

**MÉTODO ESTÁNDAR DE ENSAYO DE
PENETRACION Y MUESTREO DE SUELOS CON CAÑA PARTIDA**

I. ALCANCE

Este método describe el procedimiento, generalmente conocido como Ensayo de Penetración Estándar (SPT), de hincar un muestreador de caña partida para obtener una muestra representativa de suelo y medir la resistencia del suelo a la penetración del muestreador.

Esta norma puede involucrar materiales, operaciones y equipos peligrosos. Esta norma no pretende cubrir todos los problemas de seguridad asociados a su uso. Es la responsabilidad de quien use esta norma, el consultar y establecer prácticas apropiadas de seguridad y determinar la aplicabilidad de normas regulatorias en vigencia. Para una declaración específica de precaución, vea

Los valores indicados en unidades pulgada-libra son considerados los estándar.

II. DOCUMENTOS APLICABLES

Normas ASTM

D2487 Método de Ensayo para la Clasificación de Suelos con Propósitos Ingenieriles

.

D2488 Práctica para la Descripción e Identificación de Suelos (Procedimiento Visual-Manual).

D4220 Prácticas para Preservar y Transportar Muestras de Suelo.

III. VENTAJA DEL SPT

Una ventaja es que al ser la cuchara SPT un toma muestras, permite visualizar el terreno donde se ha realizado la prueba y realizar ensayos de identificación, y en el caso de terreno arcilloso, de obtención de la humedad natural.

IV. CONCEPTOS

Yunque.- la porción del ensamblaje de caída de peso que el martillo golpea y a través del cual la energía del martillo pasa a las barras de perforación.

Malacate.- el tambor que rota o torno en el sistema de aplicación de carga alrededor del cual el operador enrolla una soga para levantar y dejar caer el martillo por el sucesivo ajustar y aflojar las vueltas de la soga alrededor del tambor.

Varillas de perforación.- las varillas utilizadas para transmitir la fuerza hacia abajo y torque a la broca durante la perforación de un sondaje.

Ensamblaje de caída de peso.- un equipo consistente de martillo, barra, guía, yunque y cualquier sistema de caída de martillo.

Martillo.- la porción del ensamblaje de caída de peso que consiste de un peso de 140 ± 2 lb ($63.5 \pm$ Kg) que sucesivamente y se deja caer para proporcionar la energía que efectúa el muestreado y la penetración.

Sistema de caída de martillo.- la porción del ensamblaje de caída de peso mediante el cual el operador efectúa la subida y caída del martillo para producir el golpe.

Barra guía.- la parte del ensamblaje de caída de peso utilizada para guiar la caída del martillo.

Valor N.- el número de golpes representativo de la resistencia a la penetración del suelo.

El valor de N, representado en golpes/pie es igual a la suma del número de golpes requerido para hincar el muestreador en el intervalo de profundidad de 6 a 18 pulgadas (150 a 450 mm).

ΔN .- el número de golpes obtenido en cada intervalo de 6 pulg. (150 mm) de la penetración del muestreador.

Número de vueltas de sogas.- el ángulo de contacto total entre la sogas y el malacate, al principio del aflojamiento del operador para dejar caer el martillo, dividido por 360°.

Varillas de muestreo.- las varillas que conectan el ensamblaje de caída de peso al muestreador. Generalmente se utilizan varillas de perforación para este propósito.

SPT.- abreviación del Ensayo de Penetración Estándar, un término que los ingenieros utilizan frecuentemente para este método.

V. SIGNIFICADO Y USO

Este método proporciona una muestra de suelo para propósito de identificación y para ensayos de laboratorio apropiados al suelo obtenido de un muestreador que puede producir perturbación por una gran deformación cortante en la muestra.

Este método es utilizado extensamente en una gran variedad de proyectos geotécnicos de exploración. Existen disponibles muchas correlaciones locales y correlaciones extensamente publicadas que relacionan el valor de N con el comportamiento ingenieril de estructuras de tierra y cimentaciones.

VI. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Equipo de Perforación.- Cualquier equipo de perforación será aceptable, que proporcione al tiempo del muestreo una cavidad razonablemente limpia antes de introducir el muestreador y asegure que el ensayo de penetración se realiza en suelo inalterado. Las piezas de equipo siguientes han demostrado ser apropiadas para el avance de una perforación en algunas condiciones de subsuelo.

Brocas de arrastre, de corte o de cola de pez, menores de 6.5 pulg (162 mm) y mayores de 2.2 pulg (56 mm) de diámetro pueden usarse en conexión con métodos de perforación por rotación en cavidad abierta o por avance de entubado. Para evitar la perturbación en el suelo inferior no se permiten brocas con descarga de fondo. Solo se permiten brocas con descarga lateral.

Brocas de cono-rodillo, menores de 6.5 pulg (162 mm) y mayores de 2.2 pulg (56 mm) de diámetro pueden usarse en conexión con métodos de perforación por rotación en cavidad abierta o por avance de entubado, si la descarga del fluido de excavación es desviada.

Barrenos continuos con eje hueco, con o sin ensamblaje de broca central, pueden usarse para perforar. El diámetro interior de los barrenos con eje hueco deberán ser menores de 6.5 pulg (162 mm) y mayores de 2.2 pulg (56 mm).

Barrenos continuos sólidos, de tipo balde y manuales, menores de 6.5 pulg (162 mm) y mayores de 2.2 pulg (56 mm) de diámetro pueden usarse si el suelo en las paredes laterales del sondaje no colapsa sobre el muestreador o las varillas durante el muestreo.

Varillas de Muestreo. Deberán usarse varillas de perforación de acero de unión rápida para conectar el muestreador de caña partida con el ensamblaje de caída de peso. La varilla de muestreo deberá tener una rigidez (momento de inercia) igual o mayor a aquella de una varilla "A" de paredes paralelas (una varilla de acero con un diámetro exterior de 1 5/8 pulg (41.2 mm) y un diámetro interior de 1 1/8 pulg (285 mm)).

Muestreador de Caña Partida. El muestreador deberá ser construido con las dimensiones indicadas en la Fig 2. La zapata deberá ser de acero endurecido y deberá ser reemplazada o reparada cuando esté abollada o deformada. El uso de revestimientos para producir un diámetro constante interior de 1 3/8 pulg (35 mm) se permite, pero deberá anotarse si éstos se emplean en el registro de perforación. El empleo de canastillas de retención de muestras se permite, debiéndose indicar su empleo en el registro de perforación.

La teoría y los datos disponibles sugieren que el valor de N puede aumentar en 10 a 30% cuando se emplean revestimientos.

Ensamblaje de Caída-Peso

Martillo y Yunque.- El martillo deberá pesar 140 2 lb (63.5 ± 1 Kg) y deberá ser una masa metálica sólida y rígida. El martillo deberá golpear el yunque y realizar un contacto acero-acero cuando se deja caer. Una guía que permita una caída libre deberá utilizarse. Los martillos que se usan con el método de malacate y soga, deberán tener una capacidad de sobreelevación libre de por lo menos 4 pulg (100 mm). Por razones de seguridad se recomienda el empleo de un equipo con yunque interno.

Se sugiere que la guía del martillo tenga una marca permanente para permitir que el operador o inspector pueda verificar la altura de caída del martillo.

Sistema de Caída del Martillo.- Pueden utilizarse sistemas de malacate-soga, semi-automático o automático, siempre y cuando el aparato de levante no cause penetración del muestreador cuando se engancha y levanta el martillo.

Equipo Accesorio. Deberán proporcionarse etiquetas, contenedores, hojas de datos y equipos para medir el nivel de agua, de acuerdo con los requisitos del proyecto y otras normas ASTM.

VII. PASO PARA LA EJECUCION DEL ENSAYO

El sondaje deberá ser avanzado por incrementos, para permitir muestreado continuo o intermitente. Los intervalos y las localizaciones de ensayo son especificados por el ingeniero o geólogo. Típicamente los intervalos seleccionados son de 5 pies (1.5 m) o menos en estratos homogéneos con ensayos y muestreos a cada cambio de estrato.

Será aceptable cualquier procedimiento de perforación que proporcione una cavidad razonablemente limpia y estable antes de introducir el muestreador y asegure que el ensayo se realiza en suelo esencialmente inalterado. Cada uno de los procedimientos siguientes ha sido probado como aceptable para algunas condiciones del subsuelo anticipadas al seleccionar el método de perforación a emplearse.

Método de perforación por rotación.

Método de barreno continuo con eje hueco.

Método de lavado.

Método de barreno continuo con eje sólido.

Varios métodos de perforación producen sondajes inaceptables. El proceso de chorro a través de un muestreador de tubo abierto y luego el muestreo cuando se alcanza la profundidad deseada, no deberá ser permitido. El método de barreno continuo con eje sólido no deberá ser usado para avanzar el sondaje debajo del nivel freático o debajo de la cama superior confinante de un estrato no cohesivo confinado que está bajo presión artésiana. El entubado no debe ser

avanzado por debajo del punto de muestreo antes de realizar el muestreo. No se permite avanzar la perforación con brocas de descarga de fondo. No se permite avanzar la perforación para la subsecuente inserción del muestreador solamente por medio de muestreo previo con el muestreador SPT.

El nivel del fluido de perforación dentro del sondaje o barrenos de eje hueco, deberá ser mantenido al nivel o por encima del nivel freático del terreno en todo momento durante la perforación, remoción de varillas de perforación y muestreo.

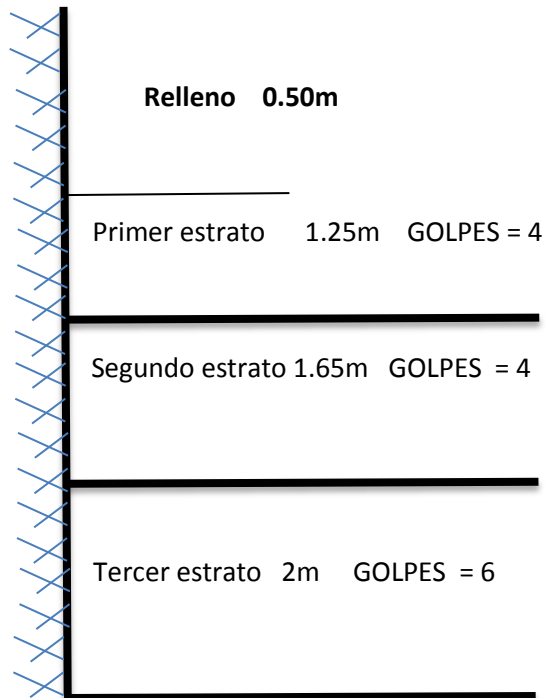
VIII. PROCEDIMIENTO

Una vez que en la perforación del sondeo se ha alcanzado la profundidad a la que se ha de realizar la prueba, sin avanzar la entubación y limpio el fondo del sondeo, se desciende el muestreador SPT unido a la barra, hasta apoyarse suavemente en el fondo- Luego se eleva repetidamente el martillo con una frecuencia constante, dejando caer libremente.

Se contabiliza y se anota el número de golpes (N) necesarios para hincar la cuchara los primeros 15 centímetros. Posteriormente, se realiza la prueba en si, introduciendo otros 30cm, anotando el número de golpes requerido para la hincada en cada intervalo de 1cm de penetración.

IX. ANALISIS DE DATOS

Datos tomados en campo



Ensayos de Laboratorio

- Contenido de Humedad

ESTRATO	TARA	PESO TARA (g)	PESO TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	PESO TARA MAS MUESTRA SECA (g)
1	M - 19	72.5	238.74	215.38
2	Pu - 3	67.35	353.14	292.62
3	E - 01	68.8	331.45	313.54

$$w = (Mh - Ms) / (Ms - Mr) * 100 \quad (\%), \text{ donde:}$$

Mh = peso recipiente más la muestra de suelo húmedo (grs.)

Ms = peso recipiente más la muestra de suelo seca (grs.)

Mr = peso recipiente (grs.)

ESTRATO 1

$$W = \frac{(238.74 - 215.38)}{(215.38 - 72.50)} * 100$$

$$W = 16.349$$

ESTRATO 2

$$W = \frac{(353.14 - 292.62)}{(292.62 - 67.35)} * 100$$

$$W = 26.865$$

ESTRATO 3

$$W = \frac{(331.45 - 313.54)}{(313.54 - 68.80)} * 100$$

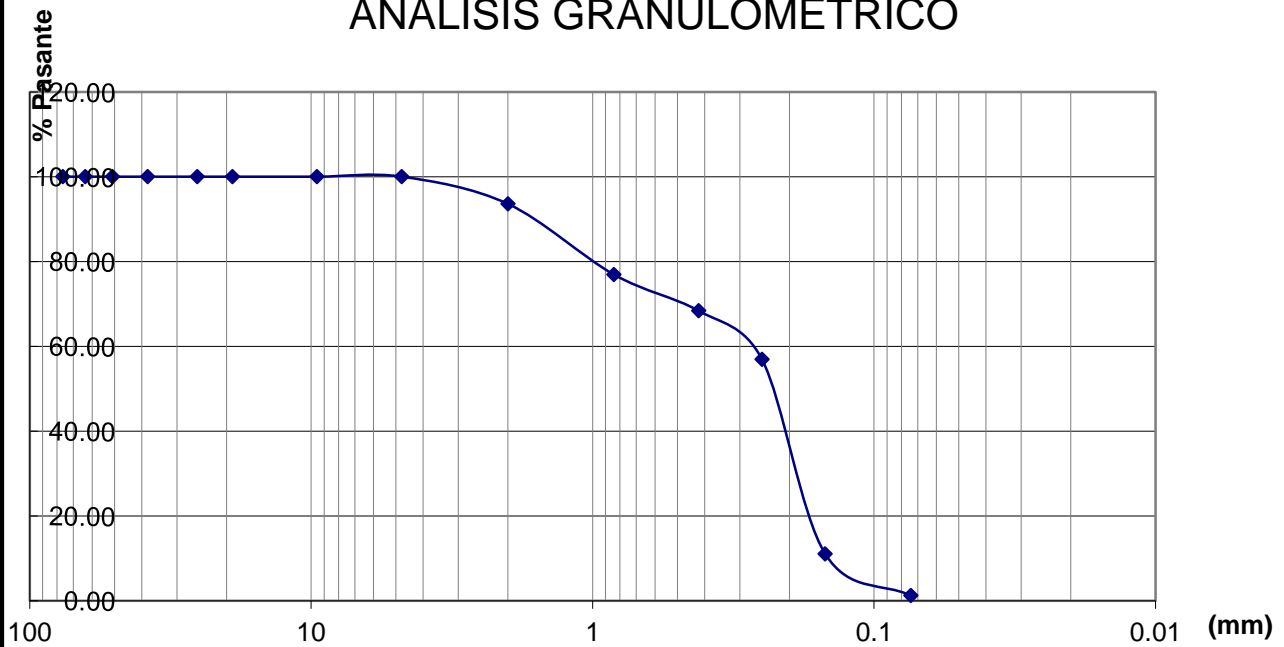
$$W = 7.317$$

- Ensayo Granulométrico Por Tamizado

ABERTURA DE TAMICES

Tamaño o numero del tamiz	milímetros	pulgadas	Pasante
3	76.2	3	100
2 1/2	63.5	2.5	100
2	50.8	2	100
1 1/2	38.1	1.5	100
1	25.4	1	100
3/4	19.1	0.75	100
3/8	9.53	0.375	100
Nº4	4.76	0.187	100
Nº10	2	0.0787	88.87
Nº20	0.84	0.0331	61.61
Nº40	0.42	0.0165	45.41
Nº60	0.25	0.0098	33.94
Nº100	0.149	0.0059	6.71
Nº200	0.074	0.0029	0.44

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

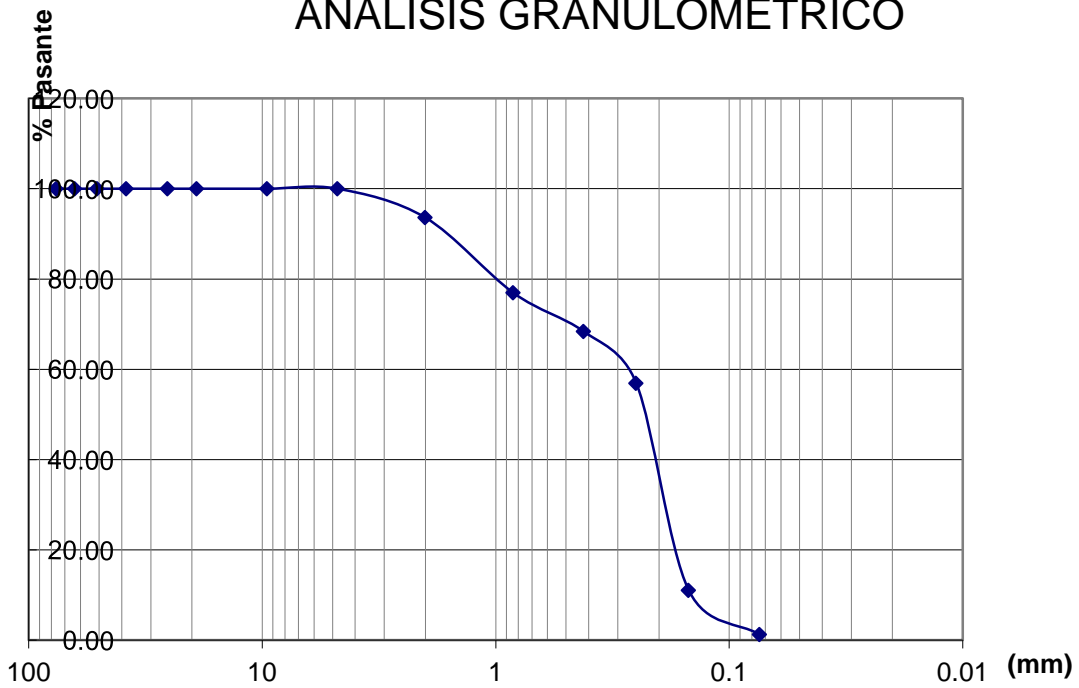


ABERTURA DE TAMICES

Tamaño o numero

del tamiz	milímetros	pulgadas	Pasante
3	76.2	3	100
2 1/2	63.5	2.5	100
2	50.8	2	100
1 1/2	38.1	1.5	100
1	25.4	1	100
3/4	19.1	0.75	100
3/8	9.53	0.375	100
Nº4	4.76	0.187	100
Nº10	2	0.0787	96.45
Nº20	0.84	0.0331	63.4
Nº40	0.42	0.0165	42.23
Nº60	0.25	0.0098	31.97
Nº100	0.149	0.0059	19.35
Nº200	0.074	0.0029	9.93

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

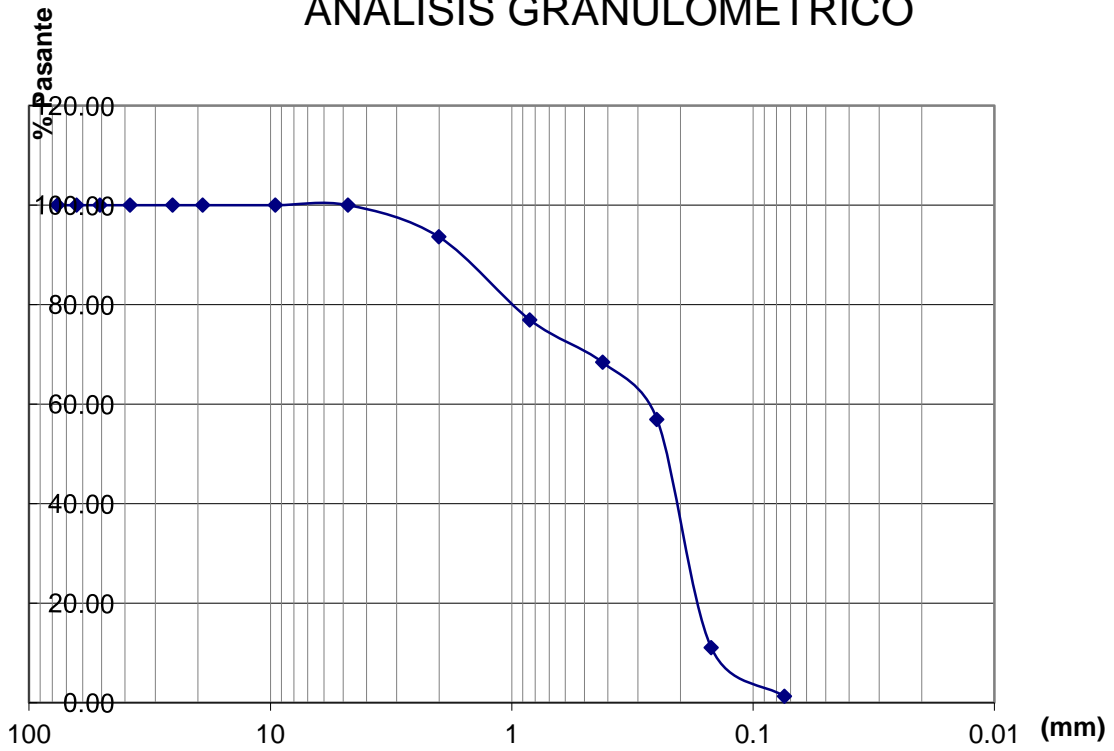


ABERTURA DE TAMICES

Tamaño o numero

del tamiz	milímetros	pulgadas	Pasante
3	76.2	3	100
2 1/2	63.5	2.5	100
2	50.8	2	100
1 1/2	38.1	1.5	100
1	25.4	1	100
3/4	19.1	0.75	100
3/8	9.53	0.375	100
Nº4	4.76	0.187	100
Nº10	2	0.0787	93.59
Nº20	0.84	0.0331	76.93
Nº40	0.42	0.0165	68.38
Nº60	0.25	0.0098	56.93
Nº100	0.149	0.0059	11.04
Nº200	0.074	0.0029	1.24

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



▪ Límites de consistencia

USS	FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DENSIDAD RELATIVA	
ASIGNATURA	<u>Mecánica de Suelos</u>
DOCENTE	<u>Omar Coronado Zuloeta</u>
ALUMNO	<u>Falen Chavez Arroyo, Jose Carlos</u>

	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	4	4	6			
Nº DE CAIDAS	4	4	6			
Nº DE CAPSULA	19	3	1		103	54
W _{Th} , gr	238.74	353.14	331.45		13.25	13.427
W _{Ts} , gr	215	292.62	313.54		12.934	12.963
W CAPSULA	72.5	67.35	68.8		11.319	10.724
W _ω	23.74	60.52	17.91		0.316	0.464
W SECO , gr	142.5	225.27	244.74		1.615	2.239
ω , (%)	16.66	26.87	7.32		19.57	20.72

LL: 30.3

LP: 20.1

LC 15.0

IP: 10.2

IC: 5.1

LIMITE DE CONTRACCION

Nº DE CAPSULA	M-19
W _{Th} , gr	238.740
V1= V CAPSULA	16.650
W CAPSULA	72.500
W _{Ts} , gr	215.000
H prom cm	1.150
Diametro cm	3.980
V2= V SECO	14.307
W _ω	23.740
W SECO , gr	142.500
L.C, (%)	
(P.R.A.)	15.016

LIMITE DE CONTRACCION

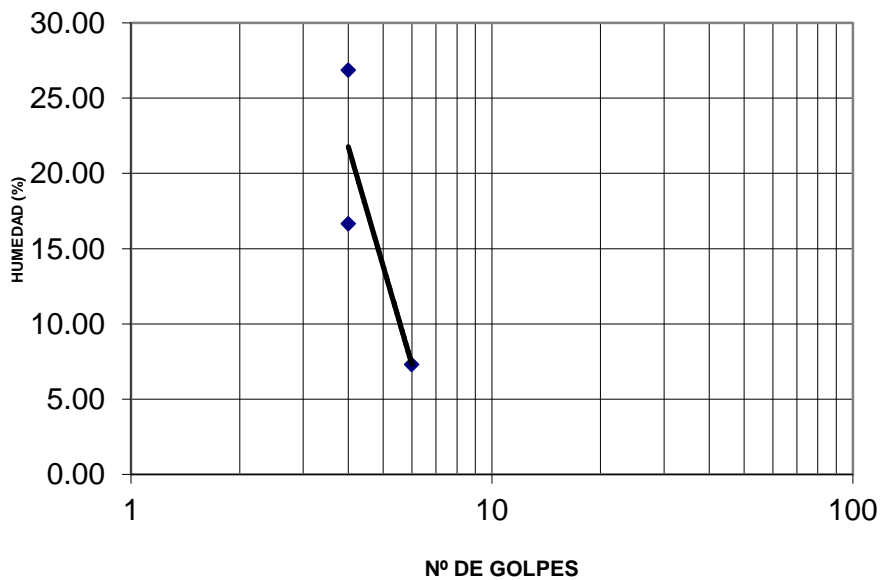
Nº DE CAPSULA	PU-3
W _{Th} , gr	353.140
V1= V CAPSULA	16.650
W CAPSULA	67.350
W _{Ts} , gr	292.620
H prom cm	1.150
Diametro cm	3.980
V2= V SECO	14.307
W _ω	60.520
W SECO , gr	225.270
L.C, (%)	
(P.R.A.)	25.826

LIMITE DE CONTRACCION

Nº DE CAPSULA	E-01
WTh , gr	331.450
V1= V CAPSULA	16.650
W CAPSULA	68.800
WTs , gr	313.540
H prom cm	1.150
Diametro cm	3.980
V2= V SECO	14.307
W ω	17.910
W SECO , gr	244.740
L.C, (%)	
(P.R.A.)	6.361

LÍMITE LÍQUIDO

$$Ll = -1,3242 \ln(x) + 34,595$$



Para nuestro primer valor, $N=5$, tenemos un $G_c=0,08$; igualmente para $N=9$, $G_c=0,148$. (EL NUMERO DE GOLPES FUERON 4 – 4 - 6)

El valor de N (número de golpes necesarios para hincar un toma-muestras de 45 cm. de longitud en un estrato de suelo, una profundidad que generalmente varía de metro en metro) se determina, como se mencionó anteriormente, sumando los valores de $N_1 + N_2 + N_3$, entonces:

$$N = N_1 + N_2 + N_3$$

$$N = 4 + 4 + 6$$

$$N = 14$$

La resistencia a la Penetración se puede calcular como se mencionó anteriormente, con la siguiente expresión:

$$R_p = N * 4$$

$$R_p = 14 * 4$$

$$R_p = 56 \text{ kg/cm}^2$$

Finalmente obtenemos la Presión Admisible, que se puede calcular mediante la expresión anteriormente mencionada:

$$\sigma_{adm} = \frac{N}{10}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{14}{10}$$

$$\sigma_{adm} = 1.4 \text{ kg/cm}^2$$

ANEXOS.



