ML o MH	GM	Gravas limosas ^{D,F,G}
		Mas del 12% de finos ^E	Finos clasificados como CL o CH	I>GC	arcillosas ^{D,F,G}
	Arenas	Arenas limpias	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3^c$	SW	Arena bien graduada ^H
	50% o mas de gruesos	Menos del 5% de finos	$Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3^c$	SP	Arena pobremente graduada ^H
	Fración que pasa el N° 4	Arenas con finos	Finos clasificados como ML o MH	SM	Arena limosa ^{F,G,H}
		Mas del 12% de finos	Finos clasificados como CL o CH	SC	Arena arcillosa ^{F,G,H}
Suelos de grano fino 50% o mas pasa el tamiz N°	Limos y arcillas	inorganico	$PI > 7$ y se encuentra sobre la línea "A" ^J	CL	Arcilla Magra ^{K,L,M}
	Límite líquido menos de 50		$PI > 4$ y se encuentra bajo la línea "A" ^J	ML	Limo ^{K,L,M}
		Orgánico	Límite líquido secado al horno < 0.75	OL	Arcilla orgánica ^{K,L,M,N}
			Límite líquido - no seco	OL	Limo orgánico ^{K,L,M,O}
	Limos y arcillas	Inorgánico	PI se encuentra sobre la línea "A" ^J	CH	Arcilla altamente orgánica ^{K,L,M}
	Límite líquido 50 o mas		PI se encuentra bajo la línea "A" ^J	MH	Limo Elastico ^{K,L,M}
		Orgánico	Límite líquido secado al horno < 0.75	OH	Arcilla orgánica ^{K,L,M,P}
			Límite líquido - no seco		Limo orgánico ^{K,L,M,Q}
Suelos altamente orgánicos	Principalmente materia orgánica, color oscuro, con olor orgánico			PT	Turba.

Gráfico 10: Carta de Clasificación de Suelos SUCS

Fuente: Normas ASTM D 2487

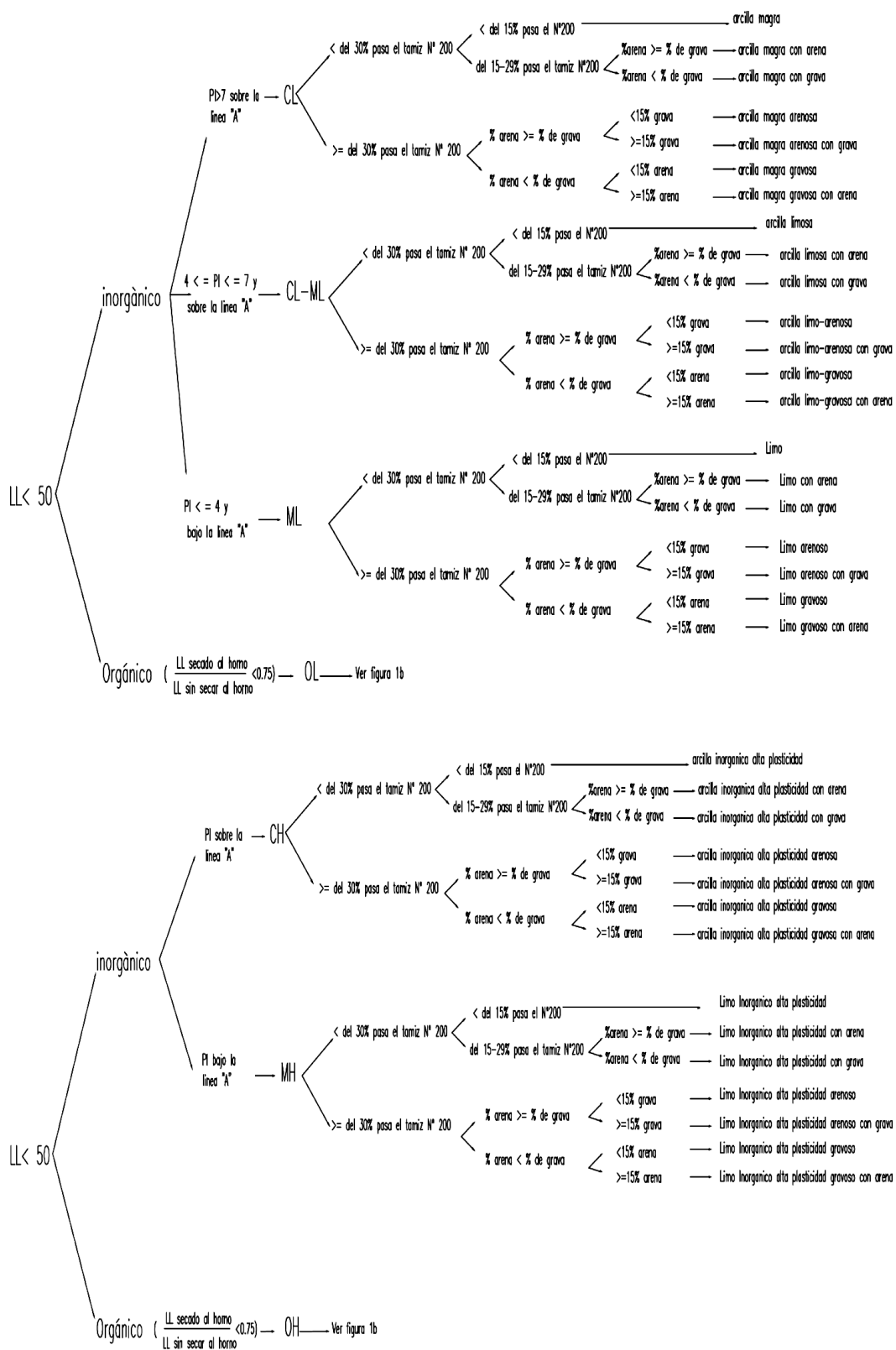


Gráfico 11: Diagrama de flujo para clasificación de partículas finas ASTM D2487

Fuente: Normas

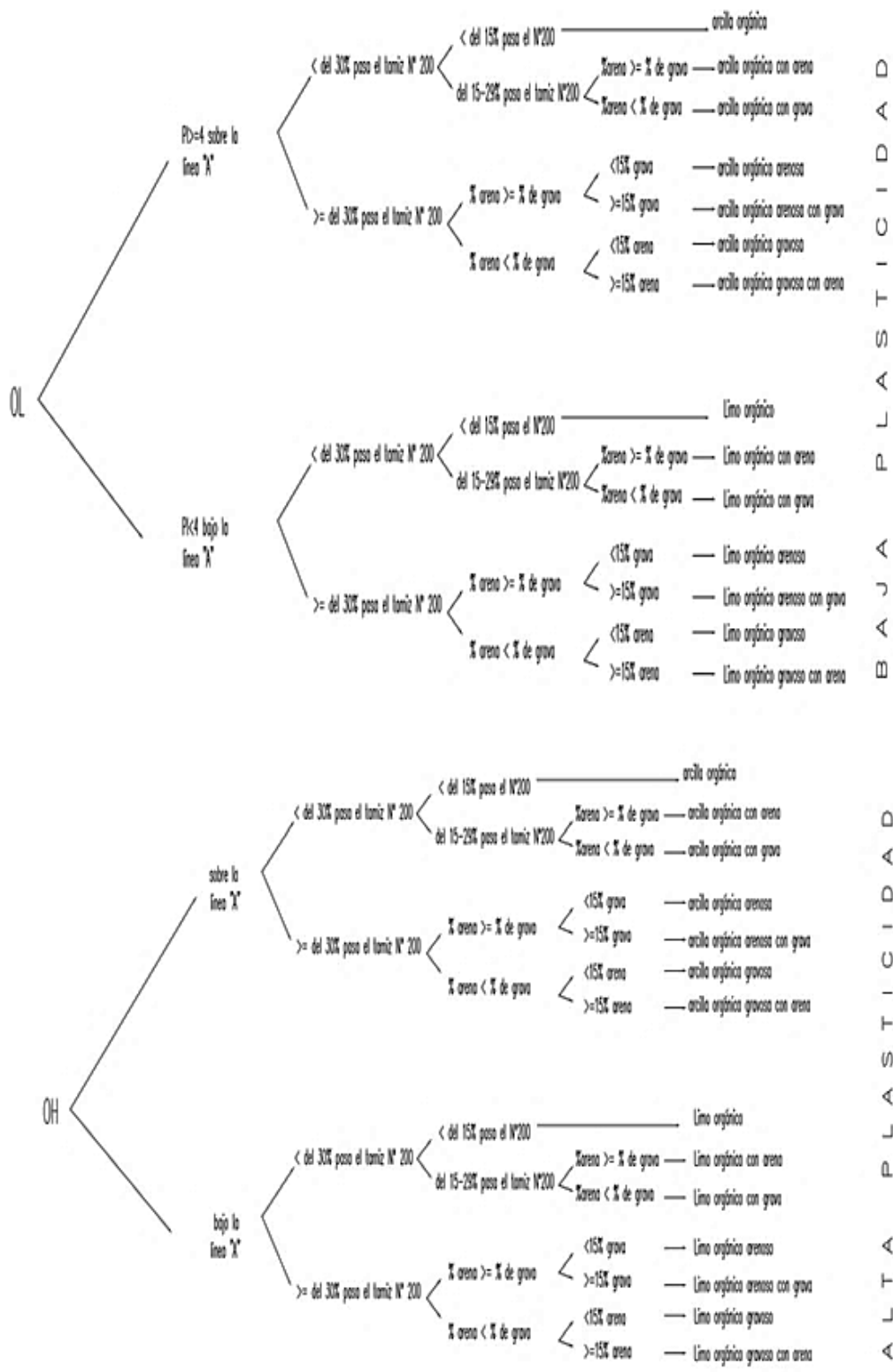


Gráfico 12: Diagrama de flujo para partículas finas orgánicas
 Fuente: Normas ASTM D 2487

2.2 Límites de Atterberg (ASTM D2487)

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad así, un suelo se encuentra en estado sólido cuando está seco, al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg¹⁰.

Atterberg definió técnicas de laboratorio en los cuales consiste colocar un suelo remoldeado añadiendo una cantidad de agua en orden decreciente así hallando los estados mencionados anteriormente.

Además se encontró que la diferencia entre los valores de límites de plasticidad llamada índice plástico se relaciona con la cantidad de arena añadida y el límite líquido de un suelo, siendo así esta diferencia más sencilla que añadir arena como segundo parámetro de plasticidad.

¹⁰ (WIKIPEDIA, 2015)

2.2.1 Limite líquido (ASTM D2487)

Determinar los límites de plasticidad en un suelo es determinante en la ingeniería y pruebas de rutina en los laboratorios de suelos. El método para determinar el límite líquido es la técnica basada en el uso de la Copa de Casagrande la cual es un recipiente de bronce o latón y un Tacón fabricado del mismo material, estos dos el Tacón y la Copa giran alrededor de un eje golpeándose contra una base, la altura de golpe es de 1 centímetro medida desde la base hasta el punto donde la Copa toca dicha base. Se coloca una muestra de suelo en la copa donde después se realiza una ranura en la mitad de la muestra con un ranudador laminar, esta ranura tiene que ser realizada al primer intento, es decir con una sola pasada.

La muestra que se pondrá en la Copa se evaluará con 3 contenidos de agua diferentes, estos corresponden a los golpes que dará la Copa contra la base hasta que la muestra separada con el ranurador se vuelva a juntar. Los golpes se encuentran en el rango de 6 a 35 golpes definiendo el instante en el cual la ranura se cierra, es así que si la muestra cierra en menos de 6 golpes hay un exceso de agua y cuando cierra en más de 35 golpes la muestra tiene falta de agua o existió evaporación.

Las partes de las ranuras que se han unido por producto de los golpes se toman y se llevan al horno para poder obtener el contenido de agua del suelo y así obtener el límite líquido.

La medida de los golpes supone una medida de resistencia al corte, el número de golpes y contenido de humedad dan una gráfica llamada curva de fluidez la cual nos permite obtener el límite líquido del suelo.

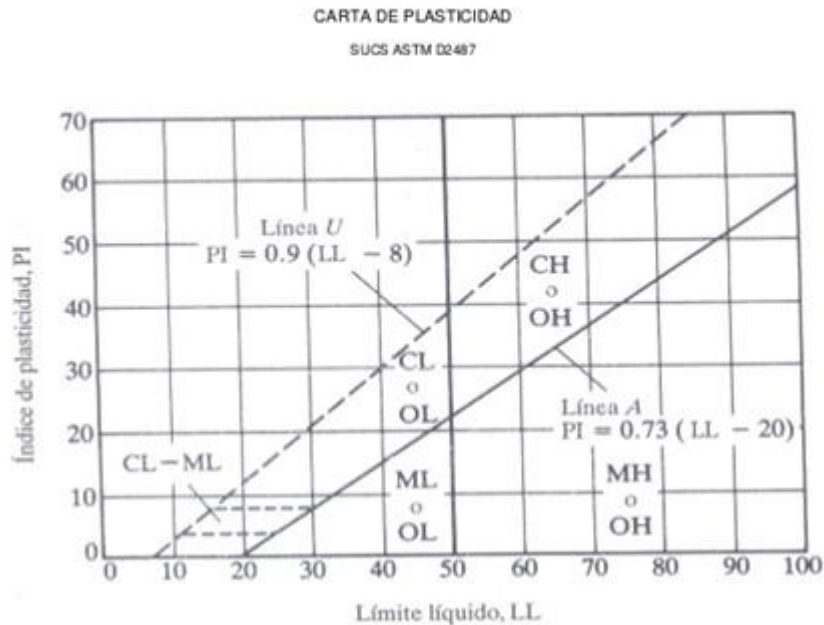


Gráfico 13: Carta de plasticidad SUCS
(González, 2012) Fuente: Normas ASTM D2487

2.2.2 Límite Plástico (ASTM D247)

Para la determinación del límite plástico se utiliza el mismo método establecido por Atterberg, con la diferencia añadida por Terzaghi la cual forma un cilindro del suelo analizado con diámetro de 3mm. Los rollos de este material deben ser realizados en una superficie totalmente seca, esta puede ser una hoja de papel o una placa de vidrio, estos materiales aceleran la pérdida de agua. Estas muestras deben formarse hasta que presenten grietas en ese momento se determina el contenido de agua

dándonos así su límite plástico. Los rollitos con grietas formados se ponen al horno por 24 horas para obtener su contenido de agua.

2.3 Fricción interna de los suelos

Los suelos fallan o se cortan cuando exceden su resistencia al corte, es decir cuando alcanzan una tensión equivalente a la tensión de falla.

MOHR-COULOMB: es una teoría que combina dos criterios

- COULOMB: la ecuación de Coulomb es una recta cuya ordenada al origen es la cohesión del suelo.

$$\tau = c + \sigma \cdot \text{tg } \phi$$

C: cohesión, ϕ : ángulo de fricción interna

MOHR: a través del análisis de sus círculos se establece un nuevo criterio de falla en el cual la falla es función de la tensión de corte.

$$\tau = f \sigma$$

TERZAGHI – KARL: modifíco la ecuación de Mohr-Coulomb debido a que el agua no aporta resistencia al corte.

$$\tau = c' + \sigma' \cdot \text{tg } \phi$$

$$\sigma' = \sigma - \mu$$

Donde $\sigma' = \sigma - \mu$ = Tensión efectiva

Tensión total μ = Presión neutra c' = Cohesión suelo drenado¹¹

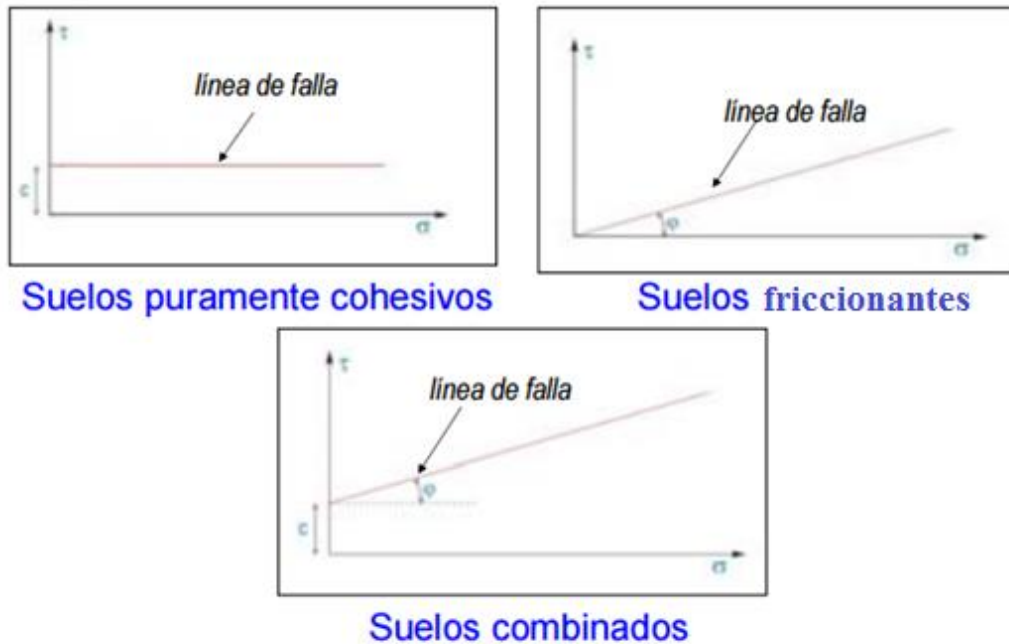


Gráfico 14: Gráficos Esfuerzo- Deformación de Suelos
Fuente: Universidad Nacional de Tucuman, mecánica de suelos , año 2005

COHESION: Es el valor de la resistencia al corte de los suelos cuando la tensión normal es nula, son fuerzas que mantienen unidas las partículas aun cuando las tensiones normales desaparecen, está relacionado con la afinidad electroquímica entre el suelo y el agua.

Factores que influyen en la cohesión: Tamaño de la partícula, Composición mineralógica, humedad y grado de consolidación¹²

Por definición es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad, como los suelos granulares tienen superficies de contacto mayores entre sus partículas, especialmente

¹¹ (Universidad Nacional de Tucuman, 2005)

¹² (Universidad Nacional de Tucuman, 2005)

si son angulares presentaran fricciones internas altas. En cambio los suelos finos las tendrán bajas.

La fricción interna de un suelo está definida por el ángulo cuya tangente es la relación entre la fuerza que resiste el deslizamiento a lo largo de un plano y la fuerza normal "p" aplicada a dicho plano. Los valores de este ángulo llamada "ángulo de fricción interna" ϕ , varían de prácticamente 0° para arcillas plásticas cuya consistencia este próxima a su límite líquido hasta 45° o más para gravas y arenas secas, compactas y de partículas angulares, generalmente el ángulo ϕ para arenas es alrededor de 30° ¹³.

En ángulo de fricción de suelos cohesivos se pueden relacionar por el índice de plasticidad, de tal maneras que para suelos friccionantes o no cohesivos no tienen plasticidad. Como condiciones generales de la práctica la permeabilidad baja que poseen las arcillas retarda el drenaje del agua, por lo tanto, la fuerza con la que las partículas se rompen no llega con rapidez, esta presión se denomina presión de poros.

El ángulo de fricción interna depende de: La composición mineralógica, El tamaño de las partículas.

¹³ (Ingeniería, 2015)

Gravas	→	$\varphi > 40^\circ$
Arenas Gruesas	→	$35^\circ < \varphi < 40^\circ$
Arenas Medianas	→	$30^\circ < \varphi < 35^\circ$
Arenas finas	→	$26^\circ < \varphi < 30^\circ$
Limos	→	$20^\circ < \varphi < 28^\circ$
Arcillas	→	$\varphi < 18^\circ$

Gráfico 15: Ángulos de Fricción de suelos
Fuente: Universidad Nacional de Tucumán, mecánica de suelos, año 2005

2.4 Módulo de Young

Módulo de Young o de Elasticidad establece una relación entre materiales con comportamiento elásticos sometidos a una carga determinada, en relación esfuerzo - deformación el punto llamado Límite Plástico es cuando la carga aplicada al material llega al máximo.

Un material se considera elástico cuando después de aplicar la carga o la fuerza el material puede volver a sus condiciones originales, cuando la carga a la cual se somete un material excede el límite plástico el material se rompe, por lo tanto la resistencia que el material tiene antes de romperse se mide en MPa (Mega Pascales) y KPa (Kilo Pascales), cuando la resistencia de un material es menor el suelo es más plástico.

Suelo con partículas estrechamente empaquetadas tiende a tener un módulo más alto esto puede determinarse mirando la densidad o porosidad seca del suelo, sin embargo dos muestras de suelo pueden tener la misma densidad en seco pero diferentes

estructuras como suelta o densa y por lo tanto tienen diferentes módulos de elasticidad. El contenido de agua también afecta a los módulos, a bajos contenidos de agua se une las partículas, aumenta capacidad de carga del suelo y la succión entre las partículas da lugar a un alto módulo de suelo, esto es especialmente evidente cuando se considera la rigidez de arcilla seca, esto no es cierto para los suelos de grano grueso. Si el contenido de agua se eleva demasiado las partículas son empujadas y el módulo se reduce, si el suelo fue sometido a un estiramiento en el pasado tendrá un impacto en el módulo. Un suelo consolidado tendrá generalmente un módulo más alto que en el mismo suelo normalmente consolidado¹⁴.

Consistencia	Módulo de Elasticidad (MPa)
Muy Blanda	< 2,5
Blanda	2,5 a 5
Consistencia Media	5 a 10
Rígida	10 a 20
Muy Rígida	20 a 40
Dura	> 40

Gráfico 16: Módulo de Young en suelos
Fuente: La Guía física, Mónica González, 2012

15

Descripción de la Arena	Módulo de Elasticidad (MPa)	
	Fofa	Compacta
Arenas de granos frágiles, angulares	15	35
Arenas de granos duros, redondeados	55	100

Gráfico 17: Elasticidad en arenas
Fuente: La Guía Física, Mónica González, 2012

¹⁴ (español, 2015)

¹⁵ (González, 2012)

CAPITULO 3

3 Trabajos de campo

3.1 Extracción de muestras inalteradas

En ingeniería civil la exploración o trabajos en campo son una parte fundamental para cualquier proyecto que se vaya a realizar, ya sean que estos trabajos se realicen *in situ* (en el mismo lugar) o se tomen muestras para ser llevadas a un laboratorio para análisis y obtención de resultados.

La extracción de muestras inalteradas es parte de exploración de campo en ingeniería, la cual nos permite obtener una cantidad de suelo determinada para ser analizada, el suelo extraído debe conservar las mismas condiciones en las cuales dicho suelo se encuentra como lugar origen.

Existen así dos métodos que se utilizan con mucha frecuencia en el medio para la extracción de suelo o muestras inalteradas garantizando que el suelo pueda llegar al lugar de análisis conservando las condiciones del sitio donde fue tomado.

El primer método se llama Calicatas, este método consiste en realizar una excavación y tomar una muestra de suelo que tenga una forma cubica, este tipo de procedimientos no tiene una gran profundidad debido a que se lo realiza con personas y es un trabajo muy pesado, se vuelve costoso realizarlo a profundidades mayores a 3 metros. Para este método de extracción se debe realizar una limpieza del terreno en la cual se asegure que material orgánico superficial sea pasto o césped y basura del lugar sea eliminado y no comprometa la muestra, posteriormente de la limpieza se realiza una excavación de alrededor 50 cm esto es para asegurarnos que

el suelo que vamos a extraer no sea relleno o contenga material que no sea parte del suelo originario del lugar, después de la limpieza se prepara el terreno para la extracción de un bloque del suelo, este bloque tiene que tener forma cubica y sus lados deben ser o tener una dimensión de 30 cm por lado como mínimo, para finalizar la muestra del bloque o cubo se lo envuelve en una tela especial parecida a una gaza, después de que la tela cubre la muestra se aplica una capa de parafina, la cual previamente fue derretida, esta parafina protege y mantiene la humedad natural que la muestra tiene después de haber sido extraída. Para la siguiente toma de muestra se realiza la misma preparación del terreno y se procura que las muestras tengan las especificaciones mínimas, de acuerdo a la práctica la obtención exacta de una forma cubica del suelo es muy complicada debido a la irregularidad del terreno, es por esto que se trata de buscar lo más cercano a un cubo y proteger bien la muestra para que no pierda sus condiciones iniciales.

El segundo método de extracción de muestras es el uso de tubos Shelby, estos son tubos huecos de acero inoxidable los cuales permiten que en su interior el suelo se mantengan sus condiciones lo más parecido posible al lugar de origen, el diámetro de este tubo varía de 7.62 cm (3"), 6.35cm (2.5") y 50.8cm (2") con longitudes de 81cm, 71cm y 61 cm. Estas longitudes son establecidas y aprobadas de acuerdo a normas para la extracción y análisis de suelos tales como las normas ASTM y AASSHTO. Para insertar estos tubos se debe utilizar una máquina a compresión que introduzca los tubos en el suelo y vaya almacenando la muestra dentro del tubo. La compresión que la maquina ejerce hace que el tubo vaya introduciéndose en el suelo, este proceso debe ser bajo presión constante mas no por percusión, es decir no con golpes ya que

el suelo que se introduce en el tubo cambia de características mecánicas y físicas que para su posterior extracción o recuperación para análisis dicho suelo presentaría fisuras y/u otros cambios los cuales hacen que la muestra sea poco aprovechable o analizable. Las perforaciones y extracciones del suelo con tubos Shelby a diferencia de las Calicatas se pueden realizar a mayores profundidades, todo depende si el suelo permite la penetración del tubo. La muestra que se guarda en el tubo debe tener entre 25cm y 45 cm, muestras que después de ser moldeadas permiten un análisis satisfactorio en el laboratorio y por ende una obtención correcta de resultados.

Para la presente disertación se realizó extracción de muestras con tubos Shelby y la máquina para la perforación fue la AKER- ACE propiedad del Laboratorio de Materiales de Construcción de la PUCE.

La sonda rotativa AKER- ACE es máquina, tiene un peso alrededor de 1.5 toneladas, es un instrumento que realiza perforaciones de forma percutoras, a rotación y a presión, dicha maquina funciona con un motor a combustible diesel. Los tubos Shelby cuentan con adaptadores para que la maquina pueda ser unida a los extensores de perforación.



Gráfico 18: Foto Máquina Aker

3.2 Ensayo S.P.T (ASTM D 1586)

El ensayo de penetración estándar (*standard penetration test*) con sus siglas en ingles S.P.T, es un método de exploración de campo muy utilizado en ingeniería ya que da los mejores resultados y proporciona información muy útil sobre el suelo que se está explorando, para suelos friccionantes nos permite conocer características como la compacidad y para suelos cohesivos plásticos nos da una idea muy general de la resistencia del mismo a la compresión simple. Este método consiste en introducir una cuchareta o muestreador en un estrato de suelo para tomar una muestra a condiciones originales y ser analizado en laboratorio. El muestreador estándar debe ser introducido en el suelo por medio de golpes que son propinados por un martinete que tiene un peso de 64 kilogramos el cual es elevado a una altura de aproximadamente 75cm y dejándolo caer, cuando el martinete cae sobre la cuchareta hay un golpe, por lo tanto se mide el número de golpes hasta que se puede penetrar 30cm (1 pie). Todo el conjunto que consta de la cuchareta, la tubería y el martinete es elevado por una cuerda unido a una polea que permite realizar las elevaciones del conjunto. El cabo o cuerda está unido a un motor el cual facilita el trabajo de elevación del martinete, la maquina utilizada fue AKER- ACE.



Gráfico 19: Proceso de roto-percusión de máquina Aker -ace

Para la recolección o toma de muestras se realiza una previa limpieza del pozo, se cambia el penetrometro por una cuchareta o tomador de muestras que de igual manera va a ser introducido por medio de golpes con la diferencia que se va a contar el número de golpes cada 15 cm en tres tramos es decir, golpes cada 15 centímetros una profundidad total de la muestra de 45 centímetros, de tal manera se tiene una muestra de suelo alterada que puede ser analizada en el laboratorio, esta muestra deber tener y conservar la cantidad de humedad con la que fue extraída del lugar de origen. Este proceso es recomendable realizarlo en suelos cohesivos ya que se puede hacer la toma de muestras de una manera segura para que los equipos no sufran daños y no existan complicaciones tales como roturas de tubería, perdidas en los pozos de cucharetas y penetrómetros o por último daños en la maquinaria si el equipo utilizado tiene un motor.

Realización y especificaciones de ensayo

- Se hace una limpieza o preparación del suelo para proceder a la percusión y conteo de número de golpes, El diámetro de perforación debe ser entre 60 y 150 mm y realizado con una barrena helicoidal.
- Después de realizar la limpieza se cambia la barrena por una broca de punta de acero a la cual se pondrá a una cuchareta que permite guardar la muestra inalterada.
- Después de ensamblar la cuchareta se levanta el martinete que tiene un peso total de 65 kg guiado por una barra rígida de acero.
- El martinete es elevado a una altura de 75 ± 5 cm, para que el martinete suba se emplea un cabo enroscado al motor el cual permite al operador levantar de manera ágil el martinete y así darle una caída uniforme del martinete.
- Previo a contar golpes se debe asegurar que el muestreador o cuchareta se haya introducido 15cm para tener así un valor inicial de conteo.
- Se realiza el conteo a una profundidad de penetración 30 cm para determinar la resistencia del suelo, también se realiza conteos cada 15 cm en 3 secciones dando así una profundidad total de 45 cm por estrato.
- Si la muestra excede el número de 50 golpes sin que haya penetrado completamente al muestreador se realizan anotaciones y observaciones
- Después de haber realizado la penetración se ejecuta un giro de dos revoluciones para cortar la muestra, se retira la cuchareta para llevar el suelo extraído poder ser analizado en el laboratorio.

La muestra se identifica de la siguiente manera:

- Nombre del proyecto
- Profundidad
- Número de pozo
- Perforador o responsable

Aparte se registra el número de golpes de cada 15 cm de penetración y se anota una clasificación manual visual de la muestra.



Gráfico 20: Foto de perforación, NSPT

CAPITULO 4

4 Trabajos de laboratorio

4.1 Clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)

Para realizar los trabajos de laboratorio existen normas y procedimientos a seguir, las más usadas y las que van a servir de referencia para esta investigación son: las ASTM que en sus siglas en inglés quieren decir American Society of Testing Materials, la misma que clasifica de manera adecuada y rigurosa la muestra para obtener resultados muy certeros de cómo será el comportamiento de ese suelo estudiado.

Esta clasificación SUCS- ASTM, nos arroja resultados del comportamiento físico de dicho suelo tales como granulometría, plasticidad y por supuesto el contenido de humedad.

Procedimientos de clasificación del suelo según norma ASTM-2484

Primer paso es pre- clasificar si el suelo es de grano fino y de grano grueso, esto se determina cuando el 50% de la muestra pasa el tamiz 200 por lo tanto se lo denomina grano fino y si el 50% de la muestra seca es retenida en el tamiz 200 se lo llama grano grueso.

Clasificación de grano fino (pasa tamiz 200)

- Para que un suelo sea clasificado como arcilla orgánica, su límite de plasticidad debe ser mayor a 4 y la materia orgánica contenida no influye en el límite de líquido
- Es una arcilla magra CL, cuando su límite de líquido es menor de 50
- Es una arcilla altamente plástica CH, cuando el límite líquido es mayor a 50
- Es una arcilla limosa CL-ML, cuando su valor en el grafico IP vs LL cae sobre la línea A y el IP se encuentra entre 4 y 7. Ver Graf 20
- Es limo inorgánico cuando su valor en posición está debajo de la línea A del gráfico IP Vs LL y su IP es menor a 4, la presencia de materia orgánica no influye en el límite líquido. Ver Graf 20
- Es limo puro ML, cuando el limite liquido es menor 50
- Es limo elástico MH, si su límite liquido es 50 o mayor
- Es sedimento orgánico o arcilla orgánica CL si su presencia altera el límite líquido.
- Si es un limo orgánico MO o arcilla orgánica OL si su límite líquido después de haberla secado al horno es de 50% de la muestra natural antes del secado, también se puede verificar si el suelo es OL si su plasticidad es menor a 4 y la posición del gráfico está por debajo de la línea A
- Si las muestras tienen un color oscuro y tienen algún tipo de olor se recomienda secarla al horno y tratarla preferiblemente en la noche
- Es un limo orgánico OH si el límite líquido de la muestra después de haberla secado es mayor a 50.

- Si el 15% y no más del 30% es retenido en el tamiz 200 se clasifica al grupo seguido con las palabras con arena o con grava Ej. ML con grava
- Si más del 30% es retenido por el tamiz 200 se añade al nombre del grupo las palabras arenoso o gravoso

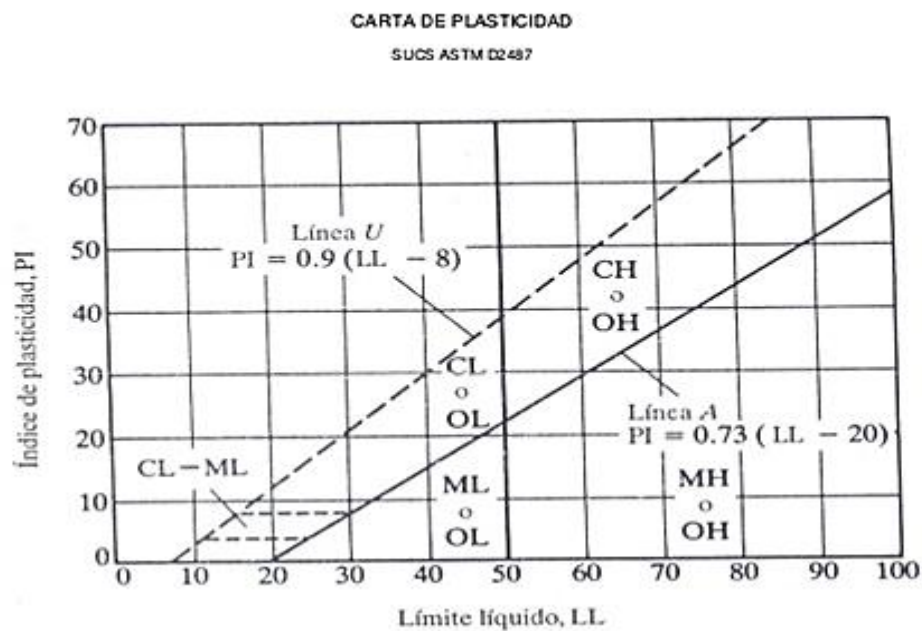


Gráfico 21: Carta de plasticidad

Fuente: normas ASTM D 2487

Clasificación de grano grueso (retenido tamiz 200 más de 50%)

- El suelo es considerado grava si más del 50% del material es retenido en el tamiz 4
- Si el 12% del material pasa el tamiz 200 es necesario determinar coeficiente de uniformidad CU y coeficiente de curvatura CC de las siguientes ecuaciones.

$$CU = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad CC = \frac{D_{30}^2}{D_{10} * D_{60}}$$

Donde D10, D30 y D60 son los diámetros de los porcentajes retenidos a 10% 30% y 60%

- Si el 5% pasa el tamiz 200 se denomina grava bien distribuida GW o arena bien distribuida SW
- Si más del 12% pasa el tamiz 200 se considera grano grueso con finos y su clasificación de finos se debe determinar en la carta de plasticidad (Grafico 20)
- Así se obtendrá nomenclaturas como grava arcillosa GC y arena arcillosa SC; grava limosa GM y arena arcillosa SM.

4.1.1 Contenido de humedad (ASTM C566)

El contenido de humedad o humedad natural de un agregado en este caso del suelo es la relación expresada en porcentaje de agua en una masa de suelo analizada.

Las muestras luego de ser extraídas son preservadas, transportadas y almacenadas en envases o contenedores que permitan al suelo conservar la humedad o la cantidad de agua que naturalmente tienen. Estos contenedores pueden ser tubos de acero, latas de pintura o bolsas plásticas ya que estos materiales minimizan o previenen la condensación de la humedad, tan pronto las muestras puestas en los envases deben almacenadas en lugares donde la temperatura oscila entre 3 a 30°C y no tengan contacto con la luz solar.

El agua eliminada del suelo se determina poniendo las muestras al horno, dicho horno debe tener una temperatura de 110 ± 5 ° C por un tiempo aproximado de 24 horas, los resultados a esta temperatura no son tan confiables cuando el suelo contiene una gran cantidad de agua, partículas orgánicas y cuando el suelo contiene yeso o algún otro mineral. Es por eso que se recomienda el horno a una temperatura de 60°C o con un secador a temperatura ambiente. Para la determinación de cantidades del material que se va analizar la norma ASTM define como cantidades mínimas según el tamaño de las partículas que el agregado tenga, se observe la siguiente tabla.

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla Estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 0.1\%$	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 1\%$
2 mm o menos	2.00 mm (N° 10)	20 g	20 g*
4.75 mm	4.760 mm (N° 4)	100 g	20 g*
9.5 mm	9.525 mm (3/8")	500 g	50 g
19.0 mm	19.050 mm (¾")	2.5 kg	250 g
37.5 mm	38.1 mm (1½")	10 kg	1 kg
75.0 mm	76.200 mm (3")	50 kg	5 kg

Gráfico 22: Tabla de pesos mínimos para analizar
Fuente: Normas ASTM C566

Para determinar la humedad se debe utilizar envases limpios y secos para poner las muestras al horno, estos recipientes deben ser de un material anti- corrosivo y que pueda resistir las altas temperaturas del horno de tal forma que no se comprometan las muestras.

Luego de haber pesado el envase se obtiene el *peso de capsula*, así podemos obtener la muestra neta de suelo o *suelo húmedo+ capsula* se la pone en el horno, después del tiempo establecido esta muestra se vuelve a pesar para obtener el *peso de suelo seco +capsula*, ya con los pesos podemos utilizar esta fórmula:

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_t} \cdot 100 = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

Dónde:

W = es el contenido de humedad, (%)

WW = Peso del agua

WS = Peso seco del material

W1 = es el peso de recipiente o cápsula más el suelo húmedo, en gramos

W2 = es el peso de recipiente o cápsula más el suelo secado en horno, en gramos:

Wt = es el peso de recipiente o cápsula, en gramos.

De esta manera se determina el contenido de humedad de los agregados finos.



Gráfico 23: Foto de balanza y material para medición de contenido de humedad

4.1.2 Granulometría (ASTM D422)

Este método cubre la determinación cuantitativa de la distribución del tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo, la distribución de las partículas mayores a 0.075mm (retenido tamiz N° 200) es determinada por tamizado y la más fina es determinada por procesos de sedimentación usando un hidrómetro. La muestra es separada por un proceso de cuarteo o por cualquier otro método que permita una adecuada selección de la fracción representativa de la muestra a estudiar.

La fracción seleccionada se divide en dos porciones: una contiene sólo las partículas retenidas en el tamiz N° 10 y la otra porción contiene las que pasan el tamiz N° 10, la cantidad seleccionada debe ser tal que compense el peso de las fracciones más finas

o más gruesas de la muestra a estudiar. A continuación se dan unos valores que pueden servir de orientación de la cantidad de muestra a tomar en función del tamaño máximo de la partícula de suelo para el material retenido en la malla No, 10: Diámetro nominal de la partícula más grande, cantidad mínima muestra que debe quedar retenida en el tamiz N°10. El tamaño de la fracción que pasa la malla No.10 debe ser de aproximadamente 115g para arenas y 65 g. para limos y arcillas.

La muestra seleccionada debe estar seca o someterla a proceso de secado al horno a $110 \pm 5^\circ\text{C}$ por 24 horas o hasta lograr peso constante.¹⁶

Se toma ± 1000 gr de muestra y se somete a un proceso de secado en estufa o al horno, luego se extraen 500 gr de suelo seco de los cuales se somete 200gr a un proceso de lavado por el tamiz No. 200, se recoge el suelo retenido en la malla después del lavado y se seca nuevamente, se pesa y se hace pasar por la serie de tamices comenzando por el mínimo tamiz que deje pasar 100% de la muestra, se continua tamizando con movimientos horizontales hasta llegar al tamiz No. 200, se anota en cada caso el peso del suelo retenido concluyendo el proceso con el tamiz No. 200.

A partir del material traído del campo se obtiene una muestra representativa de la masa del suelo y se seca en el horno, se reducen los terrones de la muestra a tamaños de partículas elementales, el material así reducido se emplea para realizar la granulometría gruesa vertiendo el suelo a través de los tamices: 3", 2½", 2", 1½", 1",

¹⁶ (Angulo, 2014)

¾", 3/8", No. 4, No 200¹⁷, dispuestos sucesivamente de mayor a menor colocando al final el receptáculo denominado fondo. Luego se pasa a tamizar el material colocándolo en los agitadores mecánicos, cinco minutos en el de movimiento vertical y cinco minutos en el de movimiento horizontal, si no se cuenta con agitadores mecánicos se tamiza manualmente durante diez minutos, se recupera el material retenido en cada tamiz asegurándonos manualmente de que las partículas hayan sido retenidas en el tamiz correspondiente, se procede a pesar el material retenido en cada tamiz haciéndolo en forma individual o en forma acumulada. El suelo que se encuentra en el fondo se pesa siempre individualmente, una vez pesado el material que se encuentra en el fondo se cuartea para obtener una muestra que pese entre 150 y 300 gramos con la cual se hace la granulometría fina, la muestra obtenida del cuarteo se pesa y se lava utilizando el tamiz No. 200 para eliminar el material menor que ese tamaño, se coloca la muestra en el horno y se seca durante 24 horas a 110°C, después de lo cual se vierte sobre los tamices: No. 10, No. 30, No. 40, No. 100, No. 200 y fondo dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura y se procede igual que para la granulometría gruesa¹⁸.

¹⁷ (Angulo, 2014)

¹⁸ (Angulo, 2014)



Gráfico 24: Foto de tamices utilizados para granulometría

4.1.3 Limite Liquido (ASTM D4318 -84)

Se selecciona una muestra de suelo 200 g y se la pasa por el Tamiz No. 40, luego que el material pasa el tamiz 40 se mezcla con agua hasta formar una pasta posteriormente dicha pasta se coloca en la Cazuela de Casagrande previamente calibrada, (teniendo en cuenta que su ubicación es la más adecuada y cuidadosa posible) luego se procede a hacer una ranura de un milímetro de ancho en el centro de la Cazuela usando el acanalador, posteriormente se procede a contar la cantidad de golpes necesarios para que la ranura se cierre por lo menos un centímetro; se toma una muestra y se lleva al horno a fin de determinar su humedad. Teóricamente se

sabe que el límite líquido es la humedad requerida que tiene el suelo para que la ranura se cierre al realizar 25 golpes.¹⁹

Método por unipunto, este método es aplicable principalmente en control de faenas cuando se ha determinado la curva de flujo por el método mecánico y cuando las especificaciones particulares para el suelo a ensayar así lo indiquen. El procedimiento es idéntico al método anterior sólo que la muestra debe prepararse con una consistencia tal que requiera de 20 a 30 golpes para cerrar la ranura. La humedad de la muestra deberá tomarse de la prueba aceptada, una vez determinado el contenido de la humedad, el punto obtenido se debe confrontar con la curva de flujo predeterminada para el tipo de suelo, se calcula el límite líquido (LL) mediante la siguiente expresión:

$$LL = W \left(\frac{N}{25} \right)^{tg b}$$

Dónde:

w = humedad del suelo (%) correspondiente al rango de 20 a 30 golpes

Tg b = pendiente de la curva de flujo en escala logarítmica

N = número de golpes entre 20 y 30

El valor de tg b varía entre 0,12 y 0,13. Comúnmente se utiliza el valor de 0,121 el que entrega buenos resultados a pesar de no ser estándar para todo tipo de suelos.²⁰

¹⁹ (Angulo, 2014)

²⁰ (Suelos-FIC-UNI, 2011)



Gráfico 25: Preparación de muestras para obtención de límites

4.1.4 Límite Plástico (ASTM D4318-84)

Esta norma explica qué y cómo es el proceso para determinar el límite plástico de un suelo. Este procedimiento determina el contenido de agua más bajo para que el cual el suelo permanezca en estado plástico. El índice de plasticidad de un suelo es el contenido de agua, expresado como un porcentaje de la masa seca de suelo, dentro del cual el material está en un estado plástico. Este índice corresponde a la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico del suelo, el equipo y material que es necesario para realizar la evaluación son:

- Espátula: De hoja flexible, de unos 76.2 mm (3") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho
- Cápsula para evaporación: De porcelana, o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro,

-Balanza de 100 g de capacidad con aproximación a 0.01 gr ²¹

-Aparato de enrollamiento: Si se quiere determinar sólo el límite plástico se toman aproximadamente 20 gr de la muestra que pase por el tamiz de 425 µm (No.40), (Preparación en seco y en húmedo de muestras de suelo para análisis granulométrico y determinación de las constantes físicas) se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo, se toma una porción de unos 6g de dicha esfera como muestra para el ensayo. ²²

Si se requieren el límite líquido y el límite plástico se toma una muestra de unos 15g de la porción de suelo humedecida y amasada, (determinación del límite líquido de los suelos) la muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado se debe añadir más agua, en la mayoría de los casos se puede enrollar simultáneamente más de una masa de suelo en el aparato. Cuando el diámetro del rollo llegue a 3 mm se divide en seis u ocho trozos, se juntan los trozos y se aprietan entre los pulgares y dedos de ambas manos formando una masa uniforme de forma elipsoidal y se enrolla de nuevo. ²³

²¹ (Angulo, 2014)

²² (Angulo, 2014)

²³ (Angulo, 2014)

4.2 Ensayo Triaxial (ASTM D2850-82)

El esfuerzo cortante en los suelos es el aspecto más importante de la ingeniería geotécnica, la capacidad de soporte de cimentaciones superficiales como profundas, la estabilidad de los taludes y el diseño de muros o paredes de retención llevan implícito el valor de la resistencia al esfuerzo cortante, desde otro punto de vista el diseño de los pavimentos se ve influenciado de una forma indirecta por la resistencia al cortante de los suelos, ya sea en el análisis de la estabilidad de un talud o en el diseño de los muros de retención a través del diseño de las cimentaciones que soportan el pavimento, específicamente en la subrasante, por consecuencia tanto las estructuras como los taludes deben ser estables y seguros frente a un colapso total cuando éstos sean sometidos a una máxima aplicación de cargas.

El esfuerzo cortante de un suelo se ha definido como la última o máxima resistencia que el suelo puede soportar, específicamente se ha expresado como la resistencia interna que ofrece la masa de suelo por área unitaria para resistir la falla al deslizamiento a lo largo de cualquier plano dentro de él. El esfuerzo cortante puede ser determinado de muchas maneras, algunos de los ensayos más comunes inclinadas son la veleta (ASTM D 4648), ensayos de penetración estándar - SPT (ASTM D 1586), así como algunos otros tipos de penetrómetros los cuales en su mayoría no evitan los problemas asociados con la alteración de la muestra debido a su extracción en el campo, sin dejar de lado que ofrecen información sumamente importante. Sin embargo muchos de esos métodos determinan la resistencia al cortante indirectamente a través de correlaciones, por otra parte en el laboratorio existe una serie de ensayos que usualmente se realizan dentro del ámbito de la ingeniería para

evaluar las propiedades de resistencia de cada material que conforma el subsuelo. Entre estos se pueden citar la resistencia a la compresión uniaxial (ASTM D 2166), corte directo (ASTM D 3080 y ASTM D 6528) y los ensayos de compresión triaxial (ASTM D 4767 y ASTM D 2850).²⁴

La prueba de ensayo triaxial es uno de los métodos más confiables para determinar los parámetros de la resistencia al cortante, en un ensayo triaxial un espécimen cilíndrico de suelo es revestido con una membrana de látex dentro de una cámara a presión, la parte superior e inferior de la muestra tiene discos porosos, los cuales se conectan al sistema de drenaje para saturar o drenar el espécimen. En estas pruebas se pueden variar las presiones actuantes en tres direcciones ortogonales sobre el espécimen de suelo efectuando mediciones sobre sus características mecánicas en forma completa. Los especímenes usualmente están sujetos a presiones laterales de un líquido que generalmente es agua.²⁵ El agua de la cámara puede adquirir cualquier presión deseada por la acción de un compresor comunicado con ella, la carga axial se transmite al espécimen por medio de un vástago que atraviesa la parte superior de la cámara, la presión que se ejerce con el agua que llena la cámara es hidrostática y produce por lo tanto esfuerzos principales sobre el espécimen iguales en todas las direcciones, tanto lateral como axialmente. En las bases del espécimen actuará además de la presión del agua el efecto transmitido por el vástago de la cámara desde el exterior. Es usual llamar σ_1 , σ_2 y σ_3 a los esfuerzos principales mayor, intermedio y mínimo, respectivamente. En una prueba de compresión la presión axial siempre es

²⁴ (Salas, 2011)

²⁵ (Salas, 2011)

el esfuerzo principal mayor σ_1 ; los esfuerzos intermedios y menor son iguales ($\sigma_2 = \sigma_3$) y son iguales a la presión lateral.²⁶

En la segunda etapa de una prueba rápida consolidada podría pensarse que todo el esfuerzo desviador fuera tomado por el agua de los vacíos del suelo en forma de presión neutral, ello no ocurre así y se sabe que parte de esa presión axial es tomada por la fase sólida del suelo, sin que hasta la fecha se hayan dilucidado por completo ni la distribución de esfuerzos ni las razones que lo gobiernan. De hecho no hay ninguna razón en principio para que el esfuerzo desviador sea íntegramente tomado por el agua en forma de presión neutral, si la muestra estuviese lateralmente confinada como el caso de una prueba de consolidación. El ensayo CU (consolidado-no drenado) se realiza generalmente con medición de la presión de poros o neutra con el fin de determinar los parámetros de “C” y “ ϕ ” en términos de esfuerzos totales y esfuerzos efectivos.²⁷

4.2.1 Ensayo Triaxial, No Consolidado – No Drenado (UU) (ASTM D 2850-95)

En este tipo de prueba no se permite en ninguna etapa la consolidación de la muestra la válvula de comunicación entre el espécimen y la bureta permanece siempre cerrada impidiendo el drenaje, en primer lugar se aplica al espécimen una presión hidrostática y de inmediato se falla el suelo con la aplicación rápida de la carga axial. Los esfuerzos efectivos en esta prueba no se conocen bien, el ensayo UU es usualmente llevado a cabo sobre especímenes de arcilla, enmarcando la realización

²⁶ (Salas, 2011)

²⁷ (Salas, 2011)

del ensayo dentro del concepto de resistencia para suelos cohesivos saturados, en donde se expresan los resultados en términos de esfuerzos totales. La envolvente de falla para los criterios de Mohr del esfuerzo total se convierte en una línea horizontal con una condición de $\phi = 0^\circ$ (ángulo de fricción) y $\tau_f = C_u$ siendo C_u la resistencia al cortante no drenada la cual es igual al radio de los círculos de Mohr.²⁸



Gráfico 26: Moldeamiento de muestras

²⁸ (Salas, 2011)



Gráfico 27: Ensayo triaxial en proceso
Fuente: Google images, jnramirez

4.3 Ensayo de Compresión Simple (ASTM D2166-66)

El ensayo de compresión no confinada también conocido con el nombre de ensayo de compresión simple o ensayo de compresión uniaxial es muy importante en Mecánica de Suelos ya que permite obtener un valor de carga última del suelo el cual, como se verá más adelante se relaciona con la resistencia al corte del suelo y entrega un valor de carga que puede utilizarse en proyectos que no requieran de un valor más preciso ya que entrega un resultado conservador, este ensayo puede definirse en teoría como un caso particular del ensayo triaxial.²⁹ Es importante comprender el comportamiento de los suelos sometidos a cargas ya que es en ellos o sobre ellos que se van a fundir las estructuras ya sean puentes, edificios o carreteras, que requieren de una base firme o más aún que pueden aprovechar las resistencias del suelo en beneficio de su propia capacidad y estabilidad, siendo el estudio y la experimentación las

²⁹ ((UNITEC), 2014)

herramientas para conseguirlo y finalmente poder predecir, con una cierta aproximación el comportamiento ante las cargas de estas estructuras. Debido a la compleja y variable naturaleza de los suelos en especial en lo referido a la resistencia al esfuerzo cortante existen muchos métodos de ensayo para evaluar sus características, aun cuando se utilizan otros métodos más representativos como el triaxial, el ensayo de compresión simple cumple el objetivo buscado sin tener que ser un método tan complejo ni usar un equipo que a veces puede ser inaccesible, lo que significa menor costo. Este método de ensayo es aplicable solo a materiales cohesivos que no expulsan agua durante la etapa de carga del ensayo y que mantienen su resistencia intrínseca después de remover las presiones de confinamiento, como las arcillas o los suelos cementados.³⁰ Los suelos secos friables, los materiales fisurados, laminados, los limos, las turbas y las arenas no pueden ser analizados por este método para obtener valores significativos de la resistencia a la compresión no confinada.³¹ El ensayo de compresión simple se realiza con el fin de determinar la resistencia o esfuerzo último de un suelo cohesivo a la compresión no confinada, mediante la aplicación de una carga axial con control de deformación y utilizando una muestra de suelo inalterada tallada en forma de cilindro generalmente con una relación alto/diámetro igual a 2. Esta prueba tiene la ventaja de ser de fácil realización y de exigir equipo relativamente sencillo en comparación con las pruebas triaxial si se desea ir al fondo de los mecanismos de falla que tienen lugar, por el

³⁰ ((UNITEC), 2014)

³¹ ((UNITEC), 2014)

contrario, los resultados de la prueba son de fácil aplicación a los trabajos de rutina por lo menos en apariencia.³²

1. Si se trata de muestra inalterada se elaboran los cilindros, también se pueden remodelar tratando de reproducir el peso volumétrico que se requiera, buscando que el diámetro de estos sea de 3.3 cm y la altura sea de 2 a 2.5 veces el diámetro.
2. La muestra es medida y pesada se anota en el registro correspondiente.
3. Si las muestras son elaboradas se medirán los diámetros: superior (Ds), central (Dc) e inferior (Di).
4. De los diámetros anteriores se saca el promedio el cual es multiplicado por 2.5 para obtener la altura que tendrá el espécimen.
5. Se corta el espécimen a la altura media calculada, después de haberlo cortado se toma la altura real del espécimen y es la que se anota como altura media (Hm).
6. Se coloca la muestra en la prensa y se le coloca la placa de aplicación de carga.
7. Se procede a aplicar la carga a la muestra tomando lecturas de carga y deformación correspondiente a cada 15 segundos hasta que el espécimen falle, esto es, que se registren 2 cargas iguales o que de una carga menor que la inmediata anterior.

³² ((UNITEC), 2014)

8. Se realizan los cálculos del registro y se obtiene el valor de la Cohesión del suelo con la siguiente fórmula:

$$\text{Cohesión (c)} = q/2 \quad \text{donde : } q = \text{Esfuerzo máximo (kg / cm}^2\text{)}^{33}$$

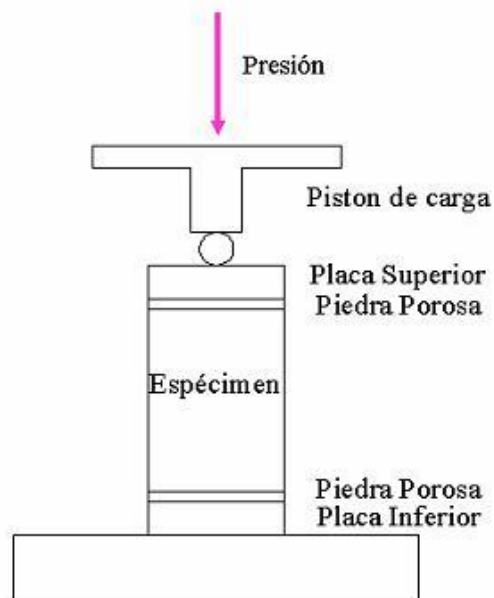


Gráfico 28: Esquema de compresión simple
Fuente: Juárez Badillo, Mecánica de suelos, tomo 1

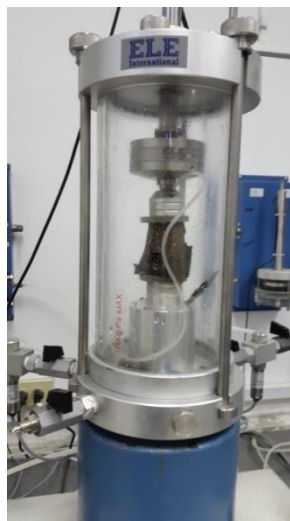


Gráfico 29: Compresión simple en proceso

³³ ((UNITEC), 2014)

CAPITULO 5

5 Interpretación de resultados

Después de realizar los ensayos de laboratorio propuestos y explicados en el capítulo 4 se obtuvo y se analizó los siguientes resultados que serán después considerados y examinados para la obtención de las correlaciones, las mismas que son el objetivo fundamental de la disertación.

La siguiente distribución de datos se la realizó por zonas, es decir: norte, centro, y sur, para su mayor entendimiento y asimilación de datos se expresan en la siguiente tabla son el resultado de los ensayos de Límites de Atterberg, NSPT, Granulometrías según normas ASTM y clasificación según la misma norma.

ZONA NORTE POZOS 1,2,3														
	Profundidad (metros)	NSPT	N(60)	N1(60)	Granulometría				Límites de Atterberg				PROMEDIO	
					4	10	40	200	LL	LP	IP	SUCS	NSPT	N1(60)
					% pasa	% pasa	% pasa	% pasa						
POZO I	1,00	5	4	4	100	96,1	77,9	67,5	NP	NP	NP	ML	12,5	9,2
	4,00	12	9	9	100	95,9	82,1	77,4	NP	NP	NP	ML		
	5,00	SHELBY			99,6	97,2	82,1	45	27	21	6	SM-SC		
	5,30	13	10	10	100	94,7	78,6	58,5	NP	NP	NP	ML		
	7,00	38	29	28	100	99,3	80	45,2	NP	NP	NP	SM		
9,00	50	38	37	100	88,6	82,7	53,6	NP	NP	NP	ML			
POZO II	1,00	7	5	5	100	95,5	48,4	35,2	NP	NP	NP	SM	0,0	0,0
	3,00	18	14	13	100	91,8	84,6	71,5	33	24	9	ML		
	5,00	19	14	14	100	91,5	82,8	73	NP	NP	NP	ML		
	7,00	50	38	37	100	95,8	77,8	75,3	NP	NP	NP	ML		
9,00	50	38	37	100	98,4	76,8	69,1	NP	NP	NP	ML			
POZO III	1,00	7	5	5	93,6	87,2	73,9	61,5	32	28	4	ML	14,0	14,0
	3,00	9	7	7	98,1	94	73,7	58,6	NP	NP	NP	ML		
	5,00	SHELBY			99,9	99	84,9	54,9	30	23	7	ML		
	5,50	14	11	10	97,5	97	75,6	67	25	22	7	ML		
	7,00	14	11	10	98,5	94,6	88,3	72,4	27	24	3	ML		
	9,00	14	11	10	99,8	96,1	75	73	NP	NP	NP	ML		
10,00	SHELBY			99,5	95,1	81,7	51,7	24	21	3	ML			

Gráfico 30: Tabla de datos zona norte comprende pozos 1-2-3

ZONA CENTRO POZOS 4,5,6														
	Profundidad (metros)	NSPT	N(60)	N1(60)	Granulometría				Límites de Atterberg			PROMEDIO		
					4	10	40	200	LL	LP	IP	SUCS	NSPT	N1(60)
					% pasa	% pasa	% pasa	% pasa						
POZO IV	1,00	16	12	12	99,5	97	75,8	67,9	NP	NP	NP	ML	23,0	16,9
	3,00	19	14	14	98,9	99,5	92	67,1	NP	NP	NP	ML		
	5,00	SHELBY			100	99,8	91,2	63,4	39	29	10	ML		
	6,00	27	20	20	100	98,5	87,3	72	35	30	5	ML		
	7,00	21	16	15	99,6	97,5	93,1	73,9	37	32	5	ML		
	9,00	17	13	12	96,7	94	62,6	59,8	NP	NP	NP	ML		
POZO V	1,00	14	11	10	99,2	96,8	92,7	79,2	37	27	10	ML	12,0	8,8
	2,00	SHELBY			99,1	97,1	82,1	52,1	35	22	13	CL		
	3,00	10	8	7	97,3	94,1	86,3	66,3	37	29	8	ML		
	5,00	13	10	10	99,3	96,7	88,1	76,2	28	24	4	ML		
	6,00	SHELBY			100	99,5	94,1	69,2	43	31	12	ML		
	7,00	28	21	21	99,7	98	92,4	72,9	50	39	11	ML		
	8,00	30	23	22	95	83,4	62,7	34	56	46	10	SM		
	9,00	16	12	12	96,8	91,3	83,6	59,9	58	45	13	MH		
POZO VI	1,00	10	8	7	98,4	96,8	83,6	56,3	38	34	5	ML	19,0	14,0
	3,00	19	14	14	93,8	91	81,5	54,4	36	33	3	SM		
	5,00	SHELBY			99,3	96,7	88,1	76,2	28	24	4	ML		
	7,00	18	14	13	98,6	97,7	85,6	77,2	48	34	14	SM		
	8,00	SHELBY			95	83,4	62,7	34	56	46	10	SM		
	10,00	20	15	15	97,8	92,7	83,4	55,6	47	33	14	ML		
	11,00	6	5	4	100	98,7	93,2	68,7	NP	NP	NP	ML		

Gráfico 31: Tabla de datos de la zona centro comprende pozos 4-5-6

ZONA SUR POZOS 7,8,9														
	Profundidad (metros)	NSPT	N(60)	N1(60)	Granulometría				Límites de Atterberg			SUCS	PROMEDIO	
					4	10	40	200	LL	LP	IP		NSPT	N1(60)
					% pasa	% pasa	% pasa	% pasa						
POZO VII	1,00	14	11	10	99,7	96,2	82,8	53,3	NP	NP	NP	ML	21,0	15,4
	3,00	26	20	19	98,3	96,9	84,6	78,6	54	48	6	ML		
	5,00	16	12	12	100	98,4	86,7	75,3	44	37	7	SM		
	8,00	SHELBY			100	98,9	86,3	52,8	42	35	7	ML		
	8,50	26	20	19	100	99,3	94,2	67,1	56	46	10	ML		
POZO VIII	1,00	27	20	20	100	98,4	96,5	68,6	42	35	7	ML	19,5	14,3
	3,00	18	14	13	100	97,2	88,2	54	41	37	4	SM		
	5,00	SHELBY			97,1	91	81,5	54,4	36	33	3	ML		
	5,30	21	16	15	98,5	97,1	82,2	57,2	35	32	3	SM		
	8,00	26	20	19	99,6	97,8	93,1	77,5	50	38	12	ML		
POZO IX	1,00	12	9	9	100	99,2	85,6	65,3	44	38	6	ML	23,5	17,3
	3,00	15	11	11	100	98,9	86,3	52,8	42	35	7	ML		
	5,00	SHELBY			99,5	98,8	83,4	49,5	39	32	7	ML		
	5,50	32	24	24	98,4	97,3	80,1	56,4	35	32	3	ML-CL		
	8,00	16	12	12	96,7	94,3	83,5	74,6	48	36	12	ML-CL		
	9,00	25	19	18	99,6	98,6	87,6	75,6	44	38	6	ML		

Gráfico 32: Tabla de datos de la zona sur, comprende pozos 7-8-9

Análisis y explicación

Para la realización de análisis era preciso encontrar el número de N_{60} y $N1_{(60)}$, estos valores son las correcciones a los resultados de NSPT; los cuales fueron los resultados de la exploración en campo. Esta corrección establece una serie de números a razón de factores como la energía utilizada en la perforación, diámetro de muestreador y de la perforación, tipo de maquinaria utilizada, etc.

Es evidente que la energía suministrada en los golpes no corresponde al 100% de la energía teórica, estudios han demostrado que la energía teórica de los golpes del SPT corresponde al 60% del rendimiento, es por esto que se ha tomado ese porcentaje para llamarlo y normalizarlo como N_{60} .

Para los valores de corrección N_{60} y $N1_{(60)}$ se utilizó la norma AASHTO la cual establece los factores y las ecuaciones para hallar el valor corregido del NSPT,

asimismo existen libros y varios autores para determinar estos factores, todos estos llegan al mismo punto y se pueden encontrar los mismos factores o grandes similitudes.

Los factores a utilizar fueron encontrados según condiciones y especificaciones del equipo utilizados.

Para utilización de fórmulas y correlaciones se usó el valor del NSPT y N 1(60) del estrato inmediatamente inferior al que se tomó las muestras.

Factores de corrección:

n1: 45/60³⁴; ER/60; este es el valor de corrección de energía usada, el cual estima el trayecto de la cuerda sobre la corrección de radio de energía, para un trayecto manual

n2: 1; valor de corrección utilizado para la barra del martillo

Longitud > 10m n2=1.00

6-10 n2=0.95

4-6 n2=0.85

0-4 n2=0.75

n3:1.00; valor de corrección para el diámetro de la muestra sin revestimiento.

n4:1.00; valor de corrección por diámetro de perforación, este caso está entre 60mm-120mm.

³⁴ (Joseph E. Bowles, 1997)

Ya con los factores de corrección podemos encontrar el N_{60} , cuya fórmula es la siguiente:

$$N_{60} = n_1 * n_2 * n_3 * n_4 * NSPT \quad ^{35}$$

De igual manera para hallar $N1_{(60)}$ se tiene la siguiente ecuación:

$$N1_{(60)} = N_{60} * CN \quad ^{36}$$

$$CN = (95.76 / \sigma'_{o})^{1/2} \text{ (Lambe- Whitman)} \quad ^{37}$$

Dónde: σ'_{o} = presión efectiva, para casos y profundidades de hasta 10 metros se utiliza la presión atmosférica $\sigma'_{o} = 100 \text{ KPa}$

A continuación se muestran los datos de cohesión y ángulos de fricción obtenidos en el laboratorio:

RESULTADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO ϕ Y COHESIÓN c

POZO	PROFUNDIDAD (m)	SUCS	LL	LP	IP	COHESION		ÁNGULO DE FRICCIÓN ϕ (grados)
						kg/cm ²	Kpa;KN/m ²	
I	5	SM-SC	27	21	6	0,77	75,73	31,19
III	10	ML	24	21	3	1,00	98,43	22,51
IV	5	ML	39	29	10	1,17	115,08	34,11
V	6	ML	43	31	12	1,29	126,39	16,71
VI	8	ML	56	46	10	0,72	70,76	26,87
VII	8	ML	42	35	7	1,90	186,28	17,09
VIII	5	ML	36	33	3	1,87	183,54	21,47
IX	5	ML	39	32	7	0,88	85,89	15,7

³⁵ (AASHTO, 2012)

³⁶ (AASHTO, 2012)

³⁷ (Joseph E. Bowles, 1997)

Gráfico 33: Tabla de cohesiones y ángulos de fricción, datos de laboratorio

Los datos obtenidos son el resultado del ensayo triaxial, de las muestras de los tubos Shelby.

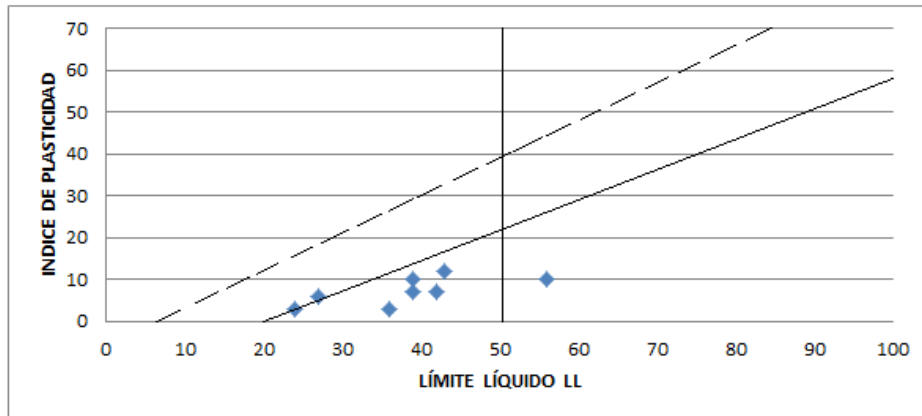


Gráfico 34: CARTA DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS ANALIZADOS EN LA TESIS

CORRELACIONES ENTRE ÁNGULOS DE FRICCIÓN Y LÍMITES DE ATTERBERG

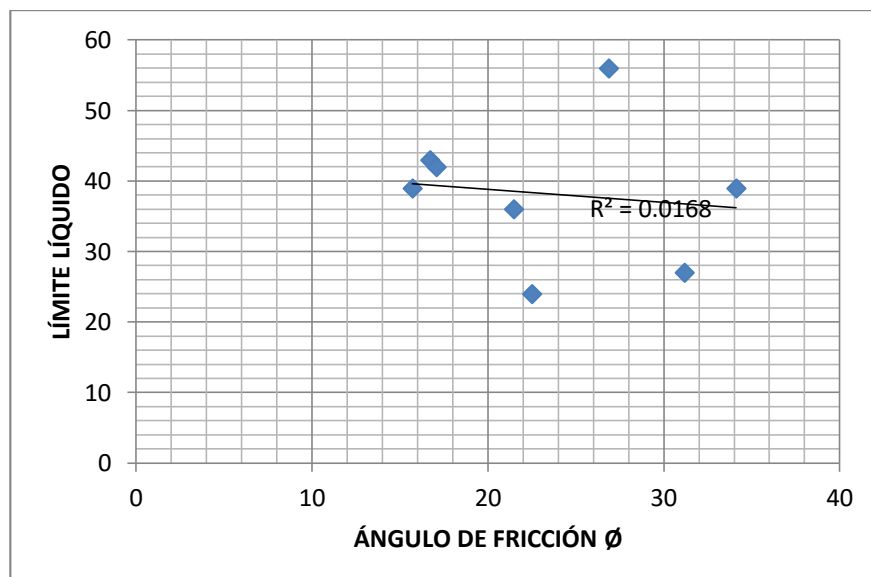


Gráfico 35: Ángulo de fricción (laboratorio) vs límite líquido

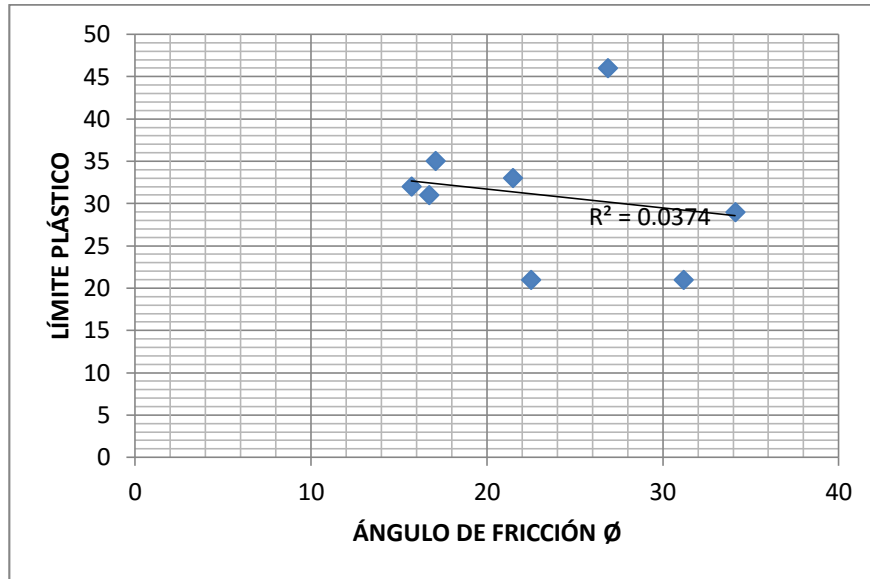


Gráfico 36: ángulo de fricción (laboratorio) vs límite plástico

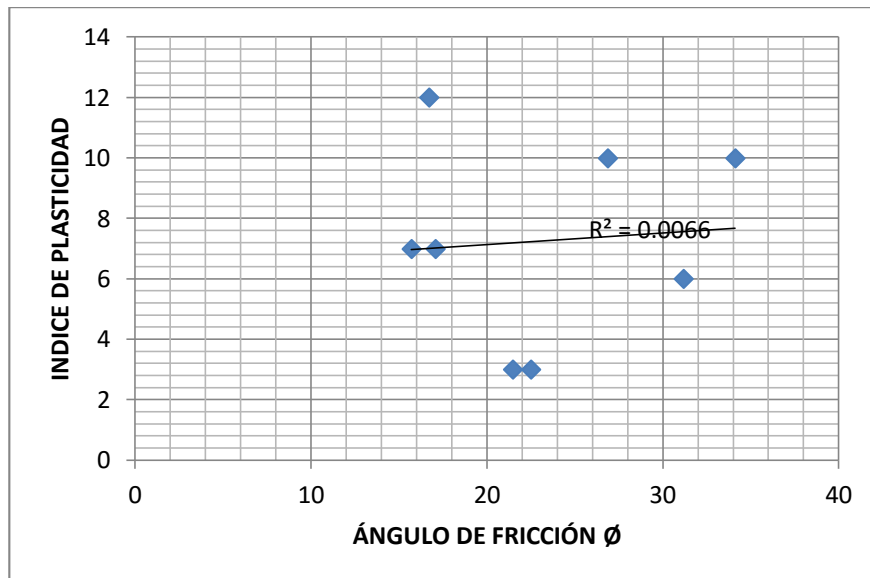


Gráfico 37: Ángulo de fricción vs Índice de plasticidad

CORRELACIONES ENTRE COHESIÓN Y LIMITES DE ATTERBERG

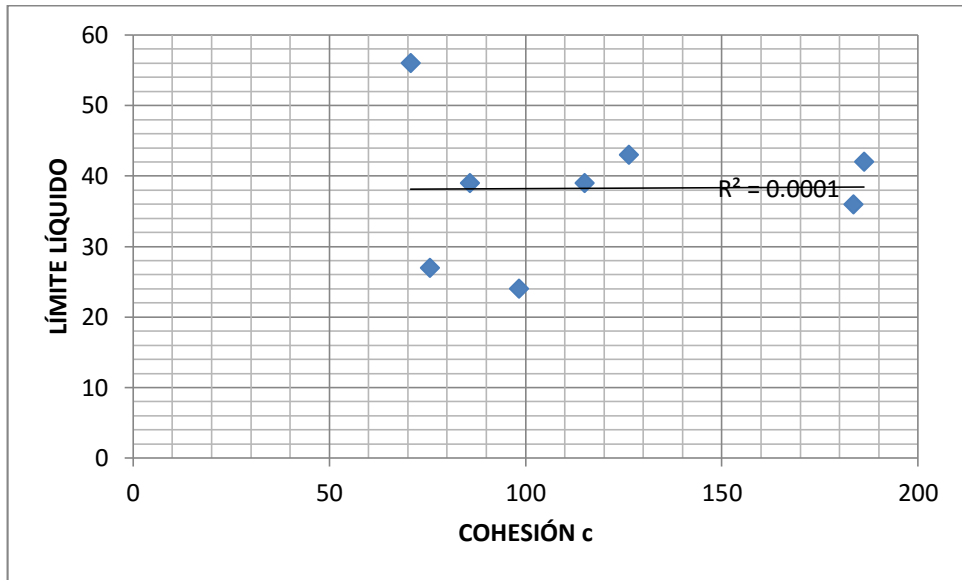


Gráfico 38: Cohesión vs límite líquido

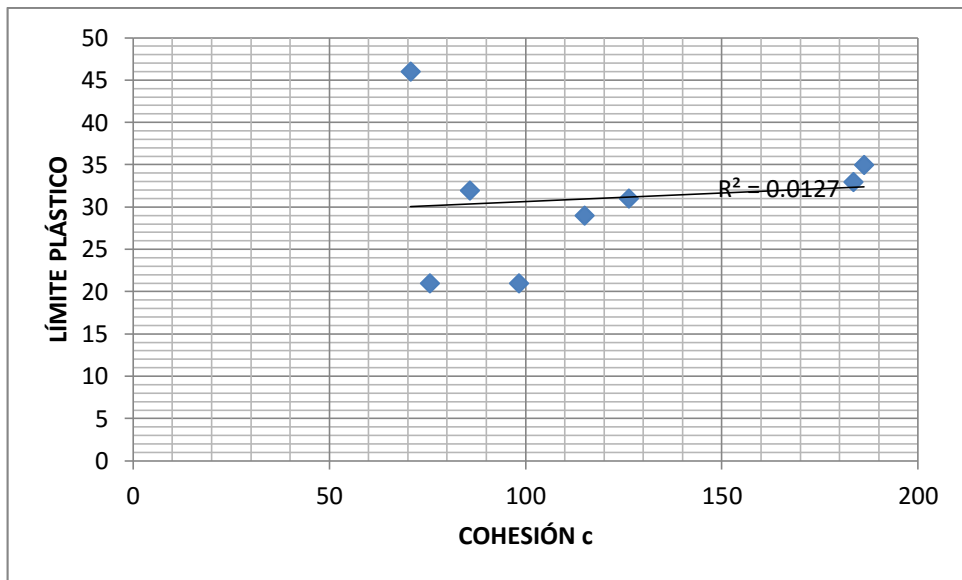


Gráfico 39: Cohesión vs límite plástico

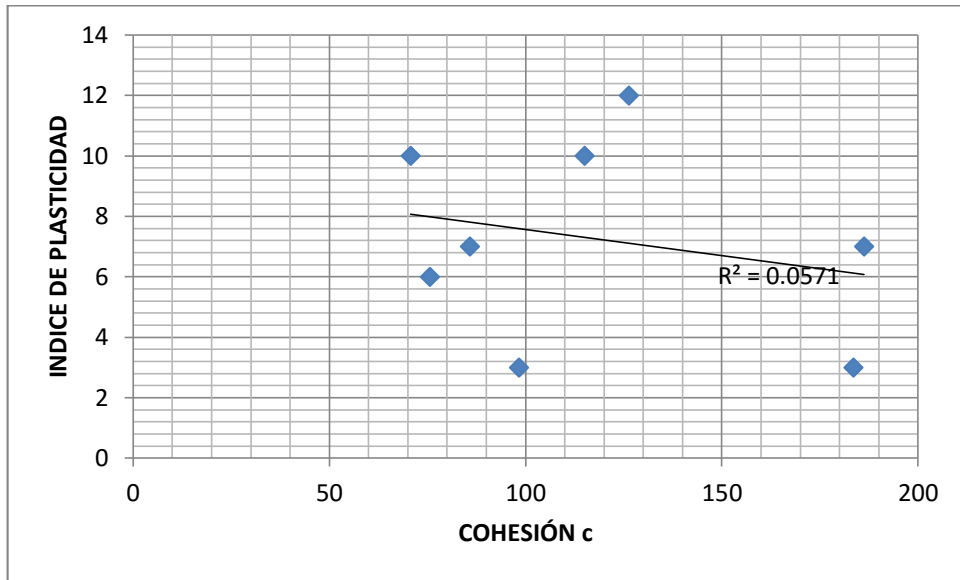


Gráfico 40: Cohesión vs Índice de plasticidad

CORRELACION ENTRE NSPT VS ÁNGULO DE FRICCIÓN Y COHESIÓN

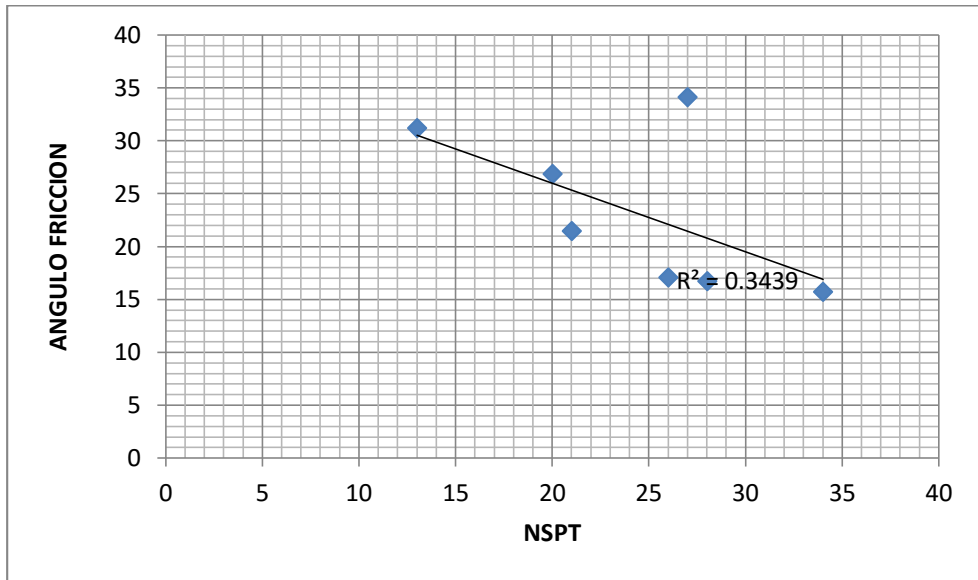


Gráfico 41: NSPT VS Ángulo de fricción de laboratorio

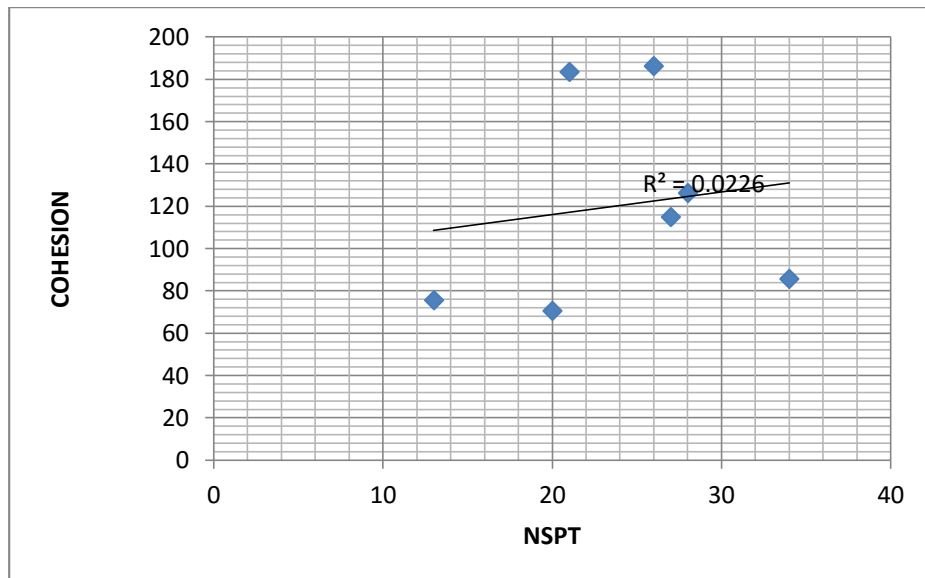


Gráfico 42: NSPT VS Cohesión

CORRELACIÓN ENTRE $N_{1(60)}$ VS ÁNGULO DE FRICCIÓN Y COHESIÓN

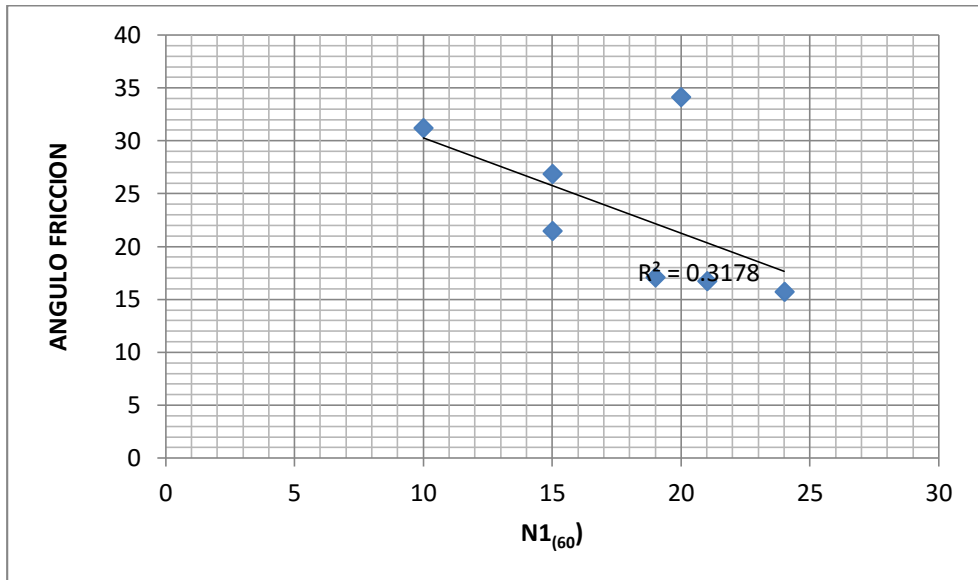


Gráfico 43: $N_{1(60)}$ VS ÁNGULO DE FRICCIÓN

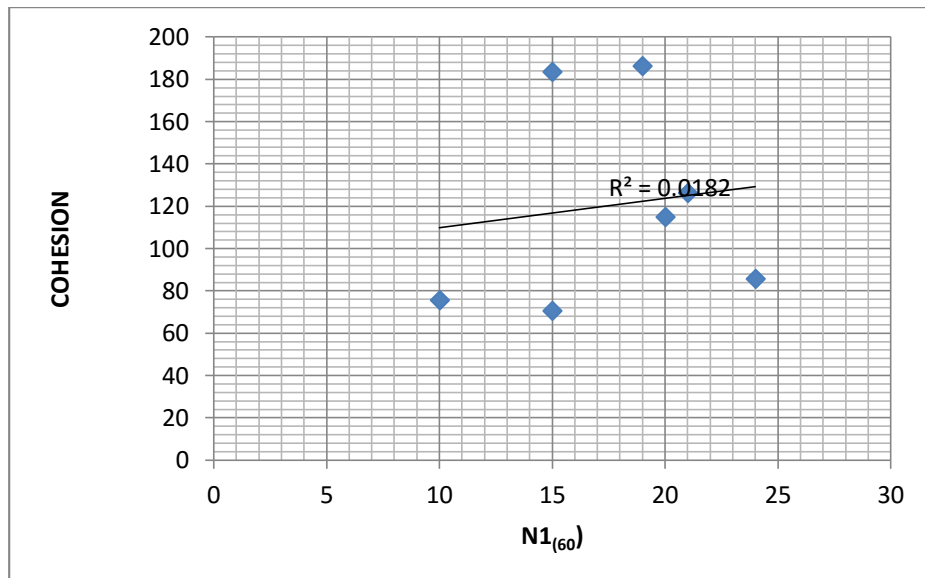


Gráfico 44: $N_{1(60)}$ VS Cohesión

5.1 Análisis de Correlaciones

Para efecto de análisis y correlaciones se ha tomado fórmulas de varios autores los cuales dan valores de Cohesión y Ángulos de fricción usando datos de NSPT o $N_{1(60)}$, a continuación se muestran las formulas divididas según el tipo de suelo:

FORMULAS PARA SUELOS PURAMENTE FRICCIONATES

Ángulos de fricción

$$\phi = 28,5 + (0,40N_{1(60)}) \quad (\text{Peck, Hanson, Thornburn; 1974});$$

$$\phi = 27^\circ + 0,30N_{1(60)} \quad (\text{Japan Railway, 1977});$$

$$\phi = 26,25(2 - e^{(-N_{1(60)}/39)}) \quad (\text{Peck 1975});$$

$$\phi = 0,36N_{1(60)} + 27 \quad (\text{Shioi and Fukui, 1976});$$

$$\phi = N_{1(60)} * 1,5 + 25^\circ \quad (\text{DUMHAM, 1980});$$

$$\phi = 27,1 + 0,3N_{1(60)} - 0,00054 N_{1(60)}^2 \quad (\text{Peck, Hanson, Thornburn, 1974})$$

De la siguiente forma se organizó los datos de los suelos no plásticos, es decir suelos que no tenían plasticidad.

DETERMINACION DEL ÁNGULO DE FRICCION MEDIANTE CORRELACIONES DE ÁNGULOS PURAMENTE FRICCIONATES

CORRELACIÓN CON FÓRMULAS PARA SUELOS PURAMENTE FRICCIONANTES (GRADOS)

POZO	PROFUNDIDAD (m)	NSPT bajo	N160 bajo	ÁNGULO DE FRICCIÓN Ø	Peck, Hanson, Thornburn Ø	japan railway Ø	Peck Ø	Youki Ø	DUMHAM Ø	DUMHAM Ø	peck, hanson, thornburn (1974) Ø
I	5	13	10	31,19	33,7	30,9	33,69	31,68	44,5	58,5	30,91
IV	5	27	20	34,11	39,3	35,1	39,36	36,72	65,5	121,5	34,81
V	6	28	21	16,71	39,7	35,4	39,70	37,08	67	126	35,08
VI	8	20	15	26,87	36,5	33	36,78	34,2	55	90	32,88
VII	8	26	19	17,09	38,9	34,8	39,02	36,36	64	117	34,53
VIII	5	21	15	21,47	36,9	33,3	37,18	34,56	56,5	94,5	33,16
IX	5	34	24	15,7	42,1	37,2	41,52	39,24	76	153	36,68

Gráfico 45: Tabla de recolección de datos hallando ángulos de fricción mediante correlaciones

CORRELACIÓN DE ANGULOS DE FRICCIÓN DE LABORATORIO VS FÓRMULAS DE SUELOS FRICCIONANTES DE DISTINTOS AUTORES

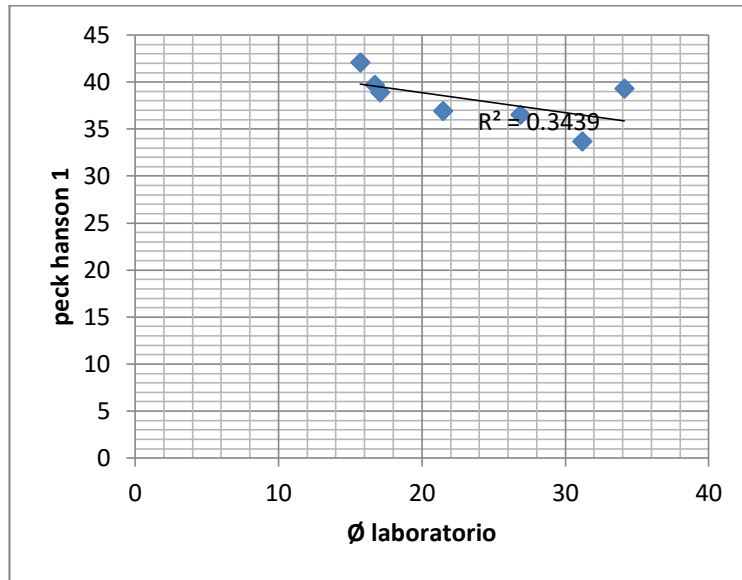


Gráfico 46: ángulo de fricción vs Formula de Peck Hanson 1

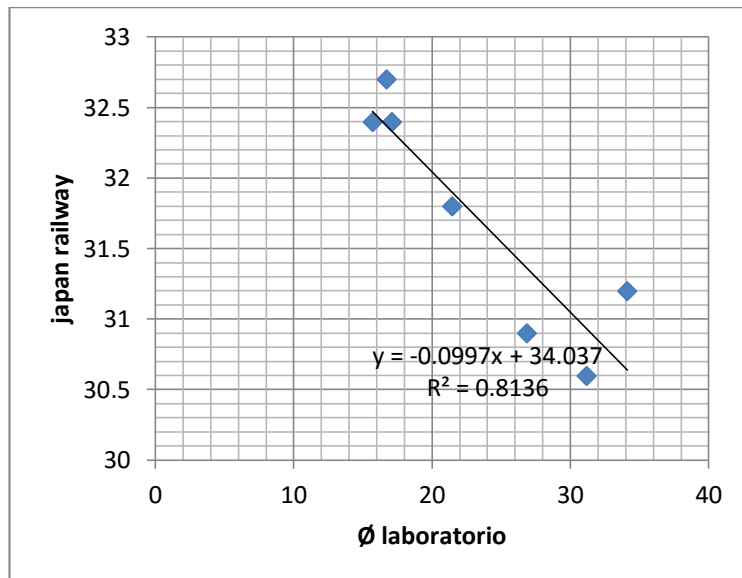


Gráfico 47: Ángulo de fricción vs Japan Railway

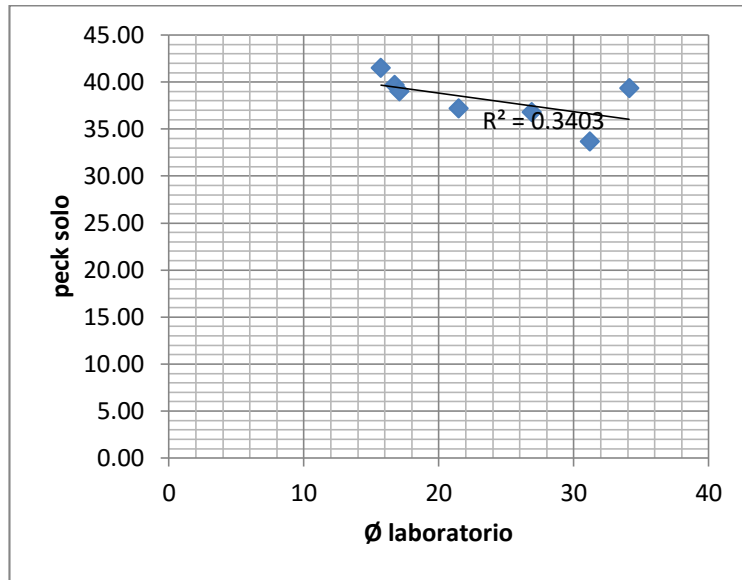


Gráfico 48: Ángulo de fricción vs Peck

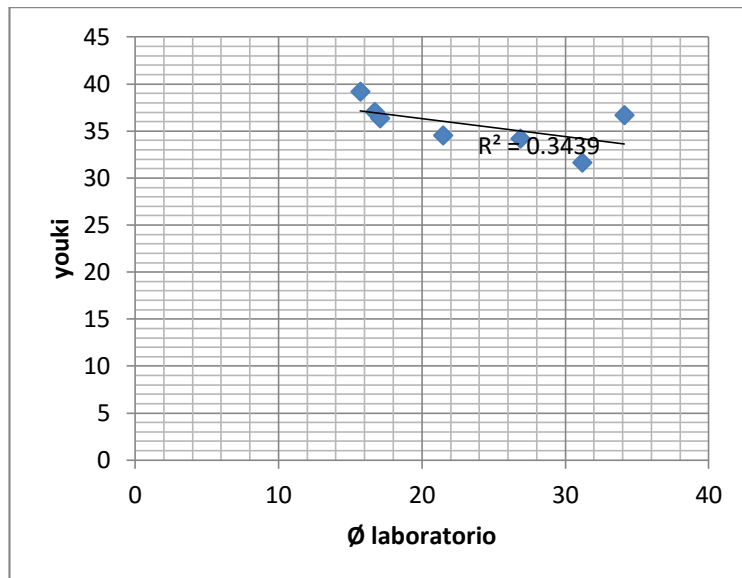


Gráfico 49: Ángulo de fricción vs Youki

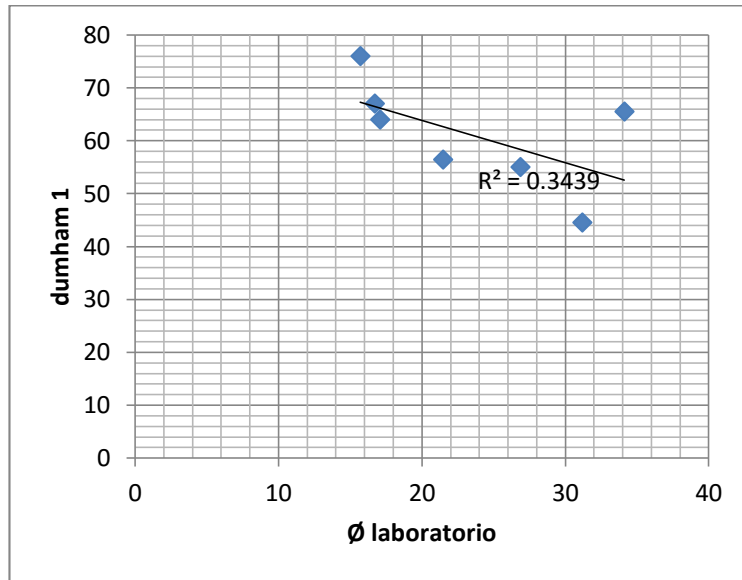


Gráfico 50: Ángulo de fricción vs DUMHAM

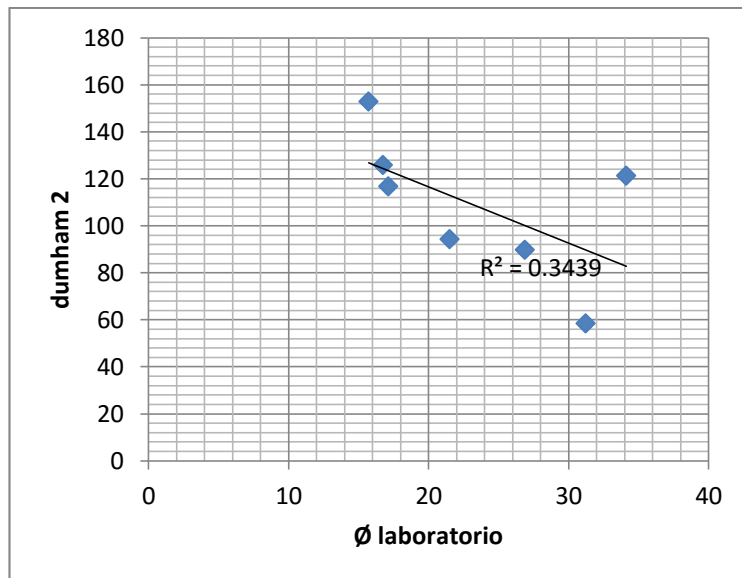


Gráfico 51: Ángulo de fricción VS Dumham 2

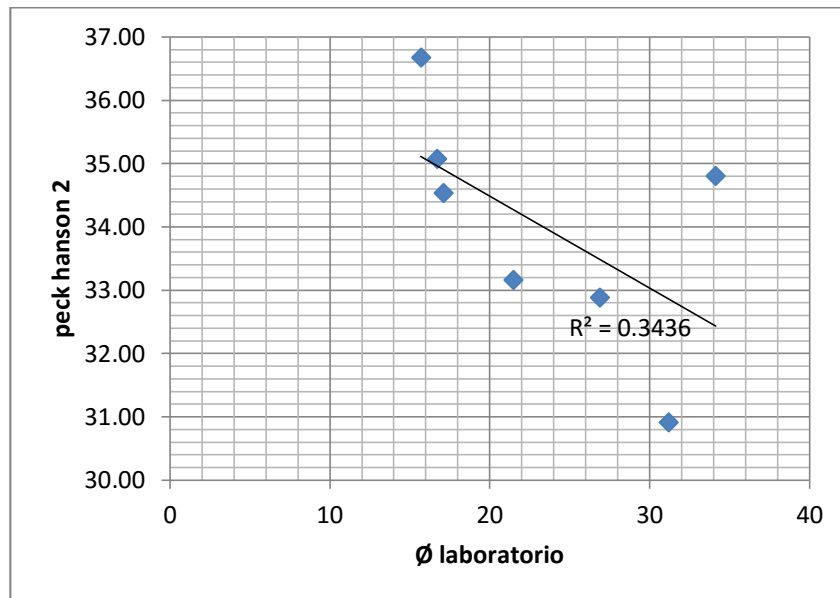


Gráfico 52: Ángulo de fricción vs Peck Hanson 2

De la misma manera se realizó la recolección de datos de los suelos cohesivos-friccionantes, en los cuales se utilizó las siguientes fórmulas para hallar ángulos de fricción y cohesiones.

SUELOS COHESIVOS- FRICCIONANTES

Ángulos de fricción

$$\phi = (18 \cdot N1_{(60)}^{1/2} + 15) \quad (\text{Shioi and Fukui, 1970});$$

$$\phi = (20 N1_{(60)}^{0.5} + 20) \quad (\text{HATANAKA, USHIDA, 1996});$$

$$\phi = 3,5 (NSPT)^{0.5} + 20 \quad (\text{Stroud 1974});$$

$$\phi = 20 + (3,5 N^{1/2}) \quad (\text{Maromachi, 1974});$$

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{N_{1(60)}}{32,5} \right)^{0,34} \quad (\text{SCHEMERTMANN 1975});$$

$$\phi = 23,7 + 0,57 N_{1(60)} - 0,0006(N_{1(60)})^2 \quad (\text{MEYERHOF 1965}).$$

Cohesiones

$$c = (29 * NSPT^{0,72} \text{ (KN/m}^2\text{)}) \quad (\text{varios autores C});$$

$$c = K * NSPT \text{ KN/m}^2 \quad K=1.4 \text{ PARA SUELOS COHESIVOS FRICCIONATES}$$

(Stroud 1974);

$$c = (N_{1(60)}/8)/2 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Terzaghi y Peck});$$

$$c = N_{1(60)}/15 \text{ kg/cm}^2 \text{ (BOWLESS);}$$

$$c = (N_{1(60)} / 0,5 + 0,015 NSPT)^2 + 80 \quad (\text{MEYERHOF 1965}).$$

**DETERMINACION DE ÁNGULOS DE FRICCIÓN MEDIANTE
CORRELACIONES DE SUELOS COHESIVOS – FRICCIONANTES**

CORRELACIONES CON FORMULAS DE SUELOS COHESIVOS - FRICCIONANTES / ANGULOS DE FRICCION										
POZO	PROFUNDIDAD (m)	NSPT bajo	N160 bajo	ANGULO DE FRICCIÓN ϕ (grados)	(Shioi and Fukui) ϕ	HATANA KA USHIDA	Stroud 1974 ϕ	Maromachi 1974 ϕ	SCHEMERTMANN 1975 ϕ	MEYERHOF 1965 ϕ
I	5	13	10	31,19	28,42	34,14	32,62	37,50	33,82	29,34
IV	5	27	20	34,11	33,97	40,00	38,19	55,00	40,29	34,86
V	6	28	21	16,71	34,44	40,49	38,52	56,75	40,76	35,41
VI	8	20	15	26,87	31,43	37,32	35,65	46,25	37,55	32,12
VII	8	26	19	17,09	33,49	39,49	37,85	53,25	39,80	34,31
VIII	5	21	15	21,47	31,43	37,32	36,04	46,25	37,55	32,12
IX	5	34	24	15,7	35,78	41,91	40,41	62,00	42,05	37,03

Gráfico 53: Tabla de recolección de ángulos de fricción de suelos cohesivos - friccionantes mediante correlaciones

CORRELACIONES ENTRE ÁNGULO DE FRICCIÓN DE LABORATORIO

Y FÓRMULAS DE VARIOS AUTORES DE SUELOS COHESIVOS

FRICCIONANTES

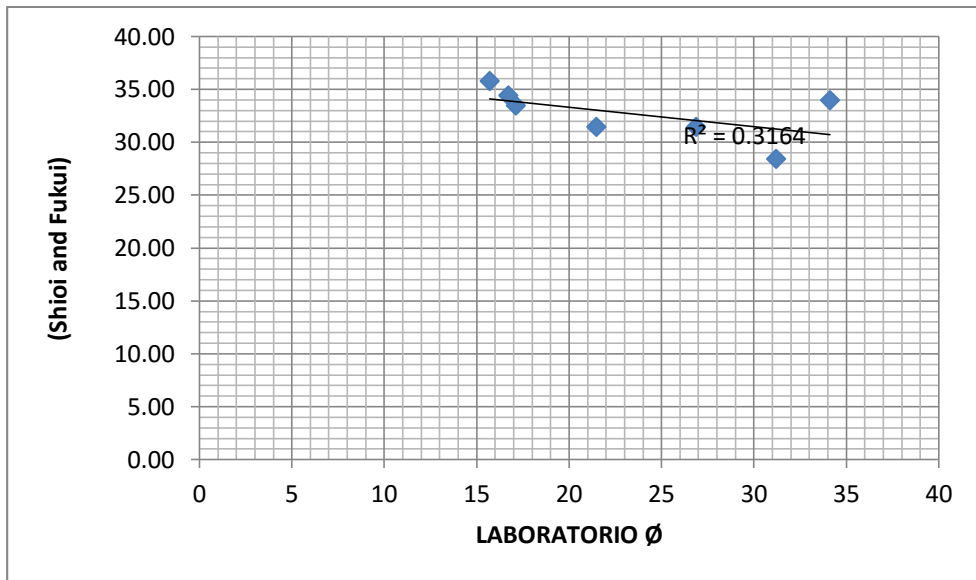


Gráfico 54: Ángulo de fricción VS Shioi/ Fukui

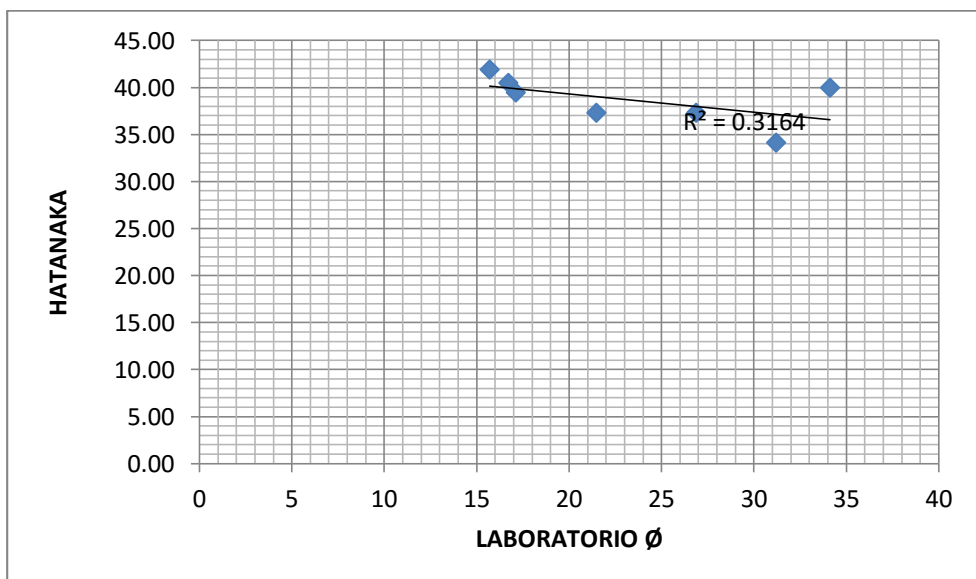


Gráfico 55: Ángulo de fricción vs Hatakana

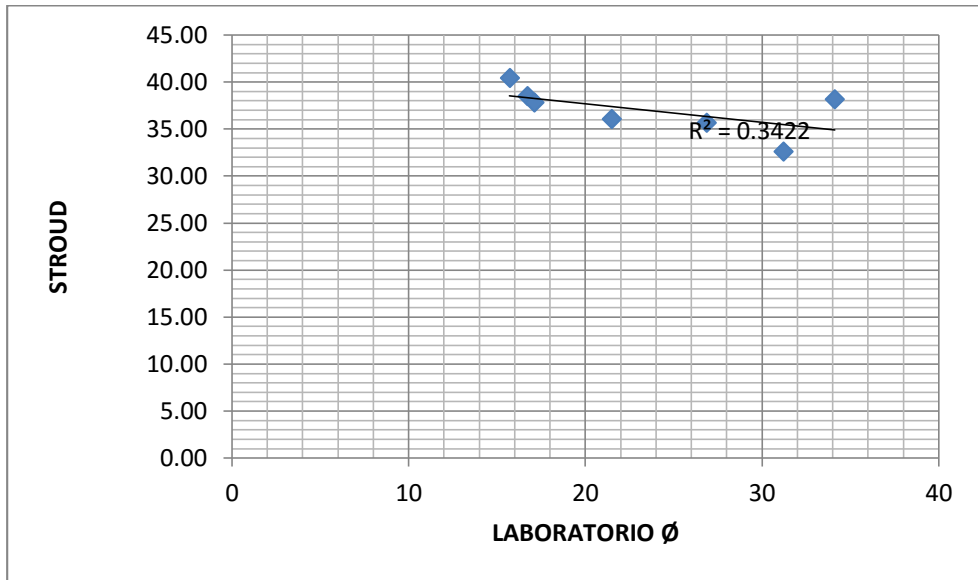


Gráfico 56: Ángulo de fricción vs Stroud

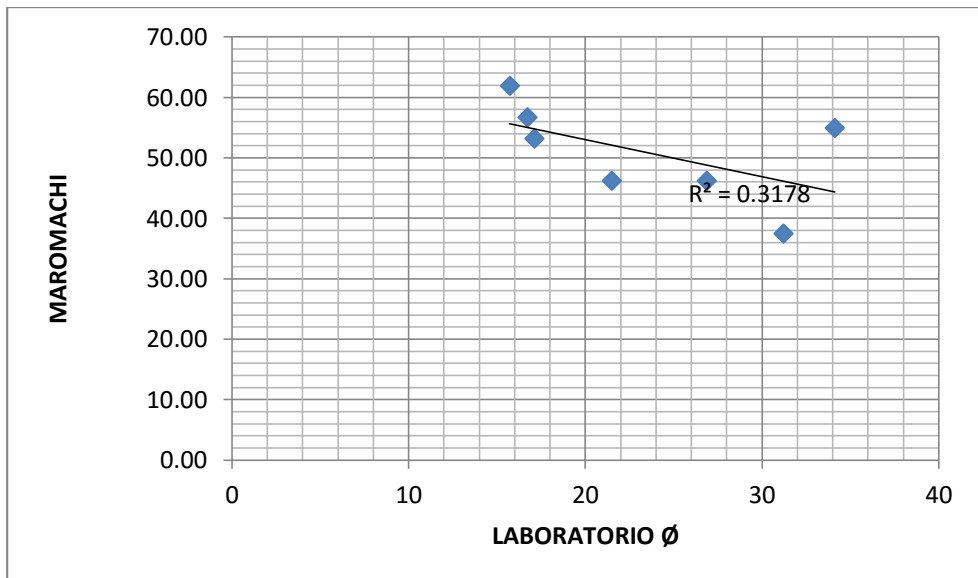


Gráfico 57: Ángulo de fricción vs Maromachi

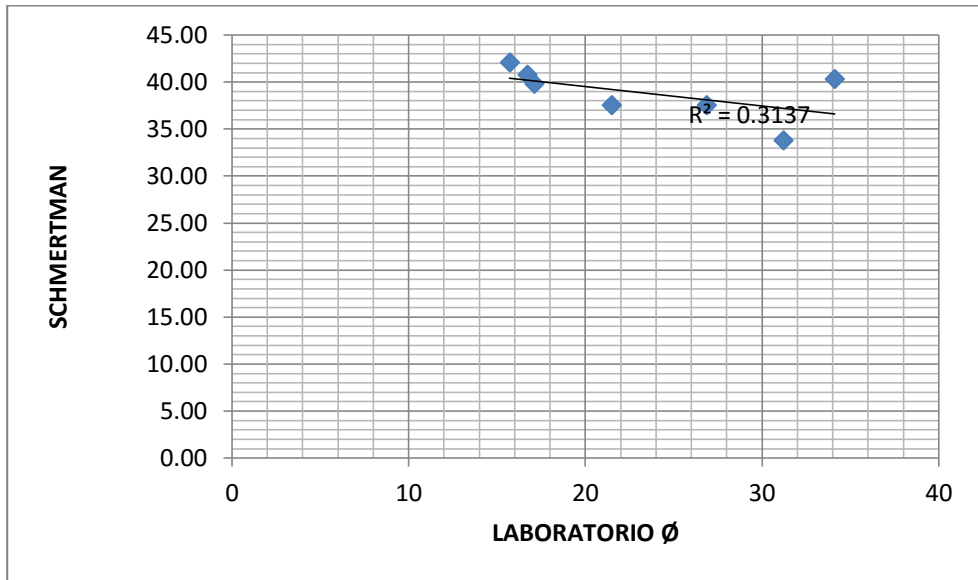


Gráfico 58: Ángulo de fricción vs Schmertman

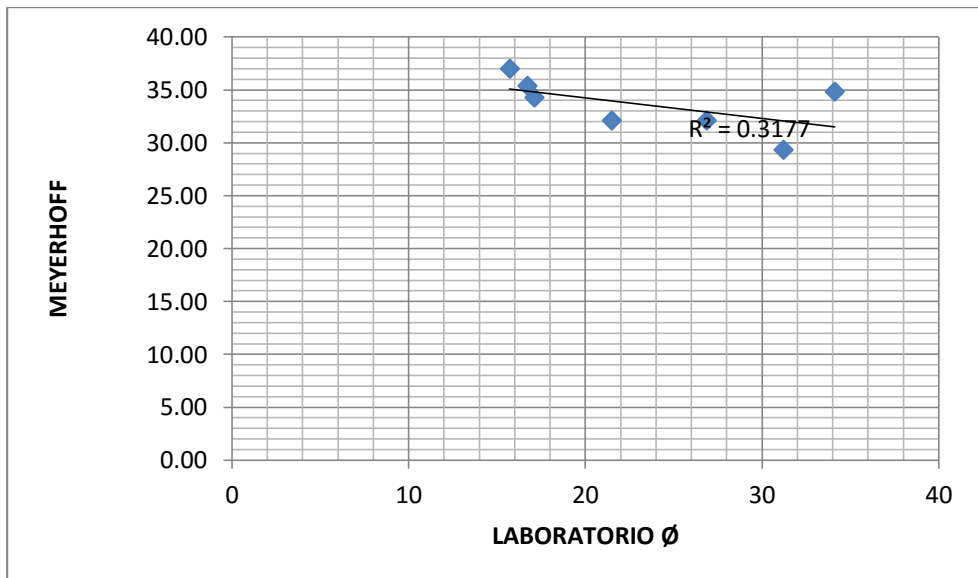


Gráfico 59: Ángulo de fricción VS MEYERHOFF

**DETERMINACIÓN DE COHESIÓN MEDIANTE CORRELACIONES DE
SUELOS COHESIVOS – FRICCIONANTES**

POZO	PROFUNDIDAD (m)	NSPT bajo	N160 bajo	COHESION		Varios autores	Stroud 1974	Terzagui y Peck	BOWLESS	MEYERH OF 1965
				kg/cm2	kpa;KN/m2					
I	5	13	10	0,77	75,73	183,84	57,20	61,29	65,41	94,39
IV	5	27	20	1,17	115,08	311,16	118,80	122,58	130,42	102,10
V	6	28	21	1,29	126,39	319,41	123,20	128,76	137,29	102,83
VI	8	20	15	0,72	70,76	250,69	88,00	91,99	98,66	98,75
VII	8	26	19	1,90	186,28	302,82	114,40	116,50	124,25	101,35
VIII	5	21	15	1,87	183,54	259,65	92,40	91,99	98,66	98,40
IX	5	34	24	0,88	85,89	367,34	149,60	147,10	156,90	103,76

Gráfico 60: Tabla de recolección de datos de cohesiones de suelos cohesivos - friccionantes mediante correlaciones

CORRELACIONES ENTRE COHESION DE LABORATORIO Y
FORMULAS DE VARIOS AUTORES SUELOS COHESIVOS –
FRICCIONANTES

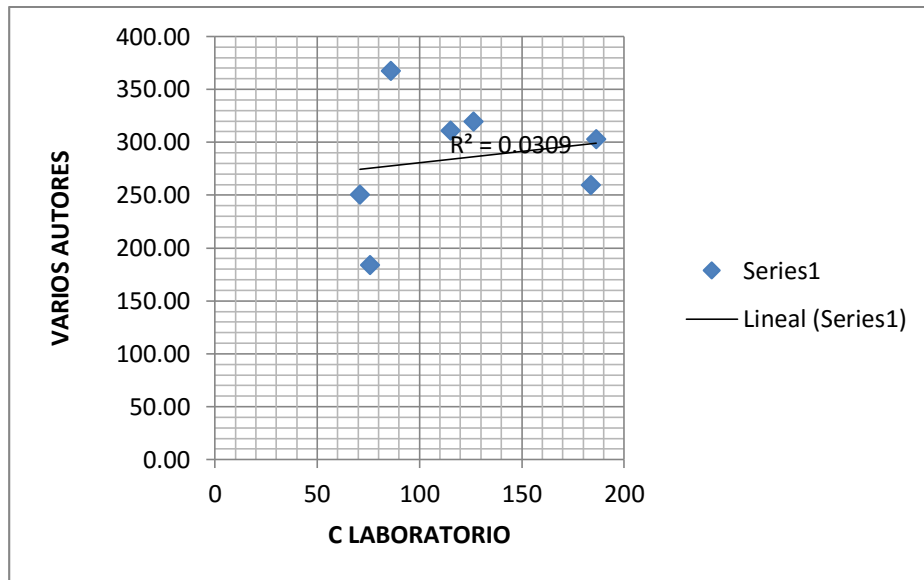


Gráfico 61: Cohesión vs Varios Autores

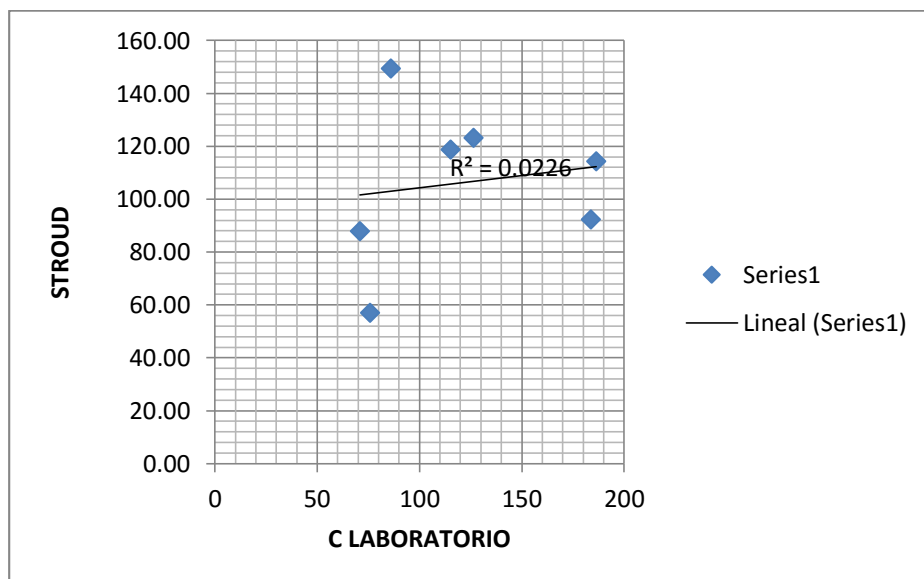


Gráfico 62: Cohesión vs Stroud

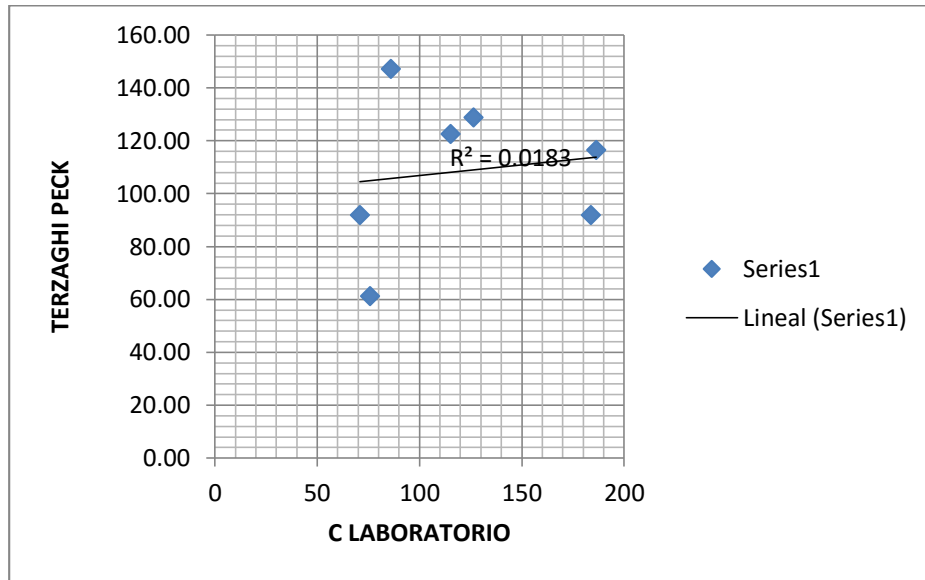


Gráfico 63: Cohesión vs Terzaghi/ Peck

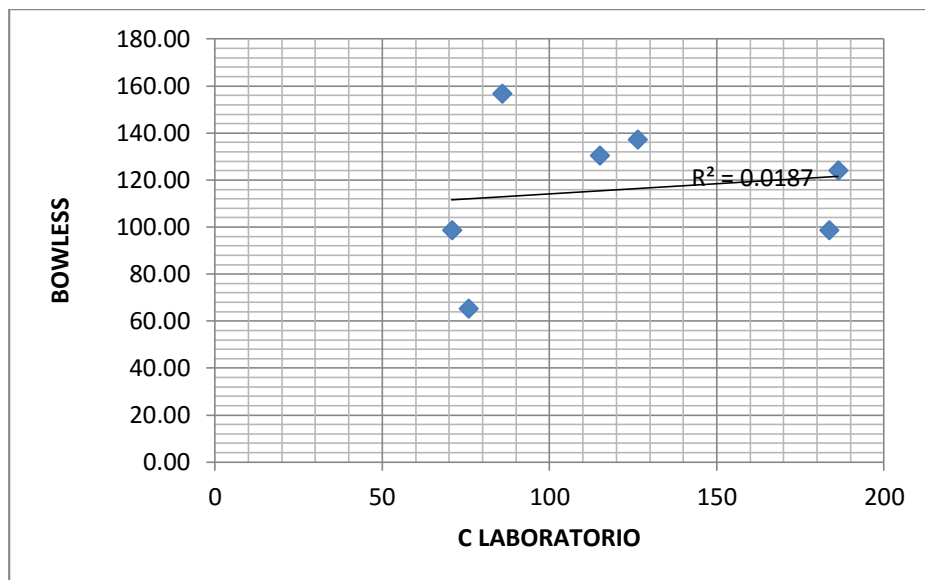


Gráfico 64: Cohesión vs Bowless

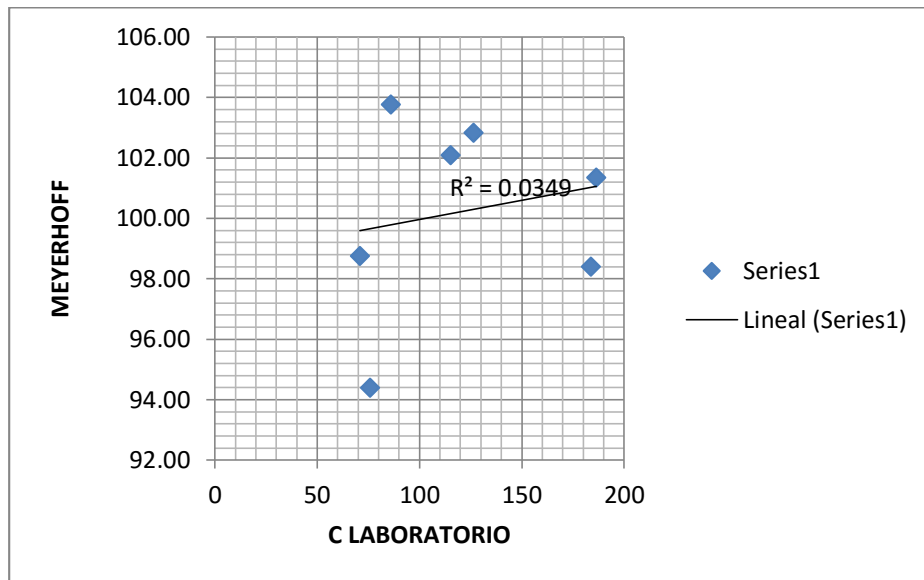


Gráfico 65: Cohesión vs Meyerhoff

ANÁLISIS DE REGRESIONES DE CORRELACIONES

REGRESIONES DE CORRELACIONES DE RESULTADOS DE LABORATORIO

	LL	LP	IP	NSPT	N1(60)	
ÁNGULO DE FRICCIÓN Ø (grados)	0,0168	0,0374	0,0066	0,3439	0,3178	R ²
	0,130	0,193	0,081	0,586	0,564	R
COHESION c	0,0001	0,0127	0,0571	0,0226	0,0189	R ²
	0,010	0,113	0,239	0,150	0,137	R

Gráfico 66: Análisis de regresiones de resultados de laboratorio

PARA FÓRMULAS DE SUELOS FRICCIONANTES

	Peck, Hanson, Thornburn ϕ	Japan Railway ϕ	Peck ϕ	Youki ϕ	DUMHAM ϕ	DUMHAM ϕ	Peck, Hanson, Thornburn (1974) ϕ	
ÁNGULO DE FRICCIÓN ϕ (grados)	0,3439	0,8136	0,3403	0,3439	0,3439	0,3439	0,3436	R ²
	0,586	0,902	0,583	0,586	0,586	0,586	0,586	R

Gráfico 67: Análisis de regresiones de fórmulas de suelos friccionantes y resultados de laboratorio

FÓRMULAS DE SUELOS COHESIVOS FRICCIONANTES VS ÁNGULOS DE FRICCIÓN

	(Shioi and Fukui) ϕ	HATANAKA USHIDA ϕ	Stroud 1974 ϕ	Maromachi 1974 ϕ	SCHEMERTMANN 1975 ϕ	MEYERHOF 1965 ϕ	
ÁNGULO DE FRICCIÓN ϕ (grados)	0,316	0,316	0,342	0,317	0,314	0,318	R ²
	0,562	0,562	0,585	0,563	0,560	0,564	R

Gráfico 68: Análisis de regresiones de ángulos de fricción de laboratorio vs varios autores

FORMULAS DE SUELOS COHESIVOS FRICCIONANTES VS COHESIÓN

	Varios autores	Stroud 1974	Terzaghi y Peck	BOWLESS	MEYERHOF 1965	
COHESION c	0,0309	0,0226	0,0183	0,0187	0,0349	R ²
	0,17578396	0,15033296	0,13527749	0,13674794	0,18681542	R

Gráfico 69: Análisis de regresiones de cohesión obtenida en laboratorio vs varios autores

PLANOS GEOLÓGICOS GEO - REFERENCIADOS

UBICACIÓN DE POZOS

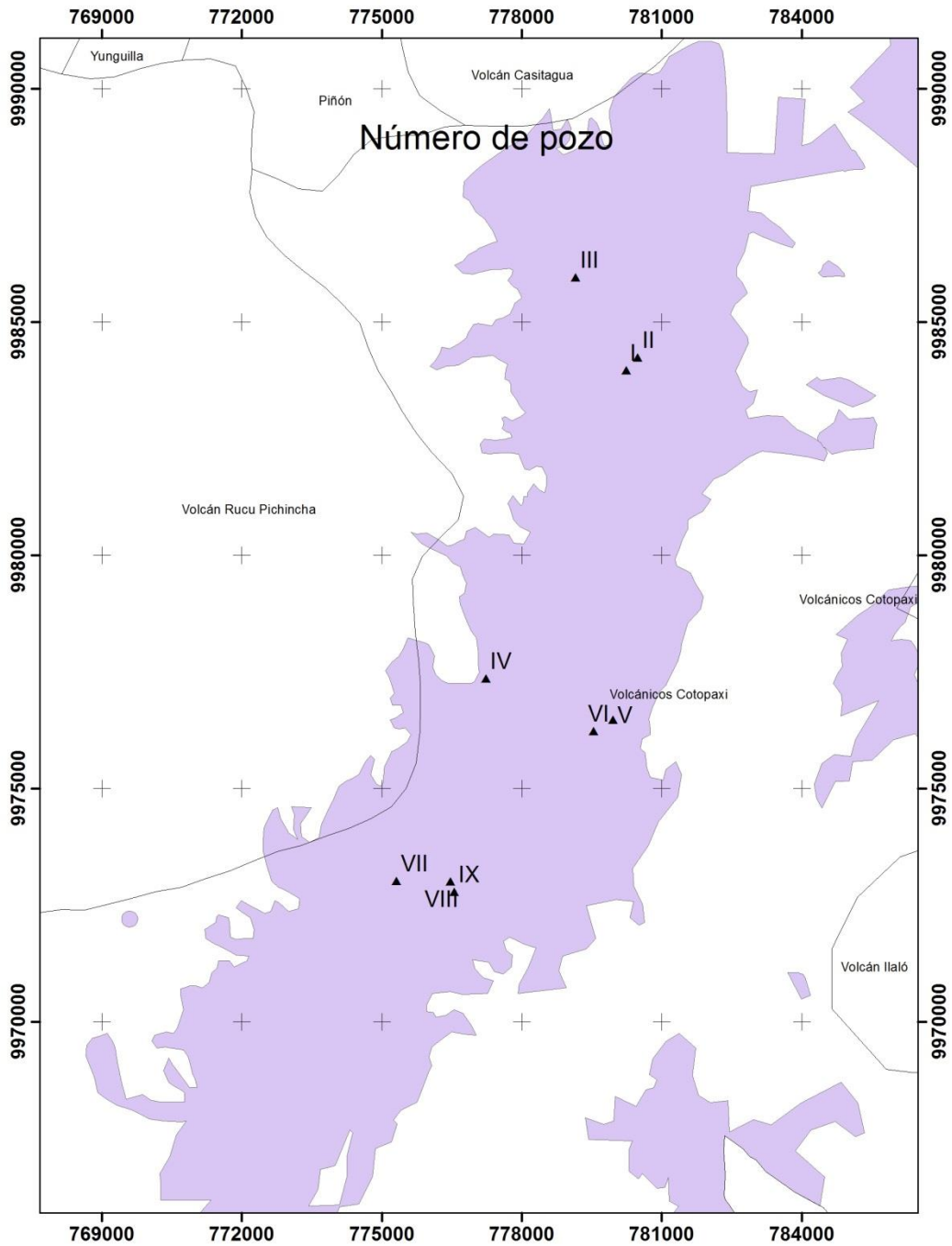


Gráfico 70: Planos Geológicos geo- referenciados con las ubicaciones de los pozos en Quito

PLANOS GEOLÓGICOS GEO - REFERENCIADOS

SUELOS FRICCIONANTES

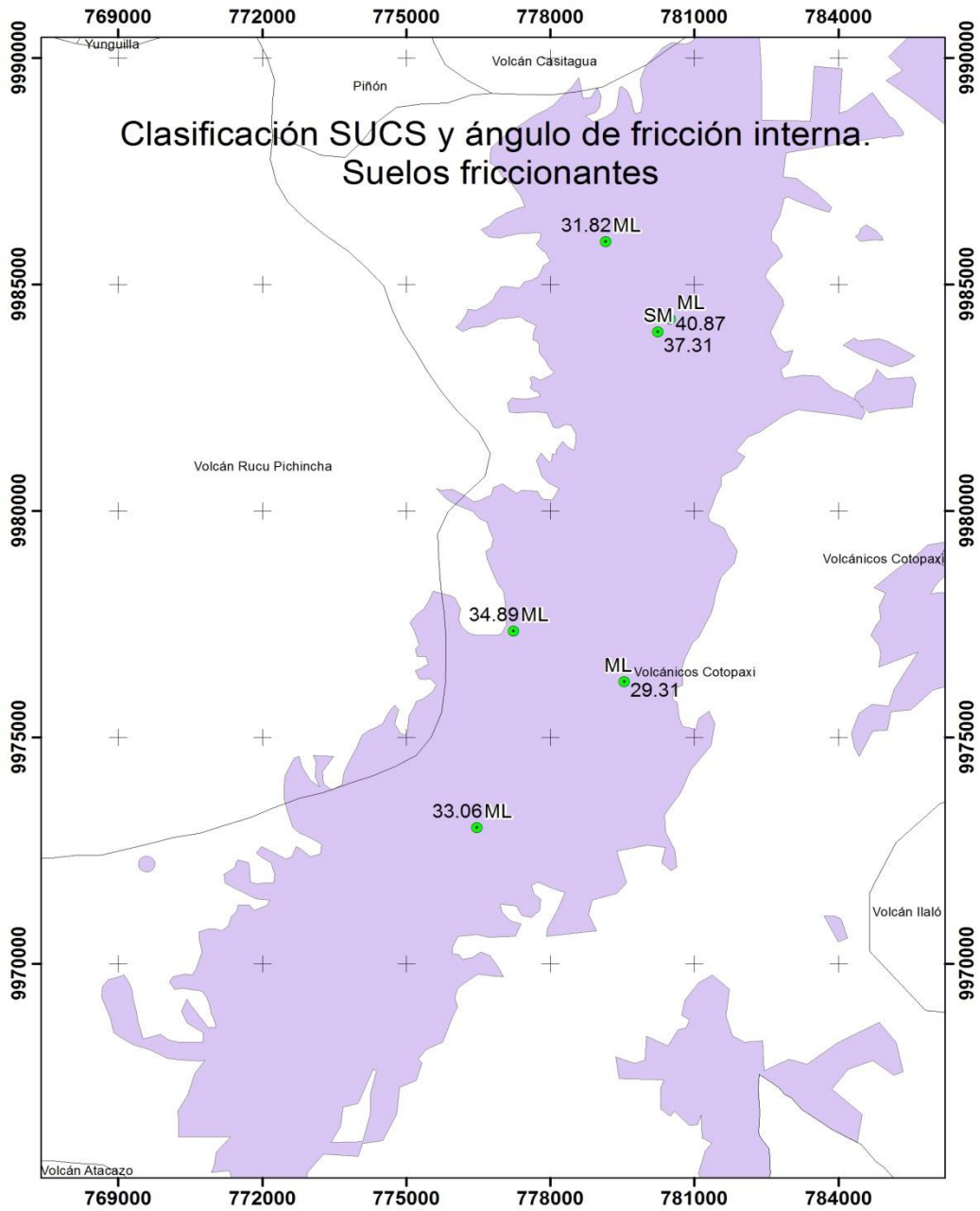


Gráfico 71: Planos Geológicos geo- referenciado con clasificación SUCS y ángulo de fricción de suelos friccionantes

PLANOS GEOLÓGICOS GEO - REFERENCIADOS

SUELOS COHESIVOS- FRICCIONANTES

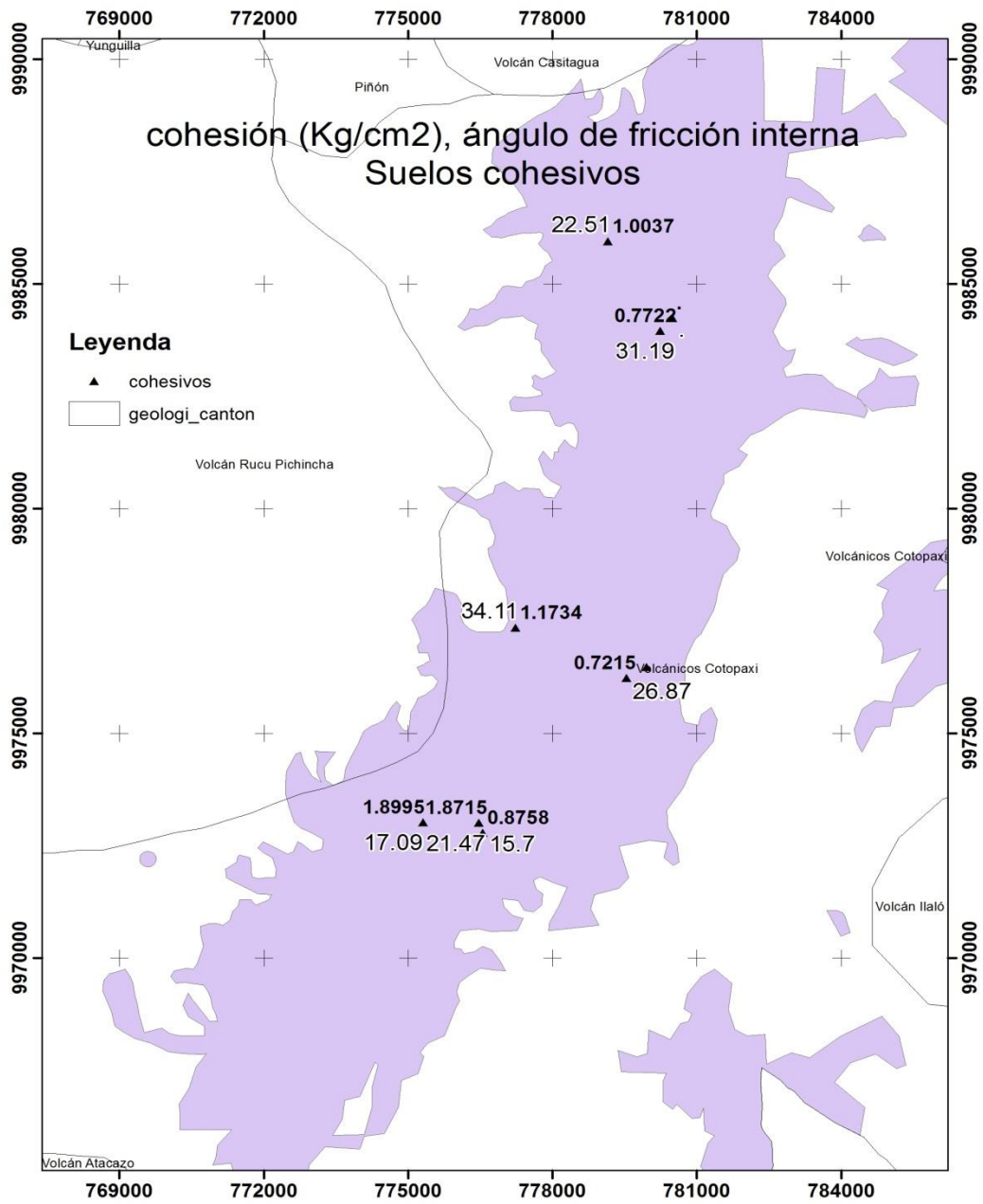


Gráfico 72: Plano Geológico geo- referenciado de suelos cohesivos fricciones

6 Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo a los ensayos realizados y los análisis correspondientes de los resultados y el planteamiento de las correlaciones, con las propiedades físicas y mecánicas de los suelos explorados se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones.

6.1.1 Conclusiones

- Dada la heterogeneidad en características geológicas y geográficas de la ciudad de Quito, se encontró “suelos granulares finos no plásticos” de formación cangagua en su mayoría, ubicados en el norte del Distrito Metropolitano de Quito.
- En la parte sur de la ciudad, los suelos están conformados por limos arcillosos de alta plasticidad, limos arcillosos de baja plasticidad y arcillas arenosas de baja plasticidad.
- Las correlaciones presentadas en esta investigación tanto para las correlaciones de los resultados de laboratorio y las de cohesión arrojaron valores de regresión de tendencia lineales entre $R= 0.01$ a $R=0.2$ (Gráficos 66 y 69), valores que están muy por debajo del valor mínimo aceptable de $R \geq 0.75$, razón por la cual no se presenta ninguna correlación para este tipo de suelos.

- Por otro lado la correlación de fórmulas de suelos cohesivos friccionantes y puramente friccionantes vs ángulos de fricción de laboratorio a pesar de tener un número bajo del aceptable, tienen valores de $R= 0.6$ (Gráfico 67 y 68) que se pueden tomar como considerables.
- La fórmula propuesta por Japan Railway para suelos friccionantes mostró una correlación aceptable para los suelos estudiados en esta investigación, dando una regresión de 0.902 (Gráfico 68) , la cual sirve para la obtención de ángulos de fricción
- Debido a que no se pudo determinar correlaciones para suelos cohesivos-friccionantes, encontrados en el Norte, Centro y Sur de la ciudad de Quito, a continuación se presentan rangos de valores de ángulo de fricción (ϕ) y cohesión c (KN/m^2), en función del NSPT medido en campo.

Norte: 9 a 20 golpes c : 75 a 100 y ϕ : 22 a 32 °

Centro: 15 a 27 golpes c : 70 a 115 y ϕ : 16 a 35°

Sur: 20 a 25 golpes, c : 85 a 185 y ϕ 15 a 20°

6.1.2 Recomendaciones

- Para futuras investigaciones, se recomienda realizar mayor cantidad de perforaciones y ensayos en el laboratorio en un sector específico, con el fin de obtener valores aceptables de regresión lineal “R” en las correlaciones investigadas por varios autores.
- Cuando el número de golpes en el ensayo del SPT es ≥ 18 , es difícil obtener una muestra inalterada completa con tubo de pared delgada tipo Shelby, por esta razón se sugiere tomar varias muestras inalteradas del mismo estrato en longitudes menores, de manera que permitan la ejecución de los ensayos requeridos.
- En vista que no se pudo obtener muestras inalteradas de suelos granulares finos, se recomienda para futuras investigaciones, disponer de equipos especializados que permitan de manera directa obtener los parámetros de resistencia al corte.

BIBLIOGRAFIA

- (UNITEC), U. T. (15 de 02 de 2014). *Investigacion Sobre La Resistencia Al Corte De Suelos*. Recuperado el 20 de 10 de 2015, de <https://mecanicadesuelos1unitec.wordpress.com/ensayo-compresion-simple/>
- AASHTO, A. o. (2012). AASHTO LRDF 2012, capitulo 10 . En A. o. Officials, *AASHTO LRDF 2012* (págs. 10.4.6.2.4-2). Washintong, DC 20001: Association of State Highway and Transportation Officials.
- Angulo, A. A. (03 de 05 de 2014). *www.academia.edu*. Recuperado el 15 de 10 de 2015
- ASTM, A. s. (2010). *Annual book ASTM Standard, section 4*. ASTM.
- CENTRO PANAMERICANO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS. (21 de JULIO de 2014). <http://www.cepeige.org/Revista/>. cepeige. (s.f.). <http://www.cepeige.org/Revista/OT.Caracterizacion.pdf>.
- DAS, B. M. (1999). *Fundamentos de ingenieria geotecnica*. Sacramento California, Usa: Thomson learning.
- DAS, B. M. (1999). *Principio de ingenieria de cimentaciones*. sacramento california : Thomson editorial.

español, A. R. (15 de 03 de 2015). *www.ehowenespanol.com*. Recuperado el 25 de 08 de 2015, de http://www.ehowenespanol.com/modulo-elastico-suelos-lista_542681/

Eulalio Juarez Badillo, A. R. (1976). *Mecanica de Suelos, Fundamentos de la Mecanica de suelos Tomo I*. Mexico: Limusa.

González, M. (17 de 01 de 2012). *La guía Física*. Recuperado el 10 de 02 de 2016, de <http://fisica.laguia2000.com/dinamica-clasica/fuerzas/mecanica-de-suelos-compresibilidad-ensayos-de-compresion>

<http://www.cepeige.org/Revista/OT.Caracterizacion.pdf>. (s.f.).

Ingenieria, A. d. (8 de julio de 2015). <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/>.

Obtenido de <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2011/02/cohesion-y-friccion-interna-propiedades.html>

Joseph E. Bowles, R. S. (1997). Análisis y diseño de cimentaciones. En R. S. Joseph E. Bowles, *Análisis y diseño de cimentaciones 5ta edición* (págs. 150-154). New York: McGraw - Hill.

METRO Madrid, L. A. (10 de 10 de 2010). *Caracterización Geologica y Geotecnica*. Recuperado el 08 de 12 de 2015, de www.preinversion.gob.ec/.../MQ-E54-AX-05-Geologia-geotecnia-Ed01.

Peck, K. T. (1978). *Mecánica de Suelos en la practica*. Barcelona- España: Industrias Gráficas M. Pareja - Montana.

Salas, I. O. (29 de Septiembre de 2011). *Ensayos Triaxiales para suelos*. Recuperado el 20 de 10 de 2015, de revistas.ucr.ac.cr/index.php/materiales/article/download/8391/7925

Suelos-FIC-UNI, D. d. (26 de 06 de 2011). *cismid-uni*. Recuperado el 15 de 10 de 2015, de cismid-uni: http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/manual_laboratorio/limites.pdf

Universidad Nacional de Tucuman, F. d. (02 de 2005). *Resistencia al corte de suelos*. Recuperado el 05 de 01 de 2016, de [herrera.unt.edu.ar/.../tema_resistencia al corte de los suelos. pdf](http://herrera.unt.edu.ar/.../tema_resistencia_al_corte_de_los_suelos.pdf)

WIKIPEDIA. (12 de AGOSTO de 2015). www.wikipedia.org. Obtenido de [Https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADmites_de_Atterberg](https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADmites_de_Atterberg)

ANEXOS

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA INFORME DE ENSAYO REGISTRO DE PERFORACIÓN

N° DE ORDEN : 2922 S

SONDEO N° : P5

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

PROFUNDIDAD TOTAL : 10,00 m

LOCALIZACIÓN : Quito

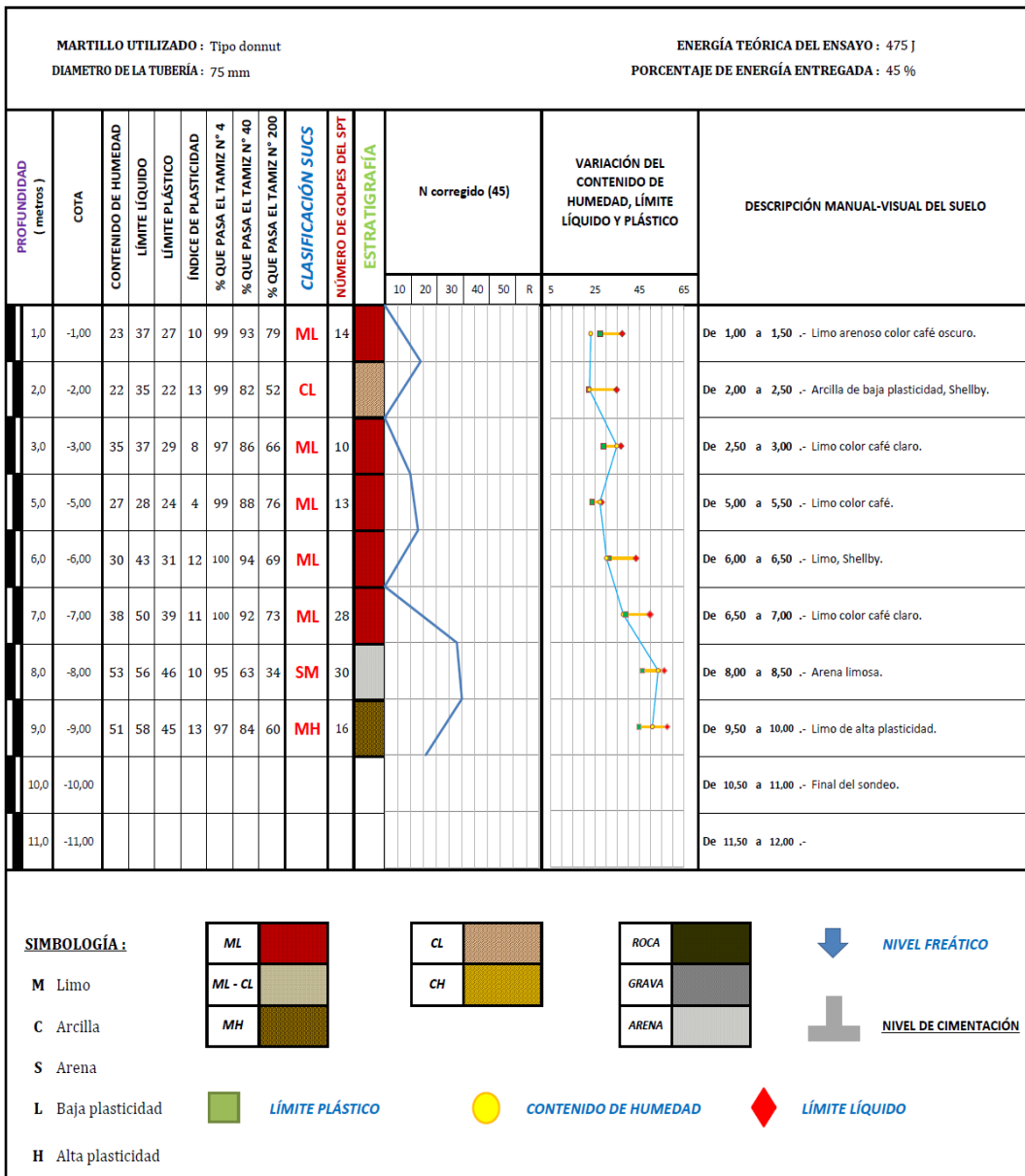
NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

FECHA : 26/01/2016

HOJA : 1 / 1



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : F5 1.00-1.50
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA: 1 de 8

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,84	63,45	54,88	23,14	23,06
17,93	70,06	60,32	22,98	

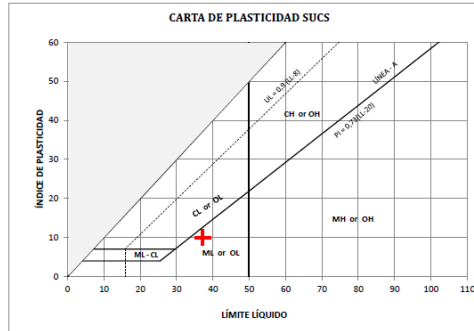
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
7,19	13,99	12,54	27,10	27,32
6,15	12,82	11,38	27,53	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

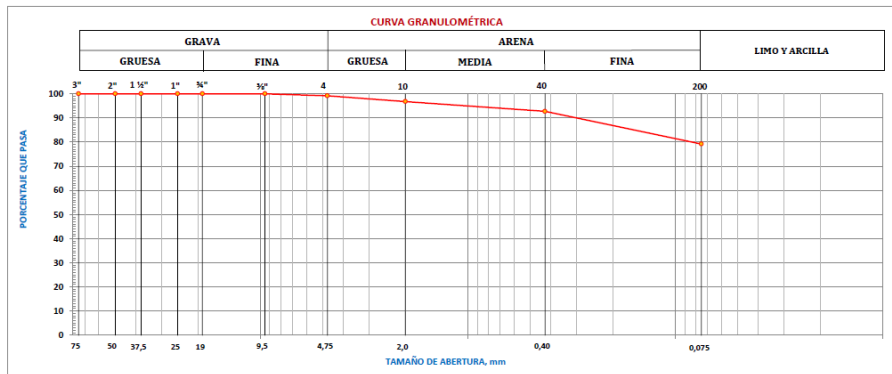
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. +ss	% Humedad
35	6,34	21,08	17,14	36,48
28	6,16	19,98	16,25	36,97
19	9,70	24,91	20,73	37,90



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	3,21	7,30	20,81
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,2	96,8	92,7	79,2



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (θ): 23
LÍMITES DE ATTERBERG
 Limite Líquido, LL : 37
 Limite Plástico, LP : 27
 Índice de Plasticidad, IP : 10

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (θ) : 1
 Arena (θ) : 20
 Finos (θ) : 79

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo con arena
-------------------------	--------------------------------

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
LOCALIZACIÓN : Quito
MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
DESCRIPCIÓN : P5 SHELBY 2.00-2.50
NORMA : ASTM D2487
HOJA : 2 de 8

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
FISCALIZACIÓN :
CONTRATISTA :
FECHA INGRESO : 26/06/2015
FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
16,43	39,79	32,23	22,38	22,48
17,78	38,65	31,12	22,59	

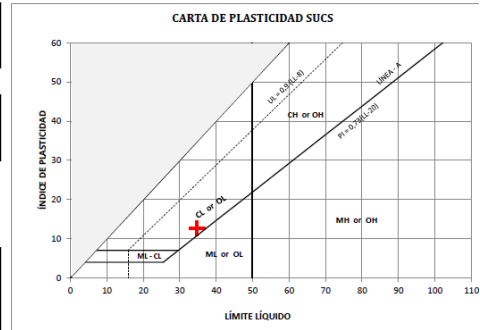
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
8,66	17,33	15,77	22,22	22,11
6,04	16,02	14,22	22,00	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

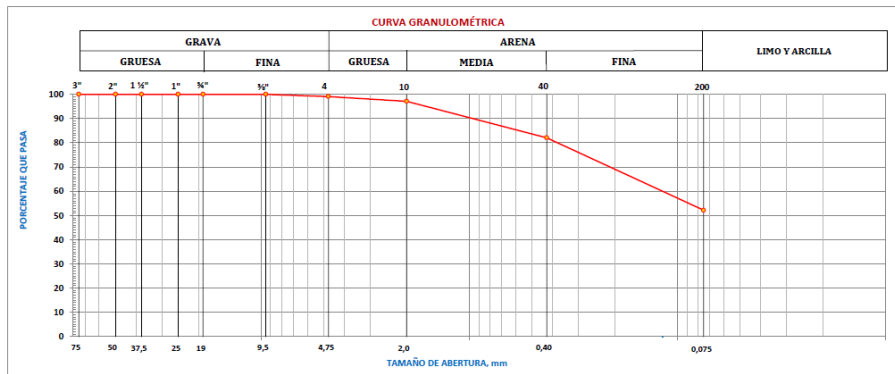
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
15	6,23	17,61	14,59	36,12
23	8,55	18,06	15,59	35,09
34	5,86	13,77	11,77	33,84



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75.0	50.0	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.0	0.425	0.075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	2,91	17,92	47,86
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,1	97,1	82,1	52,1



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

Humedad (w): 22

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL : 35

Límite Plástico, LP : 22

Índice de Plasticidad, IP : 13

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Grava (G): 1

Arena (A): 47

Finos (F): 52

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : **CL**

NOMBRE TÍPICO : Arcilla arenosa

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : F5 2.50-3.00
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA : 3 de 8

Nº DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
18,13	70,97	37,26	35,04	34,84
18,10	56,97	46,97	34,64	

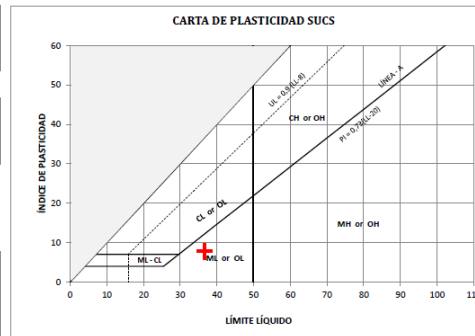
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
6,34	13,70	12,06	28,67	28,89
8,47	16,01	14,31	29,11	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

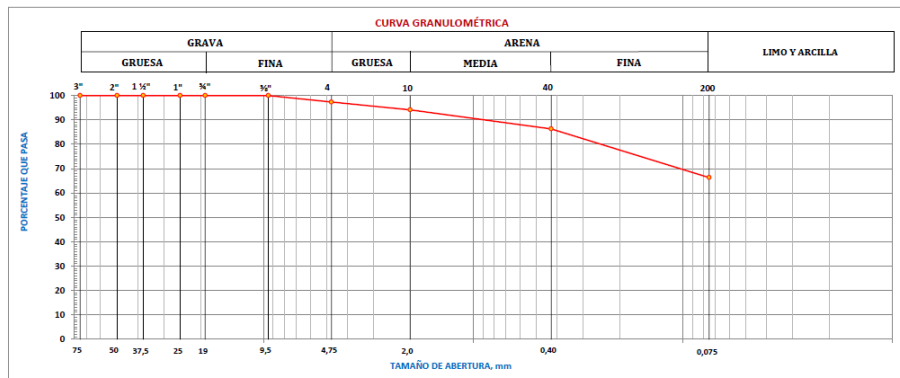
A MÉTODO MULTIPUNTO

Nº DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss	% Humedad
35	6,22	27,33	21,92	35,86
20	6,04	24,73	19,67	37,27
17	6,17	26,71	21,11	37,48



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ Nº	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	5,56	13,67	33,63
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	94,1	86,3	66,3



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (w) : 35
 LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL : 37
 Límite Plástico, LP : 29
 Índice de Plasticidad, IP : 8

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (g) : 3
 Arena (g) : 31
 Finos (g) : 66

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo arenoso
-------------------------	------------------------------

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingenieria Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P5 5.00-5.50
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA: 4 de 8

N° DE RECEPCION : 2922 S
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACION :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
16,72	69,85	58,52	27,11	27,21
17,99	63,29	33,57	27,32	

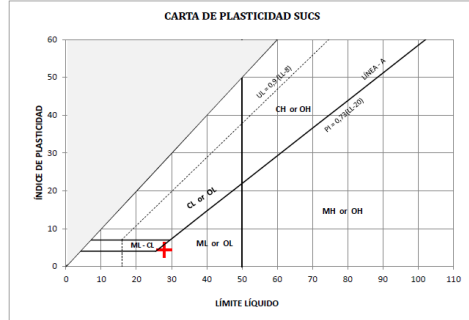
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
9,59	17,30	15,82	23,76	23,63
6,16	14,67	13,05	23,51	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

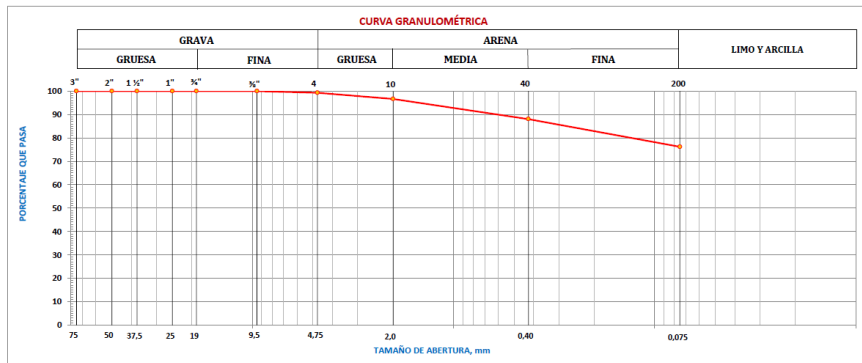
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLFES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. +ss	% Humedad
31	9,48	31,22	26,51	27,66
26	9,49	26,00	22,39	27,98
15	5,97	26,60	22,03	28,46



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70	3,34	11,93	23,83
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	96,7	88,1	76,2



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (º) : 27
 LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL : 28
 Límite Plástico, LP : 24
 Índice de Plasticidad, IP : 4

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (º) : 1
 Arena (º) : 23
 Finos (º) : 76

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo con arena
-------------------------	--------------------------------

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P5 SHELBY 6.00-6.50
 NORMA : ASTM D2457
 HOJA: 5 de 8

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,95	45,20	38,93	29,89	30,18
17,75	46,13	39,50	30,48	

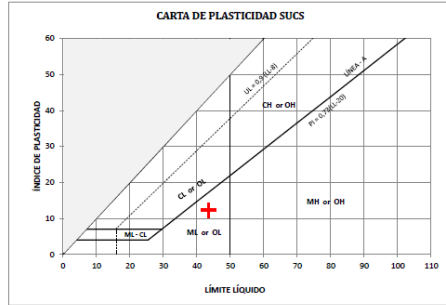
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
6,24	15,41	13,23	31,19	31,17
6,10	14,35	12,39	31,16	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

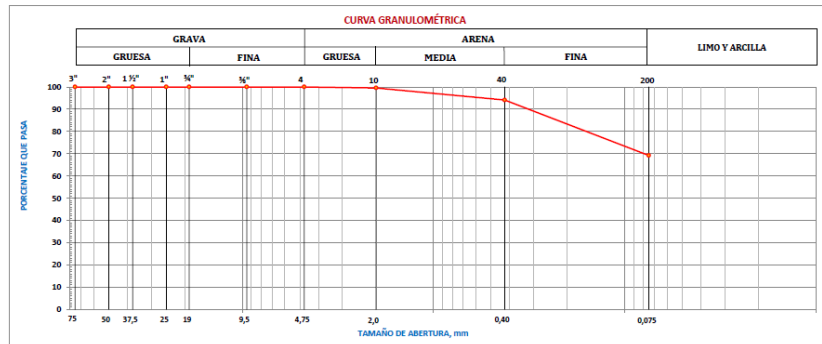
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLFES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
15	5,93	17,97	14,20	45,59
22	6,25	18,75	14,93	44,01
30	5,92	16,78	13,53	42,71



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	5,93	30,82
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	94,1	69,2



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (%): 30
 LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL: 43
 Límite Plástico, LP: 31
 Índice de Plasticidad, IP: 12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (%): 0
 Arena (%): 31
 Finos (%): 69

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: ML	NOMBRE TÍPICO: Limo arenoso
-------------------------------	-----------------------------

AREA DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tests Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P5 6,50-7,00
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA: 6 de 8

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,98	49,57	40,89	57,89	37,72
16,47	73,29	57,78	37,55	

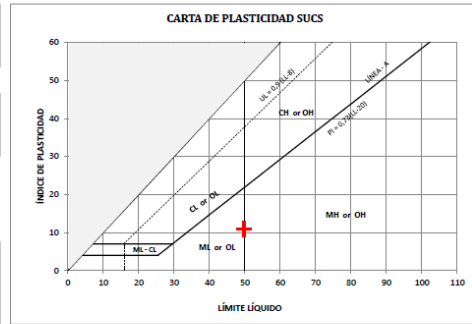
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
6,34	12,21	10,57	38,77	38,85
6,10	11,31	9,85	38,95	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

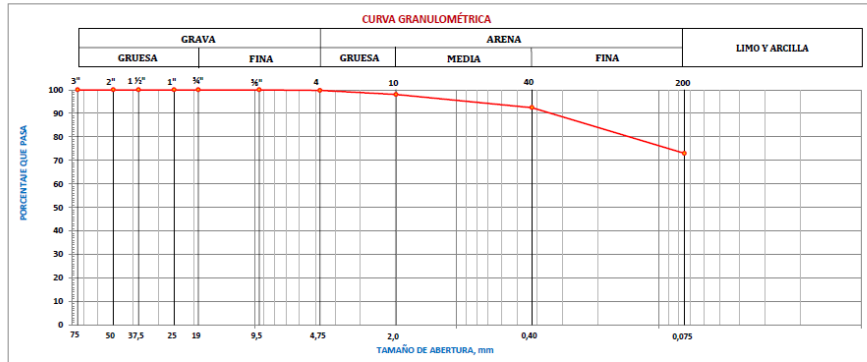
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
30	6,31	24,34	18,37	49,50
24	7,29	26,55	20,14	49,88
18	6,02	24,58	18,37	50,28



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	2,01	7,57	27,08
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	98,0	92,4	72,9



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (%): 38
 LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL : 50
 Límite Plástico, LP : 39
 Índice de Plasticidad, IP : 11

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (%): 0
 Arena (%): 27
 Finos (%): 73

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: ML NOMBRE TÍPICO: Limo con arena

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P5 8,00-8,30
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA: 7 de 8

N° DE RECEPCIÓN : 2922 S
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,95	61,55	46,27	53,87	53,45
18,22	53,22	41,09	53,04	

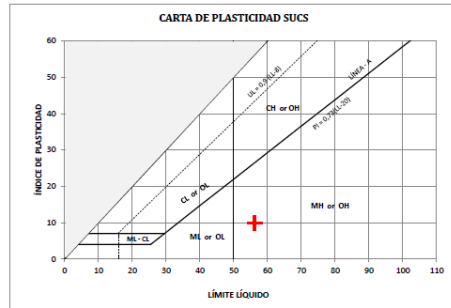
2.- LIMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
6,00	12,74	10,61	46,20	46,54
9,23	16,10	13,92	46,48	

3.- LIMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

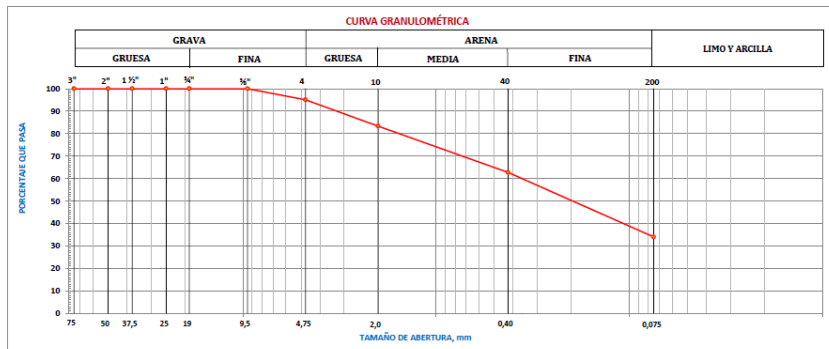
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
35	8,78	29,14	21,88	55,42
23	6,22	18,75	14,23	56,43
18	6,04	19,67	14,72	57,05



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
FORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,99	16,63	37,30	65,95
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,0	83,4	62,7	34,0



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

Humedad (º): 53

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL: 56

Límite Plástico, LP: 46

Índice de Plasticidad, IP: 10

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Grava (º): 5

Arena (º): 61

Finos (º): 34

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: SM	NOMBRE TÍPICO: Arena limosa
-------------------------------	-----------------------------

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingenieria Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P5 9,00-9,30
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA : 8 de 8

N° DE RECEPCIÓN : 2922 S
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

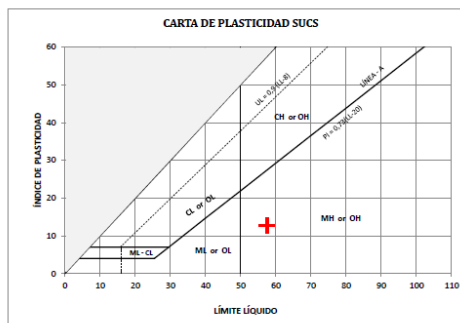
Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
18,12	67,96	51,07	51,26	50,86
15,83	62,34	46,74	50,47	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
6,09	10,98	9,47	44,67	44,89
6,20	11,25	9,68	45,11	

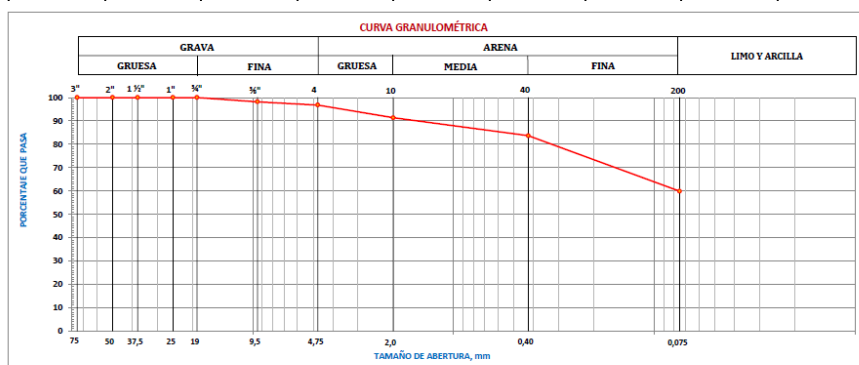
3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

A		MÉTODO MULTIPUNTO			
N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. +ss	% Humedad	
35	6,37	24,86	18,16	56,83	
20	8,22	24,02	18,23	57,84	
16	9,44	25,29	19,43	58,66	



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
FORCIENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,82	3,19	8,68	16,39	40,15
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	96,8	91,3	83,6	59,9



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

Humedad (%) : 51

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL : 58

Límite Plástico, LP : 45

Índice de Plasticidad, IP : 13

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Grava (%) : 3

Arena (%) : 37

Finos (%) : 60

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : MH	NOMBRE TÍPICO : Limo arenoso de alta plasticidad
--------------------------------	--

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

N° DE ORDEN : 2922 S

SONDEO N° : P4

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

PROFUNDIDAD TOTAL : 10,00 m

LOCALIZACIÓN : Quito

NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

FECHA : 26/01/2016

HOJA : 1 / 1

MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut DIAMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm										ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 45 %												
PROFUNDIDAD (metros)	COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD		LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ N° 4	% QUE PASA EL TAMIZ N° 40	% QUE PASA EL TAMIZ N° 200	CLASIFICACIÓN SUCS	NÚMERO DE GOLPES DEL SPT	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)					VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO				DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO
		10	20										30	40	50	R	S	25	45			
1,0	-1,00	13	NP	NP	NP	100	76	68	ML	16											De 1,00 a 1,50 -- Limo arenoso color café oscuro.	
3,0	-3,00	25	28	23	5	99	92	67	ML	19											De 3,00 a 3,50 -- Limo color café oscuro.	
5,0	-5,00	15	39	29	10	100	91	63	ML												De 5,00 a 5,50 -- Limo color café oscuro, Shellby.	
6,0	-6,00	28	35	30	5	100	87	72	ML	27											De 5,30 a 5,80 -- Limo color café oscuro.	
7,0	-7,00	28	37	32	5	100	93	74	ML	21											De 7,00 a 7,50 -- Limo color café oscuro.	
9,0	-9,00	17	NP	NP	NP	97	63	60	ML	17											De 9,00 a 9,50 -- Limo arenoso color gris claro.	
10,0	-10,00																				De 10,00 a 10,50 -- Final del sondeo.	
11,0	-11,00																				De 11,00 a 11,50 --	
12,0	-12,00																				De 12,00 a 12,50 --	
13,0	-13,00																				De 13,00 a 13,50 --	

SIMBOLOGÍA : M Limo C Arcilla S Arena L Baja plasticidad H Alta plasticidad	<table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td>ML</td><td style="background-color: #800000;"></td></tr> <tr><td>ML - CL</td><td style="background-color: #808080;"></td></tr> <tr><td>MH</td><td style="background-color: #808000;"></td></tr> </table> <table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td>CL</td><td style="background-color: #d2b48c;"></td></tr> <tr><td>CH</td><td style="background-color: #ffd700;"></td></tr> </table>	ML		ML - CL		MH		CL		CH		<table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td>ROCA</td><td style="background-color: #2f4f4f;"></td></tr> <tr><td>GRAVA</td><td style="background-color: #696969;"></td></tr> <tr><td>ARENA</td><td style="background-color: #bdbdbd;"></td></tr> </table>	ROCA		GRAVA		ARENA		<p style="text-align: center;">↓ NIVEL FREÁTICO</p> <p style="text-align: center;">⊥ NIVEL DE CIMENTACIÓN</p>	<p style="text-align: center;">■ LÍMITE PLÁSTICO</p> <p style="text-align: center;">● CONTENIDO DE HUMEDAD</p> <p style="text-align: center;">◆ LÍMITE LÍQUIDO</p>
ML																				
ML - CL																				
MH																				
CL																				
CH																				
ROCA																				
GRAVA																				
ARENA																				

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P4 1.00-1.50
 NORMA : ASTM D 2457
 HOJA : 1 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 S
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN : -----
 CONTRATISTA : -----
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 26/01/2016

1- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,85	70,39	64,36	12,96	13,46
17,88	57,18	52,37	13,95	

2- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

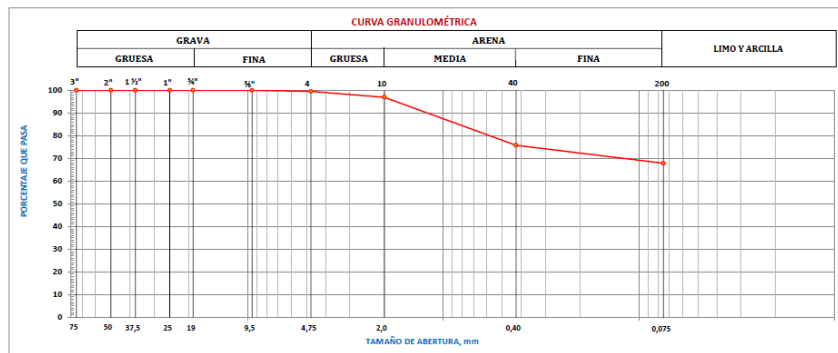
SUELO NO PLÁSTICO

3- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	3,02	24,19	52,15
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	97,0	75,8	67,9



5- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad : 13

LÍMITES DE ATTERBERG

Limite Líquido, LL : NP

Limite Plástico, LP : NP

Índice de Plasticidad, IP : NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

% Grava : 0

% Arena : 32

% Finos : 68

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo
--------------------------------	----------------------

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
LOCALIZACIÓN : Quito
MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
DESCRIPCIÓN : P4 3.00-3.30
NORMA : ASTM D2487
HOJA: 2 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 S
SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
FISCALIZACIÓN :
CONTRATISTA :
FECHA INGRESO : 26/06/2015
FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
18,20	64,31	53,04	25,16	25,06
18,33	61,75	53,08	24,95	

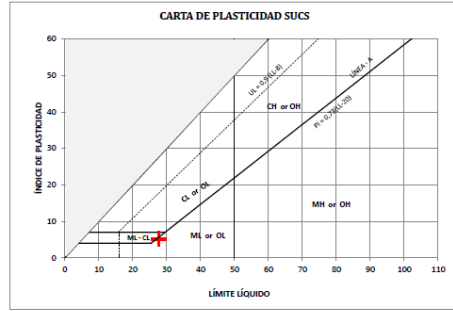
2.- LIMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
8,22	13,80	12,75	23,18	22,69
6,22	11,89	10,86	22,20	

3.- LIMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

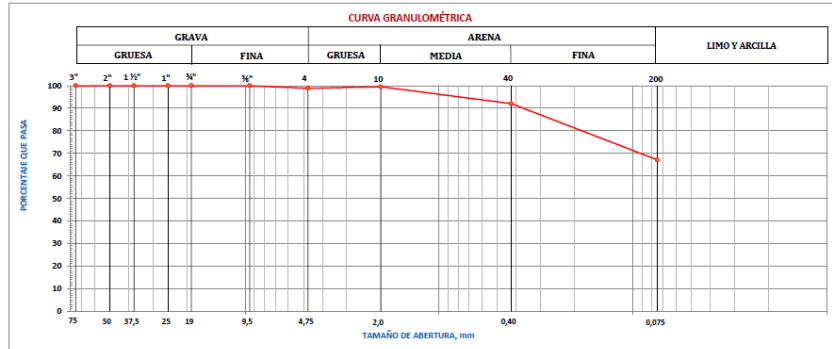
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. +ss	% Humedad
31	6,37	22,57	19,09	27,36
25	6,11	21,56	18,21	27,69
18	9,60	32,47	27,39	28,56



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,12	0,48	8,01	32,94
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,9	99,5	92,0	67,1



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
Humedad (%): 25
LÍMITES DE ATTERBERG
Limite Líquido, LL: 28
Limite Plástico, LP: 23
Índice de Plasticidad, IP: 5

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
Grava (%): 1
Arena (%): 32
Finos (%): 67

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: **ML** NOMBRE TÍPICO: Limo arenoso

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P4 SHELBY 5.00/5.30
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA: 3 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

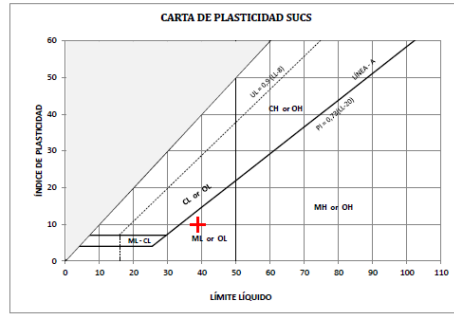
Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,61	44,25	40,71	15,32	15,05
17,91	46,24	42,54	14,78	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
9,50	18,85	16,76	28,79	28,86
8,24	17,73	15,60	28,94	

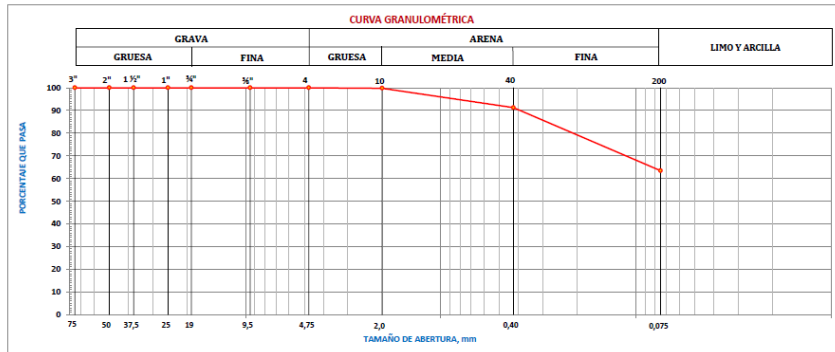
3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

A		MÉTODO MULTIPUNTO		
N° DE GOLFES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. +ss	% Humedad
15	8,81	20,90	17,46	39,77
27	6,58	18,00	14,76	38,66
34	6,85	19,25	15,82	38,13



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	8,78	36,56
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	91,2	63,4



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

Humedad (%): 15

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL: 39

Límite Plástico, LP: 29

Índice de Plasticidad, IP: 10

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Grava (%): 0

Arena (%): 37

Finos (%): 63

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: ML	NOMBRE TÍPICO: Limo arenoso
-------------------------------	------------------------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P4 5.30-5.80
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA: 4 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 S
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
18,43	63,96	53,98	28,07	28,24
16,70	63,62	53,24	28,41	

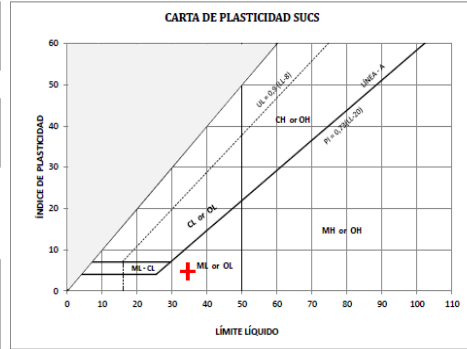
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
9,48	15,66	14,23	30,11	29,82
9,26	15,18	13,83	29,54	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

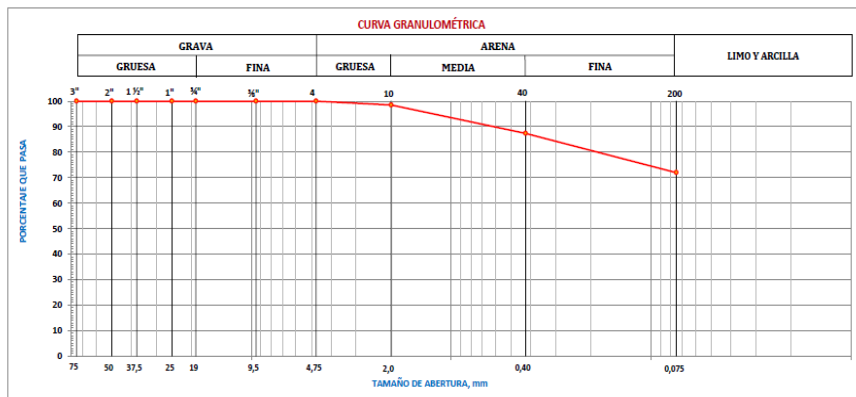
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLFES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
35	6,18	21,94	17,98	33,56
24	6,07	22,64	18,36	34,83
18	6,24	26,94	21,54	35,29



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,51	12,65	28,02
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	87,3	72,0



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (w): 28
LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL: 35
 Límite Plástico, LP: 30
 Índice de Plasticidad, IP: 5

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (G): 0
 Arena (A): 28
 Finos (F): 72

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: ML	NOMBRE TÍPICO: Limo con arena
------------------------	-------------------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P4 7.00-7.50
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA: 5 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
16,81	65,76	55,24	27,37	27,80
11,66	54,00	44,68	28,23	

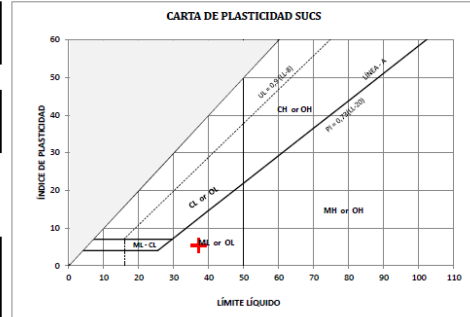
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
6,72	15,20	11,62	32,24	31,81
6,04	12,32	10,82	31,38	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

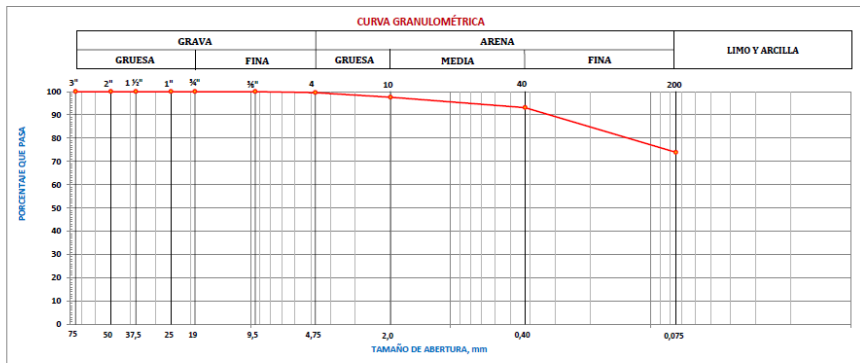
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. +ss	% Humedad
35	6,18	26,49	21,06	36,49
21	8,48	25,21	20,66	37,36
18	6,35	23,91	19,09	37,83



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	2,46	6,87	26,13
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	97,5	93,1	73,9



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (%): 28
 LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL: 37
 Límite Plástico, LP: 32
 Índice de Plasticidad, IP: 5

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (%): 0
 Arena (%): 26
 Finos (%): 74

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: ML	NOMBRE TÍPICO: Limo con arena
-------------------------------	-------------------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA: Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN: Quito
 MUESTRA: Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN: P4 9.00-9.30
 NORMA: ASTM D 2487
 HOJA: 6 de 6

Nº DE RECEPCIÓN: 2922 S
 SOLICITADO POR: Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN: -----
 CONTRATISTA: -----
 FECHA INGRESO: 26/06/2015
 FECHA ENTREGA: 26/01/2016

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,17	72,25	64,18	17,17	16,67
19,08	63,27	57,12	16,17	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

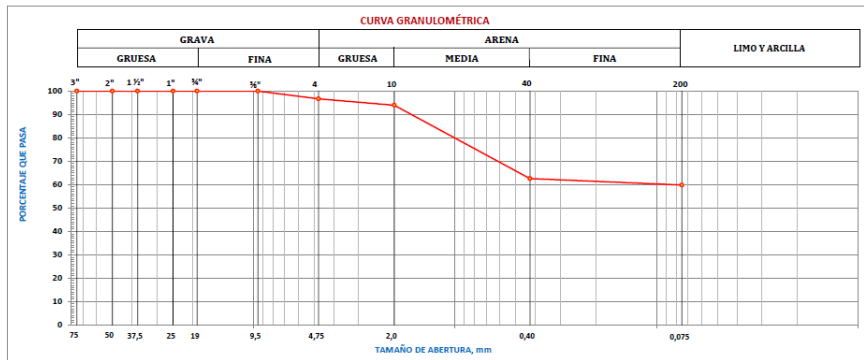
SUELO NO PLÁSTICO

3.- LÍMITE LIQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	6,00	37,42	40,13
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,7	94,0	62,6	59,8



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad: 17

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL: NP

Límite Plástico, LP: NP

Índice de Plasticidad, IP: NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

% Grava: 3

% Arena: 37

% Finos: 60

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: ML

NOMBRE TÍPICO: Limo

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

Nº DE ORDEN : 2922 S

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

LOCALIZACIÓN : Quito

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

FECHA : 26/01/2016

SONDEO Nº : P3

PROFUNDIDAD TOTAL : 10,50 m

NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

HOJA : 1 / 1

MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut DIAMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm										ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 45 %																
PROFUNDIDAD (metros)	COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD			ÍNDICE DE PLASTICIDAD			CLASIFICACIÓN SUCS	NÚMERO DE GOLPES DEL SPT	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)	VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO				DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO										
		LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 4	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 40					% QUE PASA EL TAMIZ Nº 200	10	20	30		40	50	R	5	15	25	35			
1,0	-1,00	27	32	28	4	94	74	62	ML	7																De 1,00 a 1,50 .- Limo arenoso color café oscuro con pomez.
3,0	-3,00	8	NP	NP	NP	98	74	59	ML	9																De 3,00 a 3,50 .- Limo arenoso color café oscuro con pomez.
5,0	-5,00									5																De 5,00 a 5,50 .- Limo arenoso color gris.
5,5	-5,50	18	30	23	7	100	85	55	ML	14																De 5,50 a 6,00 .- Limo arenoso color café oscuro.
7,0	-7,00	27	27	24	3	99	88	72	ML	14																De 7,00 a 7,50 .- Limo color café oscuro.
9,0	-9,00	32	NP	NP	NP	100	75	73	ML	14																De 9,00 a 9,50 .- Limo arenoso.
10,0	-10,00	17	24	21	3	100	82	52	ML																	De 10,00 a 10,50 .- Shelby.
11,0	-11,00																									De 11,00 a 11,50 .- Final del sondeo.
12,0	-12,00																									De 12,00 a 12,50 .-
13,0	-13,00																									De 13,00 a 13,50 .-

SIMBOLOGÍA : M Limo C Arcilla S Arena L Baja plasticidad H Alta plasticidad	<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>ML</td><td style="background-color: #d62728;"></td></tr> <tr><td>ML - CL</td><td style="background-color: #ffc107;"></td></tr> <tr><td>MH</td><td style="background-color: #ffc107;"></td></tr> </table>	ML		ML - CL		MH		<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>CL</td><td style="background-color: #d62728;"></td></tr> <tr><td>CH</td><td style="background-color: #ffc107;"></td></tr> </table>	CL		CH		<table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>ROCA</td><td style="background-color: #1f77b4;"></td></tr> <tr><td>GRAVA</td><td style="background-color: #d62728;"></td></tr> <tr><td>ARENA</td><td style="background-color: #ffc107;"></td></tr> </table>	ROCA		GRAVA		ARENA		<div style="text-align: center;"> NIVEL FREÁTICO </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> NIVEL DE CIMENTACIÓN </div>
ML																				
ML - CL																				
MH																				
CL																				
CH																				
ROCA																				
GRAVA																				
ARENA																				
	LÍMITE PLÁSTICO	CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO																	

AREA DE MECANICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO
CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tests Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P3 1.00-1.50
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA: 1 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,72	53,24	45,62	27,31	26,87
18,20	66,32	56,26	26,43	

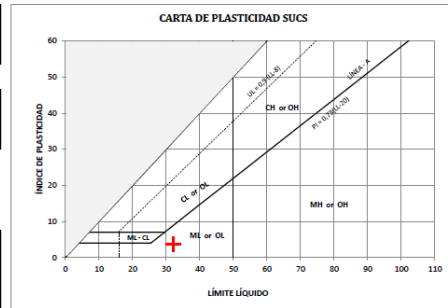
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
6,27	10,93	9,89	28,73	28,47
9,15	13,65	12,66	28,21	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

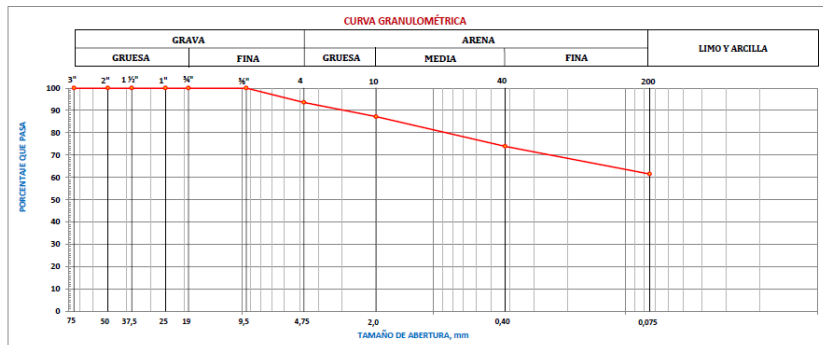
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. +ss	% Humedad
15	6,85	16,88	14,33	34,09
25	6,04	17,33	14,64	31,51
35	6,22	16,88	14,33	31,44



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,41	12,83	26,10	35,49
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	93,6	87,2	73,9	61,5



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (%): 27
LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL : 32
 Límite Plástico, LP : 28
 Índice de Plasticidad, IP : 4

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (%): 6
 Arena (%): 32
 Finos (%): 62

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo arenoso
--------------------------------	------------------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tests Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P3 3.00-3.50
 NORMA : ASTM D 2487
 HOJA: 2 de 6

Nº DE RECEPCIÓN : 2922 S
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN : -----
 CONTRATISTA : -----
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 26/01/2016

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,93	66,04	62,73	7,39	7,87
17,98	58,94	53,78	8,36	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

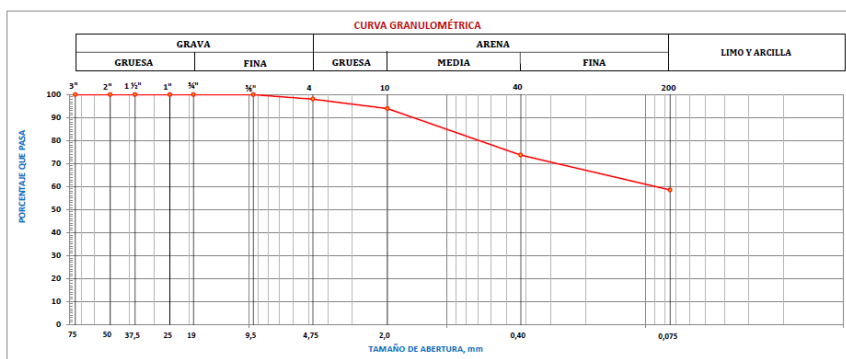
SUELO NO PLÁSTICO

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ Nº	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	6,05	26,26	41,44
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,1	94,0	73,7	58,6



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 % Humedad : 8
 LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL : NP
 Límite Plástico, LP : NP
 Índice de Plasticidad, IP : NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 % Grava : 2
 % Arena : 40
 % Finos : 59

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo
--------------------------------	-----------------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tests Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P3 SHELBY 5.50-6.00
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA: 3 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 S
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

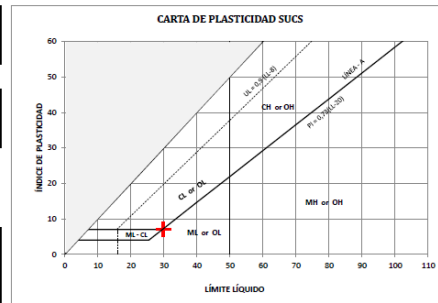
Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,88	49,49	44,65	18,08	18,04
17,81	55,75	49,96	18,01	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
9,34	18,15	16,51	22,87	22,90
9,39	18,02	16,41	22,93	

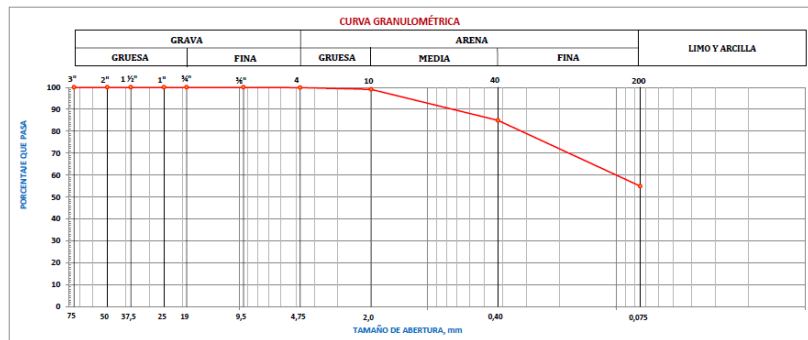
3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

A		MÉTODO MULTIPUNTO			
N° DE GOLFES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. +ss	% Humedad	
15	5,96	17,89	15,09	30,67	
28	9,14	18,77	16,58	29,44	
36	9,61	22,22	19,53	29,47	



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	36,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,98	15,12	45,12
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,0	84,9	54,9



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (%) : 18
LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL : 30
 Límite Plástico, LP : 23
 Índice de Plasticidad, IP : 7

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (%) : 0
 Arena (%) : 45
 Finos (%) : 55

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Límoo arenoso
--------------------------------	-------------------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P3 7.00-7.50
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA : 4 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed.
17,74	60,67	51,71	26,38	26,72
17,78	69,25	58,29	27,06	

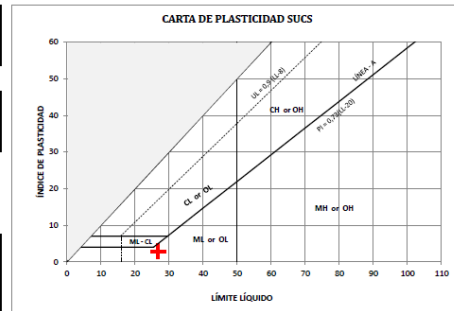
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed.
6,20	10,20	9,42	24,22	23,98
6,01	10,18	9,38	23,74	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

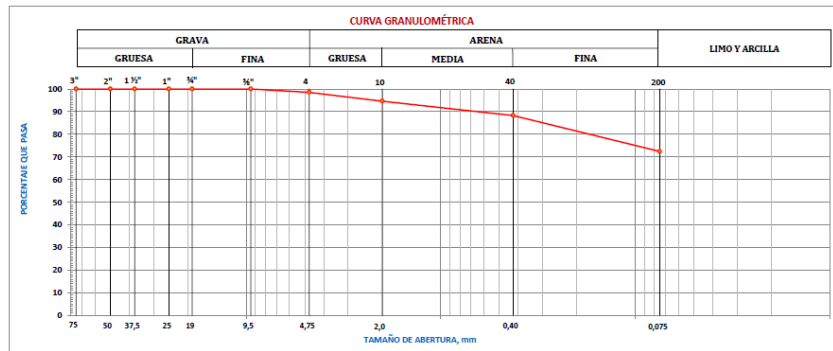
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
31	8,81	20,21	17,84	26,23
26	9,48	21,98	19,35	26,65
17	9,49	24,24	21,04	27,71



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,49	5,40	11,69	27,60
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,5	94,6	88,3	72,4



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (%): 27
LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL: 27
 Límite Plástico, LP: 24
 Índice de Plasticidad, IP: 3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (%): 1
 Arena (%): 26
 Finos (%): 72

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: **ML** NOMBRE TÍPICO: Limo con arena

NOTA: Este informe no puede ser reproducido, total o parcialmente.

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P3 9.00-9.50
 NORMA : ASTM D 2487
 HOJA : 5 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 26/01/2016

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
16,52	71,69	58,47	31,51	31,84
16,75	70,33	57,29	32,17	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

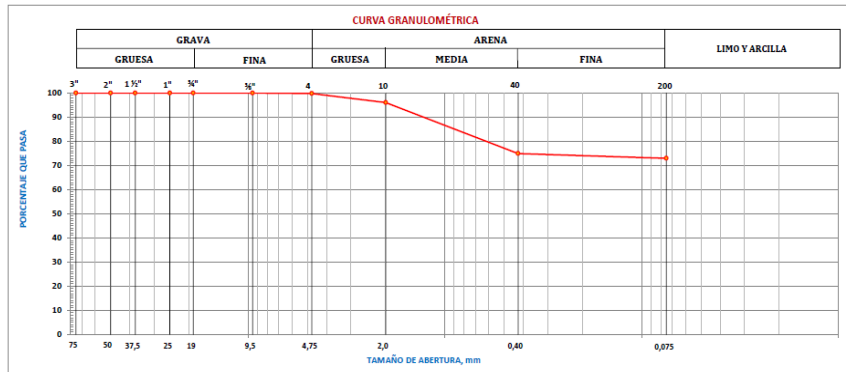
SUELO NO PLÁSTICO

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	5,93	25,02	27,01
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	96,1	75,0	73,0



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad : 32

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL : NP

Límite Plástico, LP : NP

Índice de Plasticidad, IP : NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

% Grava : 0

% Arena : 27

% Finos : 73

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo
--------------------------------	----------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P3 SHELBY 10.00-10.50
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA: 6 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,79	36,40	33,72	16,82	16,80
16,88	37,77	34,77	16,77	

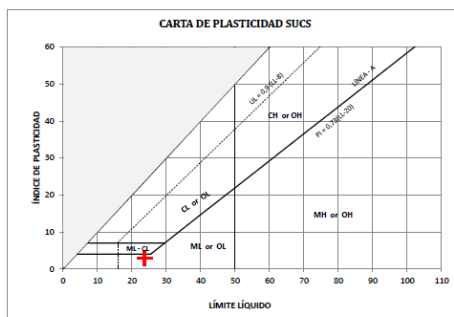
2- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
9,71	15,81	14,76	20,79	20,89
6,05	11,41	10,48	20,99	

3- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

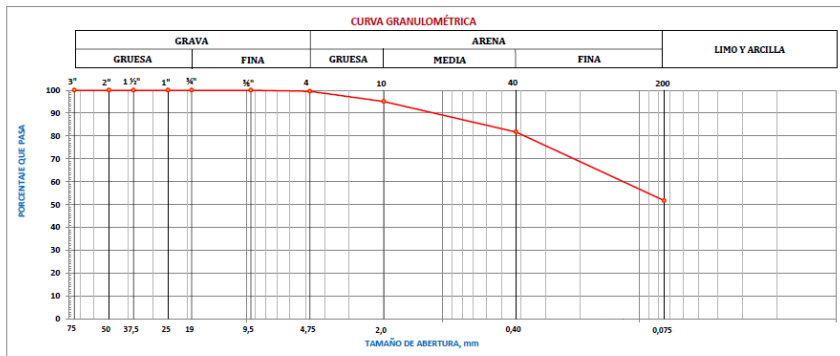
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. +ss	% Humedad
16	6,12	20,80	17,87	24,94
24	6,05	19,53	16,95	23,90
30	6,42	17,52	15,43	23,20



4- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	4,94	15,28	48,31
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	95,1	81,7	51,7



5- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

Humedad (º): 17

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL : 24

Límite Plástico, LP : 21

Índice de Plasticidad, IP : 3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Grava (º): 0

Arena (º): 48

Finos (º): 52

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo arenoso
-------------------------	------------------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

Nº DE ORDEN : 2922 S

SONDEO Nº : P2

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

PROFUNDIDAD TOTAL : 9,50 m

LOCALIZACIÓN : Quito

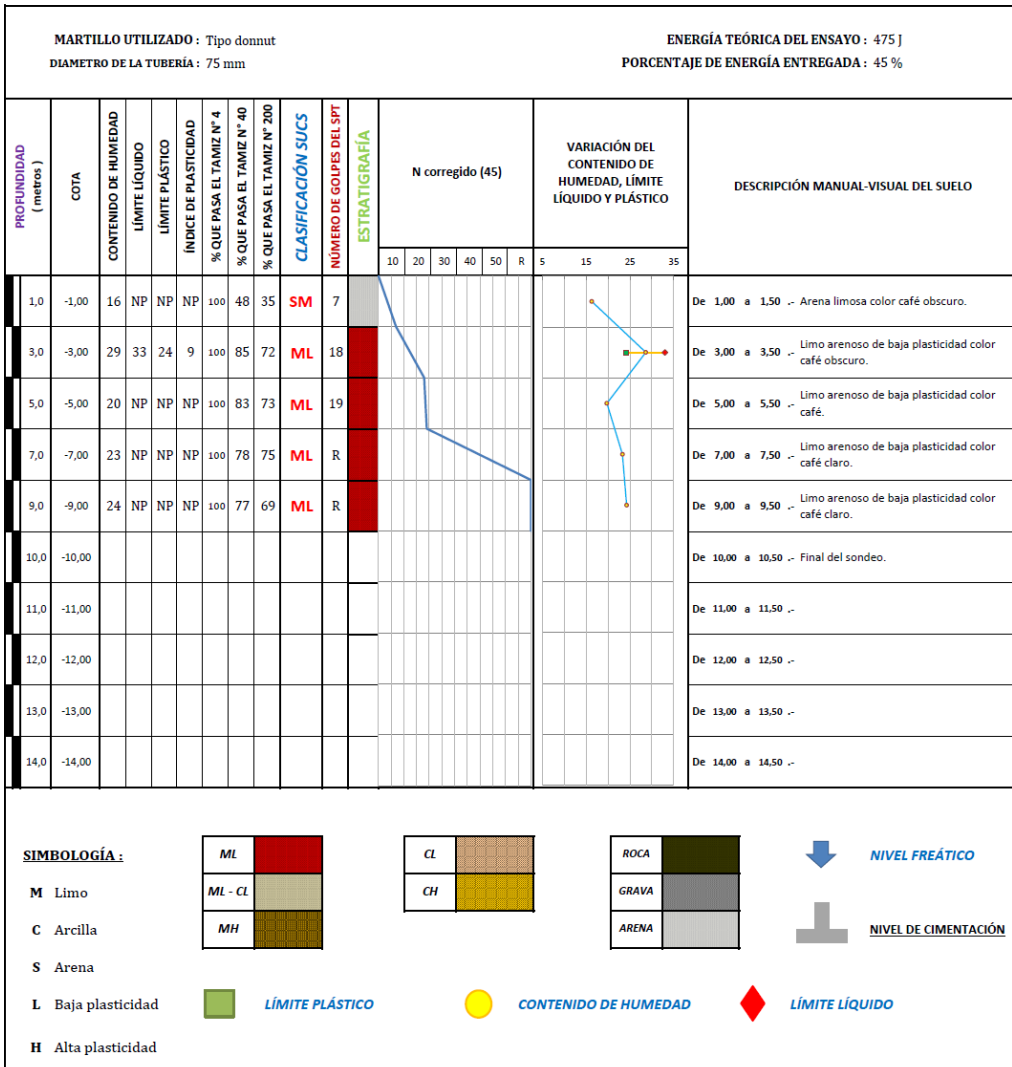
NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

FECHA : 26/01/2016

HOJA : 1 / 1



ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P2 1.00-1.50
 NORMA : ASTM D 2487
 HOJA: 1 de 6

Nº DE RECEPCIÓN : 2922 S
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN : -----
 CONTRATISTA : -----
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 26/01/2016

1- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,89	45,72	41,78	16,49	16,30
18,01	44,82	41,10	16,11	

2- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

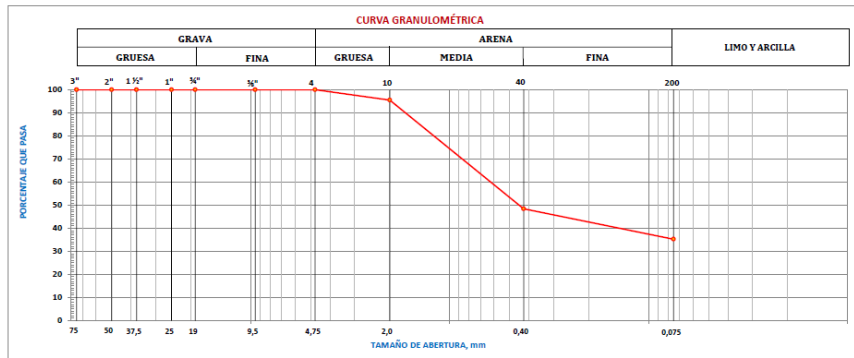
SUELO NO PLÁSTICO

3- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ Nº	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,47	51,59	64,76
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,5	48,4	35,2



5- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad : 16

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL : NP

Límite Plástico, LP : NP

Índice de Plasticidad, IP : NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

% Grava : 0

% Arena : 65

% Finos : 35

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : **SM**

NOMBRE TÍPICO : Arena limosa

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P2 5.00-5.50
 NORMA : ASTM D 2487
 HOJA: 3 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN : -----
 CONTRATISTA : -----
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 26/01/2016

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
18,27	51,81	46,27	19,79	19,74
18,09	65,13	57,41	19,68	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

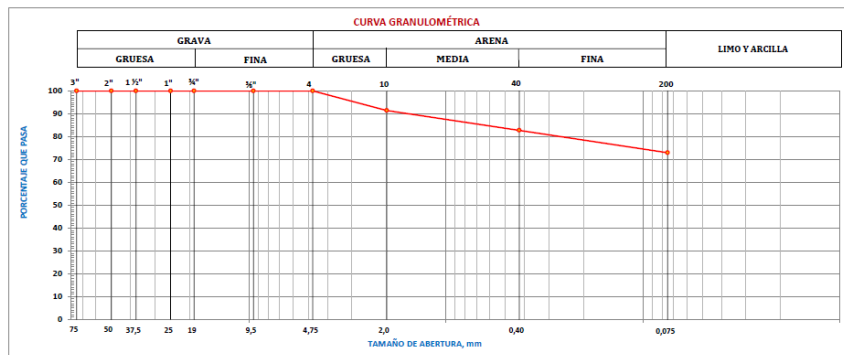
SUELO NO PLÁSTICO

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,55	17,21	27,03
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	91,5	82,8	73,0



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad : 20

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL : NP

Límite Plástico, LP : NP

Índice de Plasticidad, IP : NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

% Grava : 0

% Arena : 27

% Finos : 73

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo
--------------------------------	----------------------

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P2 7.00-7.25
 NORMA : ASTM D 2487
 HOJA: 4 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN : -----
 CONTRATISTA : -----
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 26/01/2016

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
18,00	44,96	99,78	23,78	23,32
17,85	55,37	48,39	22,86	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

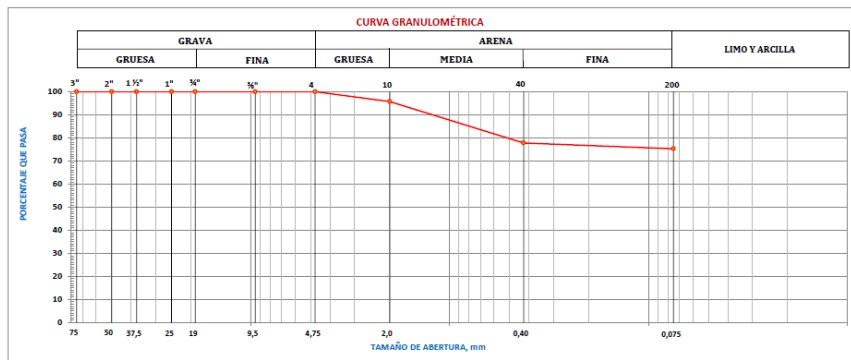
SUELO NO PLÁSTICO

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,23	22,17	24,71
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,8	77,8	75,3



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad : 23

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL : NP

Límite Plástico, LP : NP

Índice de Plasticidad, IP : NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

% Grava : 0

% Arena : 25

% Finos : 75

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo
--------------------------------	----------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P2 7.23-7.50
 NORMA : ASTM D 2487
 HOJA : 5 de 6

Nº DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN : -----
 CONTRATISTA : -----
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 26/01/2016

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,34	48,78	46,09	9,36	9,64
17,69	50,91	47,91	9,93	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

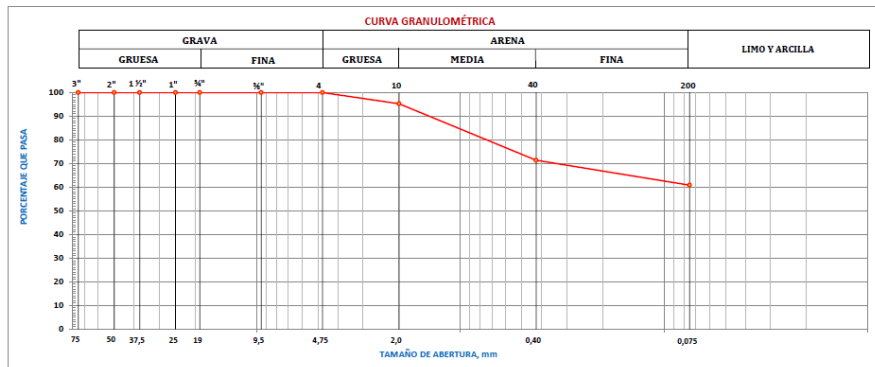
SUELO NO PLÁSTICO

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ Nº	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,73	28,62	39,14
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,3	71,4	60,9



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad : 10

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL : NP

Límite Plástico, LP : NP

Índice de Plasticidad, IP : NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

% Grava : 0

% Arena : 39

% Finos : 61

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo
--------------------------------	-----------------------------

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P2 9.00-9.50
 NORMA : ASTM D 2487
 HOJA : 6 de 6

Nº DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN : -----
 CONTRATISTA : -----
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 26/01/2016

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,81	53,75	46,79	24,02	24,27
17,79	65,18	55,85	24,51	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

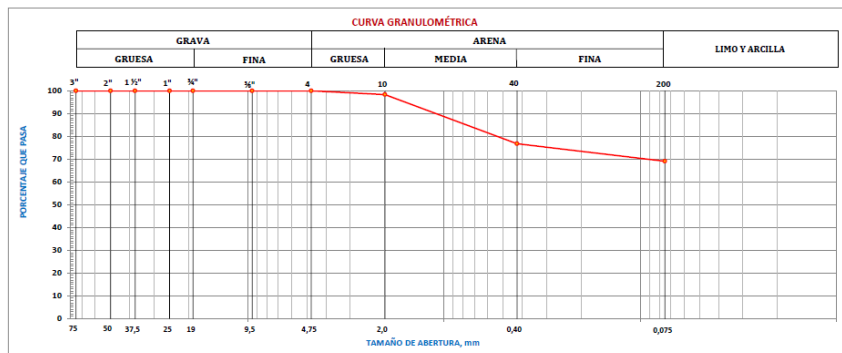
SUELO NO PLÁSTICO

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ Nº	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,63	23,22	30,87
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,4	76,8	69,1



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad : 24

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL : NP

Límite Plástico, LP : NP

Índice de Plasticidad, IP : NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

% Grava : 0

% Arena : 31

% Finos : 69

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo
--------------------------------	-----------------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

N° DE ORDEN : 2922 S

SONDEO N° : P1

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

PROFUNDIDAD TOTAL : 9,50 m

LOCALIZACIÓN : Quito

NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

FECHA : 26/01/2016

HOJA : 1 / 1

PROFUNDIDAD (metros)		COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ N° 4	% QUE PASA EL TAMIZ N° 40	% QUE PASA EL TAMIZ N° 200	CLASIFICACIÓN SUCS	NÚMERO DE GOLPES DEL SPT	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)					VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO				DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO
													10	20	30	40	50	R	S	15	25	
1,0	-1,00	22	NP	NP	NP	100	78	67	ML	5											De 1,00 a 1,50 .- Limo arenoso de baja plasticidad.	
4,0	-4,00	17	NP	NP	NP	100	82	77	ML	12											De 4,00 a 4,50 .- Limo arenoso de baja plasticidad color café oscuro.	
5,0	-5,00	14	27	21	6	100	82	45	SM-SC	13											De 5,00 a 5,30 .- Arena limo arcillosa.	
5,3	-5,30	16	NP	NP	NP	100	79	58	ML	13											De 5,30 a 5,80 .- Limo arenoso de baja plasticidad.	
7,0	-7,00	18	NP	NP	NP	100	80	45	SM	38											De 7,00 a 7,50 .- Limo arenoso de baja plasticidad color café oscuro.	
9,0	-9,00	7	NP	NP	NP	100	83	54	ML	R											De 9,00 a 9,50 .- Limo arenoso de baja plasticidad color café oscuro.	
10,0	-10,00																				De 10,00 a 10,50 .- Final del sondeo.	
11,0	-11,00																				De 11,00 a 11,50 .-	
12,0	-12,00																				De 12,00 a 12,50 .-	
13,0	-13,00																				De 13,00 a 13,50 .-	

<p>SIMBOLOGÍA:</p> <p>M Limo</p> <p>C Arcilla</p> <p>S Arena</p> <p>L Baja plasticidad</p> <p>H Alta plasticidad</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>ML</td><td style="background-color: red;"></td></tr> <tr><td>ML-CL</td><td style="background-color: gray;"></td></tr> <tr><td>MH</td><td style="background-color: brown;"></td></tr> </table>	ML		ML-CL		MH		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>CL</td><td style="background-color: #d2b48c;"></td></tr> <tr><td>CH</td><td style="background-color: #ffd700;"></td></tr> </table>	CL		CH		<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr><td>ROCA</td><td style="background-color: #2e4d19;"></td></tr> <tr><td>GRAVA</td><td style="background-color: #808080;"></td></tr> <tr><td>ARENA</td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> </table>	ROCA		GRAVA		ARENA		<p style="text-align: center;">↓ NIVEL FREÁTICO</p> <p style="text-align: center;">⊥ NIVEL DE CIMENTACIÓN</p>	<p style="text-align: center;">■ LÍMITE PLÁSTICO</p> <p style="text-align: center;">● CONTENIDO DE HUMEDAD</p> <p style="text-align: center;">◆ LÍMITE LÍQUIDO</p>
ML																					
ML-CL																					
MH																					
CL																					
CH																					
ROCA																					
GRAVA																					
ARENA																					

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
LOCALIZACIÓN : Quito
MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
DESCRIPCIÓN : P1 1.00-1.30
NORMA : ASTM D 2487
HOJA : 1 de 6

Nº DE RECEPCIÓN : 2922 S
SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
FISCALIZACIÓN :
CONTRATISTA :
FECHA INGRESO : 26/06/2015
FECHA ENTREGA : 26/01/2016

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
16,64	49,85	43,89	21,87	21,85
18,48	58,06	50,97	21,82	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

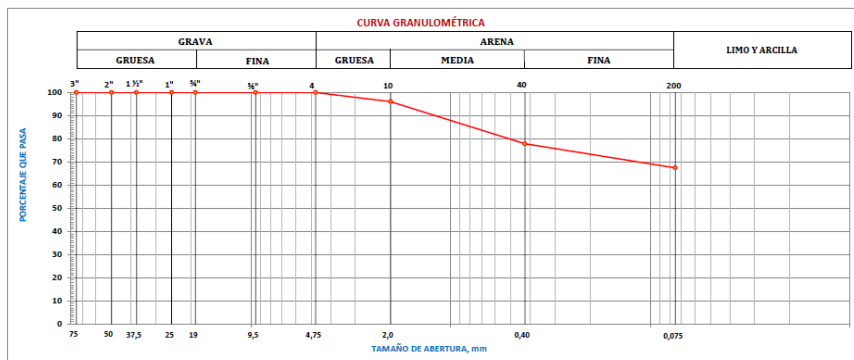
SUELO NO PLÁSTICO

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
FORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,90	22,14	32,52
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,1	77,9	67,5



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
% Humedad : 22
LÍMITES DE ATTERBERG
Limite Líquido, LL : NP
Limite Plástico, LP : NP
Índice de Plasticidad, IP : NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
% Grava : 0
% Arena : 33
% Finos : 67

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : ML	NOMBRE TÍPICO : Limo
--------------------------------	-----------------------------

NOTA: Este informe no puede ser reproducido parcialmente

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA: Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN: Quito
 MUESTRA: Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN: P1 4.00-4.50
 NORMA: ASTM D 2487
 HOJA: 2 de 6

Nº DE RECEPCIÓN: 2922 S
 SOLICITADO POR: Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN: -----
 CONTRATISTA: -----
 FECHA INGRESO: 26/06/2015
 FECHA ENTREGA: 26/01/2016

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
18,09	44,95	41,13	16,58	16,60
18,07	61,01	54,89	16,62	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

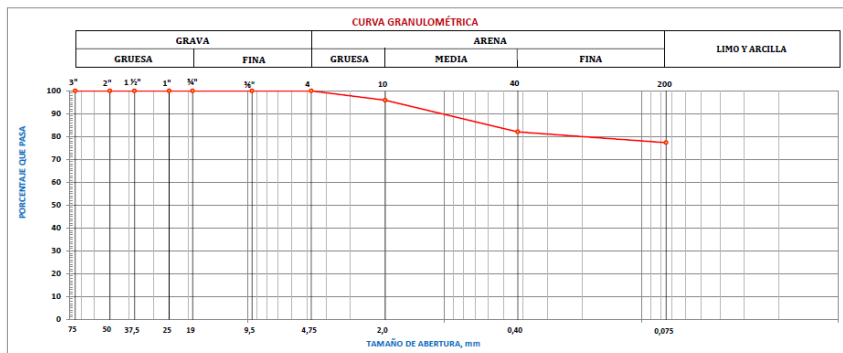
SUELO NO PLÁSTICO

3.- LÍMITE LIQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,07	17,89	22,59
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	95,9	82,1	77,4



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad: 17

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL: NP

Límite Plástico, LP: NP

Índice de Plasticidad, IP: NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

% Grava: 0

% Arena: 23

% Finos: 77

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: ML

NOMBRE TÍPICO: Limo

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P1 SHELBY 5.00/5.30
 NORMA : ASTM D2487
 HOJA: 3 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 5
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN :
 CONTRATISTA :
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 2016-01-26

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
18,50	52,34	48,06	14,48	14,00
18,03	45,25	42,01	13,51	

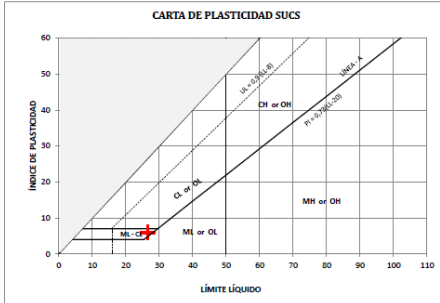
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
9,47	16,23	15,07	20,71	20,72
8,90	14,61	13,63	20,72	

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

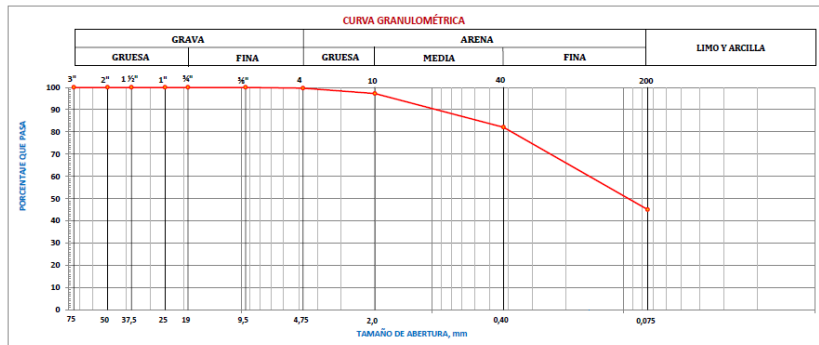
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLFES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
16	9,41	22,85	19,96	27,39
26	6,73	20,57	17,66	26,62
32	6,22	20,01	17,16	26,05



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	2,79	17,91	54,98
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	97,2	82,1	45,0



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

Humedad (%): 14

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL: 27

Límite Plástico, LP: 21

Índice de Plasticidad, IP: 6

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Grava (%): 0

Arena (%): 55

Finos (%): 45

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: SM-SC

NOMBRE TÍPICO: Arena arcillo limosa

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Testis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN : Quito
 MUESTRA : Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN : P1 7.00-7.50
 NORMA : ASTM D 2487
 HOJA : 5 de 6

N° DE RECEPCIÓN : 2922 S
 SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN : -----
 CONTRATISTA : -----
 FECHA INGRESO : 26/06/2015
 FECHA ENTREGA : 26/01/2016

1- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,73	59,48	52,98	18,44	18,28
17,97	58,13	51,97	18,12	

2- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

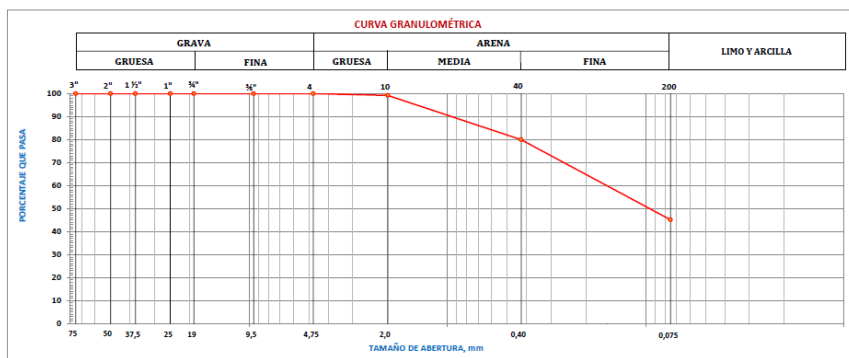
SUELO NO PLÁSTICO

3- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,75	19,96	54,85
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	80,0	45,2



5- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad : 18

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL : NP

Límite Plástico, LP : NP

Índice de Plasticidad, IP : NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

% Grava : 0

% Arena : 55

% Finos : 45

CONTENIDO ORGÁNICO : NO

CLASIFICACIÓN SUCS : SM	NOMBRE TÍPICO : Arena limosa
--------------------------------	------------------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA: Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN: Quito
 MUESTRA: Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN: P1 9.00-9.30
 NORMA: ASTM D 2487
 HOJA: 6 de 6

Nº DE RECEPCIÓN: 2922 5
 SOLICITADO POR: Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN: -----
 CONTRATISTA: -----
 FECHA INGRESO: 26/06/2015
 FECHA ENTREGA: 26/01/2016

1- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
17,68	54,25	51,82	7,12	6,70
17,98	53,02	50,95	6,28	

2- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

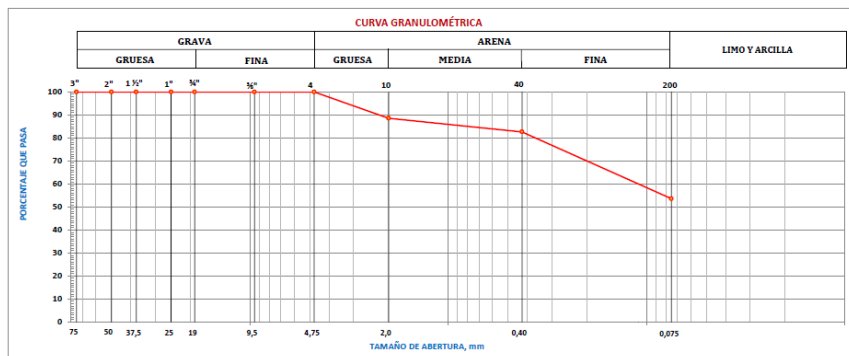
SUELO NO PLÁSTICO

3- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

SUELO NO PLÁSTICO

4- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ Nº	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	18,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,41	17,30	46,43
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	88,6	82,7	53,6



5- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)

% Humedad: 7

LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido, LL: NP

Límite Plástico, LP: NP

Índice de Plasticidad, IP: NP

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

% Grava: 0

% Arena: 46

% Finos: 54

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: **ML**

NOMBRE TÍPICO: Limo

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

Nº DE ORDEN : 2922 S

SONDEO Nº : P9

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

PROFUNDIDAD TOTAL : 8,50 m

LOCALIZACIÓN : Quito

NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

FECHA : 01/03/2016

HOJA : 1 / 1

MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut		ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J																							
DIAMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm		PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 45 %																							
PROFUNDIDAD (metros)	COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 4	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 40	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 200	CLASIFICACIÓN SUCS	NÚMERO DE GOLPES DEL SPT	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)										VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO	DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO		
												10	20	30	40	50	R	0	5	10					
1,0	-1,00									12															De 1,00 a 1,50 .- Limo café obscuro.
3,0	-3,00									15															De 3,00 a 3,50 .- Limo café.
5,0	-5,00																								De 5,00 a 5,50 .- Shellby.
5,5	-5,50									32															De 5,50 a 6,00 .- Arena arcillosa café claro.
8,0	-8,00									16															De 8,00 a 8,50 .- Arena arcillosa café claro y húmeda.
9,0	-9,00																								De 9,00 a 9,50 .- Final del sondeo.
10,0	-10,00																								De 10,00 a 10,50 .-
11,0	-11,00																								De 11,00 a 11,50 .-
12,0	-12,00																								De 12,00 a 12,50 .-
13,0	-13,00																								De 13,00 a 13,50 .-

SIMBOLOGÍA : M Limo C Arcilla S Arena L Baja plasticidad H Alta plasticidad	<table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="background-color: red; width: 20px; height: 10px;">ML</td></tr> <tr><td style="background-color: gray; width: 20px; height: 10px;">ML - CL</td></tr> <tr><td style="background-color: brown; width: 20px; height: 10px;">MH</td></tr> </table> <table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="background-color: brown; width: 20px; height: 10px;">CL</td></tr> <tr><td style="background-color: yellow; width: 20px; height: 10px;">CH</td></tr> </table>	ML	ML - CL	MH	CL	CH	<table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="background-color: darkgray; width: 20px; height: 10px;">ROCA</td></tr> <tr><td style="background-color: gray; width: 20px; height: 10px;">GRAVA</td></tr> <tr><td style="background-color: lightgray; width: 20px; height: 10px;">ARENA</td></tr> </table>	ROCA	GRAVA	ARENA	<p style="text-align: center;">↓ NIVEL FREÁTICO</p> <p style="text-align: center;">⊥ NIVEL DE CIMENTACIÓN</p>	<p style="text-align: center;">■ LÍMITE PLÁSTICO</p> <p style="text-align: center;">● CONTENIDO DE HUMEDAD</p> <p style="text-align: center;">◆ LÍMITE LÍQUIDO</p>
ML												
ML - CL												
MH												
CL												
CH												
ROCA												
GRAVA												
ARENA												

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

N° DE ORDEN : 2922 S	SONDEO N° : P8
OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil	PROFUNDIDAD TOTAL : 10,50 m
LOCALIZACIÓN : Quito	NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA
SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor	COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00
FECHA : 01/03/2016	HOJA : 1 / 1

MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut DIAMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm										ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 45 %											
PROFUNDIDAD (metros)	COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ N° 4	% QUE PASA EL TAMIZ N° 40	% QUE PASA EL TAMIZ N° 200	CLASIFICACIÓN SUCS	NÚMERO DE GOPES DEL SPT	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)						VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO			DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO
												10	20	30	40	50	R	0	5	10	
1,0	-1,00									27										De 1,00 a 1,50 - Limo arenoso color café de baja humedad.	
3,0	-3,00									18										De 3,00 a 3,50 - Arena arcillosa.	
5,0	-5,00																			De 5,00 a 5,20 - Shelby.	
5,2	-5,20									21										De 5,20 a 5,70 - Arena arcillosa.	
8,0	-8,00									26										De 8,00 a 8,50 - Arena arcillosa.	
10,0	-10,00									26										De 10,00 a 10,50 - Sin información. Final del sondeo.	
11,0	-11,00																			De 11,00 a 11,50 -	
12,0	-12,00																			De 12,00 a 12,50 -	
13,0	-13,00																			De 13,00 a 13,50 -	
14,0	-14,00																			De 14,00 a 14,50 -	

SIMBOLOGÍA :	<table border="1" style="margin: 5px;"> <tr><td style="background-color: red;">ML</td></tr> <tr><td style="background-color: #c0c0c0;">ML - CL</td></tr> <tr><td style="background-color: #808080;">MH</td></tr> </table>	ML	ML - CL	MH	<table border="1" style="margin: 5px;"> <tr><td style="background-color: #d2b48c;">CL</td></tr> <tr><td style="background-color: #ffd700;">CH</td></tr> </table>	CL	CH	<table border="1" style="margin: 5px;"> <tr><td style="background-color: #6b8e23;">ROCA</td></tr> <tr><td style="background-color: #808080;">GRAVA</td></tr> <tr><td style="background-color: #cccccc;">ARENA</td></tr> </table>	ROCA	GRAVA	ARENA	 NIVEL FREÁTICO	 NIVEL DE CIMENTACIÓN
ML													
ML - CL													
MH													
CL													
CH													
ROCA													
GRAVA													
ARENA													
	<table border="0" style="margin: 5px;"> <tr> <td style="width: 15px; height: 15px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black;"></td> <td style="padding: 0 5px;">LÍMITE PLÁSTICO</td> <td style="width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black; border-radius: 50%;"></td> <td style="padding: 0 5px;">CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td style="width: 15px; height: 15px; background-color: red; border: 1px solid black; border-radius: 50%;"></td> <td style="padding: 0 5px;">LÍMITE LÍQUIDO</td> </tr> </table>		LÍMITE PLÁSTICO		CONTENIDO DE HUMEDAD		LÍMITE LÍQUIDO						
	LÍMITE PLÁSTICO		CONTENIDO DE HUMEDAD		LÍMITE LÍQUIDO								
M Limo													
C Arcilla													
S Arena													
L Baja plasticidad													
H Alta plasticidad													

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

Nº DE ORDEN : 2922 S

SONDEO Nº: P7

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

PROFUNDIDAD TOTAL : 9,00 m

LOCALIZACIÓN : Quito

NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

FECHA : 01/03/2016

HOJA : 1 / 1

MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut DIAMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm										ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 45 %															
PROFUNDIDAD (metros)	COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 4	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 40	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 200	CLASIFICACIÓN SUCS	NÚMERO DE GOLPES DEL SPT	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)										VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO	DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO			
											10	20	30	40	50	R	o	5	10						
1,0	-1,00								14																De 1,00 a 1,50 - Limo arenoso de humedad baja color café claro.
3,0	-3,00								26																De 3,00 a 3,50 - Limo arenoso de humedad baja color café claro.
5,0	-5,00								16																De 5,00 a 5,50 - Arena limosa.
6,0	-6,00																								De 6,00 a 6,50 - Sin información.
7,0	-7,00																								De 7,00 a 7,50 - Sin información.
8,0	-8,00																								De 8,00 a 8,50 - Shellby.
8,5	-8,50								26																De 8,50 a 9,00 - Sin información.
9,0	-9,00																								De 9,00 a 9,50 - Final del sondeo.
10,0	-10,00																								De 10,00 a 10,50 -
11,0	-11,00																								De 11,00 a 11,50 -

SIMBOLOGÍA :	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>ML</td><td style="background-color: #d9534f;"></td></tr> <tr><td>ML - CL</td><td style="background-color: #c9c0b0;"></td></tr> <tr><td>MH</td><td style="background-color: #8d6e63;"></td></tr> </table>	ML		ML - CL		MH		<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>CL</td><td style="background-color: #c9c0b0;"></td></tr> <tr><td>CH</td><td style="background-color: #d9534f;"></td></tr> </table>	CL		CH		<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>ROCA</td><td style="background-color: #333333;"></td></tr> <tr><td>GRAVA</td><td style="background-color: #666666;"></td></tr> <tr><td>ARENA</td><td style="background-color: #cccccc;"></td></tr> </table>	ROCA		GRAVA		ARENA		NIVEL FREÁTICO NIVEL DE CIMENTACIÓN
ML																				
ML - CL																				
MH																				
CL																				
CH																				
ROCA																				
GRAVA																				
ARENA																				
L Baja plasticidad		LÍMITE PLÁSTICO		CONTENIDO DE HUMEDAD		LÍMITE LÍQUIDO														
H Alta plasticidad																				

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

N° DE ORDEN : 2922 S

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

LOCALIZACIÓN : Quito

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

FECHA : 01/03/2016

SONDEO N° : P6

PROFUNDIDAD TOTAL : 10,50 m

NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

HOJA : 1 / 1

MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut DIAMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm										ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 45 %														
PROFUNDIDAD (metros)	COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ N° 4	% QUE PASA EL TAMIZ N° 40	% QUE PASA EL TAMIZ N° 200	CLASIFICACION/SUCS	NÚMERO DE GOLFES DEL SPT	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)										VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO	DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO	
												10	20	30	40	50	R	0	5	10				
1,0	-1,00									10														De 1,00 a 1,50 - Limo arenoso.
2,0	-2,00																							De 2,00 a 2,50 - Sin información.
3,0	-3,00									19														De 3,00 a 3,50 - Limo café oscuro.
5,0	-5,00																							De 4,00 a 4,50 - Sin información.
6,0	-6,00																							De 5,00 a 5,50 - Shelby
7,0	-7,00																							De 6,00 a 6,50 - Sin información.
8,0	-8,00																							De 7,00 a 7,50 - Sin información.
9,0	-9,00																							De 8,00 a 8,50 - Shelby
10,0	-10,00									20														De 8,50 a 9,00 - Limo café oscuro.
11,0	-11,00									6														De 10,00 a 10,50 - Limo café oscuro. Final del sondeo.

SIMBOLOGÍA : M Limo C Arcilla S Arena L Baja plasticidad H Alta plasticidad	<table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="background-color: red; width: 20px; height: 10px;">ML</td></tr> <tr><td style="background-color: #d2b48c; width: 20px; height: 10px;">ML - CL</td></tr> <tr><td style="background-color: #8b4513; width: 20px; height: 10px;">MH</td></tr> </table> <table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="background-color: #d2b48c; width: 20px; height: 10px;">CL</td></tr> <tr><td style="background-color: #8b4513; width: 20px; height: 10px;">CH</td></tr> </table>	ML	ML - CL	MH	CL	CH	<table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="background-color: #4b4b4b; width: 20px; height: 10px;">ROCA</td></tr> <tr><td style="background-color: #808080; width: 20px; height: 10px;">GRAVA</td></tr> <tr><td style="background-color: #a9a9a9; width: 20px; height: 10px;">ARENA</td></tr> </table>	ROCA	GRAVA	ARENA	<div style="text-align: center; margin-bottom: 5px;"> NIVEL FREÁTICO </div> <div style="text-align: center;"> NIVEL DE CIMENTACIÓN </div>
ML											
ML - CL											
MH											
CL											
CH											
ROCA											
GRAVA											
ARENA											
LÍMITE PLÁSTICO	CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO									

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

Nº DE ORDEN : 2922 S

SONDEO Nº: P9

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

PROFUNDIDAD TOTAL : 8,50 m

LOCALIZACIÓN : Quito

NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

FECHA : 04/04/2016

HOJA : 1 / 1

MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut DIAMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm		ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 45 %																					
PROFUNDIDAD (metros)	COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 4	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 40	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 200	CLASIFICACIÓN SUCS	NÚMERO DE GOUPIES DEL SPT	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)					R	VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO			DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO		
												10	20	30	40	50		5	25	45			
1.0	-1.00									12												De 1,00 a 1,50 .- Limo café obscuro.	
3.0	-3.00	32	42	35	7	100	86	53	ML	15												De 3,00 a 3,50 .- Limo café.	
5.0	-5.00																						De 5,00 a 5,50 .- Shellby.
5.5	-5.50	25	39	32	7	100	83	49	SM	32													De 5,50 a 6,00 .- Arena arcillosa café claro.
8.0	-8.00									16													De 8,00 a 8,50 .- Arena arcillosa café claro y húmeda.
9.0	-9.00																						De 9,00 a 9,50 .- Final del sondeo.
10.0	-10.00																						De 10,00 a 10,50 .-
11.0	-11.00																						De 11,00 a 11,50 .-
12.0	-12.00																						De 12,00 a 12,50 .-
13.0	-13.00																						De 13,00 a 13,50 .-

SIMBOLOGÍA :	<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>ML</td><td style="background-color: #d62728;"></td></tr> <tr><td>M</td><td>Limo</td></tr> <tr><td>ML - CL</td><td style="background-color: #d4edda;"></td></tr> <tr><td>C</td><td>Arcilla</td></tr> <tr><td>MH</td><td style="background-color: #808080;"></td></tr> </table>	ML		M	Limo	ML - CL		C	Arcilla	MH		<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>CL</td><td style="background-color: #ffc107;"></td></tr> <tr><td>CH</td><td style="background-color: #6c757d;"></td></tr> </table>	CL		CH		<table border="1" style="font-size: small;"> <tr><td>ROCA</td><td style="background-color: #191919;"></td></tr> <tr><td>GRAVA</td><td style="background-color: #696969;"></td></tr> <tr><td>ARENA</td><td style="background-color: #bdbdbd;"></td></tr> </table>	ROCA		GRAVA		ARENA		<div style="text-align: center;"> NIVEL FREÁTICO </div> <div style="text-align: center;"> NIVEL DE CIMENTACIÓN </div>
ML																								
M	Limo																							
ML - CL																								
C	Arcilla																							
MH																								
CL																								
CH																								
ROCA																								
GRAVA																								
ARENA																								
	<table style="font-size: small;"> <tr> <td>L</td> <td>Baja plasticidad</td> <td style="background-color: #90ee90; width: 15px; height: 10px; display: inline-block;"></td> <td>LÍMITE PLÁSTICO</td> <td style="background-color: #ffff00; width: 15px; height: 10px; display: inline-block; border-radius: 50%;"></td> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td style="background-color: #ff0000; width: 15px; height: 10px; display: inline-block; border-radius: 50%;"></td> <td>LÍMITE LÍQUIDO</td> </tr> </table>	L	Baja plasticidad		LÍMITE PLÁSTICO		CONTENIDO DE HUMEDAD		LÍMITE LÍQUIDO															
L	Baja plasticidad		LÍMITE PLÁSTICO		CONTENIDO DE HUMEDAD		LÍMITE LÍQUIDO																	

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA: Correlación de Suelos de Quito Tests Ingeniería Civil
 LOCALIZACIÓN: Quito
 MUESTRA: Muestra tomada por el Laboratorio
 DESCRIPCIÓN: P9 5,50-6,00
 NORMA: ASTM D2487
 HOJA: 2 de 2

N° DE RECEPCIÓN: 2922 5
 SOLICITADO POR: Sr. Andy Flor
 FISCALIZACIÓN:
 CONTRATISTA:
 FECHA INGRESO: 26/06/2015
 FECHA ENTREGA: 2016-04-04

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

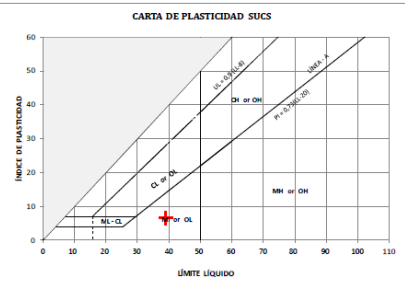
Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
16,98	64,98	55,94	25,13	25,18
18,40	67,60	57,69	25,22	

2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad	% Hum. Promed
8,54	14,82	13,27	32,77	32,41
8,45	14,92	13,35	32,04	

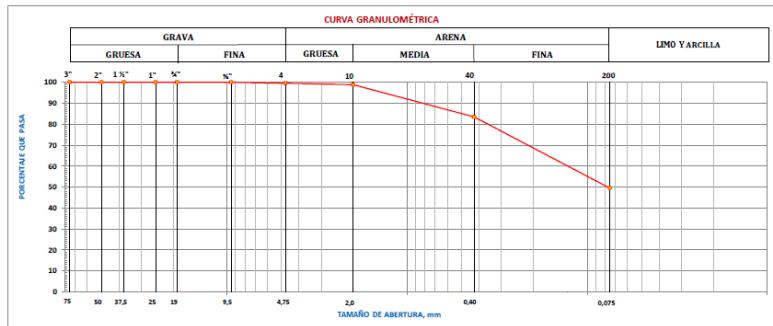
3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

MÉTODO MULTIPUNTO				
A				
N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + ss.	% Humedad
17	8,63	22,99	18,62	39,74
24	6,36	18,79	15,29	39,19
32	8,50	25,70	20,93	38,37



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,8	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	1,15	10,61	50,54
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,5	98,8	89,4	49,5



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
 Humedad (w): 25
LÍMITES DE ATTERBERG
 Límite Líquido, LL: 39
 Límite Plástico, LP: 32
 Índice de Plasticidad, IP: 7

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
 Grava (G): 0
 Arena (A): 50
 Finos (F): 49

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS : SM	NOMBRE TÍPICO : Arena limosa
--------------------------------	------------------------------

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (SUCS)

OBRA: Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
LOCALIZACIÓN: Quito
MUESTRA: Muestra tomada por el Laboratorio
DESCRIPCIÓN: P9 3,00-3,50
NORMA: ASTM D2487
HOJA: 1 de 2

N° DE RECEPCIÓN: 2922 S
SOLICITADO POR: Sr. Andy Flor
FISCALIZACIÓN:
CONTRATISTA:
FECHA INGRESO: 26/06/2015
FECHA ENTREGA: 2016-04-04

1.- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + sc.	% Humedad	% Hum. Promed
20.96	75.16	62.17	31.45	
17.95	80.10	65.04	31.98	31,71

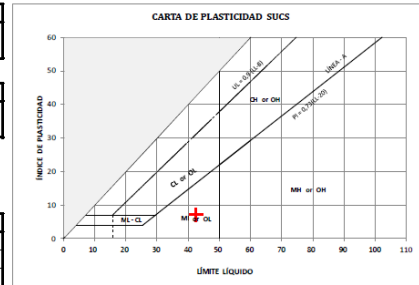
2.- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. + sc.	% Humedad	% Hum. Promed
8.79	14.15	12.75	35.35	
7.27	13.65	11.98	35.40	35,41

3.- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

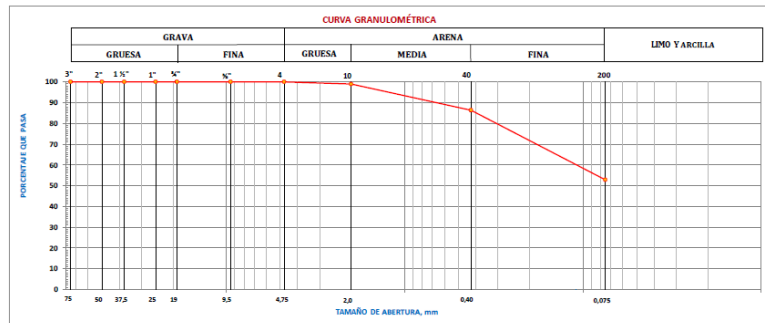
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Pcap.	Pcap. + sh.	Pcap. +sc	% Humedad
15	8.54	24.09	19.32	43.97
25	8.83	22.02	18.11	42.13
35	8.56	21.80	17.96	40.40



4.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	76.2	50.8	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.0	0.425	0.075
PORCENTAJE RETENIDO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	13.68	47.20
% QUE PASA	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	98.9	86.3	52.8



5.- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
Humedad (w): 32
LÍMITES DE ATTERBERG
Límite Líquido, LL: 42
Límite Plástico, LP: 35
Índice de Plasticidad, IP: 7

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
Grava (g): 0
Arena (g): 47
Finos (g): 53

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: ML

NOMBRE TÍPICO: Limo arenoso

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

Nº DE ORDEN : 2922 S

SONDEO Nº : P8

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

PROFUNDIDAD TOTAL : 10,50 m

LOCALIZACIÓN : Quito

NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

FECHA : 04/04/2016

HOJA : 1 / 1

MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut DIAMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm		ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 45 %																
PROFUNDIDAD (metros)	COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 4	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 40	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 200	CLASIFICACIÓN SUCS	NÚMERO DE GOUDES DEL SPT	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)						VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO	DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO
											10	20	30	40	50	R		
1,0	-1,00								27									De 1,00 a 1,50 - Limo arenoso color café de baja humedad.
3,0	-3,00								18									De 3,00 a 3,50 - Arena arcillosa.
5,0	-5,00																	De 5,00 a 5,20 - Shelby.
5,2	-5,20								21									De 5,20 a 5,70 - Arena arcillosa.
8,0	-8,00								26									De 8,00 a 8,50 - Arena arcillosa.
10,0	-10,00								26									De 10,00 a 10,50 - Sin información. Final del sondeo.
11,0	-11,00																	De 11,00 a 11,50 -
12,0	-12,00																	De 12,00 a 12,50 -
13,0	-13,00																	De 13,00 a 13,50 -
14,0	-14,00																	De 14,00 a 14,50 -

SIMBOLOGÍA :	<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td style="text-align: center;">ML</td><td style="background-color: #d62728;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">ML - CL</td><td style="background-color: #8c564b;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">MH</td><td style="background-color: #2ca02c;"></td></tr> </table>	ML		ML - CL		MH		<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td style="text-align: center;">CL</td><td style="background-color: #8c564b;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">CH</td><td style="background-color: #ffc107;"></td></tr> </table>	CL		CH		<table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td style="text-align: center;">ROCA</td><td style="background-color: #1f77b4;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">GRAVA</td><td style="background-color: #9467bd;"></td></tr> <tr><td style="text-align: center;">ARENA</td><td style="background-color: #d62728;"></td></tr> </table>	ROCA		GRAVA		ARENA		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;">↓ NIVEL FREÁTICO</div> <div style="margin-right: 10px;"> <table border="1" style="margin: 0 auto;"> <tr><td style="text-align: center;">T</td></tr> </table> NIVEL DE CIMENTACIÓN </div> </div>	T
ML																					
ML - CL																					
MH																					
CL																					
CH																					
ROCA																					
GRAVA																					
ARENA																					
T																					
L Baja plasticidad	■ LÍMITE PLÁSTICO	● CONTENIDO DE HUMEDAD	◆ LÍMITE LÍQUIDO																		
H Alta plasticidad																					

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

Nº DE ORDEN : 2922 S

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

LOCALIZACIÓN : Quito

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

FECHA : 04/04/2016

SONDEO Nº : P7

PROFUNDIDAD TOTAL : 9,00 m

NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

HOJA : 1 / 1

MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut DIAMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm										ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 45 %																
PROFUNDIDAD (metros)	COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 4	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 40	% QUE PASA EL TAMIZ Nº 200	CLASIFICACIÓN SUCS	NÚMERO DE GOLPES DEL SPT	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)										VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO	DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO			
												10	20	30	40	50	R	0	5	10						
1,0	-1,00									14																De 1,00 a 1,50 .- Limo arenoso de humedad baja color café claro.
3,0	-3,00									26																De 3,00 a 3,50 .- Limo arenoso de humedad baja color café claro.
5,0	-5,00									16																De 5,00 a 5,50 .- Arena limosa.
6,0	-6,00																									De 6,00 a 6,50 .- Sin información.
7,0	-7,00																									De 7,00 a 7,50 .- Sin información.
8,0	-8,00																									De 8,00 a 8,50 .- Shelby.
8,5	-8,50									26																De 8,50 a 9,00 .- Sin información.
9,0	-9,00																									De 9,00 a 9,50 .- Final del sondeo.
10,0	-10,00																									De 10,00 a 10,50 .-
11,0	-11,00																									De 11,00 a 11,50 .-

SIMBOLOGÍA : M Limo C Arcilla S Arena L Baja plasticidad H Alta plasticidad	<table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #d62728;">ML</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #ffc107;">ML - CL</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #8c564b;">MH</td></tr> </table> <table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #17becf;">CL</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #ffc107;">CH</td></tr> </table> <table border="1" style="margin-bottom: 5px;"> <tr><td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #1f77b4;">ROCA</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #cccccc;">GRAVA</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #cccccc;">ARENA</td></tr> </table> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;"> LÍMITE PLÁSTICO</td> <td style="width: 30%;"> CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td style="width: 30%;"> LÍMITE LÍQUIDO</td> </tr> </table>	ML	ML - CL	MH	CL	CH	ROCA	GRAVA	ARENA	 LÍMITE PLÁSTICO	 CONTENIDO DE HUMEDAD	 LÍMITE LÍQUIDO	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;"></td> <td>NIVEL FREÁTICO</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;"></td> <td>NIVEL DE CIMENTACIÓN</td> </tr> </table>		NIVEL FREÁTICO		NIVEL DE CIMENTACIÓN
ML																	
ML - CL																	
MH																	
CL																	
CH																	
ROCA																	
GRAVA																	
ARENA																	
 LÍMITE PLÁSTICO	 CONTENIDO DE HUMEDAD	 LÍMITE LÍQUIDO															
	NIVEL FREÁTICO																
	NIVEL DE CIMENTACIÓN																

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTÉCNIA
INFORME DE ENSAYO
REGISTRO DE PERFORACIÓN

N° DE ORDEN : 2922 S

SONDEO N°: P6

OBRA : Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil

PROFUNDIDAD TOTAL : 10,50 m

LOCALIZACIÓN : Quito

NIVEL FREÁTICO : NO SE DETECTA

SOLICITADO POR : Sr. Andy Flor

COTA DEL NIVEL NATURAL DEL TERRENO (m) : 0,00

FECHA : 04/04/2016

HOJA : 1 / 1

MARTILLO UTILIZADO : Tipo donnut DIAMETRO DE LA TUBERÍA : 75 mm										ENERGÍA TEÓRICA DEL ENSAYO : 475 J PORCENTAJE DE ENERGÍA ENTREGADA : 45 %												
PROFUNDIDAD (metros)	COTA	CONTENIDO DE HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	% QUE PASA EL TAMIZ N° 4	% QUE PASA EL TAMIZ N° 40	% QUE PASA EL TAMIZ N° 200	CLASIFICACIÓN SUCS	NÚMERO DE GOLPES DEL SPT	ESTRATIGRAFÍA	N corregido (45)						VARIACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD, LÍMITE LÍQUIDO Y PLÁSTICO				DESCRIPCIÓN MANUAL-VISUAL DEL SUELO
												10	20	30	40	50	R	5	25	45	65	
1,0	-1,00									10											De 1,00 a 1,50 .- Limo arenoso.	
2,0	-2,00																				De 2,00 a 2,50 .- Sin información.	
3,0	-3,00	43	35	33	3	94	82	54	ML	19											De 3,00 a 3,50 .- Limo café obscuro.	
4,0	-4,00																				De 4,00 a 4,50 .- Sin información.	
5,0	-5,00																				De 5,00 a 5,50 .- Shelby	
6,0	-6,00																				De 6,00 a 6,50 .- Sin información.	
7,0	-7,00																				De 7,00 a 7,50 .- Sin información.	
8,0	-8,00																				De 8,00 a 8,50 .- Shelby	
8,5	-8,50									20											De 8,50 a 9,00 .- Limo café obscuro.	
10,0	-10,00									6											De 10,00 a 10,50 .- Limo café obscuro. Final del sondeo.	

SIMBOLOGÍA :	ML 	CL 	ROCA 	↓ NIVEL FREÁTICO
M Limo	ML - CL 	CH 	GRAVA 	⊥ NIVEL DE CIMENTACIÓN
C Arcilla	MH 		ARENA 	
S Arena				
L Baja plasticidad	■ LÍMITE PLÁSTICO	● CONTENIDO DE HUMEDAD	◆ LÍMITE LÍQUIDO	
H Alta plasticidad				

ÁREA DE MECÁNICA DE SUELOS Y GEOTECNIA
INFORME DE ENSAYO

CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA PROPÓSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)

OBRA: Correlación de Suelos de Quito Tesis Ingeniería Civil
LOCALIZACIÓN: Quito
MUESTRA: Muestra tomada por el Laboratorio
DESCRIPCIÓN: P6 5,00-3,50
NORMA: ASTM D2487
HOJA: 1 de 1

N° DE RECEPCIÓN: 2922 5
SOLICITADO POR: Sr. Andy Flor
FISCALIZACIÓN:
CONTRATISTA:
FECHA INGRESO: 26/06/2015
FECHA ENTREGA: 2016-04-04

1- CONTENIDO DE HUMEDAD - Norma ASTM D 2216

Fcap.	Fcap. + sh.	Fcap. + sc.	% Humedad	% Hum. Promed
17,80	62,31	48,78	43,67	43,43
17,82	63,87	49,98	43,19	

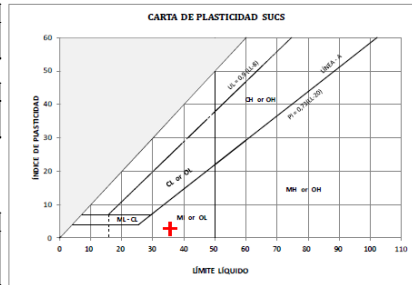
2- LÍMITE PLÁSTICO - Norma ASTM D 4318

Fcap.	Fcap. + sh.	Fcap. + sc.	% Humedad	% Hum. Promed
5,97	14,66	12,51	32,87	32,84
6,16	13,69	11,83	32,80	

3- LÍMITE LÍQUIDO - Norma ASTM D 4318

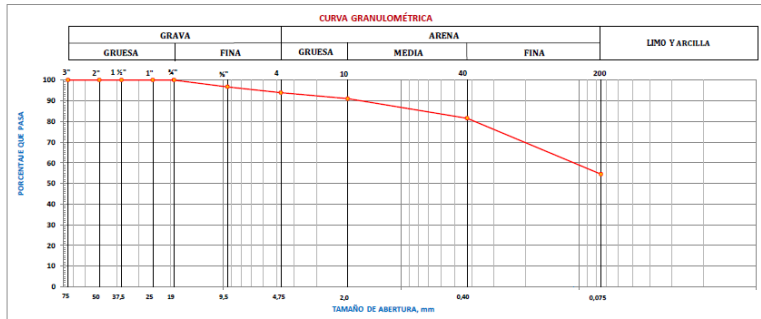
A MÉTODO MULTIPUNTO

N° DE GOLPES	Fcap.	Fcap. + sh.	Fcap. + sc.	% Humedad
32	6,21	32,64	25,73	35,40
23	6,05	28,62	22,69	35,64
18	6,38	27,63	22,02	35,87



4- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - Norma ASTM D 422

TAMIZ N°	3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	4	10	40	200
ABERTURA (mm)	75,0	50,0	37,5	25,0	19,0	9,5	4,75	2,0	0,425	0,075
PORCENTAJE RETENIDO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,52	6,17	9,04	18,49	45,00
% QUE PASA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,48	93,83	90,96	81,51	55,00



5- RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN

HUMEDAD NATURAL (%)
Humedad (θ): 43
LÍMITES DE ATTERBERG
Límite Líquido, LL: 36
Límite Plástico, LP: 33
Índice de Plasticidad, IP: 3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
Grava (θ): 6
Arena (θ): 39
Finos (θ): 54

CONTENIDO ORGÁNICO: NO

CLASIFICACIÓN SUCS: ML	NOMBRE TÍPICO: Limo arenoso
-------------------------------	-----------------------------

Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils (Quick Undrained)



SUMMARY

All Stages Conditions at Failure					
Ref	Minor Principal Stress	Major Principal Stress	Compressive Strength (Corrected)	Cumulative Strain	Mode of Failure
Stage1	99.2kPa	782.3 kPa	683.1 kPa	4.40%	Maximum Deviator Stress
Stage2	199.2kPa	1132.1 kPa	932.9 kPa	3.36%	Maximum Deviator Stress

