



U.M.S.N.H.

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS:

“ ESTUDIO GEOTECNICO Y PROCESO CONSTRUCTIVO DEL
CAMINO CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO DEL
MUNICIPIO DE MORELIA MICHOACAN ”

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ

ASESOR:

ING. ALEJANDRO PERALTA ARNAUD

COASESOR:

ING. DANIEL TENA HERNANDEZ

ABRIL DEL 2006 MORELIA, MICHOACAN

AGRADECIMIENTOS

A TODA MI HERMOSA FAMILIA , QUE SIEMPRE HA ESTADO CONMIGO EN TODO MOMENTO! GRACIAS POR SU APOYO Y COMPRESION.

AL ING. ALEJANDRO PERALTA ARNAUD, POR TODO SU APOYO Y PASCENCIA EN LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO, GRACIAS POR SER MI ASESOR.

AL ING. DANIEL TENA HERNANDEZ POR SU CO ASESORIA EN LA REALIZACION DE ESTE PROYECTO.

AL PERSONAL DE OBRAS PUBLICAS POR CRER SIEMPRE EN MI TALENTO!

A LA SEÑORITA ZEIDA POR SU AMISTAD Y APOYO! EN TODO MOMENTO

A MIS PADRES POR TODO EL APOYO QUE SIEMPRE ME DAN!

AL TIO BETO POR SU AMISTAD Y COMPAÑÍA EN ESOS MOMENTOS DIFICILES!

A DIOS TODO PODEROSO POR PERMITIRME LLEGAR HASTA ESTA ETAPA! DE MI VIDA!

A TODOS MIS AMIGOS DE LA FACULTAD, GRACIAS POR SU APOYO Y AMISTAD.

PARA MI SOBRINA PEPITA, CON MUCHO CARIÑO!

A TODOS MIS MAESTROS, POR CULTIVARME EN LA ENSEÑANSA DEL SABER Y POR SUS BRILLANTES CONSEJOS.

" JAMAS TE DES POR VENCIDO, EN ESTA VIDA DEBES LUCHAR POR TUS SUEÑOS, NUNCA BAJES LOS BRAZOS, LEVANTATE LAS VECES QUE SEAN NECESARIAS PERO NO DEJES QUE TUS PROYECTOS SE DESVANESCAN, PUES TU ERES UN SER MUY IMPORTANTE Y ADEMAS UNICO Y ESPECIAL , VAMOS COSMOS! JAMAS DEJES DE ARDER "

By : Seus Patillas de IGAMASTER.

" CUERPO , MENTE , ALMA Y ESPIRITU CONCENTRADOS EN UN SOLO PUNTO DAN LA MAXIMA ENERGIA QUE REQUIERO PARA CONOCERME A MI MISMO Y ASI PODRE CONOCER A LOS DEMAS "

By : Seus Patillas de IGAMASTER.

" LA VIDA ES A NOVENTA GRADOS, ES DECIR RECTA, FIRME Y JUSTA ESTO QUIERE DECIR QUE SI SE TIENE UN EQUILIBRIO ADECUADO PARA VISUALIZAR TODAS LAS COSAS, SIEMPRE SE VERAN LOS POLOS OPUESTOS A LO NEGATIVO, YA QUE UN PENSAMIENTO POSITIVO SIEMPRE CONDUCE AL TRIUNFO "

By : Seus Patillas de IGAMASTER.

INDICE

INTRODUCCIÓN	5
CAPITULO 1.	
1.- PRUEBAS DE CAMPO	7
CAPITULO 2.	
2.- PRUEBAS DE LABORATORIO	11
2.2. Pruebas a que se someten los materiales	11
2.2.1. Peso volumétrico seco suelto	11
2.2.2. Composición granulométrica	14
2.2.3. Densidad	17
2.2.4. Absorción	18
2.2.5. Valor cementante	19
2.2.6. Equivalente de arena	21
2.2.7. Límites de consistencia	22
2.2.8. Proctor estándar	29
2.2.9. Porter estándar	31
2.2.10. Valor relativo de soporte	33
2.2.11. Determinación del P.V.S.lugar y % de compactación	34
CAPITULO 3.	
3.- OBTENSION Y ANALISIS DE RESULTADOS	37
CAPITULO 4.	
4.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	81
CONCLUSIONES.	87
BIBLIOGRAFIA.	92

INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, la construcción de carreteras ha sido uno de los primeros signos de civilización avanzada. Cuando las ciudades de las primeras civilizaciones empezaron a aumentar de tamaño y densidad de población, la comunicación con otras regiones se tornó necesaria para hacer llegar suministros alimenticios o transportarlos a otros consumidores. Entre los primeros constructores de carreteras se encuentran los mesopotámicos, hacia el año 3500 a.C.; los chinos, que construyeron la Ruta de la Seda (la más larga del mundo) durante 2,000 años, y desarrollaron un sistema de carreteras en torno al siglo XI a.C., y los incas de Sudamérica, que construyeron una avanzada red de caminos que no pueden ser considerados estrictamente carreteras, ya que los incas no conocían la rueda. Esta red se distribuía por todos los Andes e incluía galerías cortadas en rocas sólidas. En el siglo I, el geógrafo griego Estrabón registró un sistema de carreteras que partían de la antigua Babilonia; los escritos de Heródoto, historiador griego del siglo V a.C., mencionan las vías construidas en Egipto para transportar los materiales con los que construyeron las pirámides y otras estructuras monumentales levantadas por los faraones.

Las variables más importantes a tener en cuenta en la ingeniería de caminos moderna son la inclinación de la tierra sobre la que se construye la carretera, la capacidad del pavimento para soportar la carga esperada, la predicción de la intensidad de uso de la carretera, la naturaleza del suelo que la sostiene y la composición y espesor de la estructura de pavimentación. El pavimento puede ser rígido (permitiendo poca latitud de flexión) o flexible. El pavimento flexible utiliza una mezcla de agregado grueso o fino (piedra machacada, grava y arena) con material bituminoso obtenido del asfalto o petróleo, y de los productos de la hulla. Esta mezcla es compacta, pero lo bastante plástica para absorber grandes golpes y soportar un elevado volumen de tráfico pesado. Los pavimentos rígidos se construyen con una mezcla de cemento Pórtland y agregado grueso y fino. El espesor del pavimento puede variar de 15 a 45 cm, dependiendo del volumen de tráfico que deba soportar, y a veces se utiliza un refuerzo de acero para evitar la formación de grietas. Bajo el pavimento se emplea arena o grava fina como base para reforzarlo.

El camino es siempre una ruta directa, sin desvíos que provoque el extravío o la pérdida de tiempo. Es la manera más rápida y efectiva de unir dos puntos por la vía terrestre. Para cualquier país una de las principales fuentes de desarrollo es su infraestructura carretera, esto es debido a que se conectan los grandes centros de población y las zonas industriales, a su vez proporcionan al campo una vía comercial para los productos agrícolas y ganaderos. Debido a la importancia que tienen las carreteras para cada país es importante construirlas con la calidad debida para que éstas tengan más vida útil y así reducir los trabajos de mantenimiento.

CAPITULO 1

1.- PRUEBAS DE CAMPO

El muestreo consistirá en la obtención de una porción del material con el que se pretende construir una estructura terrea o bien del material que ya forma parte de la misma, de tal manera que las características de la porción obtenida sean representativas del conjunto. El muestreo además, incluye las operaciones de envase, identificación y transporte de las muestras.

El muestreo de suelos comprende 2 tipos de muestras:

1.- **MUESTRAS INALTERADAS.**- Son aquellas en las que se conserva la estructura y la humedad que tiene el suelo en el lugar donde se obtenga la muestra.

2.- **MUESTRAS ALTERADAS.**- Son aquellas que son constituidas por el material disgregado o fragmentado en las que se toman precauciones especiales para conservar las características de estructura y humedad; no obstante, en algunas ocasiones conviene conocer el contenido de agua original del suelo, para lo cual las muestras se envasan y transportan en forma adecuada.

Las **MUESTRAS INALTERADAS** se obtendrán de suelos finos que puedan labrarse sin que se disgreguen. La obtención puede efectuarse en el piso o en las paredes de una excavación, en la superficie del terreno natural o en la de una terracería. La excavación debe ser de tales dimensiones que permitan las operaciones de labrado y extracción de la misma.

En la extracción de muestras inalteradas se emplean herramientas y materiales, tales como picos, barretas, cuchillos, espátulas, cucharas de albañil, machetes, arcos de segueta con alambre de acero, estufa o lámpara para secado, brochas, cinta métrica de lienzo de 20 mts., flexómetro, recipiente metálico, manta de cielo, brea, parafina, cajones de madera. El procedimiento para su extracción es el siguiente:

Si la muestra va a ser obtenida del piso de una excavación o de una superficie prácticamente horizontal, se marca en un cuadro de 40 cm. por lado aprox. Y con el objeto de labrar un cubo de suelo de las dimensiones mencionadas, se excava alrededor de las marcas con la herramienta apropiada, sin dañar la estructura de la muestra ya sea por presión o por impacto; se profundizará lo necesario para poder efectuar un corte horizontal en la muestra, inmediatamente después se cubre con la manta de cielo recién embebida en una mezcla previamente preparada, de 4 partes de parafina, por una parte de brea, licuadas por medio de calor; la manta así preparada quedara bien adherida a la muestra.

Una vez protegidas las 5 caras descubiertas, se procede a preparar la muestra cuidadosamente para no dañarla e inmediatamente después, se cubre su cara inferior con una capa de manta de cielo embebida en la mezcla de brea con parafina, en la forma antes descrita. A continuación, a toda la muestra se le aplica con una brocha otra capa de parafina y brea fundidas y aprovechando la

temperatura de la mezcla, se fija la tarjeta de identificación en la cara que originalmente estaba en la parte superior.

Si la muestra va a ser extraída de una pared, se procede a excavar a su alrededor una bóveda, con el objeto de facilitar el labrado de las caras superior y laterales del cubo y poder efectuar el corte horizontal en la parte inferior del mismo. La obtención de la muestra, así como su forma, dimensiones, protección e identificación, son idénticas a lo señalado anteriormente.

Una vez extraída y protegida la muestra se colocará en un cajón de dimensiones adecuadas y relleno los espacios libres con aserrín, paja, papel u otro material similar, a fin de amortiguar el efecto de los golpes que pudieran sufrir durante el transporte.

Las muestras deberán contener los siguientes datos:

- 1.- Obra y localización.
- 2.- Numero de sondeo.
- 3.- Ubicación del sondeo.
- 4.- Numero de la muestra.
- 5.- Profundidad a la que se tomó la muestra.
- 6.- Espesor del estrato correspondiente.
- 7.- Clasificación de campo.
- 8.- Uso del material.
- 9.- Nombre del operador.
- 10.- Observaciones y fechas.

Las **MUESTRAS ALTERADAS** de suelos podrán obtenerse en una excavación, de un frente, ya sea de corte o de un banco, o bien, de perforaciones llevadas a profundidad con herramientas especiales. Las muestras deberán ser representativas de cada capa que se atravesase, hasta llegar a una profundidad que puede corresponder al nivel mas bajo de la explotación, al nivel de aguas freáticas o aquel en la cual sea necesario extender el estudio.

El peso mínimo de la muestra será de 40 kg. Que es la cantidad de suelo que comúnmente se requiere para realizar las pruebas de materiales de terracerías; esta cantidad deberá obtenerse de una muestra representativa mediante el procedimiento de cuarteo. El espaciamiento de los sondeos y el número de muestras que se tomen deberán estar de acuerdo con la homogeneidad del suelo y el tipo de estudio que se trate. En suelos que presenten pocas variaciones en sus características, el espaciamiento de los sondeos será mayor que los suelos heterogéneos. Igualmente en los estudios preliminares el espaciamiento será mayor que en estudios definitivos.

En préstamos laterales continuos y en préstamos de banco dentro del derecho de vía, que contengan materiales homogéneos, se recomienda que los sondeos se hagan a distancias no mayores de 250 mts. Y a la profundidad suficiente para definir el espesor del material aprovechable, en el caso de bancos localizados

fuera del derecho de vía, se recomienda hacer un sondeo por cada 1600 m² de superficie de acuerdo con el volumen requerido, formando una cuadrícula.

Tratándose de cortes se recomienda hacer 3 sondeos como mínimo, en el sentido del cadenamiento que abarque el ancho de la terracería. Las herramientas y materiales que se emplean en la obtención de muestras alteradas son: picos, palas, barretas, posteadoras, barretas helicoidales, tubos galvanizados para extensiones, llaves Stillson, estufa o lámpara de secado, brochas, bolsas de lona ahulada, frascos o cápsulas de aluminio con tapa, cinta métrica de lienzo de 20 m., cordel, brea, parafina y cinta adhesiva.

Los procedimientos de muestreo, de acuerdo con el lugar donde se obtengan las porciones representativas serán como sigue:

Las muestras superficiales se tomarán a profundidades variables del orden de 1 m., este muestreo puede ser aplicable para los estudios del terreno de cimentación y algunos préstamos o bancos.

En este caso se eliminan primeramente los materiales extraños que existan en la zona elegida y cuando sea necesario también se descartará la parte superficial intemperizada o con un alto contenido de materia orgánica.

Para el muestreo a mayor profundidad que el señalado anteriormente se excava un pozo a cielo abierto y se muestrean los estratos en una de las paredes del mismo o también se puede obtener la muestra o muestras del material que se extraiga al hacer una perforación con herramientas especiales. Estos procedimientos de muestreo son los que comúnmente se emplean para el estudio de bancos de materiales, de cimentaciones superficiales y del terreno en general cuando su naturaleza se los permita.

Las muestras alteradas se envasarán en bolsas de lona, cerrándolas para evitar pérdidas o contaminación y llevarán tarjetas de identificación tanto en su interior como en su exterior, atadas en la parte exterior. Cuando se requiere determinar el contenido de agua del suelo, se envasan en cápsulas de aluminio o bien en frascos de tamaño adecuado y que no propicien la evaporación del agua, cuyas tapas quedarán selladas perfectamente, mediante la aplicación de cinta adhesiva o de un baño de brea y parafina. El transporte de las muestras se hará en forma cuidadosa sin exponerlas a sufrir alteraciones y en el caso de usar frascos de vidrio, a fin de que se rompan, se empacarán en cajas de madera rellenas los espacios libres con aserrín, papel, paja o similar.

CAPITULO 2

2.- PRUEBAS DE LABORATORIO

Para que nuestras obras tengan una mayor calidad y a su vez más vida útil, hay que analizar el terreno y los materiales con los que nos vamos a apoyar para la construcción de nuestra obra.

La finalidad de analizar el material y hacer las pruebas es conocer las características de los materiales que se emplean en la construcción de carreteras, para verificar si cumplen con las normas establecidas por la Secretaría.

Las principales pruebas de laboratorio a que se someten los materiales, para su análisis son las siguientes:

- 1.- Peso Volumétrico Seco Suelto
- 2.- Composición Granulométrica
- 3.- Densidad
- 4.- Absorción
- 5.- Valor Cementante
- 6.- Equivalente de Arena
- 7.- Límites de Consistencia
- 8.- Próctor Estándar
- 9.- Porter Estándar
- 10.- Valor Relativo de Soporte
- 11.- Peso Volumétrico Seco del Lugar y % de Compactación

2.2. Pruebas a que se someten los materiales

2.2.1. Peso Volumétrico Seco Suelto.

La determinación del peso volumétrico del material en estado suelto consiste en obtener la relación del peso de los sólidos del material y el volumen total del mismo, cuando su estructura natural ha sido alterada por algún proceso artificial como el de extracción, disgregación, cribado, triturado, etc., y que se ha depositado o almacenado sin someterlo a ningún tratamiento especial de compactación.

Equipo :

- 1.- Recipiente de lámina galvanizada de forma cilíndrica de 10L, con diámetro interior de 25cm y de peso conocido.
- 2.- Balanza con capacidad mínima de 20kg y aproximación de 5gr.
- 3.- Regla metálica de 30cm de longitud.
- 4.- Cucharón de 20cm de largo, 11cm de ancho y 10cm de altura, formando un paralelepípedo rectangular con sólo cuatro caras, cuya cara menor lleva acoplado un mango metálico de sección circular de 13cm de largo.

Procedimiento :

- 1.- Se mezcla todo el material de la muestra hasta que presente un aspecto homogéneo, traspaleándolo de un lugar a otro, aproximadamente cuatro veces, sobre una superficie sensiblemente horizontal, lisa y limpia.
- 2.- Una vez homogeneizada la muestra, se forma un cono, depositando con la pala el material en el vértice del mismo, para que se acomode por sí solo y procurando a la vez que la distribución de haga uniformemente.



Foto 1.- Forma de cuartear el material.

- 3.- Se forma un cono truncado, encajando la pala en el vértice del cono original y haciéndola girar alrededor de su eje con el fin de ir desalojando el material hacia la periferia, hasta dejarlo con una altura de 15 a 20 cm.



Foto 2.- Cono truncado para posteriormente separarlo en cuadrantes.

4.- Enseguida, el cono truncado se separa en cuadrantes sensiblemente iguales, con la ayuda de una regla de dimensiones adecuadas al volumen de la muestra.



. Foto 3.- Se eliminan dos opuestos y se trabaja con los otros.

5.- Se toma material de dos lados opuestos y utilizando el cucharón se deja caer el material dentro del recipiente a una altura de 20 cm, hasta llenarlo, evitando su reacomodo por movimientos indebidos. Posteriormente se enraza el material utilizando la regla de 30 cm.

6.- Se pesa el recipiente con el material y se registra su peso.

7.- Se procede a calcular el PVSS con la formula:

$$\text{Fórmula :} \quad PVSS = \left(\frac{PESO \text{ NETO}}{VOLÚMEN} \right) * 1000$$

PVSS : PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO kg/m³
PESO BRUTO : PESO DEL RECIPIENTE MAS EL MATERIAL gr.
TARA: PESO DEL RECIPIENTE gr.
PESO NETO : PESO DEL MATERIAL SIN RECIPIENTE gr.
VOLÚMEN : VOLÚMEN DEL RECIPIENTE cm³

2.2.2. Composición Granulométrica

Esta prueba permite determinar la composición por tamaños de las partículas de un suelo, mediante su paso por una serie de mallas con aberturas determinadas.

La sucesión de tamaños obtenida mediante el empleo de mallas, nos da una idea de la composición granulométrica únicamente en dos dimensiones, por lo que las curvas resultantes solo quedaran representativas de materiales constituidos por partículas de forma equidimensional, si las partículas de un material tienen forma laminar o acicular, es decir, de lajas o agujas, respectivamente, los resultados que se obtengan no serán representativos de los tamaños reales del material y, en consecuencia. De su comportamiento. Así mismo la curva granulométrica no dará una idea correcta de la sucesión de tamaños en los materiales con partículas de pesos específicos muy diferentes, en cuyo caso será necesario efectuar la corrección correspondiente, para transformar los porcentajes obtenidos en función de pesos, a porcentajes en función de volúmenes.

Las características granulométricas de un suelo influyen en la mayor o menor facilidad para lograr una compactación adecuada y tienen importancia en su comportamiento mecánico, principalmente en los suelos gruesos. Generalmente, la mayor estabilidad de un suelo se alcanza cuando la cantidad de vacíos es mínima y para que esta condición pueda lograrse, se requiere que el material tenga una sucesión adecuada de tamaños que permita que los huecos resultantes del acomodo de las partículas mayores, sean ocupados por partículas menores y que a su vez, los huecos que dejen estas ultimas sean ocupados por partículas mas finas y así sucesivamente.

Equipo :

- 1.- Juego de mallas para suelos gruesos (2", 1 ½", 1", ¾", 3/8", No. 4 y charola).
- 2.- Juego de mallas para suelos finos (No. 4, 10, 20, 40, 60, 100, 200 y charola).
- 3.- Balanza de veinte (20) kilogramos de capacidad y un (1) gramo de aproximación.
- 4.- Balanza de dos (2) kilogramos de capacidad y cero punto un (0.1) gramo de aproximación.
- 5.- Horno con termostato para mantener una temperatura constante de ciento cinco mas menos cinco grados centígrados ($105 \pm 5^{\circ}\text{C}$).
- 6.- Charolas de lámina.
- 7.- Cucharón de lámina.
- 8.- Agitador de varilla metálica de seis (6) milímetros de diámetro y veinte centímetros de longitud.
- 9.- Agitador mecánico Rov – Tav, cepillos o brochas, vaso de aluminio.

Procedimiento :

a) Para suelos gruesos:

- 1.- Del material que se trae de campo, mediante cuarteo se toma una muestra representativa de 10 a 15 kg.
- 2.- Se hace pasar la muestra a través de las mallas para suelos gruesos. Para efectuar esta operación deberá imprimirse a las mallas un movimiento vertical y de rotación horizontal, para mantener al material en constante movimiento y permitir que los tamaños menores pasen a través de las aberturas correspondientes.



Foto 4.- Juego de mallas para realizar la granulometría.

- 1.- Se pesa el material retenido en cada malla y se anota en la hoja de registro.

b) Para suelos finos:

- 1.- Del material que pasa la malla No.4 se toman 200 grs. de la muestra.
- 2.- La muestra de suelo se coloca en las mallas para suelos finos acomodadas en forma decreciente puestas una sobre otra.
- 3.- Una vez colocadas se hace vibrar durante un periodo de 10 min. En el agitador rov – tav.



Foto 5.- Juego de mallas empleado en la granulometría chica.

4.- Se pesa toda la fracción retenida en cada malla y se anota en la hoja de registro.

c) Análisis por lavado:

1.- De la fracción del material que pasa la malla No. 4, se toma una muestra representativa de aproximadamente 200gr.; se pone a secar en el horno a una temperatura de 105°C ., hasta peso constante, se anota este peso y el material se coloca en un vaso metálico, se le agrega agua hasta quedar totalmente cubierto y se deja saturar por un tiempo aproximado de 24 hrs.

2.- Pasado el tiempo de saturación se procede a su lavado efectuándose de la siguiente forma:

Con ayuda de una varilla, se agita en forma de ochos el contenido del vaso durante 15 s, para formar una suspensión.

Se deja reposar dicha suspensión durante 30 s e inmediatamente después se decanta sobre la malla No. 200.

Para facilitar el paso de las partículas a través de la malla, se aplica sobre ésta un chorro de agua a baja presión.

Se repite la operación de lavado, hasta que el agua decantada salga limpia.

El material retenido en la malla No. 200 se regresa al vaso, utilizando un poco de agua, misma que se decanta al final de la operación, pero evitando el arrastre de partículas.

Se seca el material dentro del vaso metálico y se procede a su disgregación evitando cualquier pérdida de material. Después se procederá a su tamizado.

Se anota el peso retenido en cada una de las mallas y se procede al cálculo de la granulometría debiéndose tomar en cuenta el material eliminado por el lavado a través de la malla No. 200 por diferencia de pesos.

Se procede al cálculo de los porcentajes de grava G(%), arena S(%) y finos F(%).

El porcentaje de grava G(%) se obtiene restando al 100% el porcentaje que pasa la malla No. 4.

El porcentaje de arena S(%) resulta de la diferencia del 100% menos la suma del porcentaje de grava y finos.

El porcentaje de finos F(%) es el que pasa la malla No. 200.

De la curva granulométrica se obtienen los valores de D10, D30 y D60, para calcular los coeficientes de uniformidad Cu y de curvatura Cc, que se emplean para juzgar la graduación del material.

2.2.3. Densidad

La densidad relativa aparente es la relación que existe entre el peso del material y el volumen desalojado de agua.

Equipo :

- 1.- Muestra representativa de grava.
- 2.- Probeta graduada.
- 3.- Bascula de 0.1gr. de aproximación.
- 4.- Franela.

Procedimiento :

- 1.- Se toma una muestra de grava, de la que se retiene en la malla 3/8" y que pasa 3/4", de aproximadamente 300 gr. Y se deja saturando durante 24 hrs.
- 2.- A continuación se extrae del agua y se seca superficialmente con una franela, se pesa y se determina el peso de la grava saturada.



Foto 6.- Secado superficial del espécimen.

1.- Se coloca el material en la probeta con agua, se hace girar y se le dan pequeños golpes contra la mesa para que el material se acomode y eliminar los vacíos entre las partículas. Se determina el volumen por diferencia de lecturas en la probeta graduada.

Finalmente se procede al cálculo de la densidad dividiendo el peso del material superficialmente seco entre el volumen desalojado.

2.2.4. Absorción

El objetivo de esta prueba es determinar la capacidad máxima de absorción de agua del material durante 24 hrs. expresándola en porcentaje respecto a su peso seco.

Equipo :

- 1.- Muestra representativa de grava.
- 2.- Malla $\frac{3}{4}$ "
- 3.- Malla $\frac{3}{8}$ "
- 4.- Vaso de aluminio.
- 5.- Charola.
- 6.- Franela.
- 7.- Parrilla.
- 8.- Bascula de 0.1 grs de aproximación.
- 9.- Espejo.

Procedimiento :

- 1.- De una muestra tomada por cuarteo tomamos aproximadamente trescientos cincuenta gramos (350).
- 2.- Lo cribamos y tomamos la porción de material que pasa la malla de ¾" y se retiene en 3/8".
- 3.- Se satura el material a una temperatura de 15 a 25° C. durante un período de 24 hrs.
- 4.- Transcurrido el tiempo secamos la muestra superficialmente con la franela húmeda y registramos su peso.
- 5.- Posteriormente colocamos el material en la charola para secarlo en la parrilla hasta eliminar toda el agua, para verificar que el material esta completamente seco colocamos un espejo y si no empaña se retira.

Seco el material lo dejamos enfriar para poder pesarlo y registrar su peso, para poder determinar el porcentaje de absorción.

$$\text{Absorción} = \frac{(Ww - Ws)}{Ws} (100)$$

Donde:

Absorción, en porciento (%).

Ww: Peso de la muestra saturada superficialmente seca, en gramos.

Ws: Peso de la muestra seca, en gramos.

2.2.5. Valor cementante

Esta prueba tiene como principal objetivo conocer la cementación o cohesión del suelo sin confinar, que es la resistencia expresada en (kg / cm²) que tiene el material seco y compactado a la aplicación de una carga dinámica.

Equipo :

- 1.- Molde metálico cuadrado de (7.62 cm) de lado y (11.43 cm) de largo.
- 2.- Pisón de (900 grs) con guía de (40 cm).
- 3.- Espátula.
- 4.- Placa de (1.27 cm de espesor).
- 5.- Prensa.
- 6.- Horno.

Procedimiento :

- 1.- Se toman aproximadamente tres 3 kilogramos del material cribado que pasa la malla no. 4, le incorporamos agua, de tal manera de dejarlo lo mas próximo a su humedad óptima.
- 2.- Procederemos a llenar el molde metálico en tres capas, a cada una de estas capas de material se le dan 15 golpes con el pisón de novecientos (900 grs) dejándolo caer por la guía a una altura de (40) cm.
- 3.- Una vez terminadas las tres capas retiramos el molde teniendo la precaución de no fracturar el espécimen (por lo regular se elaboran 3 especímenes para promediar el valor obtenido de cada uno de ellos).
- 4.- Verificando que los especímenes no estén fracturados los metemos al horno por (24 hrs) a una temperatura de ciento cinco (105) grados centígrados.
- 5.- Transcurrido el tiempo sacamos los especímenes del horno dejándolos enfriar aproximadamente (30 minutos).
- 6.- Les aplicamos carga hasta que se fracturen, los resultados obtenidos se promedian para así conocer el valor cementante. Después se llena la hoja de registro correspondiente.

$$\text{Valor Cementante} = \frac{\text{Carga}}{\text{Área}}$$

Donde:

Valor cementante, en Kgs / cms².

Carga, en Kgs.

Área, en cms²



Foto 7.- Especimen sometido a carga de ruptura.

2.2.6. Equivalente de arena

El objetivo de esta prueba es determinar las proporciones volumétricas relativas de las partículas gruesas de un suelo respecto a los finos plásticos que contiene empleando un procedimiento que amplifica el volumen de los materiales finos plásticos.

Equipo :

- 1.- Probetas de lucita o acrílico graduadas en décimos de pulgada.
- 2.- Tapón de hule.
- 3.- Tubo irrigador.
- 4.- Un tramo de manguera.
- 6.- Un pizón metálico de 1000 gr.
- 7.- Capsulas metálicas de 85 ml.
- 8.- Embudo.
- 9.- Cronometro.
- 10.- Dos frascos de 3.875 l.
- 11.- Malla No. 4.
- 12.- Papel filtro No. 12.
- 13.- Solución de reserva.
- 14.- Solución de trabajo.

Procedimiento :

1.- Primeramente se prepara la solución de reserva: en un frasco se disuelven 454 gr. de cloruro de calcio en 1.89 l de agua destilada, se deja enfriar la solución y se hace pasar a través del papel filtro, se le agregan 47 gr. de formaldehído en solución volumétrica al 40% y 2050 gr. de glicerina USP (normalizada), mezclando el total, agregando agua destilada hasta completar los 3.875 l y agitando toda la solución para uniformizarla.

2.-Enseguida se prepara la solución de trabajo: en un frasco de 3.875 l se colocan 85 cm³ de la solución de reserva completando con agua destilada hasta el nivel de 3.875 l.

3.-Se toma una muestra de material de aproximadamente 500 gr. que pasa la malla No. 4, procurando que no se pierdan finos.

4.- Se llena la capsula y se golpea para acomodar el material y se enrasa.

5.- Previamente en las probetas se vertirá solución de trabajo hasta una altura de 4 ± 0.1 de pulg. Y se coloca la muestra en la probeta previamente preparada usando un embudo para evitar pérdidas de material. Déjese reposar 10 ± 1 minuto procurando no mover la probeta en este lapso de tiempo.

6.-A continuación colóquese un tapón de hule a la probeta inclinándola para que afloje el material del fondo y agítese con una carrera de 20 cm.(8pulg.) hasta completar 90 ciclos en 30 seg.



Foto 8.- Muestras del equivalente de arena.

7.- Se introduce el tubo irrigador, se pica el material y con el mismo se baja el material que quedó en las paredes de la probeta, se llena con solución de trabajo hasta la marca de 15 y se deja reposar 20 min. Al termino de este tiempo en la escala de la probeta se lee el nivel superior de la arcilla en suspensión la cual se denominará lectura de arcilla.

8.- Se introduce el pizon lentamente en la probeta ajustando hasta que el pizon se apoye en la arena, el nivel donde se apoya en la arena se denominará lectura de arena.

La prueba se realizará por triplicado y se hará un promedio de los resultados. El equivalente de arena resulta de dividir la lectura de arena entre la lectura de arcilla y multiplicarlo por cien.

2.2.7. Límites de consistencia

Los métodos de prueba a que se refiere esta cláusula, tiene por objeto conocer las características de plasticidad de la porción de suelo que pasa la malla No. 0.425, cuyos resultados se utilizan principalmente para la identificación y clasificación de los suelos.

De acuerdo con su contenido de agua, los suelos pueden estar en algunos de los 5 estados de consistencia:

- * Estado líquido, es el que presentan los suelos cuando manifiestan las propiedades de una suspensión.
- * Estado semilíquido, cuando los suelos tienen el comportamiento de un fluido viscoso.

* Estado plástico, en el cual los suelos presentan la propiedad que les permite, bajo ciertas condiciones de humedad, mantener la deformación producida por un esfuerzo que les ha sido aplicado en forma rápida sin agrietarse, desmoronarse o sufrir cambios volumétricos apreciables.

* Estado semisólido, en el que la apariencia de los suelos es la de un sólido; sin embargo, al secarse disminuyen de volumen.

* Estado sólido, en el que el volumen de los suelos no varía aún cuando se les someta a secado.

Los límites de consistencia fueron determinados por Atterberg los cuales los delimitó por las fronteras:

* Limite liquido, es el contenido de agua que marca la frontera entre los estados semilíquido y plástico.

* Limite plástico, es el contenido de agua que marca la frontera entre los estados plástico y semisólido.

* Limite de contracción, es el contenido de agua que marca la frontera entre los estados semisólido y sólido.

Para definir las características de plasticidad de los suelos se utilizan el límite líquido, el índice plástico y la contracción lineal.

* Índice plástico, es la diferencia aritmética entre el límite líquido, el índice plástico y la contracción lineal. $(IP = LL - LP)$.

* Contracción lineal, es la reducción del volumen del mismo, medida en una de sus dimensiones y expresada en porcentaje de la dimensión original.

Equipo :

- 1.- Copa de Casagrande y ranurador.
- 2.- Cápsulas petri.
- 3.- Agua destilada.
- 4.- Balanzas de (0.01 grs) y (1 grs) de aproximación.
- 5.- Placa de vidrio.
- 6.- Horno secador.
- 7.- Franela.
- 8.- Vidrios de reloj.
- 9.- Charolas de evaporación.
- 10.- Espátula.
- 11.- Calibrador vernier.
- 12.- Cápsulas de porcelana.
- 13.- Gotero.

Procedimiento :

c) Determinación del Límite Líquido (L L).

- 1.- El material que se trae del campo se seca a temperatura ambiente y se disgrega.
- 2.- Una vez que el material se ha secado se criba por la malla No. 0.425 y se toma una cápsula de porcelana de 250 a 300 grs. del material que paso la malla, lo saturamos y lo dejamos reposar (24 hrs.). Transcurrido el tiempo agregamos agua destilada y se mezcla hasta formar una pasta homogénea.



Foto 9.- Equipo para la determinación del limite liquido.

- 3.- Se inician los tanteos en la copa de casagrande dándole al suelo diferentes humedades. Se deben hacer cinco (5) tanteos y obtener las humedades de cada uno de ellos.
- 4.- Se coloca la pasta en la copa de casagrande, llenándola a la mitad y alisándola para obtener un espesor máximo de (1 cm). Se ranura al centro con un ranurador de dimensiones de (11 mm), en la parte superior y (2 mm) en la parte inferior. Se debe ranurar la pasta según el eje de simetría del aparato, manteniendo el ranurador perpendicular a la superficie de la copa.
- 5.- Una vez llena la copa ranurado el material, el golpeo se hace girando la manivela a la velocidad de 2 rev/seg, y contar el numero de golpes necesarios para que la ranura cierre ($\frac{1}{2}$ ") aproximadamente, la ranura debe cerrar por el flujo del suelo y no por deslizamiento de la pasta respecto a la copa.
- 6.- En la cápsula de vidrio de reloj, se extrae una muestra representativa de aproximadamente (10 grs) del centro de la copa, cerca de donde cerró la ranura para obtener la humedad, se pesa la cápsula con material húmedo al centésimo

de gramo (0.01 grs). Se deja secar el horno durante. (24 hrs.), a temperatura de 110° C.

7.- Una vez obtenidos los resultados de todos los tanteos procederemos a anotarlos en las hojas de registro, para así graficar la curva de fluidez, que comprende en el eje de las abscisas en escala logarítmica el numero de golpes, y en el eje de las ordenadas en escala aritmética los contenidos de agua; de la cual el limite liquido (LL) será el contenido de agua correspondiente a 25 golpes.

* Causas mas frecuentes de error al efectuar esta prueba.

- 1.- Que al efectuar la prueba la ranura se cierre debido al deslizamiento del suelo sobre la copa y no al flujo provocado por los golpes.
- 2.- Perdida de agua por evaporación en la muestra, debido a que la prueba no se realice en lugares frescos y exentos de corrientes de aire.
- 3.- Que la caída de la copa no se efectuó a una velocidad uniforme de dos (2) golpes por segundo.
- 4.- Que la copa y el ranurador no estén limpios antes de cada determinación.
- 5.- Que se incorpore material seco para reducir la humedad de la muestra de prueba, o bien que no se efectuó un amasado correcto de esta.

c) Determinación del Límite Plástico (L P).

1.- Se amasan aproximadamente (15 grs) de suelo húmedo. De los cuales con la palma de la mano formamos rollito de (1/8") es decir (3 mm aproximadamente), de diámetro apoyándose en la placa de vidrio.

2.- Se repite éste procedimiento hasta que el rollito empieza a desmoronarse al estarlo formando.

3.- Se colocan en una cápsula de vidrio de reloj y se procede a pesarlos con la bascula de (0.01 grs) de aproximación y se meten al horno durante 24 hrs. A una temperatura de ciento diez grados centígrados.

4.- Una vez transcurridas las (24 hrs.) se pesan para determinar el contenido de humedad de los cilindros.

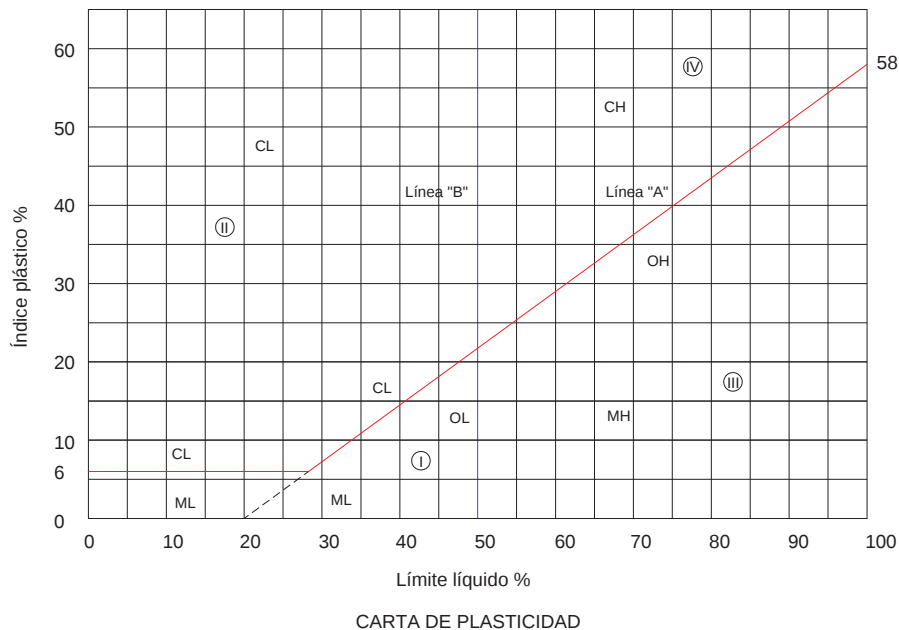
5.- El proceso se debe repetir por lo menos en tres (3) ocasiones para poder promediarlos.

6.- Teniendo los tres resultados los anotamos en la hoja de registro y procederemos a calcularlo, donde el limite plástico (LP) es; el contenido de agua promedio de los cilindros.

Una vez determinados los Límites tanto líquido como plástico procederemos a meter los datos a la carta de plasticidad, la cual en el eje de las abscisas representa el limite liquido (LL) y en el de las ordenadas el índice plástico (IP). La carta de plasticidad nos indicara la clasificación del suelo.

* Causas mas frecuentes de error al efectuar esta prueba.

- 1.- Que el cilindro de suelo se rompa antes de alcanzar el diámetro de tres (3) milímetros, ya que en este caso su humedad sería menor que la del límite plástico.
- 2.- Que la placa de vidrio no se encuentre limpia antes de cada determinación, ya que esto dificulta o impide la formación del cilindro.
- 3.- Que al alcanzar el cilindro el diámetro de tres (3) milímetros, el operador lo rompa en forma deliberada, modificando la presión, la velocidad de rolado o ambas cosas.



c) Determinación de la Contracción Lineal (CL)

- 1.- Se hace esta prueba con el material que sobro del ensaye de (LL), con una humedad ligeramente mayor de 10% aproximadamente.
- 2.- Procederemos a llenar el molde de prueba previamente engrasado para evitar que se adhiera el material en las paredes. El material deberá de ser colocado en tres capas y en cada una de estas dar unos ligeros golpes tomando el molde de los extremos, con la finalidad de que el material se acomode.
- 3.- Se debe dejar secar el molde con el material a una temperatura ambiente hasta que su color cambie de oscuro a claro y se coloca en el horno a una temperatura de ciento diez grados centígrados.
- 4.- Se saca del horno y con el vernier tomamos la longitud de la barra de material seco y la longitud interior del molde, procediendo a anotarlo en la hoja de registro.

Cálculo.

$$CL = \frac{L1 - L2}{L1} (100)$$

Donde:

CL : Es la contracción lineal , en porciento.

L1 : Longitud interior del molde, en centímetros.

L2 : Longitud de la barra del material seco, en centímetros.

* Causas mas frecuentes de error al efectuar esta prueba.

- 1.- Engrasado deficiente del interior del molde, lo que ocasiona que el espécimen se rompa al contraerse.
- 2.- No dar el número necesario de golpes a la barra para eliminar el aire contenido en el material.
- 3.- Exponer el espécimen al sol o introducirlo en el horno inmediatamente después de elaborado, originando con ello que se agriete o se deforme, principalmente cuando se trata de materiales muy plásticos.
- 4.- Medir incorrectamente la longitud final de la barra, sobre todo cuando se rompa o arquee excesivamente.

c) Determinación de la Contracción Volumétrica (CV).

1.- Esta prueba se hace con el material que sobró del ensaye del límite líquido, con una humedad ligeramente mayor aproximadamente en un 10%.

2.- El material se coloca en una cápsula petri, la cual debe pesarse y cubrir su interior con una capa delgada de grasa. O en su defecto con aceite quemado. El material se coloca en 3 capas, procurando en cada capa dar unos ligeros golpes para que se asiente el material y expulse el aire incrustado en el.

3.- A continuación se enrasa el material en el molde utilizando la espátula y se pesa con aproximación al 0.01 de gramo.

4.- La cápsula con el suelo se deja orear a la sombra hasta que cambie ligeramente su color; esto es con la finalidad de que la pastilla de suelo no se agriete.

5.- Inmediatamente después se pone a secar en el horno a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$, durante 24 horas aproximadamente.

6.-Se extrae del horno la cápsula con el espécimen, se deja enfriar en el desecador y a continuación se pesa.

7.-Se coloca en una cápsula de porcelana un recipiente de vidrio o de lucita y se llena de mercurio (Hg) hasta derramarlo y se enrasa. Para enraizar se coloca el vidrio de 3 puntas sobre la superficie de mercurio (Hg) y se presiona hacia abajo para forzar al excedente a salir del recipiente y así expulsar el aire atrapado. El

mercurio (Hg), que se derrama se recoge en la cápsula para evitar perdidas. (hay que tomar precauciones al manejar el mercurio Hg, debido a la gran toxicidad de sus vapores).



Foto 10.- Determinación de la contracción volumétrica.

8.- La pastilla de suelo seco se extrae de la cápsula petri y se coloca invertida sobre la superficie de mercurio (Hg), que se encuentra en el recipiente de vidrio o lucita; se sumerge lentamente con movimientos de rotación por medio del vidrio de 3 puntas hasta expulsar el aire atrapado

9.- El mercurio (Hg) desalojado por la pastilla se pesa y con este dato dividido entre el peso específico del mercurio (Hg), se calcula su volumen, que para fines prácticos se toma 13.60, puede variar hasta 13.56.

Cálculo.

$$CV = \% W - \frac{Vi - Vf}{Ps} (100)$$

Donde:

CV : Es la contracción volumétrica, en por ciento.

W: Es la humedad del material, en por ciento.

Vi : Volumen inicial de la muestra, en centímetros cúbicos.

Vf : Volumen final de la muestra, en centímetros cúbicos.

El volumen desalojado se determina con la siguiente expresión:

$$Vf = \underline{P \text{ Hg Desalojado}}$$

P.E. del Hg

Donde:

P Hg: Es el peso del mercurio desalojado.

P.E. del Hg: Es el peso específico del mercurio.

$$CV = \% W - \frac{Vi - Vf}{Ps} (100)$$

2.2.8. Proctor estándar

La prueba Proctor se utiliza para suelos arcillosos, limosos, mezclas de limos y arenas, y mezclas de arcillas y arenas.

El objetivo es determinar el peso volumétrico seco máximo y la humedad optima de compactación de un suelo fino.

Equipo :

- 1.- Molde Proctor y martillo de 2.5 kg.
- 2.- Balanzas, una con capacidad mínima de 15 kg. y aproximación de 5 gr.; otra con capacidad mínima de 2 kg. y aproximación de 0.1 gr.
- 3.- Probetas graduadas.
- 4.- Charolas.
- 5.- Regla metálica para enrasar.

Tipo de prueba	Estándar		Modificada	
Masa del pison, Kg	2.5 ± 0.01		4.54 ± 0.01	
Diámetro del pison, mm	50.8		50.8	
Altura de caída del pison, cm	30.5 ± 0.1		45.7 ± 0.1	
Numero de capas	3		5	
Variantes	A y C	B y D	A y C	B y D
Tamaño del material, mm	4.75 (No. 4)	19.0 (3 / 4")	4.75 (No. 4)	19.0 (3 / 4")
Diámetro interior del molde, mm	101.6 ± 0.4	152.4 ± 0.7	101.6 ± 0.4	152.4 ± 0.7
Numero de golpes por capa	25	56	25	56
Tamaño de la muestra de prueba,	4.0	7.5	4	7.5

Tabla 1.- Características de las variantes de las pruebas de compactación.

Procedimiento :

- 1.- Del material que se trae de campo se criba a través de la malla No. 4, colocando la fracción que pasa en una charola y desechando el retenido.
- 2.- Se homogeneiza perfectamente el material que constituye la porción de prueba. A la porción preparada, se le agrega la cantidad de agua necesaria para que una vez homogeneizada, tenga un contenido de agua inferior en 4 a 6% respecto al óptimo estimado.



Foto 11.- Equipo que se requiere para la prueba Proctor.

3.- En el caso de que se hayan formado grumos durante la incorporación del agua, se revuelve el material hasta disgregarlo totalmente. Se mezcla cuidadosamente la porción para homogeneizarla y se divide en tres fracciones aproximadamente iguales, en el caso de la prueba estándar.

1.- Se coloca una de las fracciones de material en el molde, con su respectiva extensión, para compactar el material con el pisón, aplicando 25 golpes, repartiendo uniformemente los golpes en la superficie de la capa. Se escarifica ligeramente la superficie de la capa compactada y se repite el procedimiento descrito para las capas subsiguientes.

2.-Terminada la compactación de todas las capas, se retira la extensión del molde y se verifica que el material no sobresalga del cilindro en un espesor promedio de 1.5 cm. como máximo; de lo contrario la prueba se repetirá utilizando de preferencia una nueva porción de prueba con masa ligeramente menor que la inicial. En el caso de que no exceda dicho espesor, se enrasa cuidadosamente el espécimen con la regla metálica.

3.- A continuación, se determina la masa del cilindro con el material de prueba y se anota en la hoja de registro.

4.- Se saca el espécimen del cilindro y de su parte central se obtiene una porción representativa para determinar su contenido de agua.

5.- Se incorporan las fracciones del espécimen al material que sobró al enrasarlo, en su caso, se disgregan los grumos, se agrega aproximadamente 2% de agua con respecto a la masa inicial de la porción de prueba y se repiten los pasos descritos anteriormente.

6.- Con la misma porción de prueba se repite lo indicado en el inciso h), incrementando sucesivamente su contenido de agua, hasta que dicho contenido sea tal que el último espécimen elaborado presente una disminución apreciable en su masa con respecto al anterior. Para definir convenientemente la variación de la masa volumétrica de los especímenes elaborados respecto a sus contenidos de agua, se requiere compactar cuatro o cinco especímenes, que en la segunda determinación la masa del cilindro con el espécimen húmedo sea mayor que en la primera y que en la penúltima determinación sea mayor que en la última.

En materiales degradables es conveniente preparar muestras de prueba diferentes para cada determinación.

2.2.9. Porter estándar

Esta prueba se utiliza para suelos granulares, arenas y gravas que se retienen en la malla No. 4 más de 10%.

El objetivo es determinar el peso volumétrico seco máximo y la humedad óptima de compactación de cualquier mezcla de suelo.

Equipo :

- 1.- Molde porter y varilla con punta de bala.
- 2.- Balanza con capacidad mínima de 10 kg.
- 3.- Balanza con capacidad mínima de 300 gr.
- 4.- Charola, probeta graduada, horno o estufa.
- 5.- Máquina para aplicación de carga.

Procedimiento :

- 1.-Del material que se trae del campo, se cuarteo, se criba por la malla de 1" y se toman 5 kg. aproximadamente.
- 2.- Se le agrega agua de tal manera que el material tenga aproximadamente su humedad óptima. Esta humedad se logra removiendo el agua agregada a la muestra para homogeneizarla.



Foto 12.- Instrumental empleado en la prueba porter.

3.- Se pesan 4 kg., de material húmedo y se colocan en el molde Porter, en tres capas, compactada cada una de ellas con 25 golpes por medio de una varilla punta con bala.

4.- Se le aplica a la muestra que está alojada en el molde, una carga de tal manera que la presión que se aplique llegue a 140.6 kg/cm^2 , en un lapso de 3 min. y esta se debe mantener constante durante un minuto.

5.- En el lapso de tiempo que se mantiene la carga constante se debe observar si fluye una gota de agua por la parte inferior del molde, en caso de que no aparezca, se quita el molde y se observa en la placa de carga si la superficie esta húmeda. En cualquiera de los casos se da por terminada la prueba. Si no ocurre ninguna de las dos cosas anteriores se le agrega más agua hasta que cumpla con lo dicho anteriormente. Si cumple se dice que el material se encuentra en su peso volumétrico seco máximo y tiene la humedad óptima de compactación.

6.- Se retira el molde de la prensa hidráulica y se mide en cuatro puntos diametralmente opuestos con un calibrador vernier, lo que el material bajó al comprimirse en el molde.

7.- Del material que sobró se pesan 200 gr. y se obtiene la humedad óptima de compactación.

8.- Finalmente se procede a hacer los cálculos:

Altura real = Altura del molde – lo que el material bajó al comprimirse

Volumen de la muestra = Altura real x Área del molde

PVH = Peso de la muestra ÷ Volumen

PVSM = PVH ÷ (1+humedad óptima)

2.2.10. Valor relativo de soporte

El objetivo de esta prueba es determinar la calidad de los suelos en cuanto a su valor de soporte, midiendo la resistencia a la penetración del suelo compactado y sujeto a un determinado período de saturación.

Equipo :

- 1.- El equipo utilizado en esta prueba es el mismo que se utiliza en la prueba Porter.
- 2.- Tanque de saturación con altura mínima de 30 cm.
- 3.- Hojas de papel filtro con diámetro de 154 mm.
- 4.- Máquina de compresión con capacidad mínima de (30 ton) provista de (1) pistón de penetración, de acero, con diámetro de (49.5 mm) y sección de (19.35 cm²).
- 5.- 2 placas circulares de carga con diámetro de (154 mm), teniendo un orificio central de (5.4 cm) de diámetro y un peso de (3 kg) cada una.
- 6.- Tripie.

Procedimiento :

- 1.- Después que se realizó la prueba Porter el espécimen se satura colocándole en la parte superior papel filtro, una placa perforada, dos placas de carga y un tripié con un extensómetro para medir la expansión, se registra la lectura inicial y final.
- 2.- La diferencia de la lectura final y la inicial se divide entre la altura del espécimen antes de saturarlo, expresando en % el valor de la expansión.
- 3.- Se toman medidas cada 24 hrs. y estas se pararán hasta que dos sean sucesivas, por lo general se llevan de 3 a 5 días
- 4.- Se saca del agua el molde que contiene el espécimen y las placas en posición horizontal y se deja así durante 3 min., a la sombra, con la finalidad de que escurra el agua. Inmediatamente después se retiran las placas y el papel filtro, y se vuelven a colocar únicamente las placas de carga.
- 5.- Se instala el molde en la prensa y se procede a penetrarlo; se aplica una carga inicial de 10 kg, e inmediatamente, sin retirar la carga, se ajusta el extensómetro.



Foto 13 .- Espécimen cargado para conocer su penetración.

6.- Se aplica carga para que el pison penetre en el espécimen con una velocidad uniforme de 1.27mm/min. Se anotan las cargas aplicadas por la prensa, las cuales se determinan mediante la deformación de un anillo calibrado.

Si sustituimos la lectura del anillo en la constante de la máquina nos da una carga, al dividir esta carga entre 1360 y multiplicarlo por 100 obtenemos el VRS.

2.2.11. Determinación del peso volumétrico seco del lugar y % de compactación.

El objetivo de esta prueba es determinar el peso volumétrico seco de campo y así determinar el grado de compactación.

Equipo :

- 1.- Barreta de acero con extremo terminado en punta y el otro en plano.
- 2.- Arena lavada, clasificada entre mallas No. 20 y 30.
- 3.- Regla de 30 cm. de longitud.
- 4.- Báscula de 20 kg. De capacidad y aproximación de 0.1 gr.
- 5.- Fuente de calor.
- 6.- Charola circular de 30 cm. de diámetro.

Procedimiento :

- 1.- Se pesan inicialmente 3 kg. de arena, la cual se ha cribado previamente por las mallas No. 16 y 30 respectivamente, dicha arena debe ser de río, procurando que la mayoría de granos sean de cuarzo.
- 2.- Con el uso de la barra metálica se procede a excavar un pozo (sondeo) de aproximadamente 15x15 cm., y a la profundidad que tenga la capa que se este

analizando, el material que se extraiga del sondeo mayor de 1" se dejará a un lado del sondeo, el material menor de 1" será almacenado dentro de una bolsa de plástico, la cual debe ser cerrada cada vez que se introduzca material para que no pierda humedad.

3.- Cuando se haya terminado de hacer el sondeo, se llena de arena cuidando que la caída no sea mayor de 20 cm., debe ser constante y uniforme, cuando se hayan llenado aproximadamente 5 cm. del sondeo, se deben colocar los agregados mayores de 1" extraídos, cuidadosamente con la mano, procurando no dejar caer ninguno directamente sobre la arena. Después se debe seguir colocando la arena hasta llenar por completo el sondeo, enrasando con una regla sin compactar y sin perder arena.

4.- Posteriormente se pesa la arena sobrante y el material extraído del sondeo, para calcular el porcentaje de compactación.

CAPITULO 3

3.- OBTENCION Y ANALISIS DE RESULTADOS.

OBRA:	CAMINO CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	GRANULOMETRÍA CHICA
PROCEDENCIA:	TERRENO NATURAL
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	7 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	8 DE DICIEMBRE DE 2005

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL EN MALLA No.4				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
2"				
1 ½"				
1"				
¾"				
½"	$w = \left(\frac{200 - 182.1}{182.1} \right) * 100 = 9.83\%$			
3/8"				
¼"				
No. 4				
PASA No. 4				
SUMA				
DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (POR LAVADO)				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	10.5	6	6	96
20	7.0	4	10	90
40	6.8	4	14	86
60	7.1	4	18	82
100	6.7	3	21	79
200	1.0	1	22	78
PASA No. 200	143	78	100	0
SUMA	182.1	100		

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	LÍMITES DE CONSISTENCIA
PROCEDENCIA:	TERRENO NATURAL
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	9 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	10 DE DICIEMBRE DE 2005

LÍMITE LÍQUIDO

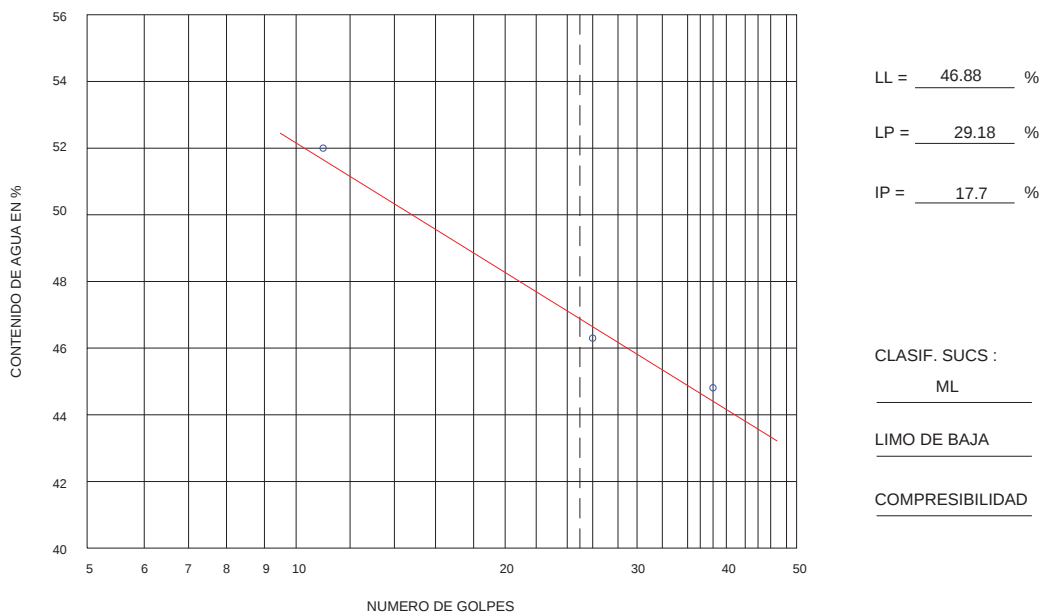
PRUEBA No.	CÁPSULA No.	NÚMERO DE GOLPES	PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO	PESO CÁPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CÁPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (w)
1	53	11	48.13	38.53	9.6	20.08	18.45	52
2	4	26	48.84	39.2	9.64	18.38	20.82	46.3
3	54	38	53.0	42.33	10.67	18.52	23.81	44.81

LÍMITE PLÁSTICO

1	10		22.7	21.67	1.03	18.14	3.53	29.18

HUMEDAD NATURAL

C.V.	13		48.75	39.73	9.02	20.10	19.63	45.95
		WHg (gr)	Vi (cm³)	Vf (cm³)	$C.V. = \omega - \left(\frac{V_i - V_f}{W_s} \right) * 100$			C.V. = 27.10%
		168.84	16.15	12.45				
C.L.	35	Lect. Inicial (cm)	Lect. Final (cm)		$C.L. = \left(\frac{L_i - L_f}{L_i} \right) * 100$			C.L. = 7.76%
		9.92	9.15					



OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE SUB-BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	16 DE DICIEMBRE DE 2005

DATOS DEL RECIPIENTE	
PESO (gr)	3770
VOLÚMEN (cm³)	10,330

$$Fórmula : \quad PVSS = \left(\frac{PESO NETO}{VOLÚMEN} \right) * 1000$$

PVSS : PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO kg/m³
PESO BRUTO : PESO DEL RECIPIENTE MAS EL MATERIAL gr.
TARA: PESO DEL RECIPIENTE gr.
VOLÚMEN : VOLÚMEN DEL RECIPIENTE cm³

PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO

PESO BRUTO gr.	TARA gr.	PESO NETO gr.	VOLÚMEN cm³	PVSS kg/m³
14,600	3770	10,830	10,330	1048.40

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	GRANULOMETRÍA
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE SUB-BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	16 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	17 DE DICIEMBRE DE 2005

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL EN MALLA No.4				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
2"	0	0	0	100
1 ½"	133	1	1	99
1"	530	5	6	94
¾"	450	4	40	90
½"				
3/8"	1440	13	23	77
¼"				
No. 4	1240	11	34	66
PASA No. 4	7037	66	100	
SUMA	10830	100		
DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (POR LAVADO)				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	36.1	12	12	54
20	29.7	10	22	44
40	27.3	9	31	35
60	19.9	7	38	28
100	13.2	5	43	23
200	6.3	2	45	21
PASA No. 200	60.6	21	66	
SUMA	193.1	66		

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	DENSIDAD Y ABSORCIÓN
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE SUB-BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	16 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	17 DE DICIEMBRE DE 2005

DENSIDAD RELATIVA APARENTE

$$D = \frac{W_s}{V_d}$$

D : DENSIDAD RELATIVA APARENTE gr/ml

Ws: PESO SECO DEL MATERIAL gr.

Vd : VOLÚMEN DESALOJADO ml.

MUESTRA	Ws gr.	Vd ml	DENSIDAD RELATIVA APARENTE gr/ml
1	250.9	160	1.57

ABSORCIÓN

$$A = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) * 100$$

A : ABSORCIÓN %

Ww : PESO SATURADO DE LA MUESTRA Y SUPERFICIALMENTE SECO gr.

Ws : PESO SECO DE LA MUESTRA gr.

MUESTRA	Ww gr.	Ws gr.	ABSORCIÓN %
1	300.8	250.9	19.89

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	VALOR CEMENTANTE
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE SUB-BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	17 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	21 DE DICIEMBRE DE 2005

$$ESFUERZO = \frac{CARGA}{\text{ÁREATRANSVERSAL}}$$

$$VALOR CEMENTANTE = \frac{\sum ESFUERZOS}{3}$$

Muestra No.	Lados (cm)		Lado promedio (cm)	Área transversal (cm²)	Lectura del anillo	Carga (kg) Y=8.274X + 66.857	Esfuerzo (kg/cm²)
1	a	7.8	7.745	59.985	35	356.427	5.94
	b	7.82					
	c	7.65					
	d	7.71					

Muestra No.	Lados (cm)		Lado promedio (cm)	Área transversal (cm²)	Lectura del anillo	Carga (kg) Y=8.274X + 66.857	Esfuerzo (kg/cm²)
2	a	7.66	7.725	59.676	36	364.701	6.11
	b	7.67					
	c	7.77					
	d	7.8					

Muestra No.	Lados (cm)		Lado promedio (cm)	Área transversal (cm²)	Lectura del anillo	Carga (kg) Y=8.274X + 66.857	Esfuerzo (kg/cm²)
3	a	7.62	7.612	57.95	45	439.167	7.58
	b	7.68					
	c	7.60					
	d	7.55					

Muestra No.	Esfuerzo kg/cm²	VALOR CEMENTANTE kg/cm²
1	5.94	6.54
2	6.11	
3	7.58	

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	EQUIVALENTE DE ARENA
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE SUB-BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	17 DE DICIEMBRE DE 2005

$$EQUIVALENTE DE ARENA = \left(\frac{LECTURA DE ARENA}{LECTURA DE ARCILLA} \right) * 100$$

PRUEBA DE EQUIVALENTE DE ARENA

Muestra No.	Lectura de Arcilla	Lectura de Arena	Equivalente de Arena %	Promedio %
1	7.4	13	41	40
2	7.2	12.9	40	
3	8	13	38	

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	LÍMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE SUB-BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	16 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	17 DE DICIEMBRE DE 2005

LÍMITE LÍQUIDO

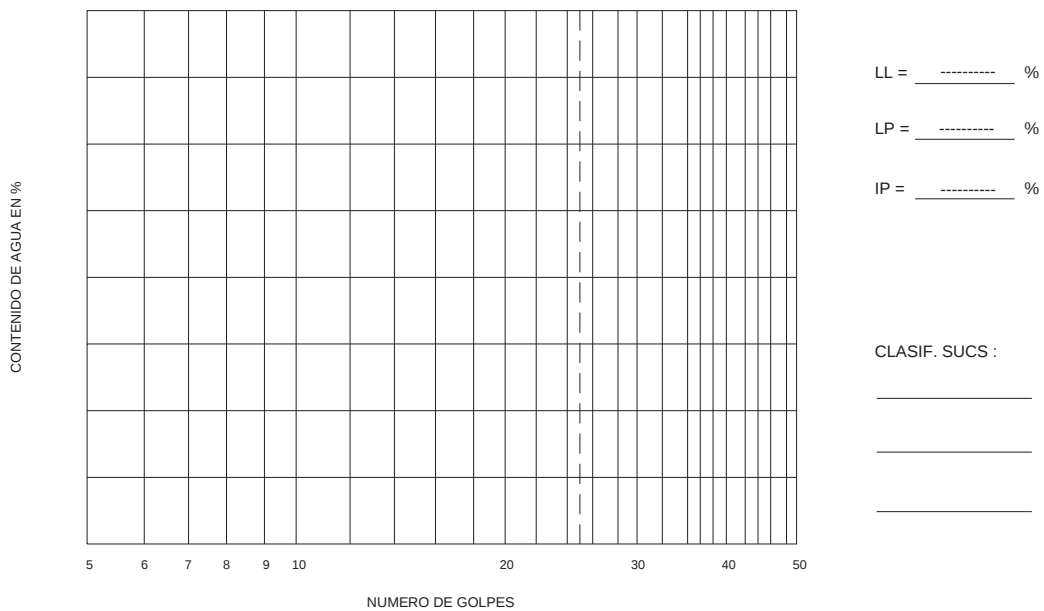
PRUEBA No.	CÁPSULA No.	NÚMERO DE GOLPES	PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO	PESO CÁPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CÁPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (w)
			INAPRECIABLE					

LÍMITE PLÁSTICO

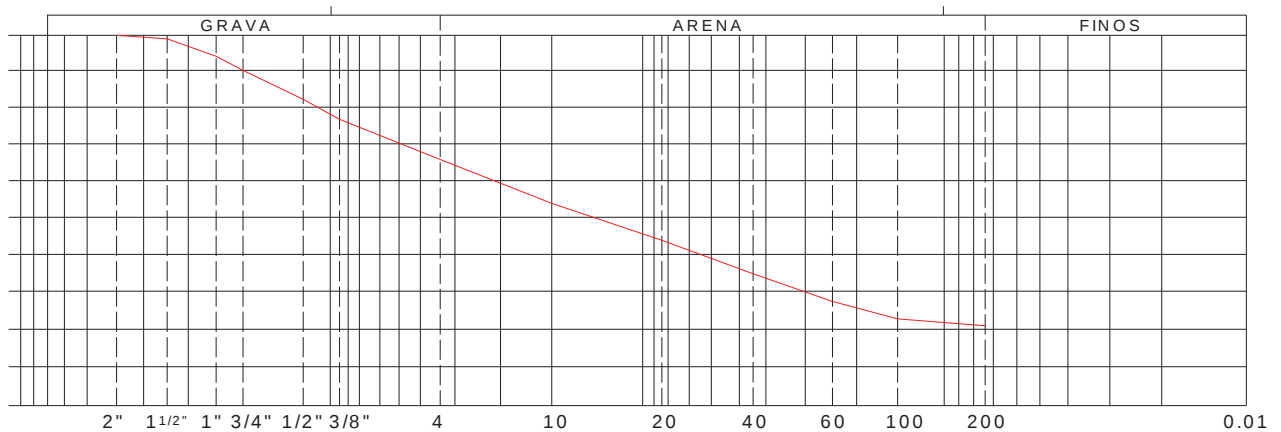
			INAPRECIABLE					

HUMEDAD NATURAL

C.V.		WHg (gr)	Vi (cm³)	Vf (cm³)			
					$C.V. = \omega - \left(\frac{Vi - Vf}{Ws} \right) * 100$	C.V. =	
C.L.	35	Lect. Inicial (cm)	Lect. Final (cm)		$C.L. = \left(\frac{Li - Lf}{Li} \right) * 100$	C.L. = 0.10%	
		9.95	9.94				



OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE SUB-BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	17 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	18 DE DICIEMBRE DE 2005



Diámetro en mm.

$$\begin{aligned}
 P_{10} &= 0.0 & C_U &= \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{3.1}{0.0} = \infty & > 3" &= 0 \% \\
 P_{30} &= 0.30 & & & G &= 34 \% \\
 P_{60} &= 3.1 & C_C &= \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{(0.30)^2}{[(0.0)(3.1)]} = \infty & S &= 45 \% \\
 & & & & F &= 21 \%
 \end{aligned}$$

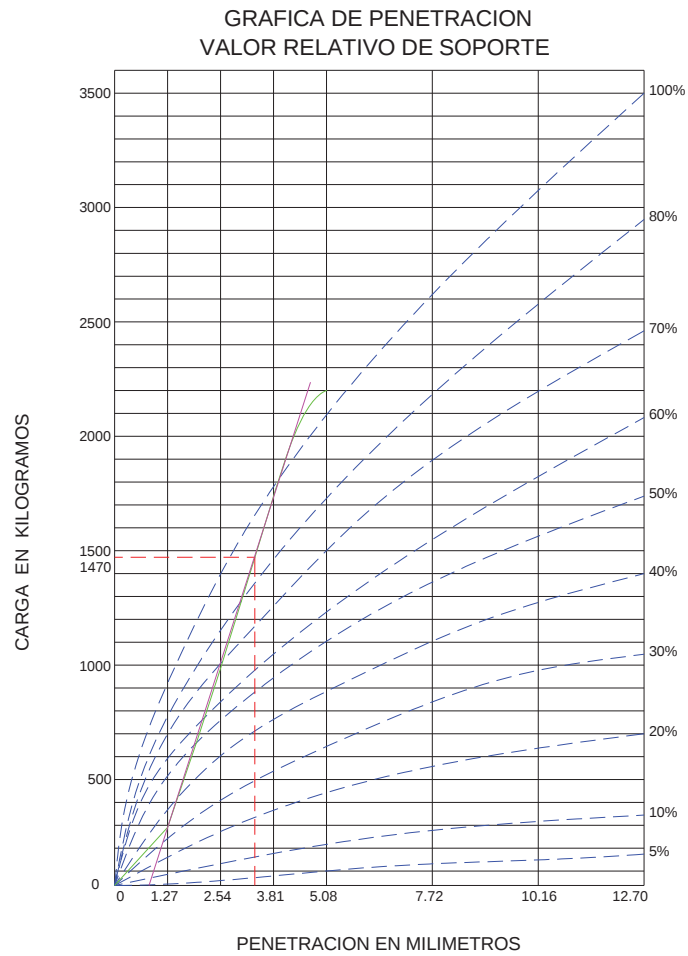
CLASIFICACIÓN SUCS SM
 OBSERVACIONES ARENA MAL GRADUADA, MEZCLA DE ARENA, GRAVA Y LIMO

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	PORTER ESTÁNDAR Y VRS
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE SUB-BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	21 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	24 DE DICIEMBRE DE 2005

DATOS GENERALES DEL MOLDE						
NÚMERO DE MOLDE ALTURA (cm) ÁREA (cm²) ALTURA BORDE SUP. COLLARÍN A PL. DE CARGA (cm)	10					
	12.72					
	191.10					
	1.415	1.47	1.45	1.41	Prom=	1.436
PESO ESPECIFICO SECO MÁXIMO (γ _{dm}) kg/m³	1517		HUMEDAD ÓPTIMA : 22.25 %			
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω)	$\omega = \left(\frac{200 - 163 \cdot .6}{163 \cdot .6} \right) * 100$					
ALTURA REAL (cm)	$H_{real}=12.72-1.436=11.284cm^3$					
VOLUMEN (cm³)	$Volumen=191.10*11.284=215637cm^3$					
PVH (gr/cm³)	$PVH=4000/215637=1.855gr/cm^3$					
PVSM (gr/cm³)	$PVSM=1.855/1.2225=1.517gr/cm^3$					

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (kg)						
CONSTANTE DEL ANILLO Y = 8.274X + 66.837	1.27 mm	27	290.24	21		
	2.54 mm	111	985.25	72		
	3.81 mm	202	1738.19	128		
	5.08 mm	258	2201.53	162		
	7.62 mm					
	10.16 mm					
	12.70 mm					
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORREGIDO :		108%				

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	VALOR RELATIVO DE SOPORTE Y EXPANSIÓN
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE SUB-BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA :	24 DE DICIEMBRE DE 2005



PRUEBA DE EXPANSIÓN

LECTURA	1	2	3	4	EXPANSIÓN %
	5.875	5.845	5.845	5.845	0.30

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO
PROCEDENCIA:	CENTRO DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL PARA BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	24 DE DICIEMBRE DE 2005

DATOS DEL RECIPIENTE	
PESO (gr)	3770
VOLÚMEN (cm³)	10,330

$$Fórmula : \quad PVSS = \left(\frac{PESO NETO}{VOLÚMEN} \right) * 1000$$

PVSS : PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO kg/m³
PESO BRUTO : PESO DEL RECIPIENTE MAS EL MATERIAL gr.
TARA: PESO DEL RECIPIENTE gr.
VOLÚMEN : VOLÚMEN DEL RECIPIENTE cm³

PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO

PESO BRUTO gr.	TARA gr.	PESO NETO gr.	VOLÚMEN cm³	PVSS kg/m³
14,600	3770	10,830	10,330	1048.40

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	GRANULOMETRÍA
PROCEDENCIA:	CENTRO DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL PARA BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	24 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	25 DE DICIEMBRE DE 2005

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL EN MALLA No.4				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
2"	0	0	0	100
1 ½"	450	4	4	96
1"	254	2	6	94
¾"	228	2	8	92
½"				
3/8"	730	7	15	85
¼"				
No. 4	1920	18	33	67
PASA No. 4	7248	67	100	0
SUMA	10830	100		
DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (POR LAVADO)				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	57.3	19	19	48
20	52.9	18	37	30
40	28.8	10	47	20
60	14.6	5	52	15
100	12.1	4	56	11
200	2.3	1	57	10
PASA No. 200	31.4	10	67	0
SUMA	199.4	67		

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	DENSIDAD Y ABSORCIÓN
PROCEDENCIA:	CENTRO DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL PARA BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	24 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	25 DE DICIEMBRE DE 2005

DENSIDAD RELATIVA APARENTE

$$D = \frac{W_s}{V_d}$$

D : DENSIDAD RELATIVA APARENTE gr/ml

Ws: PESO SECO DEL MATERIAL gr.

Vd : VOLÚMEN DESALOJADO ml.

MUESTRA	Ws gr.	Vd ml	DENSIDAD RELATIVA APARENTE gr/ml
1	263.6	150	1.757

ABSORCIÓN

$$A = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) * 100$$

A : ABSORCIÓN %

Ww : PESO SATURADO DE LA MUESTRA Y SUPERFICIALMENTE SECO gr.

Ws : PESO SECO DE LA MUESTRA gr.

MUESTRA	Ww gr.	Ws gr.	ABSORCIÓN %
1	300.6	263.6	14.08

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	VALOR CEMENTANTE Y EQUIVALENTE DE ARENA
PROCEDENCIA:	CENTRO DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL PARA BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	25 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	28 DE DICIEMBRE DE 2005

$$ESFUERZO = \frac{CARGA}{\text{ÁREATRANSVERSAL}}$$

$$VALOR CEMENTANTE = \frac{\sum ESFUERZOS}{3}$$

Muestra No.	Esfuerzo kg/cm ²	VALOR CEMENTANTE kg/cm ²
1	INAPRECIABLE	INAPRECIABLE
2	INAPRECIABLE	
3	INAPRECIABLE	

$$EQUIVALENTE DE ARENA = \left(\frac{LECTURA DE ARENA}{LECTURA DE ARCILLA} \right) * 100$$

PRUEBA DE EQUIVALENTE DE ARENA

Muestra No.	Lectura de Arcilla	Lectura de Arena	Equivalente de Arena %	Promedio %
1	4.3	13.5	81	81
2	4.4	13.6	82	
3	4.3	13.5	81	

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	LÍMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL
PROCEDENCIA:	CENTRO DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL PARA BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	24 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	25 DE DICIEMBRE DE 2005

LÍMITE LÍQUIDO

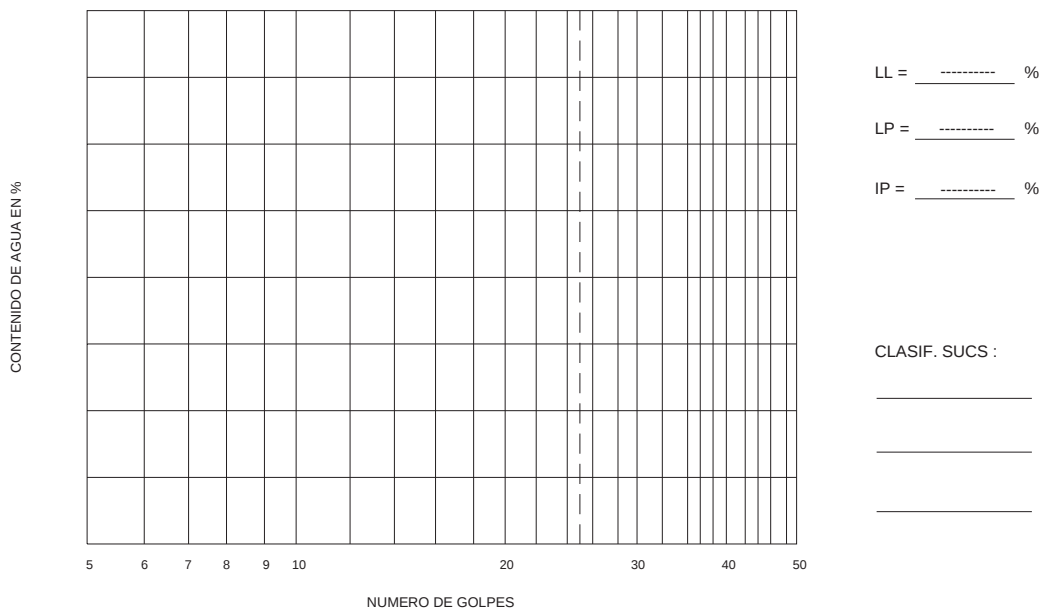
PRUEBA No.	CÁPSULA No.	NÚMERO DE GOLPES	PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO	PESO CÁPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CÁPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (w)
			INAPRECIABLE					

LÍMITE PLÁSTICO

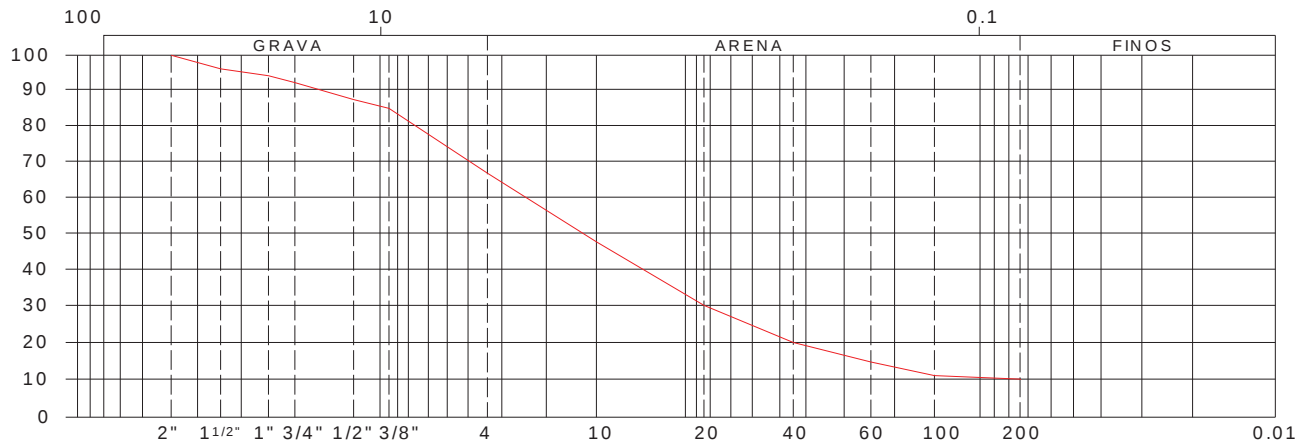
			INAPRECIABLE					

HUMEDAD NATURAL

C.V.		WHg (gr)	Vi (cm³)	Vf (cm³)			
					$C.V. = \omega - \left(\frac{V_i - V_f}{W_s} \right) * 100$	C.V. =	
C.L.	35	Lect. Inicial (cm)	Lect. Final (cm)		$C.L. = \left(\frac{L_i - L_f}{L_i} \right) * 100$	C.L. = 0.0%	
		9.95	9.95				



OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPÒ
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN
PROCEDENCIA:	CENTRO DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL PARA BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	25 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	25 DE DICIEMBRE DE 2005



Diámetro en mm.

$$\begin{aligned}
 D_{10} &= 0.075 & C_U &= \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{3.3}{0.075} = 44.0 & > 3" &= 0 \% \\
 D_{30} &= 0.85 & & & G &= 33 \% \\
 D_{60} &= 3.3 & C_C &= \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{0.85^2}{(0.075)(3.3)} = 2.92 & S &= 57 \% \\
 & & & & F &= 10 \%
 \end{aligned}$$

CLASIFICACIÓN SUCS SW - SM

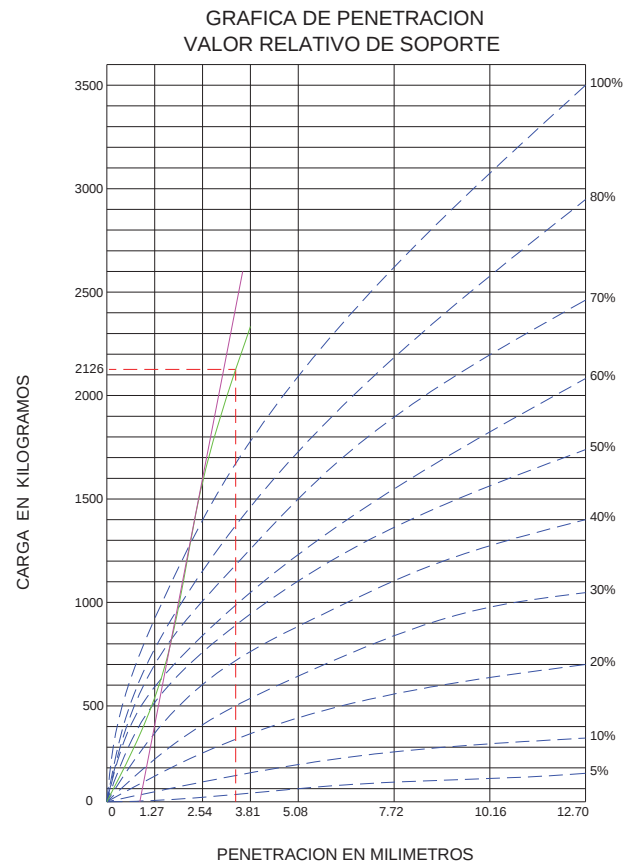
OBSERVACIONES ARENA BIEN GRADUADA CON LIMO ARENOSO

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	PORTER ESTÁNDAR Y VRS
PROCEDENCIA:	CENTRO DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL PARA BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	28 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	1 DE ENERO DE 2006

DATOS GENERALES DEL MOLDE						
NÚMERO DE MOLDE ALTURA (cm) ÁREA (cm²) ALTURA BORDE SUP. COLLARÍN A PL. DE CARGA (cm)	07					
	12.72					
	191.10					
	0.78	0.75	0.67	0.74	Prom=	0.735
PESO ESPECIFICO SECO MÁXIMO (γ _{dm}) kg/m³	1502		HUMEDAD ÓPTIMA : 16.28 %			
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω)	$\omega = \left(\frac{200 - 172}{172} \right) * 100$					
ALTURA REAL (cm)	$H_{real}=12.72-0.735=11.985cm^3$					
VOLUMEN (cm³)	$Volumen=191.10*11.985=229033cm^3$					
PVH (gr/cm³)	$PVH=4000/229033=1.746gr/cm^3$					
PVSM (gr/cm³)	$PVSM=1.746/1.1628=1.502gr/cm^3$					

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (kg)						
CONSTANTE DEL ANILLO Y = 8.274X + 66.837	1.27 mm	57	538.46	40		
	2.54 mm	183	1580.98	116		
	3.81 mm	274	2333.91	172		
	5.08 mm					
	7.62 mm					
	10.16 mm					
	12.70 mm					
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORREGIDO :		156%				

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	VALOR RELATIVO DE SOPORTE Y EXPANSIÓN
PROCEDENCIA:	CENTRO DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL PARA BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA :	1 DE ENERO DE 2006



PRUEBA DE EXPANSIÓN

LECTURA	1	2	3	4	EXPANSIÓN %
	5.1	5.1	5.1	5.1	0.0

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO
PROCEDENCIA:	LADO DER. DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL P/ BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	24 DE DICIEMBRE DE 2005

DATOS DEL RECIPIENTE	
PESO (gr)	3770
VOLÚMEN (cm³)	10,330

$$Fórmula : \quad PVSS = \left(\frac{PESO NETO}{VOLÚMEN} \right) * 1000$$

PVSS : PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO kg/m³
PESO BRUTO : PESO DEL RECIPIENTE MAS EL MATERIAL gr.
TARA: PESO DEL RECIPIENTE gr.
VOLÚMEN : VOLÚMEN DEL RECIPIENTE cm³

PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO

PESO BRUTO gr.	TARA gr.	PESO NETO gr.	VOLÚMEN cm³	PVSS kg/m³
14,400	3770	10,630	10,330	1029.04

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	GRANULOMETRÍA
PROCEDENCIA:	LADO DER. DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL P/ BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	24 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	25 DE DICIEMBRE DE 2005

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL EN MALLA No.4				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
2"	0	0	0	100
1 ½"	172	2	2	98
1"	143	1	3	97
¾"	233	2	5	95
½"				
3/8"	990	9	14	86
¼"				
No. 4	2320	22	36	64
PASA No. 4	6772	64	100	0
SUMA	10630	100		
DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (POR LAVADO)				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	90	29	29	35
20	42.4	14	43	21
40	16.8	5	48	16
60	9.6	3	51	13
100	7.5	2	53	11
200	2.5	1	54	10
PASA No. 200	31.1	10	64	0
SUMA	199.9	64		

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	DENSIDAD Y ABSORCIÓN
PROCEDENCIA:	LADO DER. DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL P/ BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	24 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	25 DE DICIEMBRE DE 2005

DENSIDAD RELATIVA APARENTE

$$D = \frac{W_s}{V_d}$$

D : DENSIDAD RELATIVA APARENTE gr/ml

Ws: PESO SECO DEL MATERIAL gr.

Vd : VOLÚMEN DESALOJADO ml.

MUESTRA	Ws gr.	Vd ml	DENSIDAD RELATIVA APARENTE gr/ml
1	268.5	155	1.732

ABSORCIÓN

$$A = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) * 100$$

A : ABSORCIÓN %

Ww : PESO SATURADO DE LA MUESTRA Y SUPERFICIALMENTE SECO gr.

Ws : PESO SECO DE LA MUESTRA gr.

MUESTRA	Ww gr.	Ws gr.	ABSORCIÓN %
1	301.3	268.5	12.21

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	VALOR CEMENTANTE Y EQUIVALENTE DE ARENA
PROCEDENCIA:	LADO DER. DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL P/ BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	25 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	28 DE DICIEMBRE DE 2005

$$ESFUERZO = \frac{CARGA}{\text{ÁREATRANSVERSAL}}$$

$$VALOR CEMENTANTE = \frac{\sum ESFUERZOS}{3}$$

Muestra No.	Esfuerzo kg/cm ²	VALOR CEMENTANTE kg/cm ²
1	INAPRECIABLE	INAPRECIABLE
2	INAPRECIABLE	
3	INAPRECIABLE	

$$EQUIVALENTE DE ARENA = \left(\frac{LECTURA DE ARENA}{LECTURA DE ARCILLA} \right) * 100$$

PRUEBA DE EQUIVALENTE DE ARENA

Muestra No.	Lectura de Arcilla	Lectura de Arena	Equivalente de Arena %	Promedio %
1	4.3	13.5	81	81
2	4.3	13.5	81	
3	4.4	13.6	82	

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	LÍMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL
PROCEDENCIA:	LADO DER. DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL P/ BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	24 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	25 DE DICIEMBRE DE 2005

LÍMITE LÍQUIDO

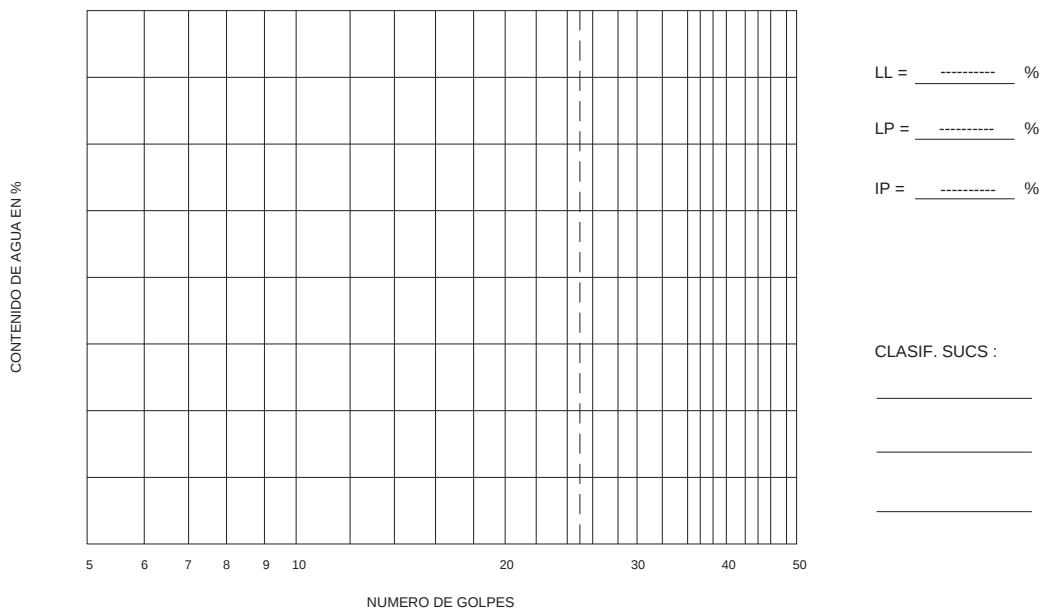
PRUEBA No.	CÁPSULA No.	NÚMERO DE GOLPES	PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO	PESO CÁPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CÁPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (w)
			INAPRECIABLE					

LÍMITE PLÁSTICO

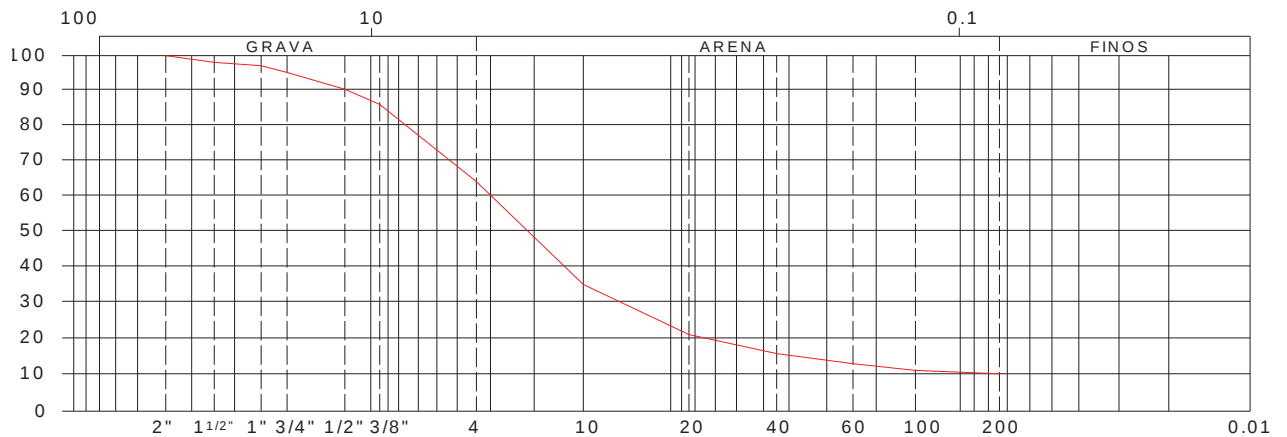
			INAPRECIABLE					

HUMEDAD NATURAL

C.V.		WHg (gr)	Vi (cm³)	Vf (cm³)			
					$C.V. = \omega - \left(\frac{Vi - Vf}{Ws} \right) * 100$	C.V. =	
C.L.	35	Lect. Inicial (cm)	Lect. Final (cm)		$C.L. = \left(\frac{Li - Lf}{Li} \right) * 100$	C.L. = 0.0%	
		9.95	9.95				



OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN
PROCEDENCIA:	LADO DER. DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL P/ BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	25 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	25 DE DICIEMBRE DE 2005



Diámetro en mm .

$$\begin{aligned}
 D_{10} &= 0.075 & C_U &= \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{4.0}{0.075} = 53.33 & > 3" &= 0 \% \\
 D_{30} &= 1.50 & & & G &= 36 \% \\
 D_{60} &= 4.0 & C_C &= \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{1.50^2}{(0.075)(4.0)} = 7.5 & S &= 54 \% \\
 & & & & F &= 10 \%
 \end{aligned}$$

CLASIFICACIÓN SUCS SP - SM

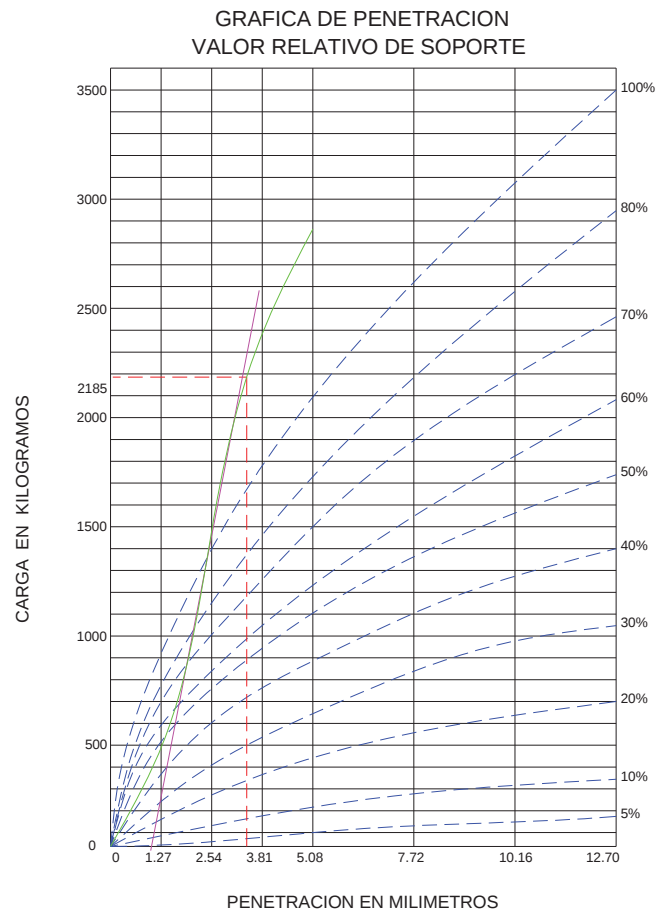
OBSERVACIONES ARENA MAL GRADUADA CON LIMO ARENOSO

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	PORTER ESTÁNDAR Y VRS
PROCEDENCIA:	LADO DER. DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL P/ BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	28 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	1 DE ENRO DE 2006

DATOS GENERALES DEL MOLDE						
NÚMERO DE MOLDE ALTURA (cm) ÁREA (cm²) ALTURA BORDE SUP. COLLARÍN A PL. DE CARGA (cm)	07					
	12.72					
	191.10					
	0.83	0.71	0.69	0.63	Prom=	0.715
PESO ESPECIFICO SECO MÁXIMO (γ _{dm}) kg/m³	1496		HUMEDAD ÓPTIMA : 16.55 %			
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω)	$\omega = \left(\frac{200 - 171 \cdot .6}{171 \cdot .6} \right) * 100$					
ALTURA REAL (cm)	$H_{real}=12.72-0.715=12.005cm^3$					
VOLUMEN (cm³)	$Volumen=191.10*12.005=2294156cm^3$					
PVH (gr/cm³)	$PVH=4000/2294156=1.744gr/cm^3$					
PVSM (gr/cm³)	$PVSM=1.744/1.1655=1.496gr/cm^3$					

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (kg)						
CONSTANTE DEL ANILLO Y = 8.274X + 66.837	1.27 mm	51	488.81	36		
	2.54 mm	171	1481.69	109		
	3.81 mm	280	2383.56	175		
	5.08 mm	338	2863.45	211		
	7.62 mm					
	10.16 mm					
	12.70 mm					
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORREGIDO :		160%				

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	VALOR RELATIVO DE SOPORTE Y EXPANSIÓN
PROCEDENCIA:	LADO DER. DEL BANCO DEL CORO, MATERIAL P/ BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA :	1 DE ENERO DE 2006



LECTURA	1	2	3	4	EXPANSIÓN %
	5.04	5.04	5.04	5.04	0.0

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	GRANULOMETRÍA CHICA
PROCEDENCIA:	MATERIAL CEMENTANTE, PARA MEZCLA DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMÍREZ
FECHA DE INICIO:	28 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	29 DE DICIEMBRE DE 2005

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL EN MALLA No.4				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
2"				
1 ½"				
1"				
¾"				
½"	$w = \left(\frac{200 - 173.5}{173.5} \right) * 100 = 15.27\%$			
3/8"				
¼"				
No. 4				
PASA No. 4				
SUMA				
DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (POR LAVADO)				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	10.5	6	6	94
20	15.7	9	15	85
40	20.0	12	27	73
60	16.0	9	36	64
100	10.3	6	42	58
200	0.6	0	42	58
PASA No. 200	100.4	58	100	0
SUMA	173.5	100		

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	LÍMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL
PROCEDENCIA:	MATERIAL CEMENTANTE, PARA MEZCLA DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	28 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	30 DE DICIEMBRE DE 2005

LÍMITE LÍQUIDO

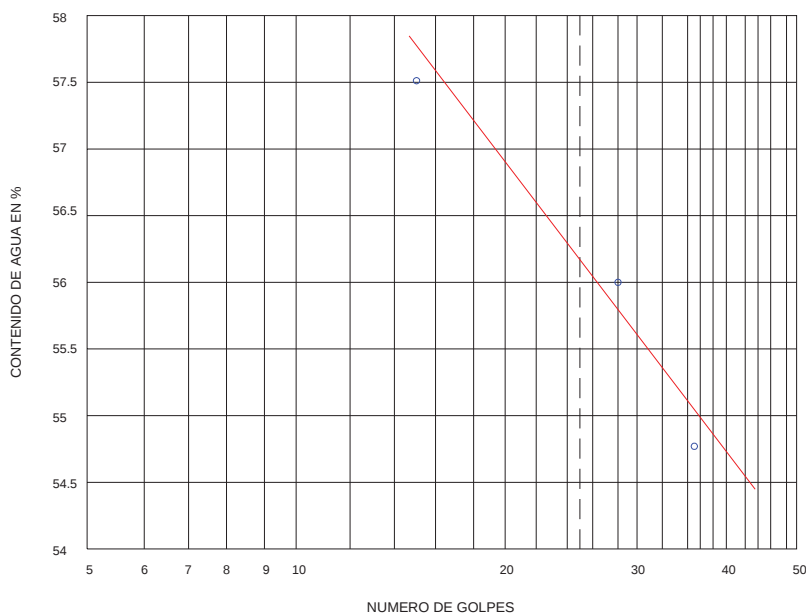
PRUEBA No.	CÁPSULA No.	NÚMERO DE GOLPES	PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO	PESO CÁPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CÁPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (w)
1	5	15	51.10	38.97	12.13	17.88	21.09	57.51
2	25	28	59.56	46.92	12.64	24.34	22.58	55.98
3	9	35	47.9	37.33	10.57	18.03	19.30	54.77

LÍMITE PLÁSTICO

1	44		22.15	20.95	1.2	18.03	2.92	41.1

HUMEDAD NATURAL

C.V.	3		110.20	99.51	10.69	80.43	19.08	56.03
		WHg (gr)	Vi (cm³)	Vf (cm³)	$C.V. = \omega - \left(\frac{V_i - V_f}{W_s} \right) * 100$			C.V. = 35.3 %
		188.77	17.88	13.92				
C.L.	11	Lect. Inicial (cm)	Lect. Final (cm)		$C.L. = \left(\frac{L_i - L_f}{L_i} \right) * 100$			C.L. = 6.6 %
		9.90	9.25					



LL = 56.17 %

LP = 41.1 %

IP = 15.07 %

CLASIF. SUCS :
MH

LIMO DE ALTA

COMPRESIBILIDAD

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	VALOR CEMENTANTE
PROCEDENCIA:	MATERIAL CEMENTANTE, PARA MEZCLA DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	28 DE DICIEMBRE DE 2005
FECHA DE TERMINACIÓN:	30 DE DICIEMBRE DE 2005

$$ESFUERZO = \frac{CARGA}{\text{ÁREATRANSVERSAL}}$$

$$VALOR CEMENTANTE = \frac{\sum ESFUERZOS}{3}$$

Muestra No.	Lados (cm)		Lado promedio (cm)	Área transversal (cm²)	Lectura del anillo	Carga (kg) Y=8.274X + 66.857	Esfuerzo (kg/cm²)
1	a	7.55	7.63	58.22	99	885.96	15.22
	b	7.57					
	c	7.7					
	d	7.7					

Muestra No.	Lados (cm)		Lado promedio (cm)	Área transversal (cm²)	Lectura del anillo	Carga (kg) Y=8.274X + 66.857	Esfuerzo (kg/cm²)
2	a	7.6	7.51	56.44	105	935.607	16.58
	b	7.5					
	c	7.5					
	d	7.45					

Muestra No.	Lados (cm)		Lado promedio (cm)	Área transversal (cm²)	Lectura del anillo	Carga (kg) Y=8.274X + 66.857	Esfuerzo (kg/cm²)
3	a	7.65	7.59	57.65	108	960.429	16.66
	b	7.66					
	c	7.52					
	d	7.54					

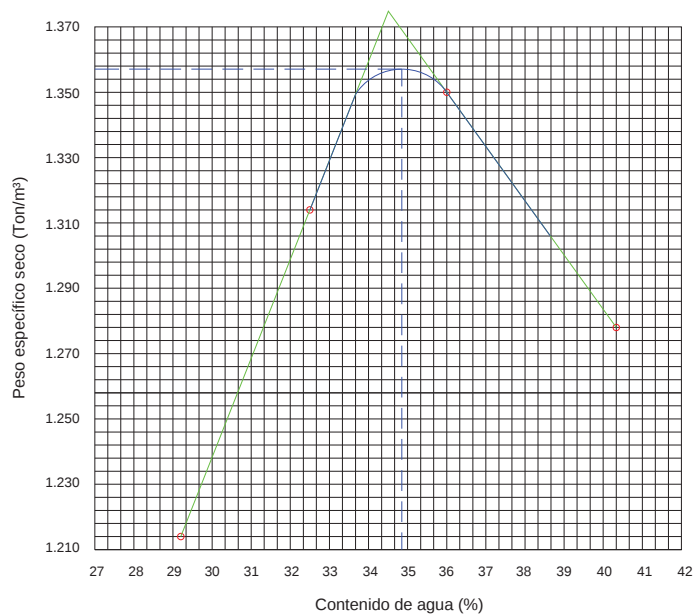
Muestra No.	Esfuerzo kg/cm²	VALOR CEMENTANTE kg/cm²
1	15.22	16.15
2	16.58	
3	16.66	

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	PROCTOR ESTÁNDAR
PROCEDENCIA:	MATERIAL CEMENTANTE, PARA MEZCLA DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	29 DE DICIEMBRE DE 2005

MOLDE No.	01	VOLUMEN :	943.02 cm³	PESO :	2000 gr.
PESO DEL MARTILLO :	2.5 kg.	ALTURA DECAÍDA :	30.5 cm.		
No. DE CAPAS :	3	No. DE GOLPES POR CAPA :	25		

PRUEBA No.	1	2	3	4	
Agua que se le agregó (ml.)	245	310	375	450	
Peso molde + suelo húmedo (gr.)	3480	3640	3730	3690	
Peso molde (gr.)	2000	2000	2000	2000	
Peso suelo húmedo (gr.)	1480	1640	1730	1690	
Peso específico húmedo (t/m ³)	1.569	1.739	1.835	1.792	
Cálculo de la humedad					
Suelo húmedo (gr.)	200	200	200	200	
Suelo seco (gr.)	154.8	151.0	147.1	142.6	
Peso del agua (gr.)	45.2	49.0	52.9	57.4	
Contenido de agua (%)	29.2	32.45	35.96	40.25	
Peso específico seco (T/m ³)	1.214	1.313	1.35	1.277	

$$\text{Peso específico seco} = \frac{\text{Peso específico húmedo}}{1 + \text{contenido de agua}}$$



Observaciones : Peso Volumétrico

Seco Máximo = 1.357 T/m³

Humedad Óptima = 34.85 %

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	1 DE ENERO DE 2006

DATOS DEL RECIPIENTE	
PESO (gr)	3760
VOLÚMEN (cm³)	10,540

$$Fórmula : \quad PVSS = \left(\frac{PESO\ NETO}{VOLÚMEN} \right) * 1000$$

PVSS : PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO kg/m³
PESO BRUTO : PESO DEL RECIPIENTE MAS EL MATERIAL gr.
TARA: PESO DEL RECIPIENTE gr.
VOLÚMEN : VOLÚMEN DEL RECIPIENTE cm³

PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO

PESO BRUTO gr.	TARA gr.	PESO NETO gr.	VOLÚMEN cm³	PVSS kg/m³
14,300	3760	10,540	10,540	1000.0

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	GRANULOMETRÍA
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	1 DE ENERO DE 2006
FECHA DE TERMINACIÓN:	2 DE ENERO DE 2006

COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL EN MALLA No.4				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
2"	0	0	0	100
1 ½"	66	1	1	99
1"	280	3	4	96
¾"	120	1	5	95
½"				
3/8"	710	7	12	88
¼"				
No. 4	1530	14	26	74
PASA No. 4	7834	74	100	0
SUMA	10540	100		
DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (POR LAVADO)				
MALLA	PESO RETENIDO PARCIAL gr.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	60	23	23	51
20	36.2	14	37	37
40	18	7	44	30
60	10	4	48	26
100	6	2	50	24
200	3.9	3	53	21
PASA No. 200	54.1	21	74	0
SUMA	188.2	74		

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	DENSIDAD Y ABSORCIÓN
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	1 DE ENERO DE 2006
FECHA DE TERMINACIÓN:	2 DE ENERO DE 2006

DENSIDAD RELATIVA APARENTE

$$D = \frac{W_s}{V_d}$$

D : DENSIDAD RELATIVA APARENTE gr/ml

Ws: PESO SECO DEL MATERIAL gr.

Vd : VOLÚMEN DESALOJADO ml.

MUESTRA	Ws gr.	Vd ml	DENSIDAD RELATIVA APARENTE gr/ml
1	270.8	150	1.805

ABSORCIÓN

$$A = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) * 100$$

A : ABSORCIÓN %

Ww : PESO SATURADO DE LA MUESTRA Y SUPERFICIALMENTE SECO gr.

Ws : PESO SECO DE LA MUESTRA gr.

MUESTRA	Ww gr.	Ws gr.	ABSORCIÓN %
1	300.7	270.8	11.04

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	VALOR CEMENTANTE
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	2 DE ENERO DE 2006
FECHA DE TERMINACIÓN:	5 DE ENERO DE 2006

$$ESFUERZO = \frac{CARGA}{\text{ÁREATRANSVERSAL}}$$

$$VALOR CEMENTANTE = \frac{\sum ESFUERZOS}{3}$$

Muestra No.	Lados (cm)		Lado promedio (cm)	Área transversal (cm²)	Lectura del anillo	Carga (kg) Y=8.274X + 66.857	Esfuerzo (kg/cm²)
1	a	7.83	7.763	60.26	83	753.579	12.5
	b	7.82					
	c	7.7					
	d	7.7					

Muestra No.	Lados (cm)		Lado promedio (cm)	Área transversal (cm²)	Lectura del anillo	Carga (kg) Y=8.274X + 66.857	Esfuerzo (kg/cm²)
2	a	7.7	7.648	50.48	83	753.579	14.93
	b	7.61					
	c	7.67					
	d	7.61					

Muestra No.	Lados (cm)		Lado promedio (cm)	Área transversal (cm²)	Lectura del anillo	Carga (kg) Y=8.274X + 66.857	Esfuerzo (kg/cm²)
3	a	7.65	7.635	58.29	83	753.579	12.93
	b	7.5					
	c	7.74					
	d	7.65					

Muestra No.	Esfuerzo kg/cm²	VALOR CEMENTANTE kg/cm²
1	12.5	13.45
2	14.93	
3	12.93	

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	EQUIVALENTE DE ARENA
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	2 DE ENERO DE 2006

$$EQUIVALENTE DE ARENA = \left(\frac{LECTURA DE ARENA}{LECTURA DE ARCILLA} \right) * 100$$

PRUEBA DE EQUIVALENTE DE ARENA

Muestra No.	Lectura de Arcilla	Lectura de Arena	Equivalente de Arena %	Promedio %
1	6.55	12.2	34	34
2	7.0	12.3	33	
3	6.5	12.3	35	

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	LÍMITES DE PLASTICIDAD Y HUMEDAD NATURAL
PROCEDENCIA:	MATERIAL BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	1 DE ENERO DE 2006
FECHA DE TERMINACIÓN:	2 DE ENERO DE 2006

LÍMITE LÍQUIDO

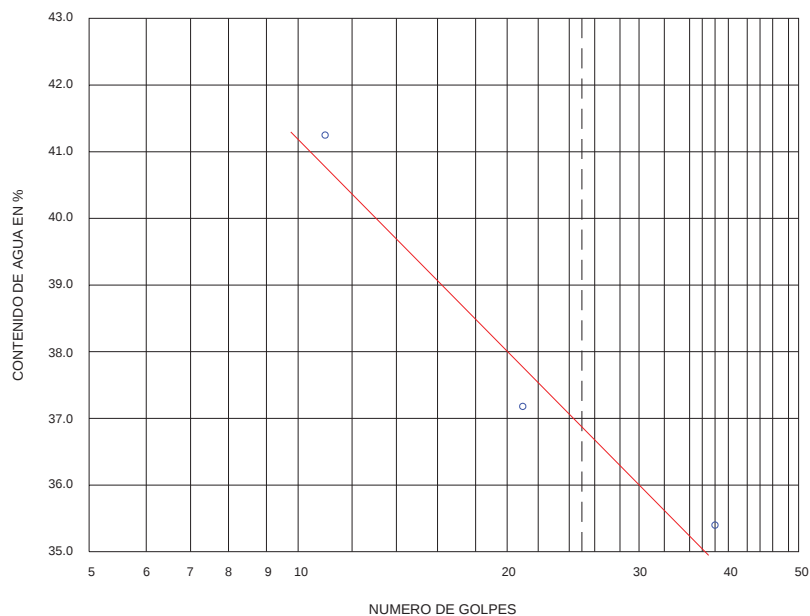
PRUEBA No.	CÁPSULA No.	NÚMERO DE GOLPES	PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO	PESO CÁPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO DE LA CÁPSULA	PESO DEL SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA (w)
1	10	11	55.57	44.64	10.93	18.14	26.5	41.25
2	4	21	58.67	47.75	10.92	18.38	29.37	37.18
3	53	38	64.75	53.07	11.68	20.08	32.99	35.40

LÍMITE PLÁSTICO

1	2		24.45	23.44	1.01	19.92	3.52	28.69

HUMEDAD NATURAL

C.V.		WHg (gr)	Vi (cm³)	Vf (cm³)			
					$C.V. = \omega - \left(\frac{V_i - V_f}{W_s} \right) * 100$		C.V. =
C.L.	37	Lect. Inicial (cm)	Lect. Final (cm)		$C.L. = \left(\frac{L_i - L_f}{L_i} \right) * 100$		C.L. = 4.0%
		9.94	9.54				



LL = 36.87 %

LP = 28.69 %

IP = 8.18 %

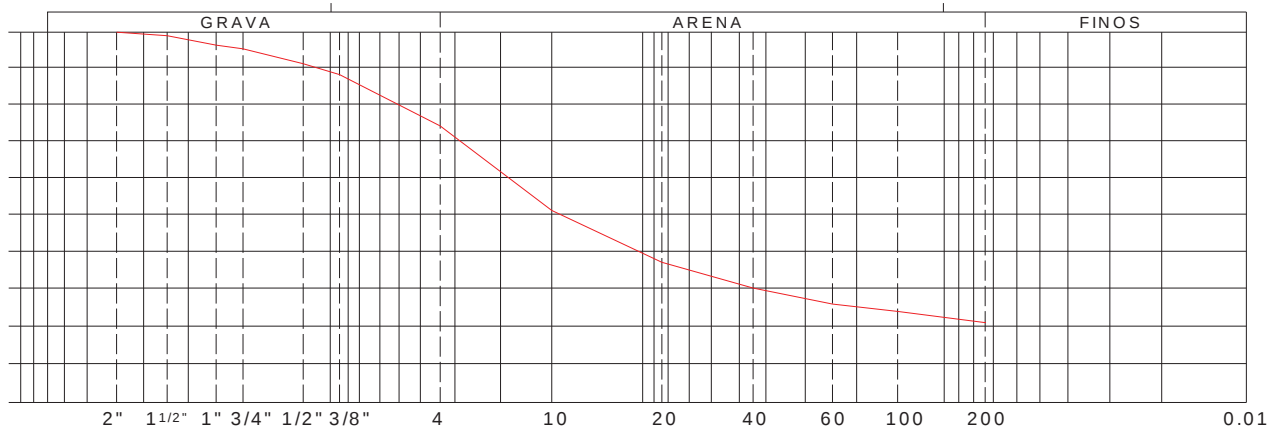
CLASIF. SUCS :

ML

LIMO DE BAJA

COMPRESIBILIDAD

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	1 DE ENERO DE 2006
FECHA DE TERMINACIÓN:	2 DE ENERO DE 2006



Diámetro en mm.

$$\begin{aligned}
 d_{10} &= 0.0 & C_U &= \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{2.9}{0.0} = \infty & > 3" &= 0 \% \\
 d_{30} &= 0.425 & & & G &= 26 \% \\
 d_{60} &= 2.9 & C_C &= \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{0.425^2}{[(0.0)(2.9)]} = \infty & S &= 53 \% \\
 & & & & F &= 21 \%
 \end{aligned}$$

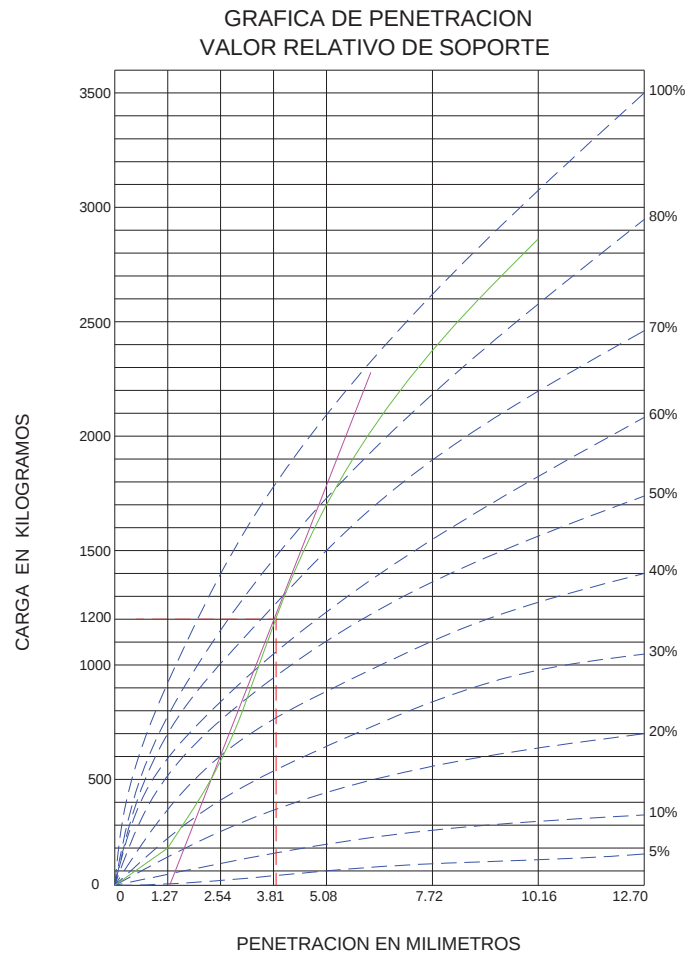
CLASIFICACIÓN SUCS SM
 OBSERVACIONES ARENA MAL GRADUADA, MEZCLA DE ARENA, GRAVA Y LIMO

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	PORTER ESTÁNDAR Y VRS
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA DE INICIO:	5 DE ENERO DE 2006
FECHA DE TERMINACIÓN:	8 DE ENERO DE 2006

DATOS GENERALES DEL MOLDE						
NÚMERO DE MOLDE ALTURA (cm) ÁREA (cm²) ALTURA BORDE SUP. COLLARÍN A PL. DE CARGA (cm)	08					
	12.72					
	191.10					
	2.01	2.0	2.13	2.0	Prom=	2.035
PESO ESPECIFICO SECO MÁXIMO (γ _{dm}) kg/m³	1638		HUMEDAD ÓPTIMA : 19.62 %			
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω)	$\omega = \left(\frac{200 - 167 \cdot .2}{167 \cdot .2} \right) * 100$					
ALTURA REAL (cm)	$H_{real}=12.72-2.035=10.685cm^3$					
VOLUMEN (cm³)	$Volumen=191.10*10.685=2041.90cm^3$					
PVH (gr/cm³)	$PVH=4000/2041.90=1.959gr/cm^3$					
PVSM (gr/cm³)	$PVSM=1.959/1.1962=1.638gr/cm^3$					

RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN (kg)						
CONSTANTE DEL ANILLO Y = 8.274X + 66.837	1.27 mm	16	199	15		
	2.54 mm	62	580	43		
	3.81 mm	134	1176	86		
	5.08 mm	198	1705	125		
	7.62 mm	279	2375	175		
	10.16 mm	338	2863	211		
	12.70 mm					
VALOR RELATIVO DE SOPORTE CORREGIDO :		88.2%				

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	VALOR RELATIVO DE SOPORTE Y EXPANSIÓN
PROCEDENCIA:	MATERIAL DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA :	8 DE ENERO DE 2006



PRUEBA DE EXPANSIÓN

LECTURA	1	2	3	4	EXPANSIÓN %
	8.22	8.21	8.21	8.21	0.10

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	% DE COMPACTACIÓN
PROCEDENCIA:	CAPA DE SUB - BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA :	16 DE DICIEMBRE DE 2005

UBICACIÓN		PESO gr.				Vol. Sond.	PVH	PVS kg/m³		Humedades %		% DE COMP.
CAD.	LADO	Mat. Hum.	Arena inicial	Arena final	Arena sondeo			Campo	Lab.	Lugar	Opt.	
1+000	DER.	3710	2500	0.0	2500	2.113	1.756	1523	1560	15.27	22.1	98
0+980	CEN.	3690	2500	0.0	2500	2.113	1.746	1468	1560	18.98	22.1	94
0+960	IZQ.	2960	2500	430	2070	1.750	1.692	1396	1560	21.21	22.1	89

PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO

DATOS GENERALES DEL MOLDE						
NÚMERO DE MOLDE ALTURA (cm) ÁREA (cm²) ALTURA BORDE SUP. COLLARÍN A PL. DE CARGA (cm)	07					
	12.72					
	191.10					
	1.73	1.78	1.81	1.60	Prom=	1.73
PESO ESPECIFICO SECO MÁXIMO (γ _m) kg/m³	1560		HUMEDAD ÓPTIMA : 22.10 %			
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω)	$\omega = \left(\frac{200 - 163 \cdot .8}{163 \cdot .8} \right) * 100$					
ALTURA REAL (cm)	$H_{real}=12.72-1.73=10.99cm^3$					
VOLUMEN (cm³)	$Volumen=191.10*10.99=2100189cm^3$					
PVH (gr/cm³)	$PVH=4000/2100189=1.905gr/cm^3$					
PVSM (gr/cm³)	$PVSM=1.905/1.2210=1.560gr/cm^3$					

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	% DE COMPACTACIÓN
PROCEDENCIA:	CAPA DE SUB - BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA :	22 DE DICIEMBRE DE 2005

UBICACIÓN		PESO gr.				Vol. Sond.	PVH	PVS kg/m³		Humedades %		% DE COMP.
CAD.	LADO	Mat. Hum.	Arena inicial	Arena final	Arena sondeo			Campo	Lab.	Lugar	Opt.	
	DER.	2230	2500	830	1670	1.412	1.580	1427	1602	10.68	19.19	89
	CEN.	1650	2500	1380	1120	0.947	1.743	1502	1602	16.0	19.19	94
	IZQ.	2560	2500	560	1940	1.640	1.561	1401	1602	11.42	19.19	87

PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO

DATOS GENERALES DEL MOLDE						
NÚMERO DE MOLDE ALTURA (cm) ÁREA (cm²) ALTURA BORDE SUP. COLLARÍN A PL. DE CARGA (cm)	03					
	12.71					
	191.10					
	1.725	1.78	1.84	1.65	Prom=	1.749
PESO ESPECIFICO SECO MÁXIMO (γ _{dm}) kg/m³	1602		HUMEDAD ÓPTIMA : 19.19 %			
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω)	$\omega = \left(\frac{200 - 167 \cdot .8}{167 \cdot .8} \right) * 100$					
ALTURA REAL (cm)	$H_{real}=12.71-1.749=10.961cm^3$					
VOLUMEN (cm³)	$Volumen=191.10*10.961=2094647cm^3$					
PVH (gr/cm³)	$PVH=4000/2094647=1.909gr/cm^3$					
PVSM (gr/cm³)	$PVSM=1.909/1.1919=1.602gr/cm^3$					

OBRA:	CAMINO DE CORO GRANDE – SAN ANTONIO CARUPO
ESTUDIOS POR EFECTUAR:	% DE COMPACTACIÓN
PROCEDENCIA:	CAPA DE BASE
OPERADOR:	ALFREDO LAGUNAS RAMIREZ
FECHA :	30 DE DICIEMBRE DE 2005

UBICACIÓN		PESO gr.				Vol. Sond.	PVH	PVS kg/m³		Humedades %		% DE COMP.
CAD.	LADO	Mat. Hum.	Arena inicial	Arena final	Arena sondeo			Campo	Lab.	Lugar	Opt.	
	CEN.	1980	2500	1160	1340	1.133	1.748	1499	1688	16.62	19.12	89
	IZQ.	2320	2500	940	1560	1.319	1.759	1490	1688	18.06	19.12	88
	CEN.	1650	2500	1380	1120	0.947	1.743	1500	1688	16.21	19.12	89
	DER.	2300	2500	940	1560	1.319	1.744	1565	1688	11.48	19.12	93

PESO VOLUMÉTRICO SECO MÁXIMO

DATOS GENERALES DEL MOLDE						
NÚMERO DE MOLDE ALTURA (cm) ÁREA (cm²) ALTURA BORDE SUP. COLLARÍN A PL. DE CARGA (cm)	07					
	12.72					
	191.10					
	2.4	2.21	2.24	2.39	Prom=	2.31
PESO ESPECIFICO SECO MÁXIMO (γ _{dm}) kg/m³	1688		HUMEDAD ÓPTIMA : 19.12 %			
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω)	$\omega = \left(\frac{200 - 167 \cdot .9}{167 \cdot .9} \right) * 100$					
ALTURA REAL (cm)	$H_{real}=12.72-2.31=10.41cm^3$					
VOLUMEN (cm³)	$Volumen=191.10*10.41=1989.351cm^3$					
PVH (gr/cm³)	$PVH=4000/1989.351=2.0107gr/cm^3$					
PVSM (gr/cm³)	$PVSM=2.0107/1.1912=1.688gr/cm^3$					

CAPITULO 4

4.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.

En la construcción de un camino podemos diferenciar dos partes muy importantes, éstas son la superestructura y la subestructura. La superestructura esta compuesta por una capa de sub-base, capa de base y la carpeta o superficie de rodamiento. La subestructura se compone por las terracerías, siendo estas el conjunto de terraplenes y de cortes de la obra vial.

Sabemos que el pavimento es el conjunto de capas comprendidas entre la subrasante y la superficie de rodamiento, cuya función principal es soportar las cargas dinámicas y transmitir a las terracerías los esfuerzos que se producen, distribuyéndolos de tal forma que no originen deformaciones perjudiciales en ellas.

Cuando el material de terracería es de muy mala calidad puede hacerse necesario el empleo de una verdadera capa subrasante de material de mejor calidad que sirva de transición entre la terracería y el pavimento, cuando el material de terracería sea de mejor calidad, la capa subrasante esta formada por el propio material de terracería con tratamiento constructivo algo mejor, sobre todo en compactación.

La función de las terracerías es la de dar forma a la obra civil, recibir las cargas disipadas de los vehículos y formar una sustentación adecuada para el pavimento.

La subrasante constituye una transición entre el pavimento y la terracería. Debe recibir y resistir las cargas de tránsito que le son transmitidas por el pavimento, recibir y transmitir adecuadamente las cargas de tránsito al cuerpo de terraplén, evitar que las imperfecciones de la cama de los cortes se reflejen en la superficie de rodamiento, además de economizar espesores de pavimento.

La sub-base tiene como función absorber deformaciones perjudiciales de la subrasante, también actúa como dren para desalojar el agua del pavimento y para impedir la ascensión capilar hacia la base, del agua procedente de la terracería, recibe y resiste las cargas de tránsito a través de la capa que constituye la superficie de rodamiento.

La base proporciona un elemento resistente al pavimento para transmitir a la sub-base y a la subrasante los esfuerzos de menor intensidad.

La carpeta asfáltica impide el paso del agua al interior del pavimento, y proporcionar una superficie de rodamiento adecuada.

La capacidad de carga de los materiales friccionantes es baja en la superficie por falta de confinamiento, razón por la cual se necesita que sobre ella exista una capa de materia cohesiva y con resistencia a la tensión. Lo anterior lo proporciona la carpeta asfáltica.

Para poder determinar las características físicas y mecánicas de los materiales a utilizarse en las capas del pavimento debemos someterlos a las pruebas de laboratorio que son : peso volumétrico seco suelto, granulometría, densidad, absorción, valor cementante, equivalente de arena, límites de consistencia, próctor y porter estándar, y valor relativo de soporte.

El camino en estudio se encuentra entre las poblaciones de Coro Grande y San Antonio Carupo ya que el objetivo de su construcción es el de unir estas dos poblaciones y tener una mejor y más rápida comunicación.

El camino no comprende la distancia total entre las dos poblaciones, es aproximadamente una tercera parte, este tramo de camino tiene una distancia de 1052.23 m.

En este estudio geotécnico del camino en estudio se visitaron los diferentes bancos de material, realizándoseles los estudios correspondientes. También se realizaron sondeos a la capa de sub-base y base para determinar su porcentaje de compactación.

El presente estudio comprende el análisis de todos los materiales que se utilizaron hasta la capa de base, dejando fuera lo que se refiere a la carpeta y material bituminoso.

La capa de base formó mediante la mezcla de material del banco del Coro y un cementante del banco de San Antonio Carupo.

Las normas y especificaciones que servirán de apoyo para comparar los resultados arrojados por las pruebas son de la S.C.T. y de la S.O.P., además de las propias del proyecto. Y con esta comparativa entre resultados y especificaciones podremos observar la buena o mala calidad de la obra.

A).- TERRACERIAS.

Debido que dicho camino actualmente presenta una superficie de rodamiento con un ancho menor de 6 metros, se requiere de realizar una ampliación hacia el lado con las condiciones topográficas mas favorables.



Foto 15.- Vista del camino en y base nivelada.

Previamente a la construcción del escalón de liga de 20 centímetros de espesor mínimo, se deberá realizar el despalde correspondiente al estrato con materia vegetal, compactando la superficie descubierta y la superficie actual de rodamiento, al 90% de su P.V.S.M., A.A.S.H.T.O., estándar, en un espesor de 15 centímetros.



Foto 16 .- Banco de san Antonio Carupo

Una vez que se tenga la excavación para alojar el escalón de liga se procederá a rellenarla en capas no mayores de 30 centímetros compactadas al 90% de su P.V.S.M., A.A.S.H.T.O., estándar. Para lo cual se recomienda emplear el banco "Coro Grande" ubicado en Km. 0+300 con desviación derecha de 5,000.

Posteriormente se construirá una capa de subrasante hidráulica de 20 centímetros de espesor compactos al 95% de su P.V.S.M., A.A.S.H.T.O., estándar, para lo cual se recomienda emplear material pétreo, procedente del banco "Coro Grande" ubicado en Km. 0+300 con desviación derecha de 5,000 metros. El material de subrasante deberá de tener un valor relativo de soporte de 30% mínimo, un índice de plasticidad menor de 16% y tamaño máximo 3" a finos.

B).- PAVIMENTO.

B.1.- Base Hidráulica.

Se construirá una capa de base hidráulica de 20 centímetros de espesor compactos al 95% de su P.V.S.M., Porter, para lo cual se recomienda utilizar una mezcla de 70% de tezontle inerte procedente del banco "Coro Grande" ubicado en Km. 0+300 con desviación derecha de 5,000 metros con un 30% de tezontle inerte de tamaño máximo 2" a retenido en la malla No. 4, procedente del banco "El Malacate" ubicado en el Km. 2+800 desviación adelante 13,000 metros



Foto 17 .- Tendido de base con 20 cms de espesor.

Dicha mezcla deberá tener un valor relativo de soporte del 100% de la prueba Porter saturada.

B.2.- Riego de Impregnación.

Con el objeto de proteger la capa de base hidráulica, se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica del tipo rompimiento lento elaborado con cemento asfáltico AC-20, a razón de 1.8 lts/m².



Foto 18 .- Poreo con arena

Posteriormente se aplicará un poreo con arena procedente del banco "Coro Grande" ubicado en Km. 0+300 con desviación derecha de 5,000 metros, a razón de 5 lts/m².

B.3.- Carpeta de Concreto Asfáltico.

Se construirán una carpeta de concreto asfáltico de un espesor de 5.0 centímetros compactos al 95% de su peso volumétrico máximo Marshall.

Para la construcción de la carpeta de concreto asfáltico se recomienda emplear material pétreo de la "Trituradora Tarasca" ubicada en Km. 8+500 con desviación izquierda de 500 metros, al cual se le aplicará un tratamiento de triturado y cribado de tamaño máximo de ¾" a finos. La carpeta de concreto asfáltico deberá comenzar a compactarse a una temperatura de 110°C, alcanzando el 95% de su peso volumétrico máximo Marshall a una temperatura no menor de 90°C.

El tendido de la carpeta de concreto asfáltico deberá ser con finisher, y para la compactación de la carpeta se deberá contar con un vibro compactador y equipo neumático competente.

Previamente a la construcción de la carpeta de concreto asfáltico, se deberá barrer la superficie de la base hidráulica impregnada, para posteriormente aplicarle un riego de liga a razón de 0.6 lts/m², con emulsión asfáltica del tipo rompimiento rápido.

C).- OBSERVACIONES.

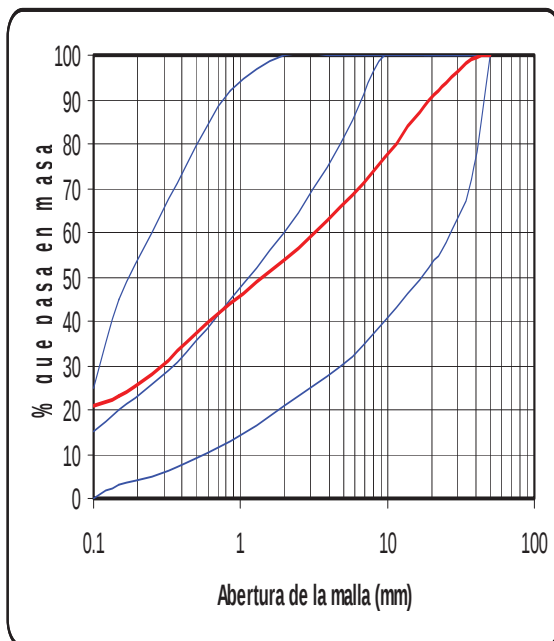
- 1).-** Se protegerán los taludes del camino mediante el arroyo de taludes y el revestimiento de cunetas.
- 2).-** Los materiales y procedimientos descritos deberán cumplir con lo estipulado en las Normas de Calidad Vigentes de la S.C.T.

CONCLUSIONES

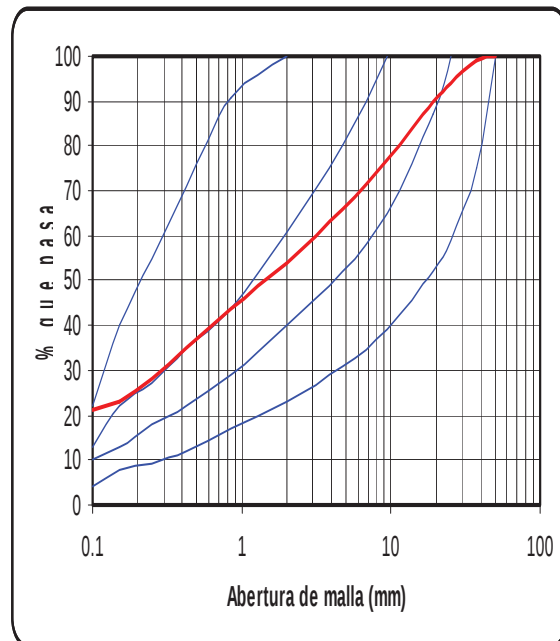
A continuación se muestran algunas tablas comparativas de los resultados de las pruebas y las especificaciones tanto de la S.C.T., Secretaría de Obras Publicas y las del Procedimiento Constructivo del Proyecto.

MATERIAL DE SUB – BASE.

Nombre de prueba		Resultados	Especificaciones		
			S.C.T.	S.O.P.	Proyecto
PVSS kg/m ³		1048.40			
Densidad gr/ml		1.57			
Absorción %		19.89			
Valor cementante kg/cm ²		6.54		3.5 min.	
E. de arena %		40	30 min.		
Límites	L. L. %	Inapreciable	30 max.		
	I. P. %	N.P.	10 max.		menor de 16
	C. L. %	0.10		3.0 max.	
Porter		1517			
Humedad óptima %		22.25			
VRS %		108	50 min.	50 min.	30 min.
Grado de compactación %			100	95 min.	95



Comparativa con las curvas de la S.C.T.



Zona en que se encuentra la curva

Comparando los resultados con las especificaciones de la S.C.T. podemos observar que cumplen satisfactoriamente, excepto en el grado de compactación, donde la Secretaría lo marca del 100%

El material cumple con la relación porcentaje en peso que pasa la malla No. 200, al que pasa la malla No. 40, ya que resulta de 0.60 que es menor de 0.65. Se toma la zona 3.

El VRS del material está muy por arriba del mínimo especificado por el proyecto.

De acuerdo con las especificaciones de la prueba de absorción, se observa que es de alta absorción.

Del PVSS podemos decir que es aceptable.

En lo que respecta al grado de compactación estuvieron por debajo de lo especificado en normas y en proyecto.

Comparando con la S.O.P. los valores son aceptables.

BANCO DEL CORO.

Material que se utilizó para BASE

Se realizó muestreo del centro y parte derecha del banco.

CENTRO.

Nombre de prueba		Resultados	Especificaciones		
			S.C.T.	S.O.P.	Proyecto
PVSS kg/m ³		1048.40			
Densidad gr/ml		1.757			
Absorción %		14.08			
Valor cementante kg/cm ²		Inapreciable		4.5 min.	
E. de arena %		81	40 min.	30 min.	
Límites	L. L. %	Inapreciable	25 max.	30 max.	
	I. P. %	N.P.	6 max.		
	C. L. %	0.0		3.5 max.	
Porter		1502			
Humedad óptima %		16.28			
VRS %		156	80 min.	80 min.	100 min.
Grado de compactación %			100	95 min.	95

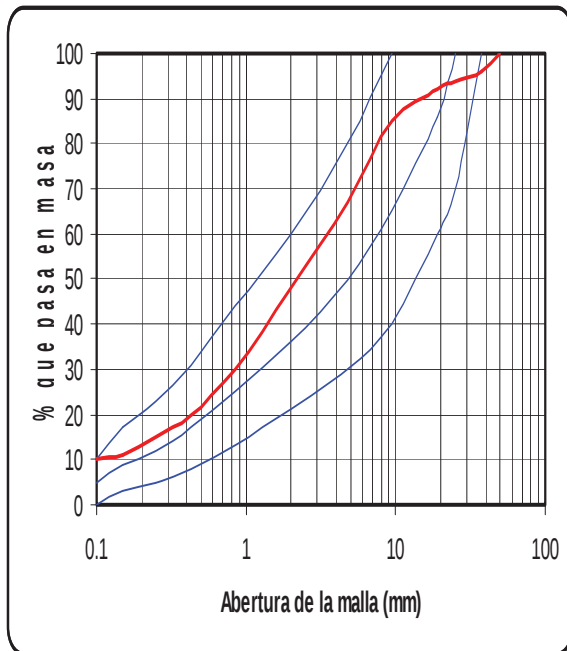
De acuerdo con los resultados obtenidos el material cumple satisfactoriamente con las especificaciones que marca la S.C.T. y del Proyecto.

La relación entre el % que pasa la malla No. 200 y la malla No. 40 es de 0.55, por lo tanto cumple con esa condición. Se toma la zona 2.

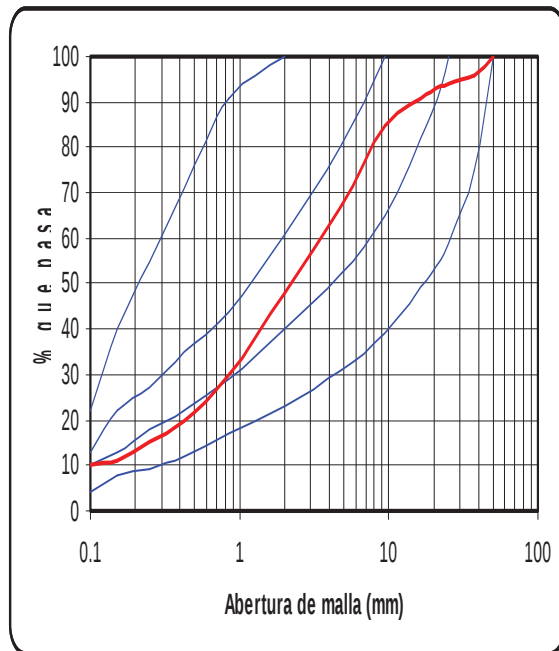
De acuerdo a lo especificado en la prueba es de absorción alta.

Podemos observar un PVSS aceptable.

El material no cumple con el mínimo de valor cementante que establece la S.O.P., ya que es inapreciable.



Comparativa con las curvas de la S.C.T.

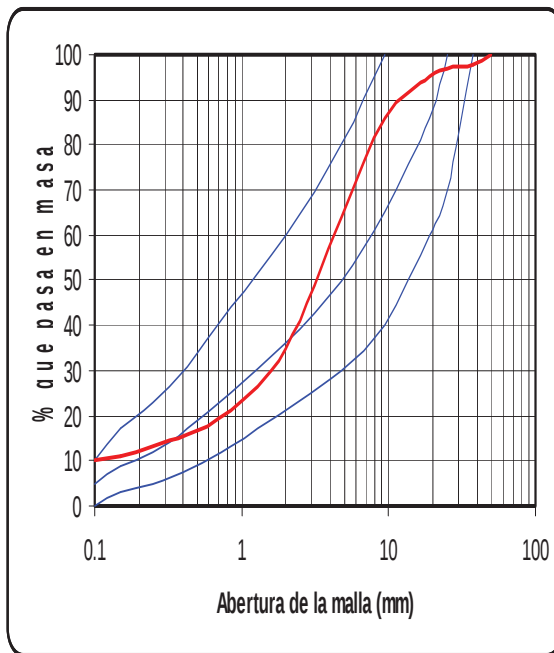


Zona en que se encuentra la curva.

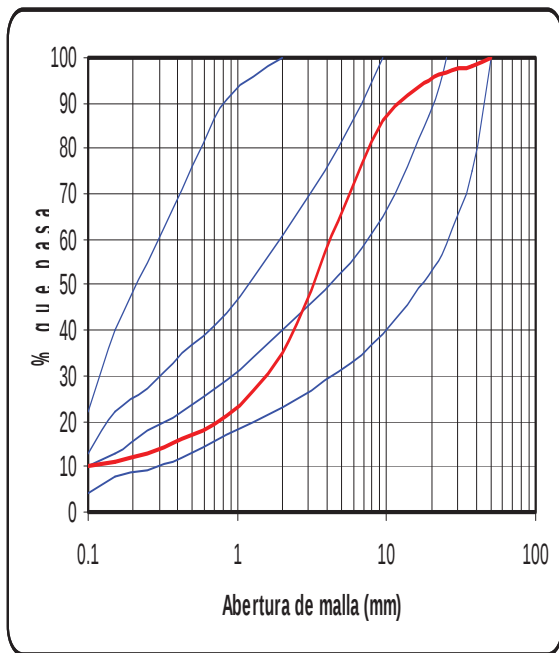
PARTE DERECHA.

Nombre de prueba		Resultados	Especificaciones		
			S.C.T.	S.O.P.	Proyecto
PVSS kg/m ³		1029.04			
Densidad gr/ml		1.732			
Absorción %		12.21			
Valor cementante kg/cm ²		Inapreciable		4.5 min.	
E. de arena %		81	40 min.	30 min.	
Límites	L. L. %	Inapreciable	25 max.	30 max.	
	I. P. %	N.P.	6 max.		
	C. L. %	0.0		3.5 max.	
Porter		1496			
Humedad óptima %		16.55			
VRS %		160	80 min.	80 min.	100 min.
Grado de compactación %			100	95 min.	95

En esta otra parte del banco resulta igual que la anterior, cumpliendo satisfactoriamente en la mayoría de pruebas.



Comparativa con las curvas de la S.C.T.



Zona en que se encuentra la curva..

MATERIAL DE BASE.

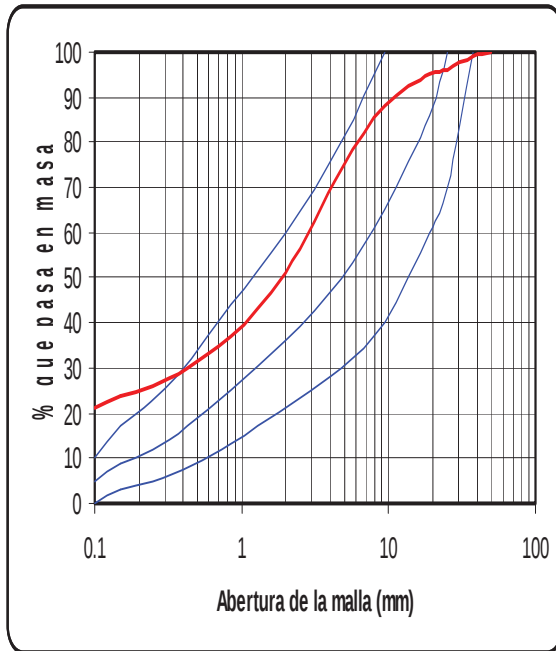
Nombre de prueba	Resultados	Especificaciones		
		S.C.T.	S.O.P.	Proyecto
PVSS kg/m ³	1000			
Densidad gr/ml	1.805			
Absorción %	11.04			
Valor cementante kg/cm ²	13.45		4.5 min.	
E. de arena %	34	40 min.	30 min.	
Límites	L. L. %	36.87	25 max.	30 max.
	I. P. %	8.18	6 max.	
	C. L. %	4.0	3.5 max.	
Porter	1638			
Humedad óptima %	19.62			
VRS %	88.2	80 min.	80 min.	100 min.
Grado de compactación %		100	95 min.	95

De acuerdo con lo anterior, el PVSS aún en ese valor se puede considerar aceptable.

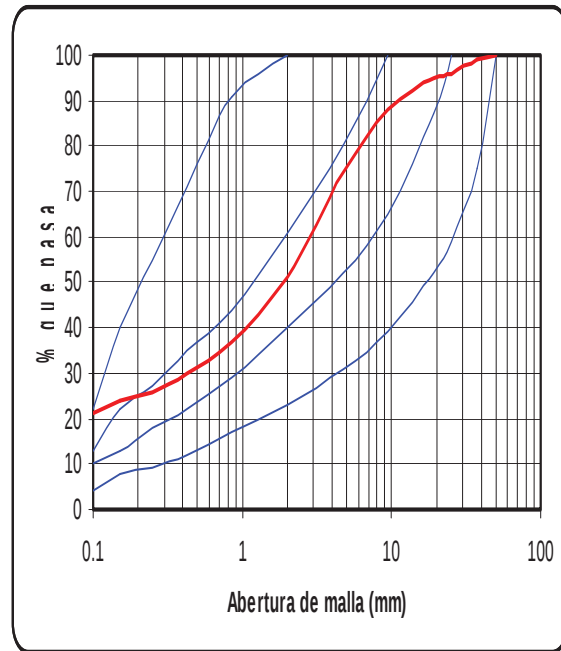
El material tiene una absorción alta, y el valor cementante también es alto. Si observamos los límites de consistencia se trata de un material plástico, y están por arriba de lo especificado por la S.C.T.

El equivalente de arena está por debajo del mínimo que marca la S.C.T., únicamente cumple con lo especificado, aunque no cumple con lo que dice el proyecto.

La relación entre el % que pasa la malla No. 200 y la malla No. 40 es de 0.70, por lo tanto está por arriba del máximo especificado que es de 0.65, entonces no cumple con esta condición. Se toma la zona 2.



Comparativa con las curvas de la S.C.T.



Zona en que se encuentra la curva...

En la realización de cualquier obra civil, es necesario hacer un estudio geotécnico, ya que sabiendo las características de los materiales que vamos a utilizar, estaremos en condiciones de saber si son o no adecuados, y en dado caso poder utilizar un material diferente o mezclarlos con algún otro, para que así tenga las características adecuadas para nuestro proyecto.

Pudimos observar que los materiales empleados, aunque tienen alta porosidad, tienen buenas características en cuanto a su VRS y cumplen con las especificaciones.

El material cementante que se utilizó para la mezcla, en la capa de base, se clasificó como limo de alta plasticidad, por lo que al mezclarlo con el material del banco del Coro, nuestra capa de base es muy plástica.

Por lo anterior la base presenta un valor cementante muy alto, además de que su valor relativo de soporte es bajo y no cumple con lo que especifica el proyecto.

BIBLIOGRAFIA

- * Juárez Badillo y Rico Rodríguez (1981) “ Mecánica de Suelos “ Fundamentos de la Mecánica de Suelos, Tomo 1. Tercera Edición, Editorial Limusa
- * Rico Rodríguez A; Del Castillo H. (1976) “ La ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres (Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas)”, Tomo 1. Primera Edición, Editorial Limusa
- * Rico Rodríguez A; Del Castillo H. (2002) “ La ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres (Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas)”, Tomo 2. Décimo quinta Edición, Editorial Limusa
- * Crespo Villalaz C. (1976) “ Mecánica de Suelos y Cimentaciones “ Cuarta Edición, Editorial Limusa