



Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
"ARAGON"

ESTANDARIZACION DE PRUEBAS DE COMPACTACION
ESTATICAS PARA CONTROL Y ESTUDIO DE VARIABI-
LIDAD DE ESTAS PRUEBAS EN COMPARACION CON
LAS PRUEBAS DINAMICAS.

T E S I S

Que para obtener el título de:

INGENIERO CIVIL

P r e s e n t a :

FIDELMAR REYES MORENO

México, D. F.

1985



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C9v 121

51st 29547



ENEP ARAGON

A MIS QUERIDOS PADRES:

FIDELMAR REYES GONZALEZ.


EVA MORENO DE REYES.

A MI ESPOSA:

TERESA MAGAÑA DE R.

A MI HIJA:

JESSICA E. REYES M.



A MIS HERMANAS:

ROSA ELVIRA.

MARISELA.

MARIBEL.

ALMA DELIA.

A MI DIRECTOR DE TESIS CON ESPECIAL AFECTO.

M. EN I. FERNANDO OLIVERA B.

AL HONORABLE JURADO.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGON
C. P. 5000 00

FIDELMAR REYES MORENO
P R E S E N T E .

En contestación a su solicitud de fecha 20 de enero del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, M. en I. FERNANDO OLIVERA BUSTAMANTE pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado " ESTANDARIZACION DE PRUEBAS DE COMPACTACION ESTATICAS PARA CONTROL Y ESTUDIO DE VARIABILIDAD DE ESTAS PRUEBAS EN COMPARACION CON LAS PRUEBAS DINAMICAS ", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para reiterar a usted las bondades de mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, Edo. de Méx., febrero 3 de 1982.
EL DIRECTOR


LIC. SERGIO ROSAS ROMERO

c.c.p. Coordinación de Ingeniería.
Unidad Académica.
Departamento de Servicios Escolares.
Director de Tesis.

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS
PROFESIONALES ARAGON
UNIDAD ACADEMICA

ING. FEDERIQUE JAUREGUI RENAID
COORDINADOR DEL AREA DE INGENIERIA,
P R E S E N T E .

En relación a la solicitud del Profesor ING. FERNANDO OLIVERA BUSTAMANTE, de fecha 28 de marzo del año en curso, en que se indica que el alumno -- FIDELMAR REYES MORENO, de la carrera de INGENIERIA CIVIL, ha concluido su trabajo de investigación intitulado "ESTANDARIZACION DE PRUEBAS DE COMPACTACION ESTATICAS PARA CONTROL Y ESTUDIO DE VARIABILIDAD DE ESTAS PRUEBAS EN COMPARACION CON LAS PRUEBAS DINAMICAS", y como el mismo ha sido revisado y aprobado por dicho asesor, se autoriza su impresión, así como la iniciación de los trámites para la celebración del Examen Profesional.

Sin otro particular, le reitero las seguridades de mi atenta consideración

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón., Edo., de México., abril 24 de 1985.
EL JEFE DE LA UNIDAD



LIC. FRANCISCO CHAVEZ HOCHSTRASSER.

c.c.p. Srita. Gloria Bech Germán. Jefa del Departamento de Servicios Escolares.
Asesor de Tesis.
Interesado.

FCHH/fci.

INTRODUCCION:

Desde la época en que se inicia la historia de los pueblos uno de los medios que utiliza el hombre para su desenvolvimiento económico, político y social, es el transporte, el cual se realiza por medio de vías de comunicación para poder transportar sus ideas, objetivos ó al mismo hombre; una de estas vías de comunicación son los caminos. Los materiales que se utilizan en la construcción de caminos, requieren de uno o varios tratamientos con el fin de adecuarlos para resistir los esfuerzos a que van estar sometidos y evitar deformaciones fuera de lo aceptable. La compactación es uno de estos tratamientos; esta ha figurado entre la técnicas de construcción de que se tiene noticia, si bien en la antigüedad su aplicación no era ni general ni sistemática - los métodos de apisonado por el paso de personas ó animales se utilizaron a través de la historia. El desarrollo de las modernas técnicas de compactación tuvo lugar en los últimos años del siglo pasado y en los primeros del presente - principalmente en los Estados Unidos. En 1906 apareció el rodillo pata de cabra de Fitzgerald, de 2,000 Kg. de peso y en 1928 y 1929, O. J. Porter desarrollo en la División de Carreteras de California las investigaciones básicas de laboratorio que permitieron el inicio de aplicación razonada de las técnicas de compactación a la construcción de carreteras. Con posterioridad a estas fechas ha sido explosivo el desarrollo de equipos de compactación y por lo tanto se han investigado bastante las propiedades de los suelos compactados y las técnicas de campo y de laboratorio. En rigor la compactación es uno de los varios medios de que hoy se dispone para mejorar la condición de un suelo que ha de usarse en construcción; es además uno de los más eficientes y de aplicación más universal.

CAPITULO I

I.1 ANTECEDENTES EN EL USO DE LAS PRUEBAS DE CONTROL DE COMPACTACION:

La compactación se define como el proceso mecánico por medio del cual se reduce el volumen de los suelos en una forma relativamente rápida, de tal manera que se obtengan las características de resistencia y esfuerzo-deformación necesaria para asegurar la vida útil de la obra.

La reducción de volumen que se logra con la compactación se encuentra fundamentalmente ligada a pérdidas de volumen de aire pues por lo común no se expulsa agua de los huecos durante este proceso. No todo el aire sale del suelo, por lo que la condición de un suelo compactado es la de un suelo parcialmente saturado. En general, un material compactado mejora sus características de resistencia, sin embargo, existen suelos que si se compactan más allá de un cierto límite, se producen efectos opuestos, pues con la presencia de agua se comportan como un resorte, al que se le deforma hasta lo máximo y en un momento dado se suelta y recobra su longitud inicial; este tipo de material son los altamente expansivos a los que si no se les da el tratamiento adecuado provocan esfuerzos que pueden causar la falla en la estructura de que se trate; por lo que es mejor no utilizar este tipo de materiales pues a la larga resultaría más económico acarrear materiales de buena calidad aunque el costo inicial de la obra sea un poco mayor. No se debe recomendar que se disminuya la compactación de los materiales expansivos ya que es lógico, se pueden reducir los esfuerzos de expansión pero se tendrán más posibilidades de que el suelo se consolide bajo las cargas de las capas que se construyen sobre él y por los esfuerzos debido a tránsito, lo cual provoca fuertes deformaciones en la superficie de rodamiento.

INFLUENCIA DEL AGUA EN LA COMPACTACION DE LOS SUELOS:

En todos los suelos, al incrementar la humedad se proporciona un medio lubricante entre sus partículas, que permite un cierto acomodo cuando se sujetan a un esfuerzo de compactación. Si se sigue incrementando la humedad hasta un cierto límite denominado "humedad óptima", se llega a obtener el mejor acomodo de las partículas del suelo y por consecuencia el mayor peso volumétrico seco. A esta humedad deberá procurarse siempre efectuarse la compactación en la obra ya que facilita el acomodo de las partículas con el menor trabajo del equipo de compactación.

Para la compactación de suelos el contenido inicial de agua cuando se compactan puede ser no suficiente para romper los meniscos que se forman entre las partículas de suelo ya que las mantienen fuertemente unidas, esto hace que el peso volumétrico seco que se obtenga sea bajo, a medida que se aumente la cantidad de agua, los meniscos tienden a desaparecer, y por lo tanto se alcanzan pesos volumétricos secos mayores, hasta alcanzar un máximo a partir del cual empieza a disminuir al aumentar el contenido de agua, ya que esta por una parte, comienza a ocupar un lugar que antes era ocupado por partículas de suelo y por otra, el agua soporta parte de la energía que se utiliza en el proceso de compactación. Si se hace una prueba de compactación en laboratorio variando los contenidos de humedad, pero manteniendo constante la energía de compactación que se aplica al suelo, sea cual fuere el procedimiento de compactación que se utilice, se observa el resultado que se obtiene mostrado en la figura I.1. Esta gráfica se obtiene con la siguiente relación.

$$PVSM = \frac{PVH}{1+W} \quad \text{EN DONDE:}$$

PVSM = PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO DE LA MUESTRA.
 PVH. = PESO VOLUMETRICO HUMEDO DE LA MUESTRA.
 W = HUMEDAD DE LA MUESTRA.

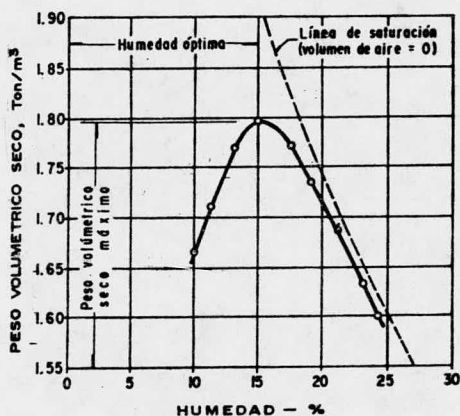


FIG. I.1

Al mayor de los pesos volumétricos secos que se obtengan se le denomina peso volumétrico seco máximo y a la humedad con que este se obtiene, humedad óptima.

En la figura I.1 también aparece la curva correspondiente al 100% de saturación del suelo en cada caso, pues como ya se dijo la condición de un suelo compactado en condiciones normales es la de un suelo no saturado, razón por la cual la curva de compactación se desarrolla por abajo de la curva de saturación. Si se comparan las dos es posible saber cual tendría que ser el contenido de agua que saturarse a una muestra que se compacta a determinado peso volumétrico seco. Esta curva se obtiene con la siguiente expresión.

$$PVSM. = \frac{S_s}{1+S_s W} PVH. \quad \text{EN DONDE:}$$

Ss. = Peso específico relativo de la fase solida del suelo. Expresión que co-

responde a suelos saturados y cuya obtención es sencilla a partir de la figura que se presenta en la figura I.2

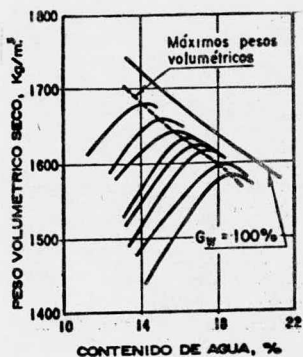
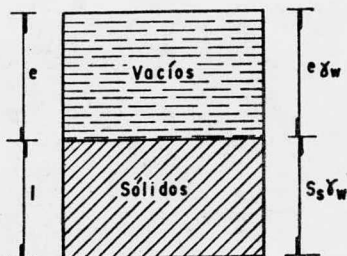


FIG. I.2

A medida que la energía de compactación se incrementa, el peso volumétrico seco es mayor en cambio, con la humedad óptima sucede lo contrario, es decir disminuye, esto también puede observarse en la figura I.2.

En cuanto a la facilidad de compactación y a el tamaño de los materiales se -- clasifican en dos tipos los compactables y no compactables, aunque en la reali dad todos los materiales se pueden compactar solo que a medida que los suelos contienen un mayor numero de fragmentos de rocas la dificultad de compactarlos así como también para medir el grado alcanzado también aumenta. Se define como material compactable aquel que tiene menos de 20% en volumen de material retenido en la malla de 7.6 cm. (3") y el cual tenga como máximo el 5% del volumen total de fragmentos de roca mayores a 15 cm. (6"). El material no compactable es aquel que no cumple los requisitos anteriores, el espesor de las capas de material no compactable, debe ser igual al tamaño máximo de los fragmentos de roca. Cuando el material es compactable el espesor será aquél que per-

mita alcanzar la compactación de proyecto de acuerdo con el equipo disponible el espesor varía entre 20 y 30 cms. en condiciones comunes.

La compactación se diferencia de la consolidación de los suelos en que - este último proceso la disminución del volumen del suelo ocurre gradualmente - con el tiempo bajo la acción de sobrecargas impuestas que provocan expulsión - de agua por un proceso de difusión, mientras que la compactación como ya se - dijo, es un proceso artificial con el cual la reducción del volumen del suelo es más o menos rápida; ambos procesos involucran disminución de volumen por - lo que son fenómenos muy parecidos.

METODOS DE COMPACTACION EN CAMPO:

La energía que se requiere para compactar los suelos puede aplicarse en - el campo mediante cualquiera de las tres formas que adelante se mencionan, de - acuerdo con la duración de los esfuerzos que transmiten al suelo, el equipo - de compactación:

- 1) POR PRESION
- 2) POR IMPACTO
- 3) POR VIBRACION

Las dos primeras formas representan los metodos convencionales propiamente di- - chos. Los cuales se pusieron en práctica desde hace varias decadas.

COMPACTACION POR PRESION:

En la compactación por presión, el esfuerzo que se aplica al suelo tiene - cierta duración que deriva de las características particulares del equipo y de - la baja velocidad con que se opera. Los compactadores que suministran este ti - po de energía son los rodillos lisos metálicos, los rodillos neumáticos, los -

Rodillos pata de cabra con sus diversas formas de pata, los rodillos de rejilla y los rodillos lisos segmentados.

La compactación que se logra con esta forma y con estos equipos se divide en dos tipos los cuales son:

a) RODILLOS DE SALIENTES

b) RODILLOS SIN SALIENTES

a) Rodillos de Salientes. En estos se encuentran, los rodillos pata de cabra con sus diversas formas de pata. Y el rodillo Tamper.

Estos equipos tienen como característica fundamental compatar al suelo de abajo hacía arriba y son los más indicados para compactar materiales cohesivos, --pués con estos equipos se proporciona dadas sus características peculiares -- las concentraciones de presión necesaria, para la disgregación de los grumos-- y compactación adecuada en este tipo de material.

Rodillos Pata de Cabra. Consisten en un cilindro hueco de acero, a cuya superficie van sujetas las patas (protuberancias) de unos 15 cms. de longitud y espaciadas de 15 a 20 cms. de cualquier dirección. Estas protuberancias -- tienen la forma típica de la pezuña de una cabra lo cual da su nombre.

Rodillos Tamper. Son compactadores de características muy similares a -- las del rodillo pata de cabra pero difiere de este último, en su velocidad ya que es capaz de operar a velocidades mayores. Y la saliente tiene forma tronco-piramideal ó de paralepipedo.

b) Rodillos Lisos. En este tipo se cuentan con los rodillos lisos metálicos y los rodillos neumáticos. Estos rodillos tienen como característica funda-- mental el de compactar al suelo de arriba hacia abajo. Su aplicación y caract-- erística de cada uno de estos equipos se menciona a continuación.

Rodillos Lisos Metálicos. Este tipo de rodillo no se aplica en materiales fino cohesivos, pues su empleo está recomendado particularmente para gravas, arenas bien graduadas y con contenido de finos, roca triturada y algunos materiales que requieran disgregación. Por consiguiente cuando no se cuenta con este tipo de materiales, el empleo del rodillo liso en terracerías se reduce a determinadas etapas. Por ejemplo en el acabado de las capas.

Rodillos Neumáticos. Es uno de los equipos más empleados, pues puede compactar desde gravas bien graduadas hasta arcilla de baja plasticidad, incrementando la eficiencia en materiales granulares y con la introducción (reciente) de un dispositivo que permite inflar y desinflar rápidamente las llantas mientras la máquina trabaja. Estos rodillos consisten de una caja de lámina con una o varias secciones la cual esta soportada por uno ó dos ejes, en los que están montadas las llantas de neumáticos que son las que transmiten al suelo el esfuerzo necesario para compactarlo; la caja sirve para lastrar al equipo el peso requerido, llenándolo total o parcialmente con arena húmeda. Pueden ser remolcados o autopropulsados, siendo en general los primeros los más pesados.

COMPACTACION POR IMPACTO.

En estos métodos es muy corta la duración de aplicación de la energía de compactación. Los equipos que pueden usarse para este tipo de compactación son los pisones de diferentes tipos. cuyo empleo esta reservado a áreas pequeñas. Los pisones pueden ir desde los de tipo más elemental de caída libre y accionados a mano, hasta aparatos bastante más complicados por combustión neumática o por combustión interna. Los pisones de caída libre pueden ser --

desde simples masas unidas a un mango, hasta masas de 2 ó 3 toneladas de peso que se izán con un cable y se dejan caer desde una considerable altura, estos modelos pesados, accionados por una máquina apropiada, se han usado con éxito en la compactación de grandes fragmentos de roca, Los pisones neumáticos ó de explosión se levantan del suelo por la reacción que ellos mismos generan al funcionar contra el propio suelo, la que basta para elevarlos 15 o 20 cms. y su peso oscila entre 30 y 1000 kg. de peso. Se les considera apropiados para compactar suelos cohesivos pero pueden resultar convenientes en otros tipos de suelos, principalmente en areas cerca a obras en donde no se puede acercar el equipo convencional.

COMPACTACION POR VIBRACION:

Para la compactación por vibración se emplea un mecanismo, bien sea del tipo de masas desbalanceadas ó del tipo hidráulico pulsativo, que proporciona un efecto vibratorio al elemento compactador propiamente dicho.

Uno de los equipos vibratorios de uso más extenso es el manual de placa, en el que esta es accionada por un operador que utiliza un mango o maneral. Se opera de un modo eficiente y puede avanzar unos 10 mts. por minuto, las placas tambien pueden montarse en un bastidor al que remolque un tractor. Este tipo de compactación rinde buenos resultados en la compactación de materiales puramente friccionantes como tal es el caso de gravas y arenas relativamente limpias de finos. Ademas los limos y los suelos limosos pueden compactarse adecuadamente por metodos vibratorios cuando su contenido de agua es proximo al óptimo y cuando los espesores de capa no sean excesivamente grandes. Se hace notar que si se adopta el sistema vibratorio a los equipos ya mencionados hay un aumento de eficiencia en la compactación.

GRADO DE COMPACTACION:

El problema de la compactación de suelos resulta ligado al de control de calidad de los trabajos de campo; en efecto después de realizar un proceso de compactación siempre es necesario verificar si con él se lograron los fines propuestos. Por lo que se hace necesario el control de la compactación en la obra, el cual se determina con la relación, en porcentaje entre el peso volumétrico seco obtenido en la obra, y el máximo correspondiente a la prueba de laboratorio por lo tanto se tiene que el grado de compactación de un suelo es:

$$Gc. = 100 \frac{PVS.}{PVS. \text{ max.}} \quad \text{EN DONDE:}$$

Gc. = Grado de Compactación.

PVS. = Peso volumétrico seco de campo.

PVS. max. = Peso volumétrico seco máximo de laboratorio.

Determinación del Peso volumétrico seco en campo. Esta determinación encuentra su aplicación como prueba de control de compactación durante la construcción. Para realizar la prueba se utiliza el metodo llamado de arena, el cual se describe a continuación.

Se hace una excavación denominada "cala" en el suelo cuyo peso volumétrico se desee determinar, utilizando una cuchara y una barreta y procurando que sea lo más regular posible, se pesa una cantidad conveniente de arena que sea mayor de la que pueda llenar la excavación anotando este peso inicial "P1" se llena la excavación con la arena, dejandola caer desde una altura constante

de diez cms. que deberá controlarse mediante la regla de esa longitud, se nivela la arena hasta el borde superior de la excavación dejando una superficie plana con ayuda de la misma regla, se anota el peso del resto de la arena "P" para que por diferencia se obtenga el peso de la arena que lleno la excavación "Pa"., se calcula el volumen de la excavación dividiendo "Pa" entre el peso volumétrico de la arena previamente determinado con toda exactitud en el laboratorio, dando la misma altura de caída constante de diez cms., a continuación se calcula el peso volumétrico húmedo del suelo dividiendo el peso del material húmedo extraído de la excavación entre el volumen de la misma, enseguida se determina la humedad que contiene el suelo, para después calcular el peso volumétrico seco. Ya con este dato se podrá determinar el grado de compactación., faltando unicamente el dato de el Peso Volumétrico Seco Máximo de laboratorio que para esto a continuación se describen los metodos existentes.

METODOS DE COMPACTACION EN LABORATORIO:

En México, se utilizan dos pruebas de compactación diferentes. Las cuales se conocen como prueba tipo "Dinamica" y prueba tipo "Estática".

PRUEBA DINAMICA.

Para este tipo de prueba se cuenta con las pruebas, Proctor ó AASHO Estándar, Proctor SOP y AASHO Modificadas. Las cuales tienen variantes como son Numero de golpes, peso del pisón, altura de caída y dimensiones del cilindro de prueba, teniendo una energía de compactación para cada una de ellas; para fines de este estudio se utilizarón las pruebas tipo Proctor. En estas la energía de compactación es suministrada por medio de un pisón de 2.5 Kg. de peso dejandolo caer de una altura de 30.5 cms. sobre el material que se dispone por capas dando a cada una, un determinado número de golpes con el pison men-

cionado. Estas pruebas se utilizan para la determinación del peso volumétrico seco, así como la humedad ótima respectiva.

La prueba Proctor esta limitada a los suelos que pasen totalmente por la malla número 4 ó cuando más, tenga un retenido de 10% en peso en esta malla pero deben pasar totalmente por la malla de 9.52 mm. (3/8"). Además no debe efectuarse en arenas de rio, arenas de mina, tezontles arenosos y en general en todos aquellos materiales que carecen de cementación; ya que al tratar de hacer esta prueba con este tipo de material se obtienen resultados inciertos--siendo en muchos casos prácticamente imposible ejecutar la prueba debido a -- que el agua que se adiciona no es retenida por el material una vez satisfecha la absorción de éste sino que escurre hacia el fondo del molde de prueba.

Para la ejecución de está prueba se dispone con el siguiente equipo:

Un molde de compactación (cilindro metálico) de 101.6 mm. (4") de diámetro interior por 116.8 mm. (4.6") de altura provisto de una base (placa metálica) y una extensión removible (collarín) de 63.5 mm. de altura y del mismo diámetro del molde. Un pisón metálico de 2.5 kg. (5.5lb.) de peso con superficie circular de apizonamiento de 50.8 mm. (2") de diámetro, una regla metálica con arista cortante de 25.0 cms. de longitud, una guía de lámina tubular de 35 cms de longitud, una balanza de 20 kgs. de capacidad con 1 gr. de aproximación, - una balanza de 200 grs. de capacidad y un centésimo de sensibilidad, un horno que mantenga temperaturas entre 100 y 110 grados centigrados, capsulas, chargo las de lámina y probetas graduadas de 500 y 1000 centímetros cúbicos.

PROCEDIMIENTO DE PRUEBA:

Se tendrá una muestra de un suelo constituido por máterial que pase por la malla número 4, ó que tenga un retenido máximo de 10% en peso. Se mezcla-

la muestra con el agua suficiente para obtener una mezcla ligeramente húmeda y se compacta en el cilindro en tres capas aproximadamente iguales. La compactación se hace utilizando el pisón metálico, el cual se deja caer desde una altura de 30 cms. utilizando la guía para mantener constante la altura de caída; deberán darse 30 golpes repartidos uniformemente para apisonar cada capa, se extrae la muestra compactada del cilindro de prueba y de esta se obtendrá su peso volumétrico húmedo y del mismo se pondra a secar una pequeña porción para determinar su humedad. Posteriormente se formarán algunos especímenes más siguiendo el procedimiento descrito, pero estos se harán con un contenido mayor de humedad que el anterior; esta serie de determinaciones se continuará hasta que la muestra este muy húmeda y se presente una disminución apreciable en el peso volumétrico húmedo.

ERRORES POSIBLES QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LA EJECUCION DE LA PRUEBA:

- 1) El mezclado incompleto del suelo con el agua ó la incompleta destrucción de grumos de la mezcla.
- 2) El no repartir uniformemente los golpes del pisón sobre la superficie de la muestra.
- 3) El que las muestras tomadas para la determinación del contenido de humedad no sean representativos del material compactado.
- 4) El no determinar el número suficiente de puntos para definir correctamente la curva de compactación.
- 5) El uso continuado de la misma muestra.

ENERGIA ESPECIFICA DE COMPACTACION:

La energía específica de compactación; se define a la que se entrega al-

al suelo por unidad de volumen. Y se calcula con la siguiente expresión, es muy fácil evaluar la energía específica en una prueba de laboratorio en que se compacta al suelo por impactos con un pisón.

$$Ec. = \frac{NnWh}{V.} \quad \text{EN DONDE:}$$

Ec. = Energía específica de compactación.

N = No. de golpes por capa.

n = No. de capas por compactar.

W = Peso del pisón.

h = Altura de caída libre del pisón.

V = Volumen del suelo compactado.

PRUEBA ESTÁTICA:

Se efectúa mediante la aplicación gradual de una carga por medio de una placa que cubre toda la superficie libre del espécimen que puede considerarse como prueba Porter estándar, de ahí su nombre. Este método de prueba sirve para determinar el peso volumétrico seco y la humedad óptima correspondientes aplicable a suelos que pasen la malla de 25.0 cm. (1") y que tenga más del 1%) de retenido en peso en la malla número 4, a los fundamentalmente arenosos y a materiales finos cuyo índice plástico sea menor de 6%.

Equipo necesario para la ejecución de la prueba:

- 1) Molde cilíndrico de compactación, de 15.24 cm. (6") de diámetro y 22.86 cm (9") de altura incluyendo el collarín, provisto de una base con dispositivo para sujetar al cilindro.
- 2) Máquina de compresión con capacidad mínima de 30 toneladas y aproximación-

de 100 Kg.

- 3) Varilla metálica de 1.9 cm. (3/4") de diámetro y 30 cm. de longitud con --
punta de bala.
- 4) Mallas US. estandard de 25.4 mm. (1") y de 4.76 mm (No. 4)
- 5) Balanza con capacidad de 10 Kg. y aproximación de 1.0 gr.
- 6) Charolas metálicas.

Procedimiento de Prueba:

- a) Se toma una fracción de material representativo a la cual se le incorpora la coantidad de agua necesaria repartida uniformemente de tal manera que se -
forme una mezcla uniforme y homogenea.
- b) Se coloca el material humedecido dentro del molde en tres capas, dandole -
con la varilla punta de bala 25 golpes uniformemente distribuidos a cada una-
de ellas.
- c) Al terminar de colocar la última capa se toma el molde que contiene el má-
terial y se coloca en la máquina de compresión aplicandole lentamente carga u
niforme de modo que se alcance un lapso de cinco minutos la presión de 140.6-
Kg/cm². equivalente a una carga de 26.5 toneladas; manteniendo esta carga du-
rante un minuto de tiempo, posteriormente se hace la descarga en un termino -
de un minuto; se revisa la base del bolde si esta ligeramente humedecida ó se
encuentra una gota de agua; el material se encuentra en la humedad óptima de-
compactación y por lo tanto en su peso volumétrico seco máximo; si la base se
humedece antes de aplicar la carga total ó definitivamente no se humedece, se
tendran que elaborar otros especímenes hasta que se cumpla con lo descrito ya
sea incrementando o disminuyendo la cantidad de agua.
- d) Se saca el espécimen del cilindro y se toman las medidas para calcular el-
peso volumétrico humedo, se obtiene una muestra repre-

representativa para la determinación del contenido de humedad, y finalmente se calcula el peso volumétrico seco máximo Porter.

ERRORES POSIBLES QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LA EJECUCION DE LA PRUEBA:

- 1) Que el agua no se incorpore al material en forma adecuada.
- 2) Que la velocidad de aplicación de la carga no sea la especificada.

Las características que se determinan en cada una de estas pruebas mencionadas son; peso volumétrico seco, humedad óptima y resistencia a la penetración.

a) OBJECIONES A LAS PRUEBAS DINAMICAS Y ESTATICAS PARA EL CONTROL DE COMPACTACION.

Actualmente la SAHOP. controla sus trabajos de compactación utilizando dos pruebas de laboratorio diferentes siendo estas, la prueba tipo Porter Estándar (estática) y la prueba tipo Proctor SOP. (dinámica). Para estos dos tipos de prueba utilizadas se tienen ventajas y desventajas por tener características diferentes en cada una de ellas.

Las pruebas Porter estándar solo se aplican a suelos gruesos, o sea aquellos que se retienen más del 10% en peso en la malla no. 4 y para suelos finos no plásticos cuyo índice plástico sea menor de 6%

Las pruebas Proctor SOP. solo se aplican a suelos finos plásticos, que se retengan menos del 10% en peso en la malla no. 4 y con índice plástico mayor de 6%. Además se ve restringida su utilización, para aquellos materiales que carezcan de cementación como ya se menciona en paginas anteriores a este-

capítulo; a continuación se enumerán algunas objeciones que se presentan para dichas pruebas.

1) Algunos ingenieros opinan que la compactación tipo estática no es adecuada ya que la estructura adquirida por el suelo con este tipo de compactación es muy diferente a la que se obtiene en el campo bajo la acción del equipo de compactación utilizado.

2) En las pruebas tipo dinámicas al ser aplicadas en suelos granulares tiende a alterar sus características iniciales ya que con el efecto que se provoca en este tipo de materiales tiende a proporcionar un grado de alisamiento entre sus partículas eliminando con esto la fricción entre ellas.

3) En cuanto a tiempo de realización en la compactación del espécimen de prueba es mucho más rápido cuando se usa la compactación estática debido a su mayor facilidad. Además al elaborar los especímenes de prueba se incurre en mayores errores cuando estos se compactan dinámicamente que cuando son compactados estáticamente. (ver errores posibles de las pruebas)

4) Por el hecho de contar con dos tipos de prueba para el control de compactación, se tiene la existencia de problemas frontera; teniendo como ejemplo lo siguiente.

Si se tiene un suelo en el que el 11% en peso es retenido en la malla número 4, según lo especificado en la parte novena referente a especificaciones generales de construcción, debe utilizarse la prueba Porter estandar aun tratándose de finos arcilloso en este caso el peso volumétrico seco obtenido mediante esta prueba es superior al que se obtenga en la prueba Proctor SOP.-

requiriendose mayor energía de compactación en campo. Si 500 metros más adelante el mismo suelo pasa a tener 9% en peso de retenido en la malla número 4, según lo especificado se le debe aplicar la prueba Proctor SOP. teniendo como consecuencia un estándar de compactación más bajo que el anterior; es obvio que el suelo con 11% y el suelo con 9% de retenido en la malla número 4 no merecen tratamientos tan disímolos. Puede observarse que dentro de la gran variedad de suelos en cuanto a sus características que existen en la naturaleza, se presentarán un sin número de casos frontera por el hecho de contar con dos pruebas para el control de compactación.

5) Con respecto a las energías de compactación que se obtienen al aplicar una prueba tipo dinámica y una prueba tipo estática se tiene lo siguiente.

PARA PRUEBAS DINAMICAS:

Tipo de prueba	No. de golpes por capa.	No. de capas	Peso del pisón.	Altura de caída.	Ø del cil.	Ec.
PROCTOR SOP.	30	3	2.5	30.5	10.16	7.27
AASHO ESTANDAR.	25	3	2.5	30.5	10.16	6.06
AASHO ESTANDAR.	56	3	2.5	30.5	15.24	6.03
AASHO MODIFICADA.	25	3	4.54	45.7	10.16	16.43
AASHO MODIFICADA.	56	3	4.54	45.7	15.24	16.42

PARA PRUEBAS ESTATICAS.

Para la prueba Porter estandar se tiene que el peso volumétrico seco comparado con el de la prueba AASHO Modificada 3 capas, es poco mayor por lo tanto se puede suponer que la energía de compactación obtenida mediante esta prueba es alrededor de 20 Kg. x cm/cm³.

6) Con referencia a estudios ya realizados y a la tabla anterior se tiene -- que la variabilidad cuando se utilizan espécimenes compactados estáticamente es menor que cuando se realizan sobre espécimenes obtenidos dinámicamente; -- Por ejemplo cuando se realiza una prueba AASSHO Modificada 3 capas el peso -- del pisón es del doble aproximadamente que el del que se utiliza en la prueba Proctor ó AASHO estandar y la altura de caída es mayor en 15.2 cm. por lo que para realizarla se requiere cuando menos de dos operadores los cuales tienen su propia manera de repartir los golpes en las capas lo que trae como consecuencia variación en los resultados que se obtienen. Además en la tabla se observa que la energía de compactación de la prueba Proctor estandar y la prueba AASHO Modificada se tiene una diferencia muy grande; lo que permite una incertidumbre con respecto al uso que se pueda dar, a ellas resultando que al aplicar estas trae la misma indecisión que existe entre la prueba Porter y la prueba Proctor. Tomando en cuenta las ventajas y desventajas descritas de las pruebas de control de compactación de laboratorio se concluye que es preferible el uso de las pruebas tipo estáticas.

Debido a los problemas presentados en los incisos 4, 5 y 6 el M. en I. - Fernando Olivera Bustamante efectua investigaciones para que se establezca una secuencia racional de las energías de compactación, al cambiar la granulometría de los materiales y ver la posibilidad de que para pruebas de compactación se utilice solo el tipo de pruebas estaticas, haciendo la siguiente clasificación.

a) Para suelos que se retengan menos del 10% en peso en la malla número 4 se utilice, una carga estática que nos reproduzca la energía de compactación de la prueba Proctor SOP. equivalente a $7.27 \text{ Kg.} \times \text{cm.}/\text{cm}^3$.

b) Para los materiales que se encuentren entre 10% y 20% de retenido en peso en la malla número 4 aplicar una carga estática, de tal manera se obtenga una energía de compactación equivalente a 15 Kg x cm/cm³.

c) Que se aplique la carga estática de 27.0 toneladas, que equivale aproximadamente a 20 Kg x cm/cm³., para aquellos materiales que tengan más de 20% -- de retenido en peso en la malla número 4.

Todo esto con el fin de obtener un control de compactación más representativo y más adecuado, para cada tipo de material y en forma rápida.

CAPITULO II

OBJETIVOS Y DESARROLLO DEL ESTUDIO

El presente estudio fué realizado por el autor de esta tesis y consta de dos partes;

La primera parte tuvo dos finalidades.

- a) Encontrar la variabilidad que existe al obtener pesos volumétricos secos y humedades de prueba en especímenes compactados dinámicamente y estáticamente.
- b) Encontrar la variabilidad de los pesos volumétricos y humedades a diferentes profundidades de especímenes compactados dinámicamente y estáticamente.

La segunda parte tuvo como finalidad:

Encontrar una carga para prueba de compactación de laboratorio tipo estática para obtener pesos volumetricos secos semejantes a los que se obtienen - en las pruebas Proctor SOP. (dinámica).

Para la primera parte del estudio se analizaron dos muestras de material fino, procedentes de bancos distintos; para cada material se estudiaron 24 es pecímenes de prueba, 12 compactados en forma dinámica y 12 en forma estática - bajo las mismas condiciones de peso volumétrico y humedad, lo que hace un total de 48 especímenes de prueba. Como molde de compactación se utilizaron -- los siguientes cilindros, para pruebas de tipo dinamicas; 101.6 mm. (4") de - diámetro interior y 116.8 mm. (4.6") de altura, una extension removable (co-- llarín) de 63.5 mm. (2.5") de altura y del mismo diámetro. Para pruebas del - tipo estaticas las siguientes dimensiones; 15.24 cms. (6") de diámetro y de -

altura 22.86 cms. (9") incluyendo el collarín como humedad óptima se tomo la correspondiente a la prueba dinámica, para cada una de las muestras a cada uno de los especímenes tanto los compactados dinamicamente como los compactados estáticamente se les determinó su peso volumétrico seco y humedad correspondiente. Así como el peso volumétrico seco y humedad a diferentes profundidades.

Para la segunda parte se utilizaron cinco materiales con características diferentes, con el fin de encontrar la carga de compactación necesaria para reproducir el peso volumétrico seco obtenido en la prueba Proctor SOP. (dinámica) mediante una prueba estática tipo Porter; par ello se elaboro un espécimen con la prueba Proctor SOP. y se determinó el peso volumétrico seco y la humedad óptima, posteriormente se elaboraron varios especímenes, entre 5 y 6- aproximadamente por muestra, compactados en forma estática siguiendo el criterio que se utiliza para obtener el peso volumétrico seco y la humedad óptima en la prueba Porter estandar, este tipo de prueba se utilizaron distintas cargas de compactación y humedades; con los datos obtenidos en estos ensayos se determinó si era necesario incrementar o disminuir la humedad y por consiguiente la carga de compactación aplicada, esto dependiendo del grado de aproximación respecto al peso volumétrico seco que se obtenía y el que se buscaba. En virtud de que se veía que era casi imposible llegar con extrema exactitud al peso volumétrico seco buscado; se tuvo la necesidad de utilizar dos gráficas, para la primera se gráfico peso volumétrico seco contra cargas de compactación obtenidos de los ensayos realizados, teniendo en las abscisas pesos volumétricos secos y en las ordenadas cargas de com-

compactación y así se pudiera interpolar el peso volumétrico seco buscado y la carga de compactación correspondiente. Para la segunda se graficaron, peso volumétrico seco contra humedad teniendo como abscisas lo primero y en ordenadas lo segundo, esto con el fin de interpolar la humedad óptima requerida para el peso volumétrico que se reprodujo.

Este estudio se llevó a cabo en el laboratorio de actualización de pruebas ubicado en Tlalnepantla, Estado de México; perteneciente al Departamento de Laboratorios de la Dirección General de Servicios Técnicos del Centro - SAHOP. en el Estado de México. A continuación se menciona con más detalle los procedimientos seguidos de cada una de las dos partes del estudio.

PARA LA PRIMERA PARTE LA SECUENCIA FUE LA SIGUIENTE:

- 1) Se determinaron las características generales a cada una de las dos muestras de material utilizado.
- 2) Se obtuvo el peso volumétrico seco máximo y la humedad correspondiente a la prueba Proctor SOP. a cada muestra.
- 3) Se elaboraron 12 especímenes compactando el material en 3 capas con 25 golpes por capa con un pisón de 2.5 Kg. de peso estando el material con una humedad practicamente igual a la óptima, determinada en el punto 2.
- 4) A cada uno de estos especímenes así formados se le determino su humedad y su peso volumétrico seco correspondiente.
- 5) Se hicieron calculos estadísticos para conocer la variabilidad de los datos.
- 6) Posteriormente a cada uno de los especímenes ya estudiados se les dividio en tres partes, para así obtener de cada una de ellas su peso volumétrico seco y su humedad correspondiente, además se determinó la parte que obtenia el mayor.

peso volumétrico seco, el promedio de las tres y de las tres humedades correspondientes; también se le efectuaron análisis estadísticos.

7) Con el peso volumétrico seco y la humedad promedios obtenidos en el inciso anterior, se hicieron otros 12 especímenes pero ahora compactados en forma estática; su humedad, el peso volumétrico seco total, el peso volumétrico seco y la humedad de las tres partes en que se dividieron, la parte que obtenía el mayor peso volumétrico seco y la carga de compactación necesaria para elaborar dichos especímenes. Ya obtenidos estos datos se realizaron los cálculos estadísticos.

PARA LA SEGUNDA PARTE EL PROCEDIMIENTO FUE EL SIGUIENTE:

- 1) Se determinaron las características generales a cada una de las cinco -- muestras de material utilizado.
- 2) Se obtuvo el peso volumétrico seco y la humedad óptima correspondiente a la prueba Proctor SOP. a cada muestra.
- 3) Se elaboraron entre 5 y 6 especímenes por muestra compactados en forma estática, variando la carga de compactación así como la humedad de cada uno; -- buscando que ésta estuviera cercana a la humedad óptima determinada en el punto 2, de tal forma que para cada caso la carga de compactación y la humedad -- óptima requerida fueran las necesarias para obtener un peso volumétrico seco--siguiendo el criterio utilizado en la prueba Porter estandar, es decir se registro la carga de compactación que se requería para que en la base del cilindro de prueba apareciera una gota de agua ó se humedeciera la misma, con esto se determino el peso volumétrico seco y humedad óptima en cada uno de los espécimenes.
- 4) Con las parejas de valores obtenidos en el inciso anterior se construyo u

na gráfica en la que como abscisas de pusieron los pesos volumétricos secos - y como ordenadas las cargas de compactación, esto con el fin de determinar mediante esta gráfica una interpolación lineal la carga de compactación requerida para obtener en la prueba de compactación estática el peso volumétrico seco correspondiente a la prueba Proctor SOP.

5) Con las parejas de valores peso volumétrico seco y humedad correspondiente obtenidas en el inciso 3 se construyó otra gráfica en la que como abscisas se agruparon los pesos volumétricos secos y como ordenadas las humedades, esta con el fin de determinar por interpolación lineal la humedad óptima correspondiente al peso volumétrico de la prueba Proctor SOP. en la prueba estática con la carga de compactación necesaria.

CAPITULO III

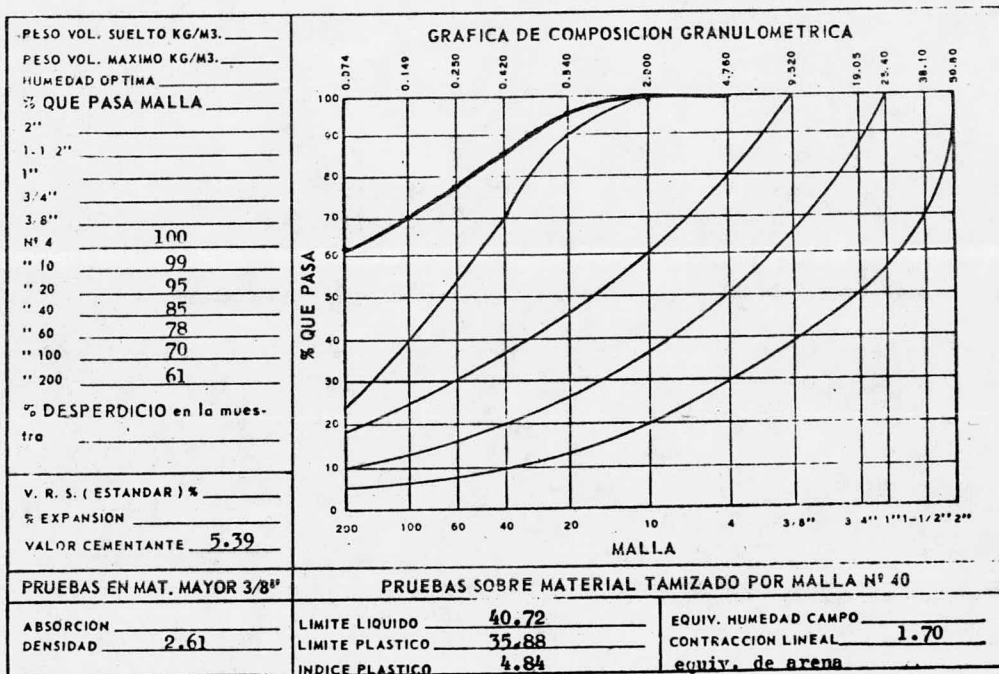
ESTUDIO DE VARIABILIDAD DE LOS PESOS VOLUMETRICOS.

Para este capítulo se ensayaron dos muestras de material diferentes; el primero corresponde al Banco la "Cementera Anahuac" ubicado en la carretera: Vía-Gustavo Baz s/n., Estado de México y el segundo del Banco del corte del lado izquierdo ubicado en la carretera "Barrientos - La Quebrada" s/n., en el Estado de México. A continuación se presentan resultados mediante tablas en las que se recopilan los resultados de los ensayos que se efectuaron; tanto de clasificación como de las pruebas que se realizaron.

PRIMERA MUESTRA DEL BANCO: LA "CEMENTERA ANAHUAC"

PASA No. 4	-	-	-	100
S U M A				
DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (Por lavado)				
LABORATORISTA		FECHA		
MALLA No.	PESO RETENIDO PARCIAL, Grs.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	3.8	1.0	1.0	99.0
20	12.4	4.0	5.0	95.0
40	35.0	10.0	15.0	85.0
60	23.9	7.0	22.0	78.0
100	28.6	8.0	30.0	70.0
200	30.7	9.0	39.0	61.0
PASA No. 200	209.5	61.0	100.0	-
S U M A	343.9	100.0	-	-

ENSAYE REALIZADO A LA MUESTRA DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".



ENSAYE REALIZADO A LA MUESTRA DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

PRUEBA SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 40

LABORATORISTA _____

FECHA _____

ENSAYE NUMERO					
LIMITE LIQUIDO	RECIPIENTE No.	211			
	Pw + RECIPIENTE _____ (1)	45.43			
	Ps + RECIPIENTE _____ (2)	39.00			
	AGUA=(1)-(2)=(3)	6.43			
	Ps + RECIPIENTE _____ (2)	39.00			
	RECIPIENTE _____ (4)	23.21			
	Ps=(2)-(4)=(5)	15.79			
	LIMITE LIQUIDO = $\frac{(3)}{(5)} \times 100$ (6)	40.79			
LIMITE PLASTICO	RECIPIENTE No.	3			
	Pw + RECIPIENTE _____ (7)	26.39			
	Ps + RECIPIENTE _____ (8)	25.64			
	AGUA=(7)-(8)=(9)	0.75			
	Ps + RECIPIENTE _____ (8)	25.64			
	RECIPIENTE _____ (10)	23.55			
	Ps=(8)-(10)=(11)	2.09			
	LIMITE PLASTICO = $\frac{(9)}{(11)} \times 100$ (12)	35.88			
INDICE PLASTICO= (6) - (12)		4.84			
CONTRACCION LINEAL	MOLDE No.	13			
	LONGITUD DEL MOLDE, MM _____ (13)	99.60			
	LONG. BARRA MAT. SECO, MM. _____ (14)	97.90			
	% CONTRACCION LINEAL = $100 - \frac{(14)}{(13)} \times 100$	1.70			

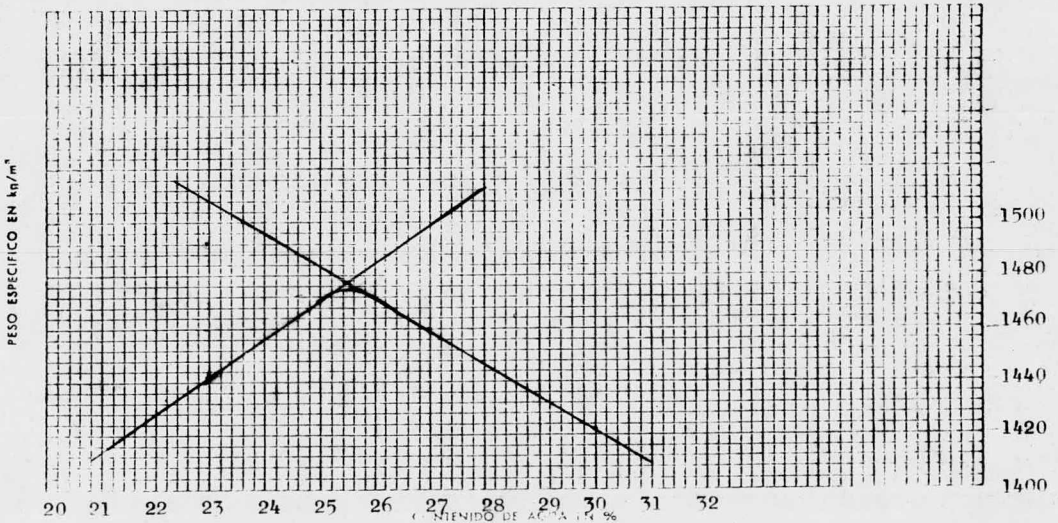
DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO TOTAL DE ACUERDO A LA PRUEBA TIPO

PROCTOR SOP.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA _____	ENSAYE N° _____
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION _____
PROCEDENCIA DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC", _____	FECHA DE TERMINACION _____
_____	LABORATORISTA _____

TIPO DE PRUEBA PROCTOR SOP.
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 1
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 30 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.93812 m³.

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3620	3680	3695	3690			
PESO DEL MOLDE, g	1956	1956	1956	1956			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1664	1724	1739	1734			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V} -$)	1774	1838	1854	1848			
CAPSULA NUMERO	5	6	7	8			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	81	80	79	76.7			
PESO DEL AGUA, g	19	20	21	23.3			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	81	80	79	76.7			
CONTENIDO DE AGUA, % m	23	25	27	30			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1 + m} -$)	1442	1470	1460	1422			



$\gamma_d = 25.6$ - 29 - 1473

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO TOTAL Y A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN ESPECIMENES COMPACTADOS DINAMICAMENTE.

MUESTRA DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC"

ESPECIMEN No. 1

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 9
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.94078 m³.

PRUEBA NUMERO	1	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g		3750	650	615	430			
PESO DEL MOLDE, g		2020	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)		1710	650	615	430			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)		1818	1872	2004	1500			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.		.94078	.3472	.30686	.28667			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g		100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g		79.5	79.1	79.6	79.7			
PESO DEL AGUA, g		20.5	20.1	20.4	20.3			
PESO CAPSULA, g		-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g		79.5	79.1	79.6	79.7			
CONTENIDO DE AGUA, % m		26	26	26	25			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+m}$)		1443	1486	1590	1200			

PVS. PROM. 1425 kg/m³.

HUM. PROM. 25.7 %

- COLUMNA No. 1 PVS. TOTAL
 COLUMNA No. 2 PVS. PARA LA CAPA INFERIOR
 COLUMNA No. 3 PVS. PARA LA CAPA MEDIA
 COLUMNA No. 4 PVS. PARA LA CAPA SUPERIOR.

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANATAC"

ESPECIMEN No. 9

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR.

NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 2
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.94078 m³.

PRUEBA NUMERO 9	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3700	610	530	530			
PESO DEL MOLDE, g	2020	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1680	610	530	530			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1786	1679	1886	1788			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	.94078	.36339	.28109	.29636			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80	78.4	81.4	81.0			
PESO DEL AGUA, g	20	21.6	18.6	19.0			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	80	78.4	81.4	81.0			
CONTENIDO DE AGUA, % w	25	28	23	23			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1429	1312	1533	1454			

PVS. PROM. 1433 kg/m³.

HUM. PROM. 24.6 %

ESPECIMEN No. 3

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR

NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 2
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.94078 m³.

PRUEBA NUMERO 3	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3720	630	585	490			
PESO DEL MOLDE, g	2020	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1700	630	585	490			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1807	1814	1725	1926			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	.94078	.34724	.33916	.25437			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80	79.9	79.5	79.2			
PESO DEL AGUA, g	20	20.1	20.5	20.8			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	80	79.9	79.5	79.2			
CONTENIDO DE AGUA, % w	25	25	26	26			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1446	1451	1369	1509			

PVS. PROM. 1450 kg/m³.

HUM. PROM. 25.6 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC"

ESPECIMEN No. 4

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg.
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. MOLDE NUM. 3
 VOLUMEN (V) 0.94078 m³.

PRUEBA NUMERO 4	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3710	660	530	510			
PESO DEL MOLDE, g	2020	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1690	660	530	510			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1796	1739	1875	1851			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen	.94078	.37954	.28264	.27860			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	82.5	81.79	81.35	84.2			
PESO DEL AGUA, g	17.5	18.21	18.65	15.8			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	82.5	81.79	81.35	84.2			
CONTENIDO DE AGUA, % (w)	27	22	23	19			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+w}$)	1484	1425	1524	1538			

PVS. PROM. 1496 kg./m³.

ITM. PROM. 21.3 %

ESPECIMEN No. 5

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg.
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. MOLDE NUM. 3
 VOLUMEN (V) 0.9092 m³.

PRUEBA NUMERO 5	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3695	680	725	390			
PESO DEL MOLDE, g	1990	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1705	680	725	390			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1835	2474	1806	1540			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	.9092	.27481	.40139	.25317			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	77.5	77.0	77.6	77.9			
PESO DEL AGUA, g	22.5	22.1	22.4	22.1			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	77.5	77.0	77.6	77.9			
CONTENIDO DE AGUA, % (w)	29	30	29	28			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+w}$)	1422	1903	1400	1203			

PVS. PROM. 1503 kg./m³.

ITM. PROM. 29.0 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANHUAC"

ESPECIMAN No. 6

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292 m³.

PRUEBA NUMERO 6	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3715	477.3	667.6	560.6			
PESO DEL MOLDE, g	1990	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1725	477.3	667.6	560.6			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1856	1771	1679	1687			
CAPSULA NUMERO <u>volumen del especimen.</u>	.9292	.2695	.3976	.3324			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	77	76.4	76.5	76.8			
PESO DEL AGUA, g	23	23.6	23.5	23.2			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	77	76.4	76.5	76.8			
CONTENIDO DE AGUA, % m	30	31	31	30			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+m}$)	1427	1351	1281	1298			

PVS. PROM. 1310 kg./m³.

HUM. PROM. 30.6 %

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR ESPECIMEN No. 7
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292 m³.

PRUEBA NUMERO 7	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3720	465	600	660			
PESO DEL MOLDE, g	1990	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1730	465	600	660			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1862	1834	1868	1827			
CAPSULA NUMERO <u>volumen del especimen.</u>	.9292	.24676	.32127	.36133			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	78	78	77.6	77.5			
PESO DEL AGUA, g	22	22	22.4	22.5			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	78	78	77.6	77.5			
CONTENIDO DE AGUA, % m	27	28	29	29			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+m}$)	1455	1472	1448	1416			

PVS. PROM. 1446 kg./m³.

HUM. PROM. 28.7 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC"

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR ESPECIMEN No. 8
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 2
 NUM. DE GOLFES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292 m³.

PRUEBA NUMERO	8	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3710	595	610	490				
PESO DEL MOLDE, g	1990	-	-	-				
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	1720	595	610	490				
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1851	1807	1767	1923				
CAPSULA NUMERO <u>volumen del espécimen.</u>	.9292	.32928	.34531	.25477				
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100				
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	78.5	72.2	77.9	77.1				
PESO DEL AGUA, g	21.5	21.8	22.1	22.9				
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-				
PESO SUELO SECO, g	78.5	78.2	77.9	77.1				
CONTENIDO DE AGUA, % m	27	28	28	30				
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+m}$)	1458	1412	1380	1479				

PVS. PROM. 1424 kg./m³.

HUM. PROM. 28.7 %

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR ESPECIMEN No. 9
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLFES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292 m³.

PRUEBA NUMERO	9	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3700	500	630	580				
PESO DEL MOLDE, g	1990	-	-	-				
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	1730	500	630	580				
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1862	1944	1795	1805				
CAPSULA NUMERO <u>volumen del espécimen.</u>	.9292	.25718	.35091	.32127				
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100				
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	78.5	77.6	78.1	78.3				
PESO DEL AGUA, g	21.5	22.4	21.9	21.7				
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-				
PESO SUELO SECO, g	78.5	77.6	78.1	78.3				
CONTENIDO DE AGUA, % m	21.5	22.4	21.9	21.7				
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+m}$)	1466	1507	1405	1410				

PVS. PROM. 1440 kg./m³.

HUM. PROM. 28.3 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC"

TIPO DE PRUEBA _____ PROCTOR ESTANDAR _____ ESPECIMEN No. 10
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292 m³.

PRUEBA NUMERO	10	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3720	490	840	350				
PESO DEL MOLDE, g	1990	-	-	-				
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	1730	490	840	350				
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1862	1848	1814	1740				
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	.9292	.26519	.46308	.20109				
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100				
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	78	78.5	78	78.6				
PESO DEL AGUA, g	22	21.7	22	21.4				
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-				
PESO SUELO SECO, g	78	78.5	78	78.6				
CONTENIDO DE AGUA, % m	27	28	28	27				
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+m}$)	1466	1444	1417	1370				

PVS. PROM. 1410 kg./m³

HUM. PROM. 27.6 %

TIPO DE PRUEBA _____ PROCTOR ESTANDAR _____ ESPECIMEN No. 11
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292 m³.

PRUEBA NUMERO	11	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3712	626	628	493				
PESO DEL MOLDE, g	1990	-	-	-				
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	1722	626	628	493				
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1853	1906	1912	1810				
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	.9292	.32848	.32848	.27240				
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100				
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80	80.7	80.2	80.4				
PESO DEL AGUA, g	80	19.3	19.8	19.6				
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-				
PESO SUELO SECO, g	80	80.7	80.2	80.4				
CONTENIDO DE AGUA, % m	25	24	25	24				
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+m}$)	1483	1537	1529	1460				

PVS. PROM. 1509 kg./m³.

HUM. PROM. 24.5 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC"

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR , ESPECIMEN No. 12
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292 m³.

PRUEBA NUMERO	12	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g		3705	605	522	612			
PESO DEL MOLDE, g		1990	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)		1715	605	522	612			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)		1846	2069	1862	1717			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.		.9292	.29243	.28041	.35652			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g		100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g		80	79.9	80.1	80.8			
PESO DEL AGUA, g		20	20.1	19.9	19.2			
PESO CAPSULA, g		-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g		80	79.9	80.1	80.8			
CONTENIDO DE AGUA, % w		25	25	25	24			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + w}$)		1477	1655	1489	1384			

PVS. PROM. 1509 kg./m³.

HUM. PROM. 24.6 %

TIPO DE PRUEBA _____
 NUM. DE CAPAS _____ PESO PISON _____ MOLDE NUM. _____
 NUM. DE GOLPES POR CAPA _____ ALTURA CAIDA _____ VOLUMEN (V) _____

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g							
PESO DEL MOLDE, g							
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)							
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)							
CAPSULA NUMERO							
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g							
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g							
PESO DEL AGUA, g							
PESO CAPSULA, g							
PESO SUELO SECO, g							
CONTENIDO DE AGUA, % w							
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + w}$)							

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO TOTAL Y A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN ESPECIMENES COMPACTADOS ESTÁTICAMENTE.

MUESTRA DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

ESPECIMEN No. 1

PESO (P) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____		VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³ _____		2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____		EQUIPO No. _____		1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³ _____		HUMEDAD OPTIMA (ω _d) _____		27.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i) _____				21.2
GRADO DE COMPACTACION (C), % _____	100			
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$ _____	1434			
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), % _____	27.0			
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , A = $Wm \frac{\omega_d - \omega_i}{100 + \omega_d}$ _____	187.0			
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_d)}{100} V$ _____	3825			
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w _____	-			
CARGA DE COMPACTACION, kg _____	10700			

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA

NUM. DE CAPAS _____

3

MOLDE NUM. _____

1

VOLUMEN (V) 2.1 dm³

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1380	1370	1070			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3825	1380	1370	1070			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ (γ _m = $\frac{W_m}{V}$)	1821	1811	1841	1787			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.76212	.74397	.59881			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80.2	80.1	80.3	80.6			
PESO DEL AGUA, g	19.8	19.9	19.7	19.4			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	80.2	80.1	80.3	80.6			
CONTENIDO DE AGUA, % m	25	25	25	24			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ (γ _d = $\frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1457	1449	1473	1441			

COLUMNA No. 1 PVS. TOTAL.

COLUMNA No. 2 PVS. CAPA INFERIOR.

PVS. PROMEDIO 1454 kg./m³.

COLUMNA No. 3 PVS. CAPA MEDIA.

HUM. PROMEDIO 24.6 %

COLUMNA No. 4 PVS. CAPA SUPERIOR.

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAIHUAC".

ESPECIMEN No. 2

PESO (Pi) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm. _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ_{dm}) kg/m ³	1434	HUMEDAD OPTIMA (w_0) 27.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w_1)	21.2	
GRADO DE COMPACTACION (C), %	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , $\gamma_d = \frac{C}{100} (\gamma_{dm})$	1434	
HUMEDAD DE PRUEBA (w_2), %	27.0	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , $A = Wm \frac{w_2 - w_1}{100 + w_1}$	187	
PESO MAT. HUMEDO, g; $P_w = \frac{\gamma_d (100 + w_2)}{100} V$	3825	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; $P_i + P_w$	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg	11025	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1507	1231	1041			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	3825	1507	1231	1041			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{Wm}{V}$)	1821	1805	1833	1738			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.83471	.67139	.59881			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	79.4	79.4	79.0	79.4			
PESO DEL AGUA, g	20.6	20.6	21.0	20.6			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	79.4	79.4	79.0	79.4			
CONTENIDO DE AGUA, % m	26	26	27	26			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1446	1433	1443	1380			

PVS. PROM. 1419 kg/m³.

HUM. PROM. 26.3 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

ESPECIMEN No. 3

PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³	1434	HUMEDAD OPTIMA (ω _d) 27.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i)	21.2	
GRADO DE COMPACTACION (C), % _____	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$	1434	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω ₂), % _____	27.0	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , A = $Wm \frac{\omega_2 - \omega_1}{100 - \omega_1}$	187	
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_2)}{100} V$	3825	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg _____	11025	

TIPO DE PRUEBA **PORTER MODIFICADA**

NUM. DE CAPAS **3**

MOLDE NUM. **1**

VOLUMEN (V) **2.1**

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1355	1270	1191			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3825	1355	1270	1191			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1821	1867	1772	1798			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.72583	.71676	.66232			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80	80	80.2	80			
PESO DEL AGUA, g	20	20	19.8	20			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	80	80	80.2	80			
CONTENIDO DE AGUA, % m	25	25	25	25			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1457	1493	1417	1439			

FVS. PROM. 1450 kg/m³.

HUM. PROM. 25.0 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

ESPECIMEN No. 4	
PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³ 2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. 1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³ 1434	HUMEDAD OPTIMA (ω _d) 27.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i) 10.5	
GRADO DE COMPACTACION (C), % 100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$ 1434	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω), % 27.0	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , A = $Wm \frac{\omega_2 - \omega_1}{100 + \omega_1}$ 597	
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_2)}{100} V$ 3825	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w -	
CARGA DE COMPACTACION, kg 10950	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1312	1327	1165			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3825	1312	1327	1165			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ (γ _m = $\frac{W_m}{V}$)	1821	1808	1784	1834			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.7258	.74398	.63518			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80	79.8	79.8	80.2			
PESO DEL AGUA, g	20	20.2	20.2	19.8			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	80	79.8	79.8	80.2			
CONTENIDO DE AGUA, % m	25	25	25	25			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ (γ _d = $\frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1457	1446	1427	1467			

PVS. PROM. 1447 kg./m³.

HUM. PROM. 25.0 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

ESPECIMEN No. 5	
PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³ <u>2100</u>
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. <u>1</u>
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³ <u>1434</u>	HUMEDAD OPTIMA (ω _d) <u>27.0</u>
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i) <u>10.5</u>	
GRADO DE COMPACTACION (C), % _____	<u>100</u>
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ ; γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$ _____	<u>1434</u>
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), % _____	<u>27.0</u>
AGUA POR AGREGAR, cm ³ ; A = $Wm \frac{\omega_p - \omega_i}{100 + \omega_i}$ _____	<u>597.3</u>
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_p)}{100} V$ _____	<u>3825</u>
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w _____	-
CARGA DE COMPACTACION, kg _____	<u>10950</u>

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. _____
 VOLUMEN (V) _____

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1308	1389	1103			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3825	1308	1389	1103			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1821	1802	1870	1737			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.72583	.74398	.63510			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80.8	80.2	80.5	80.6			
PESO DEL AGUA, g	19.2	19.8	19.5	19.4			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	80.8	80.2	80.5	80.6			
CONTENIDO DE AGUA, % m	24	24	24	24			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1469	1453	1505	1401			

PVS. PROM. 1453 Kg./m³.

HUM. PROM. 24.0 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

ESPECIMEN No. 6	
PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³ 2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. 1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (Y _{dm}) kg/m ³ 1434	HUMEDAD OPTIMA (ω _d) 27.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i) 10.5	
GRADO DE COMPACTACION (C), % 100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , $Y_d = \frac{C}{100} (Y_{dm})$ 1434	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), % 27.0	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , $A = W_m \frac{\omega_p - \omega_i}{100 + \omega_i}$ 597.3	
PESO MAT. HUMEDO, g; $P_w = \frac{Y_d}{1000} \frac{(100 + \omega_p)}{100} V$ 3825	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w -	
CARGA DE COMPACTACION, kg 11025	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1311	1289	1185			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3825	1311	1289	1185			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V} -$)	1821	1806	1821	1765			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.72583	.70768	.67139			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	79.1	79.0	79.7	78.8			
PESO DEL AGUA, g	20.9	21.0	20.3	21.2			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	79.1	79.0	79.7	78.8			
CONTENIDO DE AGUA, % m	26	27	25	27			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1446	1422	1457	1390			

PVS. PROM. 1423 kg./m³.

HUM. PROM. 26.3 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

ESPECIMEN No. 7

PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No.	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _d max) kg/m ³	1434	HUMEDAD OPTIMA (w _d) 27.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w _i)	21.2	
GRADO DE COMPACTACION (C), %	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$	1434	
HUMEDAD DE PRUEBA (w _p), %	27.0	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , A = $Wm \frac{w_2 - w_1}{100 + w_1}$	187	
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d}{1000} \frac{(100 + w_2)}{100} V$	3825	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg	10475	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3

MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1360	1300	1120			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3825	1360	1300	1120			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ (γ _m = $\frac{W_m}{V}$)	1821	1784	1791	1815			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.76212	.72583	.61695			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80.0	80.2	80.9	80.8			
PESO DEL AGUA, g	20.0	19.8	19.1	19.2			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	80.0	80.2	80.9	80.8			
CONTENIDO DE AGUA, % w	25	25	24	24			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ (γ _d = $\frac{\gamma_m}{1 + w}$)	1457	1428	1444	1464			

PVS. PROM. 1445 kg./m³.

HUM. PROM. 24.3 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

ESPECIMEN No. 8

PESO (P) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _d) kg/m ³	1434	HUMEDAD OPTIMA (ω) 27.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω)	10.5	
GRADO DE COMPACTACION (C), %	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$	1434	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω), %	27.0	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , A = $Wm \frac{\omega_2 - \omega_1}{100} \frac{1}{\omega_1}$	597.3	
PESO MAT. HUMEDO, g, P _w = $\frac{\gamma_d}{1000} \frac{(100 + \omega_2)}{100} V$	3825	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg	11025	

TIPO DE PRUEBA
NUM. DE CAPAS

PORTER MODIFICADA

3

MOLDE NUM. 1
VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1368	1325	1100			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3825	1368	1325	1100			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ (γ _m = $\frac{W_m}{V}$)	1821	1861	1825	1708			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	73490	72583	64417			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80.8	80.5	80.5	80.3			
PESO DEL AGUA, g	19.2	19.5	19.5	19.7			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	80.8	80.5	80.5	80.3			
CONTENIDO DE AGUA, % (ω)	24	24	24	25			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ (γ _d = $\frac{W_m}{1 + \omega}$)	1469	1501	1472	1367			

PVS. PROM. 1447 kg./m³.

HUM. PROM. 24.3 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

ESPECIMEN No. 9	
PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³ 2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. 1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³ 1434	HUMEDAD OPTIMA (ω _d) 27.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i) 10.5	
GRADO DE COMPACTACION (C), % _____	100
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$ _____	1434
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), % _____	27
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , A = $Wm \frac{\omega_2 - \omega_1}{100 + \omega_1}$ _____	567.0
PESO MAT. HUMEDO, g, P _w = $\frac{\gamma_d}{1000} \frac{100 + \omega_2}{100} V$ _____	3825
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g, P _i + P _w _____	11025
CARGA DE COMPACTACION, kg _____	11025

TIPO DE PRUEBA **PORTER MODIFICADA**
 NUM. DE CAPAS **3** MOLDE NUM. **1**
 VOLUMEN (V) **2.1**

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1398	1364	1042			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3825	1398	1364	1042			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ (γ _m = $\frac{W_m}{V}$)	1821	1813	1811	1794			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.77119	.75305	.58066			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	79.1	78.6	79.0	78.8			
PESO DEL AGUA, g	20.9	21.4	21.0	21.2			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	79.1	78.6	79.0	78.8			
CONTENIDO DE AGUA, % m	26	27	27	27			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ (γ _d = $\frac{W_m}{1 + m}$)	1446	1427	1426	1413			

PVS. PROM. 1422 kg./m³.

HUM. PROM. 27.0 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC"

ESPECIMEN No. 10

PESO (P) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³	1434	HUMEDAD OPTIMA (ω _o) 27.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i)	10.5	
GRADO DE COMPACTACION (C), %	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ ; γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$	1434	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), %	27.0	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ ; A = $Wm \frac{\omega_2 - \omega_1}{100 + \omega_1}$	567	
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_2)}{100} V$	3825	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _t + P _w	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg	10825	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1320	1350	1140			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3825	1320	1350	1140			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ (γ _m = $\frac{W_m}{V}$)	1821	1774	1815	1848			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	2.1	.74397	.74397	.61695			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80.7	80.9	81.0	80.6			
PESO DEL AGUA, g	19.3	19.1	19.0	19.4			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	80.7	80.9	81.0	80.6			
CONTENIDO DE AGUA, % ω	24	24	23	24			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ (γ _d = $\frac{W_m}{1 + \omega}$)	1469	1431	1475	1490			

PVS. PROM. 1465 kg./m³.

HUM. PROM. 23.7 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

ESPECIMEN No. 11

PESO (P) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³ _____	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ_{dm}) kg/m ³ _____	1434	HUMEDAD OPTIMA (w_d) _____
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w_i) _____	10.5	27.0
GRADO DE COMPACTACION (C), % _____	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ ; $\gamma_d = \frac{C}{100} (\gamma_{dm})$ _____	1434	
HUMEDAD DE PRUEBA (w_p), % _____	27.0	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ ; $A = Wm \frac{w_d - w_i}{100 + w_i}$ _____	567	
PESO MAT. HUMEDO, g; $P = \frac{\gamma_d}{1000} \frac{(100 + w_d) V}{100}$ _____	3825	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; $P_i + P_w$ _____	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg _____	11059	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1330	1360	1120			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	3825	1330	1360	1120			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{Wm}{V_m}$)	1821	1810	1828	1764			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	2.1	.73490	.74397	.63510			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	81.0	80.9	81.3	81.4			
PESO DEL AGUA, g	19.0	19.1	19.7	19.6			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	81.0	80.9	81.3	81.4			
CONTENIDO DE AGUA, % m	23	24	23	23			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{Wm}{1 + m}$)	1481	1459	1483	1434			

PVS. PROM. 1460 kg./m³.

HUM. PROM. 23.3 %

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

ESPECIMEN No. 12

PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³	HUMEDAD OPTIMA (ω _d)	27.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i)		10.5
GRADO DE COMPACTACION (C), %	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , γ _d = $\frac{C}{100} \gamma_{dm}$	1434	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), %	27.0	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , A = $Wm \frac{\omega_2 - \omega_1}{100 + \omega_1}$	567.0	
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_2)}{100} V$	3825	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg	11025	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA

NUM. DE CAPAS 3

MOLDE NUM. 1
VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3825	1338	1320	1147			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3825	1338	1320	1147			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1821	1798	1818	1806			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.74397	.72583	.63510			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80.6	80.3	80.4	80.4			
PESO DEL AGUA, g	19.4	19.7	19.6	19.6			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	80.6	80.3	80.4	80.4			
CONTENIDO DE AGUA, % ω	24	25	24	24			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + \omega}$)	1469	1439	1467	1456			

PVS. PROM. 1454 kg./m³.

HUM. PROM. 24.3 %

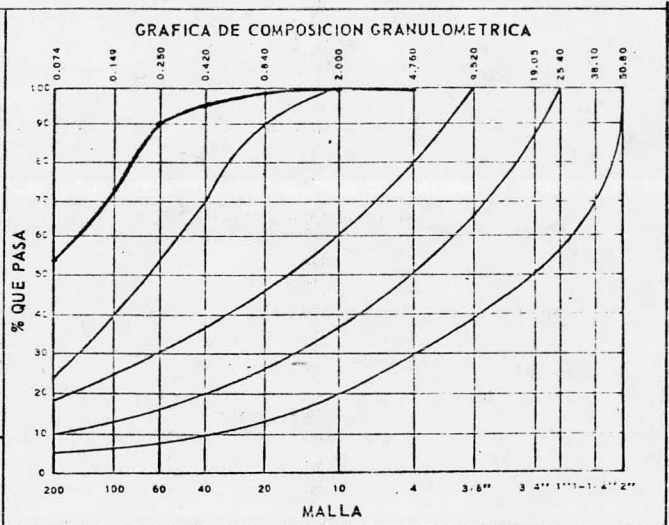
SEGUNDA MUESTRA DEL BANCO: CORTE DEL LADO IZQUIERO DE LA CARRETERA:
"BARRIENTOS - LA QUEBRADA".

PASA No. 4	-	-	-	100
S U M A				

DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (Por lavado)

MALLA No.	PESO RETENIDO PARCIAL, Grs.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	1.6	1.0	1.0	99.0
20	2.2	1.0	2.0	98.0
40	5.3	3.0	5.0	95.0
60	10.3	5.0	10.0	90.0
100	36.7	18.0	28.0	72.0
200	37.8	19.0	47.0	53.0
PASA No. 200	106.1	53.0	100.0	-
S U M A	200.0	100.0	-	-

PESO VOL. SUELTO KG/M3. _____
 PESO VOL. MAXIMO KG/M3. _____
 HUMEDAD OPTIMA _____
 % QUE PASA MALLA _____
 2" _____
 1.1 2" _____
 1" _____
 3/4" _____
 3/8" _____
 Nº 4 100
 " 10 99
 " 20 98
 " 40 95
 " 60 90
 " 100 72
 " 200 53
 % DESPERDICIO en la muestra _____
 V. R. S. (ESTANDAR) % _____
 % EXPANSION _____
 VALOR CEMENTANTE _____



PRUEBAS EN MAT. MAYOR 3/8"	PRUEBAS SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR MALLA Nº 40	
ABSORCION _____	LIMITE LIQUIDO <u>52.50</u>	EQUIV. HUMEDAD CAMFO _____
DENSIDAD <u>2.57</u>	LIMITE PLASTICO <u>31.00</u>	CONTRACCION LINEAL <u>12.48</u>
	INDICE PLASTICO <u>21.50</u>	Equiv. de arena _____

ENSAYE REALIZADO A LA MUESTRA DEL BANCO "BARRIENTOS - LA QUEBRADA".

PRUEBA SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 40

LABORATORISTA _____ FECHA _____

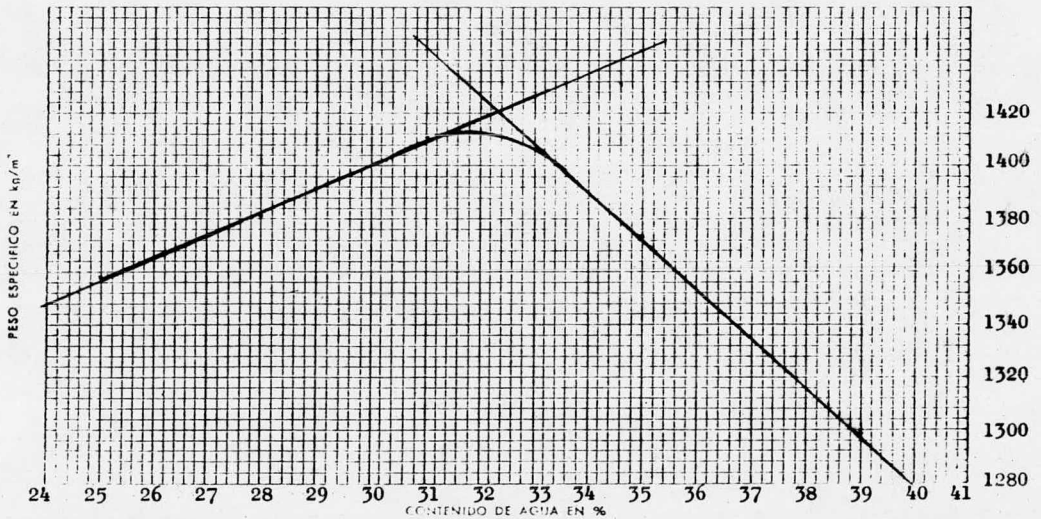
ENSAYE NUMERO		1	2		
LIMITE LIQUIDO	RECIPIENTE No.	50	20		
	Pw + RECIPIENTE _____ (1)	36.85	36.54		
	Ps + RECIPIENTE _____ (2)	31.67	31.18		
	AGUA=(1)-(2)=(3)	5.18	5.36		
	Ps + RECIPIENTE _____ (2)	31.67	31.18		
	RECIPIENTE _____ (4)	21.75	21.04		
	Ps=(2)-(4)=(5)	9.92	10.14		
	LIMITE LIQUIDO = $\frac{(3)}{(5)} \times 100 (6)$	52.20	52.80		
LIMITE PLASTICO	RECIPIENTE No.	74	75		
	Pw + RECIPIENTE _____ (7)	26.80	26.05		
	Ps + RECIPIENTE _____ (8)	25.44	24.87		
	AGUA=(7)-(8)=(9)	1.36	1.18		
	Ps + RECIPIENTE _____ (8)	25.44	24.87		
	RECIPIENTE _____ (10)	21.09	21.05		
	Ps=(8) (10) = (11)	4.35	3.82		
	LIMITE PLASTICO = $\frac{(9)}{(11)} \times 100 (12)$	31.30	30.80		
INDICE PLASTICO= (6) - (12)		21.50	21.50		
CONTRACCION LINEAL	MOLDE No.	10			
	LONGITUD DEL MOLDE, MM _____ (13)	9.85			
	LONG. BARRA MAT. SECO, MM. _____ (14)	8.62			
	% CONTRACCION LINEAL = $100 - \frac{(14)}{(13)} \times 100$	12.48			

**DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO TOTAL DE ACUERDO A LA
PRUEBA TIPO PROCTOR SOP.**

DESCRIPCION DE LA MUESTRA _____	ENSAYE N° _____
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION _____
PROCEDENCIA DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA"	FECHA DE TERMINACION _____
_____	LABORATORISTA _____

TIPO DE PRUEBA **PROCTOR SOP.**
 NUM. DE CAPAS **3** PESO PISON **2.5 kg.** MOLDE NUM. **1**
 NUM. DE GOLPES POR CAPA **30** ALTURA CAIDA **30.0 cms.** VOLUMEN (V) **0.9292**

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3520	3590	3660	3665	3620		
PESO DEL MOLDE, g	1943	1943	1943	1943	1943		
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	1577	1647	1717	1722	1677		
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1697	1772	1848	1853	1805		
CAPSULA NUMERO	10	11	12	13	14		
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100	100		
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80.3	78.0	76.5	74.3	72.0		
PESO DEL AGUA, g	19.7	22.0	23.5	25.7	28.0		
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-	-		
PESO SUELO SECO, g	80.3	78.0	76.5	74.3	72.0		
CONTENIDO DE AGUA, % m	25	28	31	35	39		
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1 + m}$)	1358	1385	1411	1373	1299		



32,2

1416

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO TOTAL Y A DIFERENTES PROFUN-
DIDADES EN ESPECIMENES COMPACTADOS DINAMICAMENTE.

MUESTRA DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA"

ESPECIMEN No. 1

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA _____ VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3640	570	560	490			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	1697	570	560	490			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1826	1779	1747	1699			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	.9292	.32047	.32047	.28842			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	76.3	76.0	76.6	76.4			
PESO DEL AGUA, g	23.7	24.0	23.4	23.6			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	76.3	76.0	76.6	76.4			
CONTENIDO DE AGUA, % m	31	32	31	31			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+m}$)	1394	1347	1334	1297			

PVS. PROM. 1326 kg/m³.

HUM. PROM. 31.3 %

COLUMNA No. 1 PVS. TOTAL
 COLUMNA No. 2 PVS. PARA LA CAPA INFERIOR.
 COLUMNA No. 3 PVS. PARA LA CAPA MEDIA.
 COLUMNA No. 4 PVS. PARA LA CAPA SUPERIOR.

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA".

ESPECIMEN No. 2

TIPO DE PRUEBA **PROCTOR ESTANDAR**

NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3580	540	560	500			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	1637	540	560	500			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1762	1728	1705	1734			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen	.9292	.31246	.32848	.28842			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	75.9	76.2	76.7	76.2			
PESO DEL AGUA, g	24.1	23.8	23.3	23.8			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	75.9	76.2	76.7	76.2			
CONTENIDO DE AGUA, % m	32	31	30	31			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+m}$)	1335	1319	1311	1323			

PVS. PROM. 1318 kg/m³

HUM. PROM. 30.6 %

ESPECIMEN No. 3

TIPO DE PRUEBA **PROCTOR ESTANDAR**

NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3660	582	600	504			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	1717	582	600	504			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1848	1816	1827	1797			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen	.9292	.32047	.32848	.28041			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	75.8	75.0	75.7	75.0			
PESO DEL AGUA, g	24.2	25.0	24.3	25.0			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	75.8	75.0	75.7	75.0			
CONTENIDO DE AGUA, % m	32	33	32	32			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+m}$)	1401	1362	1382	1359			

PVS. PROM. 1368 kg/m³.

HUM. PROM. 32.6 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA".

ESPECIMEN No. 4

TIPO DE PRUEBA **PROCTOR ESTANDAR**

NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3640	600	572	525			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1697	600	572	525			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1826	1849	1785	1846			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen	.9292	.32447	.32047	.28442			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	76.0	75.5	75.5	75.5			
PESO DEL AGUA, g	24.0	24.5	24.5	24.5			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	76.0	75.5	75.5	75.5			
CONTENIDO DE AGUA, % w	32	32	32	32			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+w}$)	1384	1401	1352	1398			

PVS. PROM. 1384 kg/m³.

HUM. PROM. 32.0 %

ESPECIMEN No. 5

TIPO DE PRUEBA **PROCTOR ESTANDAR**

NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3590	654	492	490			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1647	654	492	490			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1772	1814	1706	1747			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen	.9292	.36053	.28842	.28041			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	76.2	75.9	76.1	76.1			
PESO DEL AGUA, g	23.8	24.1	23.9	23.9			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	76.2	75.9	76.1	76.1			
CONTENIDO DE AGUA, % w	31	32	31	31			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+w}$)	1353	1374	1302	1334			

PVS. PROM. 1337 kg/m³.

HUM. PROM. 31.3 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA".

ESPECIMEN No. 6

TIPO DE PRUEBA **PROCTOR ESTANDAR**
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3620	585	595	485			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1677	585	595	485			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1805	1825	1811	1730			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	.9292	.32047	.32848	.28041			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	74.9	74.9	75.6	75.5			
PESO DEL AGUA, g	25.1	25.1	24.4	24.4			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	74.9	74.9	75.6	75.5			
CONTENIDO DE AGUA, % w	34	34	32	32			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1 + w}$)	1347	1362	1372	1310			

PVS. PROM. 1348 kg/m³.

HUM. PROM. 32.3 %

TIPO DE PRUEBA **PROCTOR ESTANDAR** ESPECIMEN No. 7
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3628	604	578	496			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1685	604	578	496			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1813	1885	1804	1720			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	.9292	.32047	.320147	.28842			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	75.6	75.0	75.4	75.2			
PESO DEL AGUA, g	24.4	25.0	24.6	24.8			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	75.6	75.0	75.4	75.2			
CONTENIDO DE AGUA, % w	32	33	33	33			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1 + w}$)	1374	1417	1356	1293			

PVS. PROM. 1355 kg/m³.

HUM. PROM. 33.0 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA"

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR ESPECIMEN No. 8
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3620.	595	553	534			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1677	595	553	534			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1805	1857	1726	1851			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	.9292	.32047	.32047	.28843			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	74.6	74.9	75.3	75.2			
PESO DEL AGUA, g	25.4	25.1	24.7	24.8			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	74.6	74.9	75.3	75.2			
CONTENIDO DE AGUA, % (w)	34	34	33	33			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+w}$)	1347	1386	1288	1392			

PVS. PROM. 1355 kg./m³.

HUM. PROM. 33.3 %

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR ESPECIMEN no. 9
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3580	538	586	494			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1637	538	586	494			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1762	1679	1784	1762			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	.9292	.32047	.32848	.28041			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	76.4	76.4	76.3	76.5			
PESO DEL AGUA, g	23.6	23.6	23.7	23.5			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	76.4	76.4	76.3	76.5			
CONTENIDO DE AGUA, % (w)	31	31	31	30			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+w}$)	1345	1281	1362	1355			

PVS. PROM. 1333 kg/m³.

HUM. PROM. 30.6 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA".

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR ESPECIMEN No. 10
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3605	587	557	506			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1662	587	557	506			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1789	1832	1738	1754			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	.9292	.32047	.32047	.26842			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	76.1	75.8	75.6	75.8			
PESO DEL AGUA, g	23.9	24.2	24.4	24.2			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	76.1	75.8	75.6	75.8			
CONTENIDO DE AGUA, % m	31	32	32	32			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+m}$)	1365	1388	1317	1329			

PVS. PROM. 1345 kg./m³.

HUM. PROM. 32.0 %

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR ESPECIMEN No. 11
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3650	570	570	490			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1707	570	570	490			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1837	1779	1779	1690			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	.9292	.32047	.32047	.28842			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	76.8	76.6	76.8	76.8			
PESO DEL AGUA, g	23.2	23.4	23.2	23.2			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	76.8	76.6	76.8	76.8			
CONTENIDO DE AGUA, % m	30	31	30	30			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+m}$)	1413	1353	1368	1307			

PVS. PROM. 1344 kg./m³.

HUM. PROM. 30.3 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA".

ESPECIMEN No. 12

TIPO DE PRUEBA PROCTOR ESTANDAR

NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 3
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 25 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3639	590	566	502			
PESO DEL MOLDE, g	1943	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1696	590	566	502			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1825	1818	1766	1765			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	.9292	.32447	.32047	.28442			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	75.0	75.0	74.6	75.0			
PESO DEL AGUA, g	25.0	25.0	25.4	25.0			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	75.0	75.0	74.6	75.0			
CONTENIDO DE AGUA, % m	33	33	34	33			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+m}$)	1372	1367	1318	1327			

PVS. PROM. 1357.3 kg./m³.

NUM. PROM. 33.3 %

TIPO DE PRUEBA _____

NUM. DE CAPAS _____ PESO PISON _____ MOLDE NUM. _____
 NUM. DE GOLPES POR CAPA _____ ALTURA CAIDA _____ VOLUMEN (V) _____

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g							
PESO DEL MOLDE, g							
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)							
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)							
CAPSULA NUMERO							
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g							
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g							
PESO DEL AGUA, g							
PESO CAPSULA, g							
PESO SUELO SECO, g							
CONTENIDO DE AGUA, % m							
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+m}$)							

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO TOTAL Y A DIFERENTES PROFUNDIDADES EN ESPECIMENES COMPACTADOS ESTATICAMENTE.

MUESTRA DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA".

ESPECIMEN No. 1

PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³ 2100	
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. 1	
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³ 1325	HUMEDAD OPTIMA (ω _d) 32	
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i) 17.0		
GRADO DE COMPACTACION (C), % 100		
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$ 1325		
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), % 32		
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , A = $Wm \frac{100 - \omega_1}{100 + \omega_1}$ 513		
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_2)}{1000} V$ 3673		
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w -		
CARGA DE COMPACTACION, kg 11750		

TIPO DE PRUEBA **PORTER MODIFICADA**
 NUM. DE CAPAS **3** MOLDE NUM. **1**
 VOLUMEN (V) **2.1**

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1290	1260	1120			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3673	1290	1260	1120			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ (γ _m = $\frac{W_m}{V}$)	1749	1713	1736	1789			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	2.1	.75305	.72583	.62603			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	78.9	78.1	77.8	79.0			
PESO DEL AGUA, g	21.1	21.9	22.2	21.0			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	78.9	78.1	77.8	79.0			
CONTENIDO DE AGUA, % m	27	28	29	27			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ (γ _d = $\frac{W_m}{1 + m}$)	1377	1338	1346	1409			

CDLUMNA No. 1 PVS. TOTAL.

COLUMNA No. 2 PVS. CAPA INFERIOR.

PVS. PROM. 1364 Kg./m³.

COLUMNA No. 3 PVS. CAPA MEDIA.

HUM. PROM. 28.0 %

COLUMNA No. 4 PVS. CAPA SUPERIOR.

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA"

ESPECIMEN No. 2

PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³ _____	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³ _____	HUMEDAD OPTIMA (ω _d) _____	32.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i) _____		17.0
GRADO DE COMPACTACION (C), % _____	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ ; γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$ _____	1325	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), % _____	32	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ ; A = Wm $\frac{\omega_p - \omega_i}{100 + \omega_i}$ _____	513	
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_p)}{100} V$ _____	3673	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w _____	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg _____	11375	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1310	1310	1050			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3673	1310	1310	1050			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1749	1761	1805	1653			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	2.1	.74397	.72583	.63510			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	79.0	79.3	78.7	78.6			
PESO DEL AGUA, g	21.0	20.7	21.3	21.4			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	79.0	79.3	78.7	78.6			
CONTENIDO DE AGUA, % m	27	26	27	27			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1377	1397	1421	1302			

PES. PROM. 1373 kg./m³.

HUM. PROM. 27.0 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA"

ESPECIMEN No. 3

PESO (Pi) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³ _____	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ_{dm}) kg/m ³ _____	HUMEDAD OPTIMA (w_d) _____	32.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w) _____		17.0
GRADO DE COMPACTACION (C), % _____	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ ; $\gamma_d = \frac{C}{100} (\gamma_{dm})$ _____	1325	
HUMEDAD DE PRUEBA (w_p), % _____	32	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ ; $A = Wm \frac{w_d - w_p}{100 + w_d}$ _____	513	
PESO MAT. HUMEDO, g; $P_w = \frac{\gamma_d}{1000} \frac{(100 + w_d)}{100} V$ _____	3673	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; $P_i + P_w$ _____	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg _____	11825	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1290	1250	1130			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	3673	1290	1250	1130			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1749	1777	1722	1730			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	2.1	.72583	.72583	.65325			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	79	79.8	78.9	79.0			
PESO DEL AGUA, g	21	20.2	21.1	21.0			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	79	79.8	78.9	79.0			
CONTENIDO DE AGUA, % m	27	25	27	27			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1 + m}$)	1372	1422	1359	1362			

PVS. PROM. 1380 kg/m³.

HUM. PROM. 26.3 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA"

ESPECIMEN No. 4

PESO (P) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ_{dm}) kg/m ³ _____	HUMEDAD OPTIMA (w_d) _____	32.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w) _____		17.0
GRADO DE COMPACTACION (C), % _____	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , $\gamma_d = \frac{C}{100} (\gamma_{dm})$ _____	1325	
HUMEDAD DE PRUEBA (w), % _____	32	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , $A = Wm \frac{w_2 - w_1}{100 + w_1}$ _____	513	
PESO MAT. HUMEDO, g; $P_w = \frac{\gamma_d}{1000} \frac{(100 + w_2)}{100} V$ _____	3673	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; $P_1 + P_w$ _____	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg _____	11800	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1190	1360	1110			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	3673	1190	1360	1110			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1749	1660	1703	1882			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	2.1	.71676	.79841	.58973			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	79.5	78.8	79.2	78.5			
PESO DEL AGUA, g	20.5	21.2	20.8	21.5			
PESO CAPSULA, g	-	+	-	-			
PESO SUELO SECO, g	79.5	78.8	79.2	78.5			
CONTENIDO DE AGUA, % w	26	27	26	27			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + w}$)	1388	1307	1352	1482			

PVS. PROM. 1380 kg/m³.

HUM. PROM. 26.6 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA"

ESPECIMEN No. 5

PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No.	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³	1325	HUMEDAD OPTIMA (ω _d) 32.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω)	17.0	
GRADO DE COMPACTACION (C), %	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ ; γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$	1325	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω), %	32	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ ; A = $Wm \frac{\omega - \omega_d}{100 + \omega_d}$	513	
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_d)}{100} V$	3673	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg	11600	

TIPO DE PRUEBA **PORTER MODIFICADA**
 NUM. DE CAPAS **3** MOLDE NUM. **1**
 VOLUMEN (V) **2.1**

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1320	1270	1060			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3673	1320	1270	1060			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ (γ _m = $\frac{W_m}{V}$)	1749	1732	1750	1718			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.76212	.72583	.61695			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	79.1	78.9	79.7	79.3			
PESO DEL AGUA, g	20.9	21.1	20.3	20.7			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	79.1	78.9	79.7	79.3			
CONTENIDO DE AGUA, % m	26	27	25	26			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ (γ _d = $\frac{W_m}{1 + m}$)	1388	1364	1400	1364			

PVS. PROM. 1376 kg/m³

HUM. PROM. 26.0 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS - LA QUEBRADA"

ESPECIMEN No. 6

PESO (P) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (Y _{dm}) kg/m ³	HUMEDAD OPTIMA (w _d)	32.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w)		17.0
GRADO DE COMPACTACION (C), %	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ ; $\gamma_d = \frac{C}{100} (\gamma_{dm})$	1325	
HUMEDAD DE PRUEBA (w _p), %	32	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ ; $A = Wm \frac{w_p - w}{100 + w_p}$	513	
PESO MAT. HUMEDO, g; $P = \frac{\gamma_d (100 + w_p)}{100} V$	3673	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P + P _v	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg	11900	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1340	1340	970			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3673	1340	1340	970			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1749	1738	1758	1697			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	2.1	.77119	.76212	.57159			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	79.5	78.4	78.7	78.9			
PESO DEL AGUA, g	20.5	21.6	21.3	21.1			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	79.5	78.4	78.7	78.9			
CONTENIDO DE AGUA, % (w)	26	28	27	27			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + w}$)	1388	1357	1384	1336			

PVS. FROM. 1359 kg/m³.

HUM. FROM. 27.6 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS -LA QUEBRADA".

ESPECIMEN No. 7.

PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm. _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³	HUMEDAD OPTIMA (ω _d)	32.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i)		17.0
GRADO DE COMPACTACION (C), %	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ ; γ _d = $\frac{C}{100} \gamma_{dm}$	1325	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω ₂), %	32	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ ; A = $Wm \frac{\omega_2 - \omega_1}{100 + \omega_1}$	513	
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_2)}{100} V$	3673	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg	11900	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1280	1240	1150			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3673	1280	1240	1150			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ (γ _m = $\frac{W_m}{V}$)	1749	1720	1752	1760			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.74397	.70768	.65325			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	78.3	79.7	79.0	78.6			
PESO DEL AGUA, g	21.7	20.3	21.0	21.4			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	78.3	79.7	79.0	78.6			
CONTENIDO DE AGUA, % ω	28	25	27	27			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ (γ _d = $\frac{\gamma_m}{1 + \omega}$)	1366	1376	1380	1386			

PVS. PROM. 1381 kg/m³.

HUM. PROM. 26.3 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS - LA QUEBRADA".

ESPECIMEN No. 8

PESO (P) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ_{dm}) kg/m ³	1325	HUMEDAD OPTIMA (w_d) 32.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (w_1)	17.0	
GRADO DE COMPACTACION (C), %	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , $\gamma_d = \frac{C}{100} (\gamma_{dm})$	1325	
HUMEDAD DE PRUEBA (w_2), %	32	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , $A = Wm \frac{w_2 - w_1}{100 + w_1}$	513	
PESO MAT. HUMEDO, g; $P_w = \frac{\gamma_d (100 + w_2)}{100} V$	3673	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; $P_t + P_w$	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg	11550	

TIPO DE PRUEBA **PORTER MODIFICADA**
 NUM. DE CAPAS **3**

MOLDE NUM. **1**
 VOLUMEN (V) **2.1**

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1290	1270	1090			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	3673	1290	1270	1090			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1749	1734	1795	1669			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.74397	.70768	.65325			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	78.2	78.5	77.6	79.0			
PESO DEL AGUA, g	24.8	27.5	22.4	27.0			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	78.2	78.5	77.6	79.0			
CONTENIDO DE AGUA, % m	28	27	29	27			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1366	1365	1391	1314			

PVS. PROM. 1357 kg/m³.

HUM. PROM. 27.6 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS - LA QUEBRADA"

ESPECIMEN No. 9

PESO (Pi) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (Y _{dm}) kg/m ³ _____	HUMEDAD OPTIMA (ω _d) _____	32.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i) _____		17.0
GRADO DE COMPACTACION (C), % _____	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ ; $Y_d = \frac{C}{100} (Y_{dm})$ _____	1325	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), % _____	32	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ ; $A = W_m \frac{\omega_p - \omega_i}{100 + \omega_i}$ _____	513	
PESO MAT. HUMEDO, g; $P_w = \frac{Y_d}{100} \frac{(100 + \omega_p) V}{100}$ _____	3673	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w _____	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg _____	11800	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA

NUM. DE CAPAS 3 MOLDE NUM. 1
VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1220	1280	1120			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3673	1220	1280	1120			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1749	1724	1763	1668			
CAPSULA NUMERO volumen del especimen.	2.1	.70768	.72583	.67139			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	78.1	78.3	79.0	79.1			
PESO DEL AGUA, g	21.9	21.7	21.0	20.9			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	78.1	78.3	79.0	79.1			
CONTENIDO DE AGUA, % m	28	28	27	26			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1366	1347	1389	1324			

PVS. PROM. 1353 kg/m³.

HUM. PROM. 27.0 %

MUESTRA DEL BANCO "BARRIENTOS - LA QUEBRADA".

ESPECIMEN no. 10

PESO (P) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (Y _d m) kg/m ³	HUMEDAD OPTIMA (ω _d)	32.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω)		17.0
GRADO DE COMPACTACION (C), %	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ ; Y _d = $\frac{C}{100} (Y_{dm})$	1325	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), %	32	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ ; A = $Wm \frac{\omega_2 - \omega_1}{100 + \omega_1}$	513	
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{Y_d (100 + \omega_2)}{100} V$	3673	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _f + P _w	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg	11875	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA
 NUM. DE CAPAS 3

MOLDE NUM. 1
 VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1140	1245	1285			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3673	1140	1245	1285			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1749	1745	1715	1770			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.65323	.72583	.72583			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	77.0	80.0	79.4	78.6			
PESO DEL AGUA, g	23.0	20.0	20.6	21.4			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	77.0	80.0	79.4	78.6			
CONTENIDO DE AGUA, % (ω)	30	25	26	27			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + \omega}$)	1343	1396	1361	1394			

PVS. PROM. 1384 kg/m³.

HUM. PROM. 26.0 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS - LA QUEBRADA".

ESPECIMEN No. 11

PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm. _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³	1325	HUMEDAD OPTIMA (ω _d) 32.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω _i) _____	17.0	
GRADO DE COMPACTACION (C), % _____	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , γ _d = $\frac{C}{100} (\gamma_{dm})$	1325	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), % _____	32	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , A = $Wm \frac{\omega_2 - \omega_1}{100 + \omega_1}$	513	
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_2)}{100} V$	3673	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w _____	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg _____	11850	

TIPO DE PRUEBA PORTER MODIFICADA

NUM. DE CAPAS 3

MOLDE NUM. 1
VOLUMEN (V) 2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1100	1360	1200			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3673	1100	1360	1200			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ (γ _m = $\frac{W_m}{V}$)	1749	1783	1743	1696			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.61695	.78027	.70768			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	78.5	79.9	79.4	79.3			
PESO DEL AGUA, g	21.5	20.1	20.6	20.7			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	78.5	79.9	79.4	79.3			
CONTENIDO DE AGUA, % m	27	25	26	26			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ (γ _d = $\frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1377	1426	1383	1346			

PVS. FROM. 1385 kg/m³.

HUM. FROM. 25.6 %

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA"

ESPECIMEN No. 12

PESO (P _i) DEL MOLDE, COLLARIN Y BASE, _____	VOLUMEN (V) DEL MOLDE SIN COLLARIN, cm ³ _____	2100
ALTURA DEL BORDE SUPERIOR DEL COLLARIN A LA PLACA DE CARGA, cm _____	EQUIPO No. _____	1
PESO ESPECIFICO SECO MAXIMO (γ _{dm}) kg/m ³ _____	HUMEDAD OPTIMA (ω _p) _____	32.0
HUMEDAD QUE CONTIENE EL MATERIAL (ω) _____	17.0	
GRADO DE COMPACTACION (C), % _____	100	
PESO ESPECIFICO SECO kg/m ³ , γ _d = $\frac{C}{100}(\gamma_{dm})$ _____	1325	
HUMEDAD DE PRUEBA (ω _p), % _____	32	
AGUA POR AGREGAR, cm ³ , A = Wm $\frac{\omega_p - \omega}{100 + \omega_p}$ _____	513	
PESO MAT. HUMEDO, g; P _w = $\frac{\gamma_d (100 + \omega_p)}{100} V$ _____	3673	
PESO DEL EQUIPO CON EL MAT. HUMEDO g; P _i + P _w _____	-	
CARGA DE COMPACTACION, kg _____	11600	

TIPO DE PRUEBA _____
 NUM. DE CAPAS _____

PORTER MODIFICADA

3

MOLDE NUM. _____
 VOLUMEN (V) _____

1

2.1

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3673	1330	1280	1040			
PESO DEL MOLDE, g	-	-	-	-			
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	3673	1330	1280	1040			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ (γ _m = $\frac{W_m}{V}$)	1749	1745	1763	1686			
CAPSULA NUMERO volumen del espécimen.	2.1	.76212	.72583	.61695			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	78.4	79.5	79.6	79.2			
PESO DEL AGUA, g	21.6	20.5	20.4	20.8			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	78.4	79.5	79.6	79.2			
CONTENIDO DE AGUA, % m	28	26	26	26			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ (γ _d = $\frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1366	1385	1400	1338			

PVS. PROM. 1374 kg/m³.

HUM. PROM. 26.0 %

ESTUDIO DE VARIABILIDAD DE LOS PESOS VOLUMETRICOS:

Determinación de la capa que obtiene el mayor peso volumétrico seco de los 12 espécimenes compactados tanto dinamicamente como estaticamente.

1ª Muestra del Banco "La Cementera Anahuac".

Espécimenes compactados dinamicamente mediante la prueba tipo Proctor estandar, (25 golpes por capa)

ESPE CIMEN No.	PVS. EN KG./M3.			CAPA QUE OBTIENE MAYOR PVS.	MEDIA ARITMETICA	VARIANCIA --	CV.
	CAPA INFERIOR	CAPA MEDIA	CAPA SUPERIOR				
1.-	1486.0	1590.0	1200.0	MEDIA	1425.0	40,785.5	14.17
2.-	1312.0	1533.0	1454.0	MEDIA	1433.0	12,531.0	7.81
3.-	1451.0	1369.0	1529.0	SUPERIOR	1450.0	6,401.5	5.50
4.-	1425.0	1524.0	1538.0	SUPERIOR	1496.0	3,794.5	4.12
5.-	1903.0	1400.0	1203.0	INFERIOR	1502.0	130,303.0	24.03
6.-	1351.0	1281.0	1298.0	INFERIOR	1310.0	1,333.0	2.78
7.-	1472.0	1448.0	1416.0	INFERIOR	1445.0	789.5	1.94
8.-	1412.0	1380.0	1479.0	SUPERIOR	1424.0	2,552.5	3.54
9.-	1507.0	1403.0	1410.0	INFERIOR	1440.0	3,379.0	4.03
10.-	1444.0	1417.0	1370.0	INFERIOR	1410.0	1,402.5	2.65
11.-	1537.0	1529.0	1460.0	INFERIOR	1509.0	1,792.5	2.80
12.-	1655.0	1489.0	1384.0	INFERIOR	1509.0	18,670.5	9.05
MEDIA ARITMETICA	1481.0 100%	1447.0 98%	1409.0 95%				

1ª Muestra del Banco "La Cementera Anahuac"

Espécímenes compactados estaticamente mediante la prueba tipo Porter Modificada.

ESPECIMEN No.	PVS. EN KG./M ³			CAPA QUE OBTIENE MAYOR PVS.	MEDIA ARITMETICA	VARIANCIA --	CV.
	CAPA INFERIOR	CAPA MEDIA	CAPA SUPERIOR				
1.-	1449.0	1473.0	1441.0	MEDIA	1454.0	277.5	1.14
2.-	1433.0	1443.0	1380.0	MEDIA	1419.0	1,146.5	2.39
3.-	1493.0	1417.0	1439.0	INFERIOR	1450.0	3,059.0	3.81
4.-	1446.0	1427.0	1467.0	SUPERIOR	1447.0	400.5	1.40
5.-	1453.0	1505.0	1401.0	MEDIA	1453.0	2,704.0	3.60
6.-	1422.0	1457.0	1390.0	MEDIA	1423.0	1,123.0	2.40
7.-	1428.0	1444.0	1464.0	SUPERIOR	1445.0	4,974.5	4.90
8.-	1501.0	1472.0	1367.0	INFERIOR	1447.0	998.5	2.18
9.-	1427.0	1426.0	1413.0	INFERIOR	1422.0	61.0	0.55
10.-	1431.0	1475.0	1490.0	SUPERIOR	1465.0	940.5	2.09
11.-	1459.0	1483.0	1434.0	MEDIA	1459.0	600.5	1.70
12.-	1439.0	1467.0	1456.0	MEDIA	1454.0	198.0	0.96
MEDIA ARITMETICA	1452.0	1457.0	1428.0				
	99.6%	100%	98%				

2ª Muestra del Banco "Barrientos - La Quebrada"

Espécímenes compactados dinámicamente mediante la prueba tipo Proctor estandar, (25 golpes por capa)

PVS. EN KG./M³.

ESPECIMEN No.	CAPA INFERIOR	CAPA MEDIA	CAPA SUPERIOR	CAPA QUE OBTIENE MAYOR PVS.	MEDIA ARITMETICA	VARIANCIA	CV.
1.-	1347.0	1334.0	1297.0	INFERIOR	1326.0	673.0	1.95
2.-	1319.0	1311.0	1323.0	SUPERIOR	1318.0	37.5	0.46
3.-	1362.0	1382.0	1359.0	MEDIA	1368.0	156.5	0.91
4.-	1401.0	1352.0	1398.0	INFERIOR	1384.0	754.5	1.98
5.-	1374.0	1302.0	1334.0	INFERIOR	1337.0	1301.5	2.69
6.-	1362.0	1372.0	1310.0	MEDIA	1348.0	1108.0	2.47
7.-	1417.0	1356.0	1293.0	INFERIOR	1355.0	3844.5	4.57
8.-	1386.0	1288.0	1392.0	SUPERIOR	1355.0	3409.5	4.30
9.-	1281.0	1362.0	1355.0	MEDIA	1333.0	2014.5	3.36
10.-	1388.0	1317.0	1329.0	INFERIOR	1345.0	1444.5	2.82
11.-	1353.0	1368.0	1307.0	MEDIA	1343.0	1010.5	2.37
12.-	1367.0	1318.0	1327.0	INFERIOR	1337.0	680.5	1.95
MEDIA ARITMETICA	1363.0	1338.0	1335.0				
	100%	96.7%	97.8%				

2ª Muestra del Banco "Barrientos - La Quebrada"

Espécimenes compactados estaticamente mediante la prueba tipo Porter Modificada.

PVS. EN KG/M³.

ESPECIMEN No.	CAPA INFERIOR	CAPA MEDIA	CAPA SUPERIOR	CAPA QUE OBTIENE MAYOR PVS.	MEDIA ARITMETICA	VARIANCIA --	CV.
1.-	1338.0	1346.0	1409.0	SUPERIOR	1364.0	1512.5	2.85
2.-	1397.0	1421.0	1302.0	MEDIA	1373.0	3960.5	4.58
3.-	1422.0	1358.0	1369.0	INFERIOR	1383.0	1206.0	2.51
4.-	1307.0	1352.0	1482.0	SUPERIOR	1380.0	8258.5	6.58
5.-	1364.0	1400.0	1364.0	MEDIA	1376.0	432.0	1.51
6.-	1357.0	1384.0	1336.0	MEDIA	1359.0	579.0	1.77
7.-	1376.0	1380.0	1386.0	SUPERIOR	1381.0	25.5	0.37
8.-	1365.0	1391.0	1314.0	MEDIA	1357.0	1534.5	2.88
9.-	1347.0	1389.0	1324.0	MEDIA	1353.0	1086.5	2.43
10.-	1396.0	1361.0	1394.0	INFERIOR	1384.0	386.5	1.42
11.-	1426.0	1383.0	1346.0	INFERIOR	1385.0	1603.0	2.89
12.-	1385.0	1400.0	1338.0	MEDIA	1374.0	1046.5	2.35
MEDIA ARITMETICA	1366.0	1380.0	1370.0				
	99%	100%	99%				

CAPITULO IV

ESTUDIO DE EQUIVALENCIAS DE PESOS VOLUMETRICOS OBTENIDOS ESTATICAMENTE Y DINAMICAMENTE.

En este capítulo se ensayaron cinco muestras de material diferentes. Los cuales corresponden a los siguientes bancos:

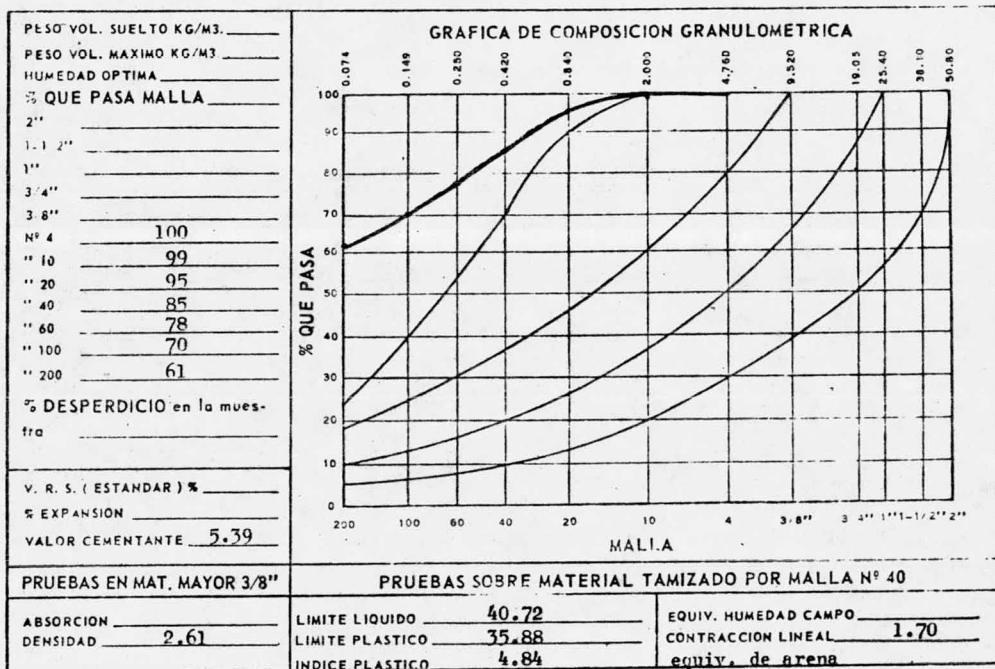
- I.- Banco "La Cementera Anahuac" ubicado en la carretera; Vía Gustavo Baz s/n en el Estado de México.
- II.- Banco "Barrientos - La Quebrada" ubicado en el corte del lado izquierdo de la carretera del mismo nombre en el Estado de México.
- III.- Banco "Los Arcos" ubicado en las Arboledas, Estado de México
- IV.- Banco "La Colmena" ubicado en carretera; México - Villa del Carbón, lado derecho en el Estado de México.
- V.- Banco "Bodega de libros de texto gratuito" ubicado en la construcción de la bodega.

A continuación se presentan los resultados obtenidos, tanto de clasificación como de pruebas que se efectuarán a cada una de las muestras ensayadas.

PRIMERA MUESTRA DEL BANCO: LA "CEMENTERA ANAHUAC"

PASA No. 4	-	-	-	100
S U M A				
DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (Por lavado)				
LABORATORISTA		FECHA		
MALLA No.	PESO RETENIDO PARCIAL, Grs.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	3.8	1.0	1.0	99.0
20	12.4	4.0	5.0	95.0
40	35.0	10.0	15.0	85.0
60	23.9	7.0	22.0	78.0
100	28.6	8.0	30.0	70.0
200	30.7	9.0	39.0	61.0
PASA No. 200	209.5	61.0	100.0	-
S U M A	343.9	100.0	-	-

ENSAYE REALIZADO A LA MUESTRA DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".



ENSAYE REALIZADO A LA MUESTRA DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

PRUEBA SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 40

LABORATORISTA _____ FECHA _____

ENSAYE NUMERO					
LIMITE LIQUIDO	RECIPIENTE No.	211			
	P _w + RECIPIENTE _____ (1)	45.43			
	P _s + RECIPIENTE _____ (2)	39.00			
	AGUA=(1)-(2)=(3)	6.43			
	P _s + RECIPIENTE _____ (2)	39.00			
	RECIPIENTE _____ (4)	23.21			
	P _s =(2)-(4)=(5)	15.79			
	LIMITE LIQUIDO = $\frac{(3)}{(5)} \times 100$ (6)	40.79			
LIMITE PLASTICO	RECIPIENTE No.	3			
	P _w + RECIPIENTE _____ (7)	26.39			
	P _s + RECIPIENTE _____ (8)	25.64			
	AGUA=(7)-(8)=(9)	0.75			
	P _s + RECIPIENTE _____ (8)	25.64			
	RECIPIENTE _____ (10)	23.55			
	P _s =(8)-(10)=(11)	2.09			
	LIMITE PLASTICO = $\frac{(9)}{(11)} \times 100$ (12)	35.88			
INDICE PLASTICO = (6) - (12)		4.84			
CONTRACCION LINEAL	MOLDE No.	13			
	LONGITUD DEL MOLDE, MM _____ (13)	99.60			
	LONG. BARRA MAT. SECO, MM. _____ (14)	97.90			
	% CONTRACCION LINEAL = $100 - \frac{(14)}{(13)} \times 100$	1.70			

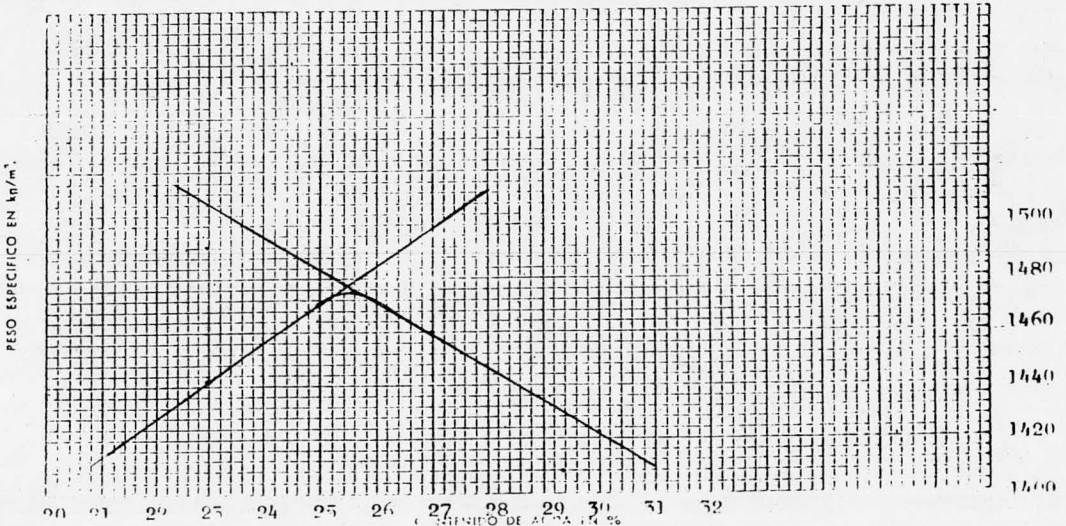
DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO TOTAL DE ACUERDO A LA PRUEBA TIPO

PROCTOR SOP.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA _____	ENSAYE N° _____
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION _____
PROCEDENCIA DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHIAC", _____	FECHA DE TERMINACION _____
_____	LABORATORISTA _____

TIPO DE PRUEBA PROCTOR SOP.
 NUM. DE CAPAS 3 PESO PISON 2.5 kg. MOLDE NUM. 1
 NUM. DE GOLPES POR CAPA 30 ALTURA CAIDA 30.0 cm. VOLUMEN (V) 0.93812 m³.

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3620	3680	3695	3690			
PESO DEL MOLDE, g	1956	1956	1956	1956			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1664	1724	1739	1734			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1774	1838	1854	1848			
CAPSULA NUMERO	5	6	7	8			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	81	80	79	76.7			
PESO DEL AGUA, g	19	20	21	23.3			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	81	80	79	76.7			
CONTENIDO DE AGUA, % m	23	25	27	30			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_d}{V}$)	1442	1470	1460	1422			



25.6

1473

Especímenes con diferentes cargas de compactación, para reproducir el peso volumétrico seco obtenido mediante la pruebas-Proctor SOP.

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC"

PRUEBA DE PORTER

ENSAYE No.	1	2	3	4	5	6
MOLDE No.	6	6	6	7	7	7
ALTIMETRO	12.67	12.67	12.67	11.65	11.65	11.65
ALTIMETRO	2.96	2.96	2.87	2.0	1.92	1.675
ALTIMETRO	9.71	9.71	9.80	9.65	9.73	9.975
ÁREA MOLDE	191.10	191.10	191.10	182.65	182.65	182.65
VOLUMEN ESPECIMEN	1856	1856	1872.78	1762.57	1777.18	1821.92
PESO DEL ESPECIMEN	3890	3850	3854.60	3480.00	3470.00	3480.00
PESO VOLUMÉTRICO HUMEDO	2096	2074.36	2058.22	1974.39	1952.52	1910.00
PESO VOLUMÉTRICO SECO MAX.	1694	1638	1614.30	1540	1507.35	1459.28

ENSAYE No. 1 Carga de compactación 27.0 ton.

ENSAYE No. 2 Carga de compactación 23.0 ton.

ENSAYE No. 3 Carga de compactación 16.8 ton.

ENSAYE No. 4 Carga de compactación 14.0 ton.

ENSAYE No. 5 Carga de compactación 12.5 ton.

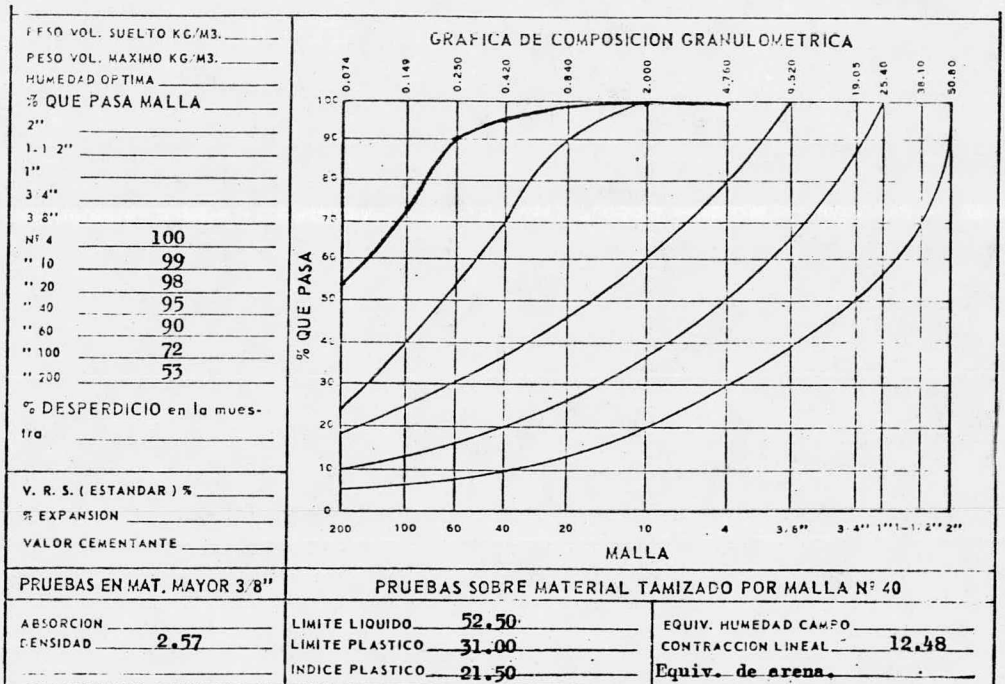
ENSAYE No. 6 Carga de compactación 10.3 ton.

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

ETIQUETA No.	1	2	3	4	5	6
PELO SECO	100	100	100	100	100	100
PELO SECO	80.8	79.0	78.4	78.0	77.2	76.4
CUA	19.2	21.0	21.6	22.0	22.8	23.6
DE HUMEDAD	23.7	26.6	27.5	28.2	29.53	30.89

SEGUNDA MUESTRA DEL BANCO: CORTE DEL LADO IZQUIERO DE LA CARRETERA:
"BARRIENTOS - LA QUEBRADA".

PASA No. 4	-	-	-	100
S U M A				
DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (Por lavado)				
LABORATORISTA _____		FECHA _____		
MALLA No.	PESO RETENIDO PARCIAL, Grs.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	1.6	1.0	1.0	99.0
20	2.2	1.0	2.0	98.0
40	5.3	3.0	5.0	95.0
60	10.3	5.0	10.0	90.0
100	36.7	18.0	28.0	72.0
200	37.8	19.0	47.0	53.0
PASA No. 200	106.1	53.0	100.0	-
S U M A	200.0	100.0	-	-



ENSAYE REALIZADO A LA MUESTRA DEL BANCO "BARRIENTOS - LA QUEBRADA".

PRUEBA SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 40

LABORATORISTA _____ FECHA _____

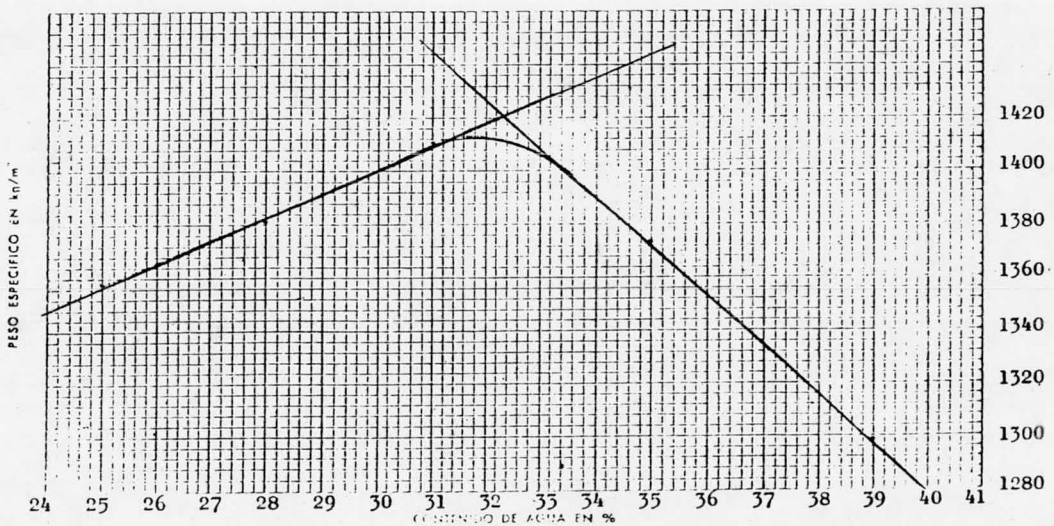
ENSAYE NUMERO		1	2		
LIMITE LIQUIDO	RECIPIENTE No.	50	20		
	P _w + RECIPIENTE _____ (1)	36.85	36.54		
	P _s + RECIPIENTE _____ (2)	31.67	31.18		
	AGUA=(1)-(2)=(3)	5.18	5.36		
	P _s + RECIPIENTE _____ (2)	31.67	31.18		
	RECIPIENTE _____ (4)	21.75	21.04		
	P _s =(2)-(4)=(5)	9.92	10.14		
	LIMITE LIQUIDO = $\frac{(3)}{(5)} \times 100$ (6)	52.20	52.80		
LIMITE PLASTICO	RECIPIENTE No.	74	75		
	P _w + RECIPIENTE _____ (7)	26.80	26.05		
	P _s + RECIPIENTE _____ (8)	25.44	24.87		
	AGUA=(7)-(8)=(9)	1.36	1.18		
	P _s + RECIPIENTE _____ (8)	25.44	24.87		
	RECIPIENTE _____ (10)	21.09	21.05		
	P _s =(8)-(10)=(11)	4.35	3.82		
	LIMITE PLASTICO = $\frac{(9)}{(11)} \times 100$ (12)	31.30	30.80		
INDICE PLASTICO = (6) - (12)		21.50	21.50		
CONTRACCION LINEAL	MOLDE No.	10			
	LONGITUD DEL MOLDE, MM _____ (13)	9.85			
	LONG. BARRA MAT. SECO, MM _____ (14)	8.62			
	% CONTRACCION LINEAL = $100 - \frac{(14)}{(13)} \times 100$	12.48			

**DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO TOTAL DE ACUERDO A LA
PRUEBA TIPO PROCTOR SOP.**

DESCRIPCION DE LA MUESTRA _____	ENSAYE N° _____
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR _____	FECHA DE INICIACION _____
PROCEDENCIA DEL BANCO "BARRIENTOS-LA QUEBRADA"	FECHA DE TERMINACION _____
_____	LABORATORISTA _____

TIPO DE PRUEBA	PROCTOR SOP.				
NUM. DE CAPAS	3	PESO PISON	2.5 kg.	MOLDE NUM.	1
NUM. DE GOLFES POR CAPA	30	ALTURA CAIDA	30.0 cms.	VOLUMEN (V)	0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3520	3590	3660	3665	3620		
PESO DEL MOLDE, g	1943	1943	1943	1943	1943		
PESO SUELO HUMEDO, g (W _m)	1577	1647	1717	1722	1677		
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1697	1772	1848	1853	1805		
CAPSULA NUMERO	10	11	12	13	14		
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100	100		
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	80.3	78.0	76.5	74.3	72.0		
PESO DEL AGUA, g	19.7	22.0	23.5	25.7	28.0		
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-	-		
PESO SUELO SECO, g	80.3	78.0	76.5	74.3	72.0		
CONTENIDO DE AGUA, % m	25	28	31	35	39		
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + m}$)	1358	1385	1411	1373	1299		



Especímenes con diferentes cargas de compactación, para reproducir el peso volumétrico seco obtenido mediante la prueba - Proctor SOP.

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS - LA QUEBRADA"

PRUEBA DE PORTER

ENSAYE No.	1	2	3	4	5
ALTEZA MOLD	12.70	12.70	12.70	12.70	12.70
ALTEZA ESPECIMEN	2.60	2.45	2.18	2.30	2.28
AREA MOLDE	193.60	193.60	193.60	193.60	193.60
VOLUMEN ESPECIMEN	1955.36	1984.40	2036.67	2013.44	2017.31
PESO DEL ESPECIMEN	3855.00	3943.80	3960.00	3935.00	3930.00
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1971.00	1987.40	1944.65	1954.36	1948.13
PESO VOLUMETRICO SECO MAX.	1567.00	1500.48	1458.29	1446.23	1408.63

ENSAYE No. 1 Carga de compactación 27.0 ton.

ENSAYE No. 2 Carga de compactación 19.4 ton.

ENSAYE No. 3 Carga de compactación 17.5 ton.

ENSAYE No. 4 Carga de compactación 14.3 ton.

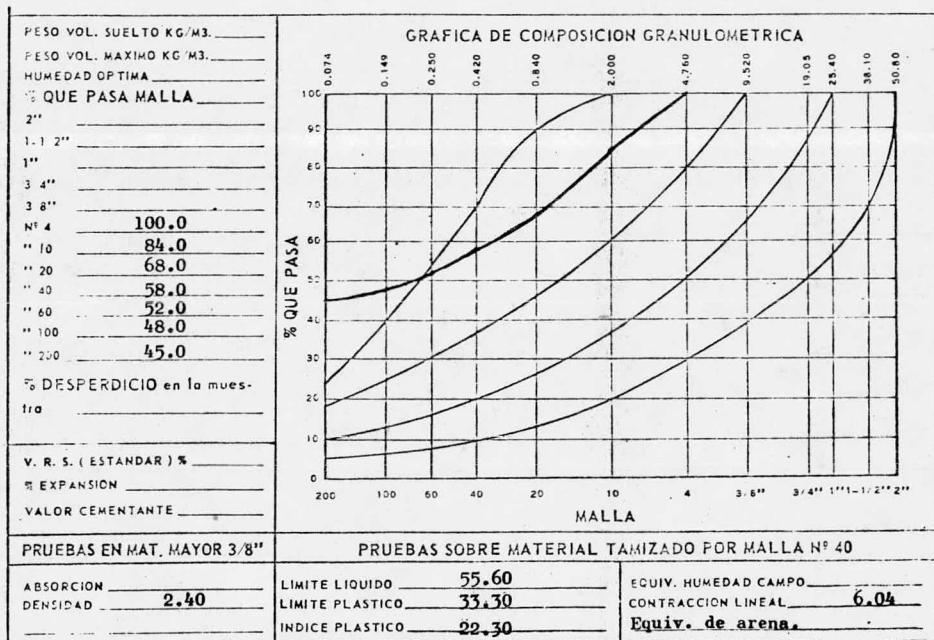
ENSAYE No. 5 Carga de compactación 11.2 ton.

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

PARTELA No.	1	2	3	4	5
PESO HUMEDO	100	100	100	100	100
PESO SECO	79.5	75.5	75.0	74.0	72.3
AGUA	20.5	24.5	25.0	26.0	27.7
% DE HUMEDAD	25.79	32.5	33.3	35.13	38.3

TERCERA MUESTRA DEL BANCO: "LOS ARCOS"

PASA No. 4	-	-	-	100.00
SUM A				
DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (Por lavado)				
LABORATORISTA		FECHA		
MALLA No.	PESO RETENIDO PARCIAL, Grs.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	32.6	16.0	16.0	84.0
20	32.0	16.0	32.0	68.0
40	20.5	10.0	42.0	58.0
60	12.2	6.0	48.0	52.0
100	8.6	4.0	52.0	48.0
200	5.4	3.0	55.0	45.0
PASA No. 200	88.7	45.0	100.0	-
SUM A	200.0	100.0	-	-



ENSAYE REALIZADO A LA MUESTRA DEL BANCO "LOS ARCÓS"

PRUEBA SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 40

LABORATORISTA _____ FECHA _____

ENSAYE NUMERO		1	2	3	4
LIMITE LIQUIDO	RECIPIENTE No.	14	52	31	65
	P _w + RECIPIENTE _____ (1)	35.45	37.50	36.03	36.48
	P _s + RECIPIENTE _____ (2)	30.45	31.56	30.55	30.69
	AGUA=(1)-(2)=(3)	5.00	5.94	5.48	5.79
	P _s + RECIPIENTE _____ (2)	30.45	31.56	30.55	30.69
	RECIPIENTE _____ (4)	21.33	20.93	21.10	21.03
	P _s = (2)-(4)=(5)	9.12	10.69	9.45	9.66
	LIMITE LIQUIDO = $\frac{(3)}{(5)} \times 100$ (6)	54.80	55.60	58.00	60.00
LIMITE PLASTICO	RECIPIENTE No.	65	80		
	P _w + RECIPIENTE _____ (7)	25.90	28.07		
	P _s + RECIPIENTE _____ (8)	24.69	27.07		
	AGUA=(7)-(8)=(9)	1.21	1.00		
	P _s + RECIPIENTE _____ (8)	24.69	27.07		
	RECIPIENTE _____ (10)	21.03	24.09		
	P _s = (8) - (10) = (11)	3.66	2.98		
	LIMITE PLASTICO = $\frac{(9)}{(11)} \times 100$ (12)	33.10	33.50		
INDICE PLASTICO = (6) - (12)		22.50	22.50		
CONTRACCION LINEAL	MOLDE No.	15			
	LONGITUD DEL MOLDE, MM _____ (13)	9.93			
	LONG. BARRA MAT. SECO, MM. _____ (14)	9.33			
	% CONTRACCION LINEAL = $100 - \frac{(14)}{(13)} \times 100$	6.04			

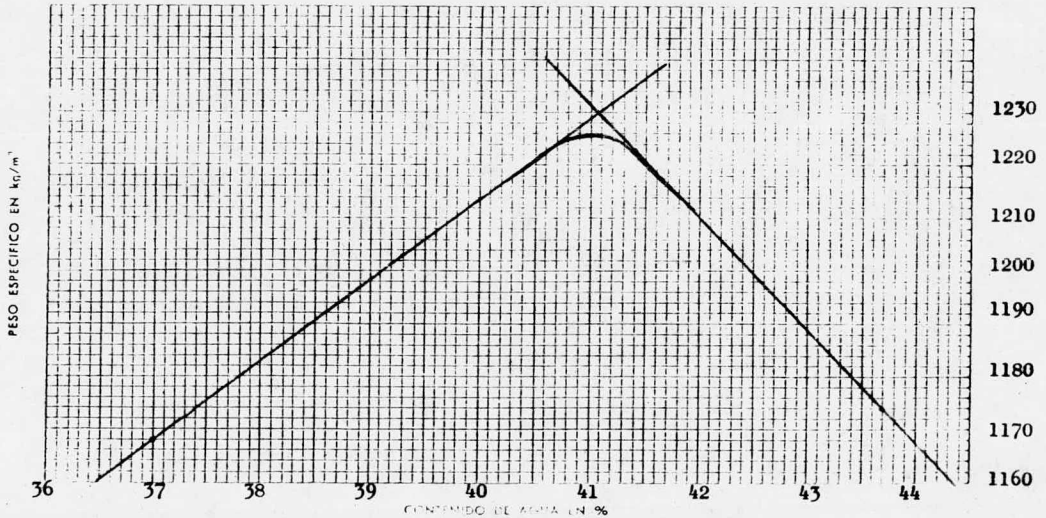
DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO TOTAL DE ACUERDO AL PRUEBA TIPO

PROCTOR SOP.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ENSAYE N°
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR	FECHA DE INICIACION
PROCEDENCIA DEL BANCO "LOS ARCOS"	FECHA DE TERMINACION
	LABORATORISTA

TIPO DE PRUEBA	PROCTOR SOP.	
NUM. DE CAPAS	3	PESO PISON 2.5 kg.
NUM. DE GOLPES POR CAPA	30	ALTURA CAIDA 30.0 cm.
		MOLDE NUM 3
		VOLUMEN (V) 0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3430	3500	3559	3510			
PESO DEL MOLDE, g	1943	1943	1943	1943			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1487	1557	1607	1567			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1600	1676	1729	1686			
CAPSULA NUMERO	3	5	4	8			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	73.0	71.8	70.7	69.6			
PESO DEL AGUA, g	27.0	28.2	29.3	30.4			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	73.0	71.8	70.7	69.6			
CONTENIDO DE AGUA, % m	37.0	39.3	41.4	43.7			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{V_m}$)	1168	1203	1223	1174			



41.1 %

1226

Especímenes con diferentes cargas de compactación, para reproducir el peso volumétrico seco obtenido mediante la prueba - Proctor SOP.

MATERIAL DEL BANCO "LOS ARCOS"

PRUEBA DE PORTIER

ENSAYE No.	1	2	3	4	5
VOLDE No.	6	6	6	6	6
ALTURA MOLDE	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68
ALTURA ESPESIMEN	1.45	0.90	0.89	0.92	0.98
ÁREA MOLDE	193.60	193.60	193.60	193.60	193.60
VOLUMEN ESPESIMEN	2174.13	2280.61	2282.54	2276.74	2265.12
PEO DEL ESPESIMEN	3880.00	3920.00	3940.00	3900.00	3900.00
PEO VOLUMETRICOPROBADO	1784.60	1719.00	1726.14	1712.97	1721.76
PEO VOLUMETRICOPROBADO MAX.	1401.00	1291.00	1260.00	1220.00	1207.00

ENSAYE No. 1 Carga de compactación 27.0 ton.

ENSAYE No. 2 Carga de compactación 14.0 ton.

ENSAYE No. 3 Carga de compactación 12.0 ton.

ENSAYE No. 4 Carga de compactación 10.0 ton.

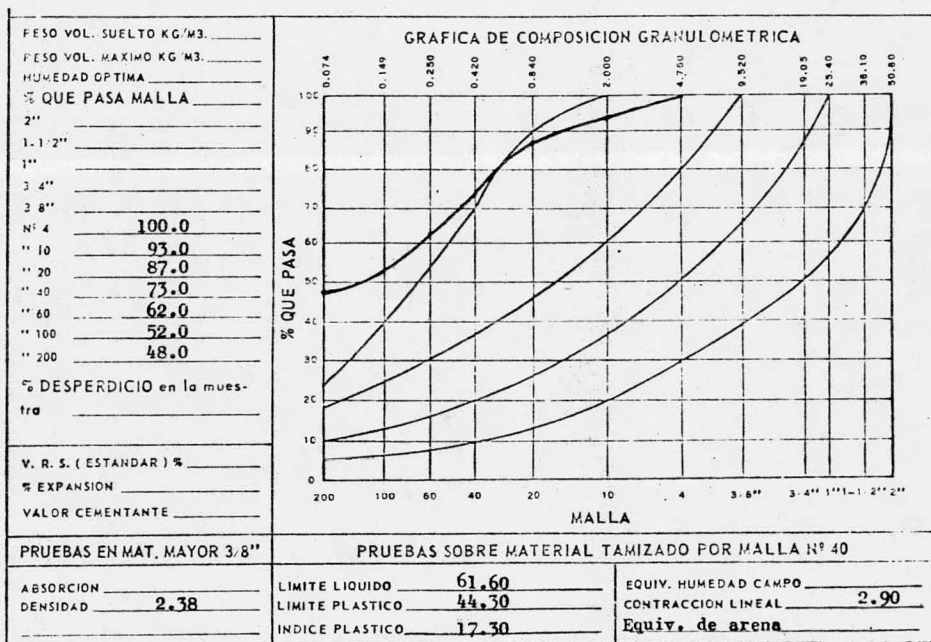
ENSAYE No. 5 Carga de compactación 8.2 ton.

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

ENSAYE No.	1	2	3	4	5
PEO HUMEDO	100	100	100	100	100
PEO SECO	78.5	75.1	73.0	71.2	70.1
AGUA	21.5	24.9	27.0	28.8	29.9
SG DE HUMEDAD	27.4	33.15	36.98	40.4	42.7

CUARTA MUESTRA DEL BANCO: "LA COLMENA"

PASA No. 4	-	-	-	100.0
S U M A				
DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (Por lavado)				
LABORATORISTA _____		FECHA _____		
MALLA No.	PESO RETENIDO PARCIAL, Grs.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	13.5	7.0	7.0	93.0
20	12.9	6.0	13.0	87.0
40	28.3	14.0	27.0	73.0
60	21.7	11.0	38.0	62.0
100	20.2	10.0	48.0	52.0
200	8.8	4.0	52.0	48.0
PASA No. 200	94.6	48.0	100.0	-
S U M A	200.0	100.0	-	-



ENSAYE REALIZADO A LA MUESTRA DEL BANCO "LA COLMENA"

PRUEBA SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 40

LABORATORISTA _____

FECHA _____

ENSAYE NUMERO		1	2		
LIMITE LIQUIDO	RECIPIENTE No.	80	11		
	P _w + RECIPIENTE _____ (1)	36.74	38.90		
	P _s + RECIPIENTE _____ (2)	31.73	32.36		
	AGUA = (1) - (2) = (3)	5.01	6.54		
	P _s + RECIPIENTE _____ (2)	31.73	32.36		
	RECIPIENTE _____ (4)	23.98	21.22		
	P _s = (2) - (4) = (5)	7.75	11.14		
	LIMITE LIQUIDO = $\frac{(3)}{(5)} \times 100$ (6)	64.60	58.70		
LIMITE PLASTICO	RECIPIENTE No.	33	20		
	P _w + RECIPIENTE _____ (7)	25.89	29.02		
	P _s + RECIPIENTE _____ (8)	24.35	27.48		
	AGUA = (7) - (8) = (9)	1.54	1.54		
	P _s + RECIPIENTE _____ (8)	25.89	29.02		
	RECIPIENTE _____ (10)	20.89	24.00		
	P _s = (8) - (10) = (11)	3.46	3.48		
	LIMITE PLASTICO = $\frac{(9)}{(11)} \times 100$ (12)	44.50	44.20		
INDICE PLASTICO = (6) - (12)		17.30	17.30		
CONTRACCION LINEAL	MOLDE No.	21			
	LONGITUD DEL MOLDE, MM _____ (13)	9.99			
	LONG. BARRA MAT. SECO, MM _____ (14)	9.70			
	% CONTRACCION LINEAL = $100 - \frac{(14)}{(13)} \times 100$	2.90			

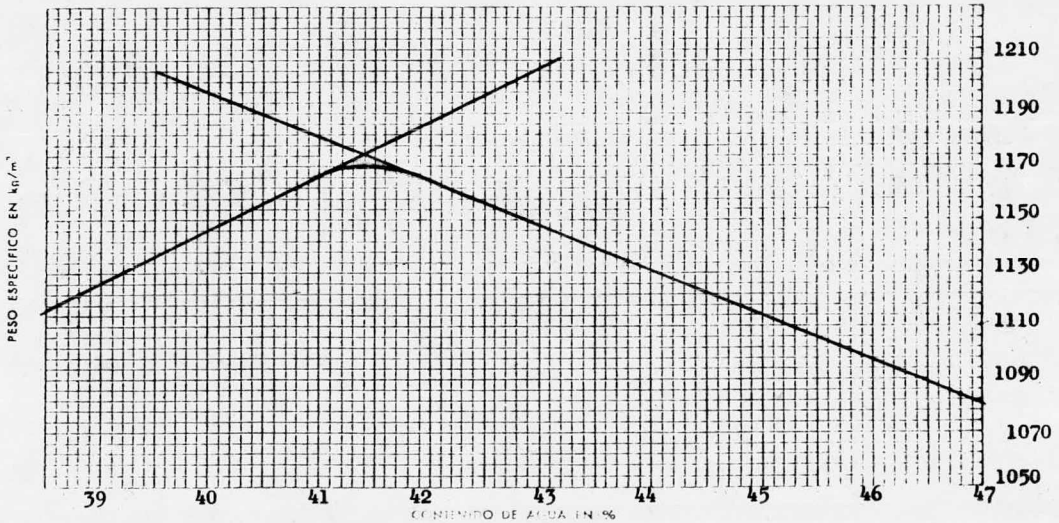
Determinacion del peso volumetrico seco total de acuerdo a la prueba tipo

Proctor SOP.

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ENSAYE N°
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR	FECHA DE INICIACION
PROCEDENCIA DEL BANCO "LA COLMENA"	FECHA DE TERMINACION
	L'OPORATORISTA

TIPO DE PRUEBA	PROCTOR SOP		
NUM. DE CAPAS	3	PESO PISON	2.5 kg.
NUM. DE GOLPES POR CAPA	30	ALTURA CAIDA	30.0 cm.
		MOLDE NUM.	3
		VOLUMEN (V)	0.9292

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3390	3480	3460	3420			
PESO DEL MOLDE, g	1943	1943	1943	1943			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1447	1537	1517	1477			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1557	1854	1633	1590			
CAPSULA NUMERO	1	2	4	6			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	72.0	70.8	69.5	68.1			
PESO DEL AGUA, g	28.0	29.2	30.5	31.9			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	72.0	70.8	69.5	68.1			
CONTENIDO DE AGUA, % m	38.8	41.2	43.8	46.8			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + \frac{w}{100}}$)	1122	1171	1135	1084			



41.5 %

1174

Especímenes con diferentes cargas de compactación para reproducir el peso volumétrico seco obtenido mediante la prueba Proctor SOP.

MATERIAL DEL BANCO "LA COLMENA"

PRUEBA DE PORTER

ENSAYE No.	7	8	9	10	11	12		
MOLDE No.	6	6	6	6	6	6		
ALTURA MOLDE	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68		
ALTURA LIBRE	1.60	1.77	1.80	1.90	1.98	2.14		
ALTURA ESPECIMEN	11.08	10.91	10.88	10.78	10.70	10.54		
AREA MOLDE	193.60	193.60	193.60	193.60	193.60	193.60		
VOLUMEN ESPECIMEN	2145.08	2112.18	2107.37	2087.00	2071.52	2040.54		
PESO DEL ESPECIMEN	3840.00	3400.00	3400.00	3415.00	3400.00	3400.00		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1790.13	1609.71	1614.00	1636.32	1641.30	1666.23		
PESO VOLUMETRICO SECO MAX.	1343.00	1198.00	1182.00	1179.00	1163.00	1158.00		

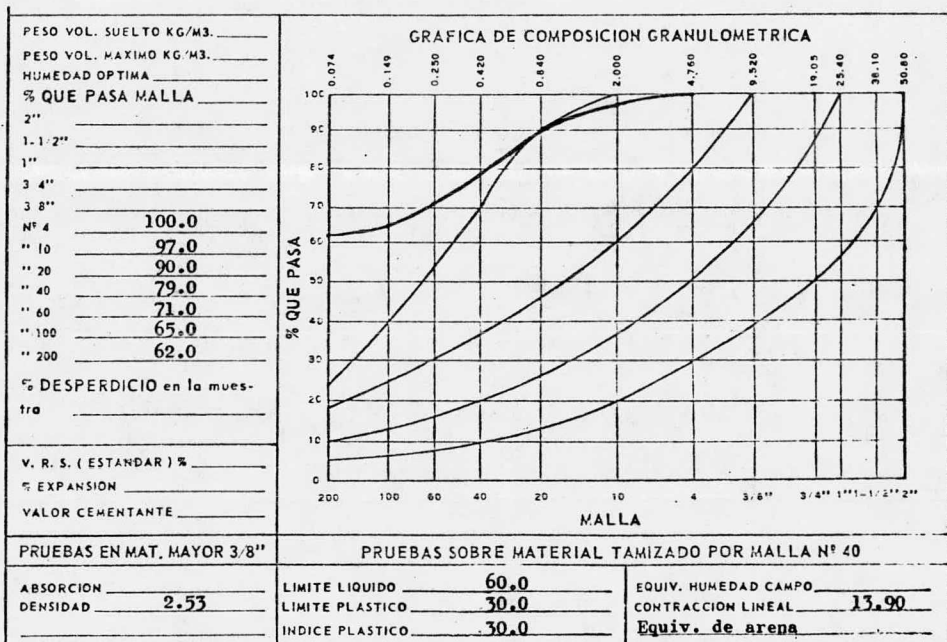
ENSAYE No. 1 Carga de compactación 27.0 ton.
 ENSAYE No. 2 Carga de compactación 16.0 ton.
 ENSAYE No. 3 Carga de compactación 14.0 ton.
 ENSAYE No. 4 Carga de compactación 12.0 ton.
 ENSAYE No. 5 Carga de compactación 9.6 ton.
 ENSAYE No. 6 Carga de compactación 8.0 ton.

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

CAPSULA No.	2	3	4	5	6	7		
PESO HUMEDO	100	100	100	100	100	100		
PESO SECO	75.0	74.4	73.2	72.0	70.8	69.5		
AGUA	25.0	25.6	26.8	28.0	29.2	30.5		
% DE HUMEDAD	33.3	34.4	36.6	38.8	41.24	43.9		

QUINTA MUESTRA DEL BANCO: "BODEGA DE LIBROS DE TEXTO GRATUITO:

PASA No. 4	-	-	-	100.0
S U M A				
DETERMINACION DE LA COMPOSICION GRANULOMETRICA DEL MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 4 (Por lavado)				
LABORATORISTA	FECHA			
MALLA No.	PESO RETENIDO PARCIAL, Grs.	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULATIVO	% QUE PASA LA MALLA
10	5.5	3.0	3.0	97.0
20	13.5	7.0	10.0	90.0
40	21.5	11.0	21.0	79.0
60	15.0	8.0	29.0	71.0
100	11.5	6.0	35.0	65.0
200	6.0	3.0	38.0	62.0
PASA No. 200	127.0	62.0	100.0	-
S U M A	200.0	100.0	-	-



ENSAYE REALIZADO A LA MUESTRA DEL BANCO "BODEGA DE LIBROS DE TEXTO GRATUITO"

PRUEBA SOBRE MATERIAL TAMIZADO POR LA MALLA No. 40

LABORATORISTA _____ FECHA _____

ENSAYE NUMERO		1	2		
LIMITE LIQUIDO	RECIPIENTE No.	69	75		
	P _w + RECIPIENTE _____ (1)	32.50	32.87		
	P _s + RECIPIENTE _____ (2)	28.16	28.47		
	AGUA=(1)-(2)=(3)	4.34	4.40		
	P _s + RECIPIENTE _____ (2)	32.50	32.87		
	RECIPIENTE _____ (4)	20.97	21.22		
	P _s =(2)-(4)=(5)	7.29	7.25		
	LIMITE LIQUIDO = $\frac{(3)}{(5)} \times 100$ (6)	59.50	60.50		
LIMITE PLASTICO	RECIPIENTE No.	33	11		
	P _w + RECIPIENTE _____ (7)	29.58	25.43		
	P _s + RECIPIENTE _____ (8)	28.29	24.40		
	AGUA=(7)-(8)=(9)	1.29	1.03		
	P _s + RECIPIENTE _____ (8)	28.29	24.40		
	RECIPIENTE _____ (10)	23.96	20.95		
	P _s =(8)-(10)=(11)	4.33	3.45		
	LIMITE PLASTICO = $\frac{(9)}{(11)} \times 100$ (12)	30.00	30.00		
INDICE PLASTICO = (6) - (12)		30.00	30.00		
CONTRACCION LINEAL	MOLDE No.	27			
	LONGITUD DEL MOLDE, MM _____ (13)	9.94			
	LONG. BARRA MAT. SECO, MM _____ (14)	8.55			
	% CONTRACCION LINEAL = $100 - \frac{(14)}{(13)} \times 100$	13.90			

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO SECO TOTAL DE ACUERDO A LA PRUEBA TIPO

PROCTOR SOP.

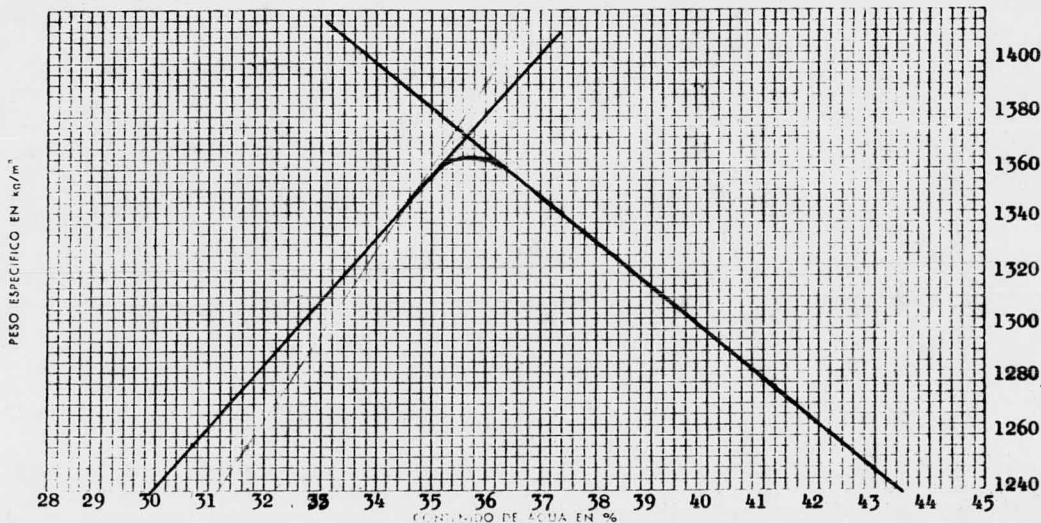
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	ENSAYE N°
ESTUDIO QUE SE LE VA A EFECTUAR	FECHA DE INICIACION
PROCEDENCIA DEL BANCO "BODEGA DE LIBROS DE TEXTO GRATUITO"	FECHA DE TERMINACION
	LABORATORISTA

TIPO DE PRUEBA **PROCTOR SOP.**

NUM. DE CAPAS **3** PESO PISON **2.5 kg.** MOLDE NUM. **3**

NUM. DE GOLPES POR CAPA **30** ALTURA CAIDA **30.0 cm.** VOLUMEN (V) **0.9292**

PRUEBA NUMERO	1	2	3	4	5	6	7
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO, g	3470	3630	3660	3620			
PESO DEL MOLDE, g	1943	1943	1943	1943			
PESO SUELO HUMEDO, g (Wm)	1527	1687	1717	1677			
PESO ESPECIFICO HUMEDO, kg/m ³ ($\gamma_m = \frac{W_m}{V}$)	1643	1816	1848	1805			
CAPSULA NUMERO	6	7	8	9			
PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO, g	100	100	100	100			
PESO CAPSULA + SUELO SECO, g	76.5	74.3	72.8	70.8			
PESO DEL AGUA, g	23.5	25.7	27.2	29.2			
PESO CAPSULA, g	-	-	-	-			
PESO SUELO SECO, g	76.5	74.3	72.8	70.8			
CONTENIDO DE AGUA, % m	30.7	34.6	37.4	41.2			
PESO ESPECIFICO SECO, kg/m ³ ($\gamma_d = \frac{W_m}{1+m}$)	1257	1349	1345	1278			



$\gamma_{d,pt} = 35.8\%$ $\gamma_{d,max} = 1367$

Especimenes con diferentes cargas de compactación para reproducir el peso volumétrico seco obtenido mediante la prueba Proctor SOP.

MATERIAL DEL BANCO "BODEGA DE LIBROS DE TEXTO GRATUITO"

PRUEBA DE PORTER

ENSAYE No.	1	2	3	4	5	6		
MOLDE No.	6	6	6	6	6	6		
ALTURA MOLDE	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68	12.68		
ALTURA LIBRE	2.48	1.99	2.09	2.09	1.90	1.93		
ALTURA ESPECIMEN	10.20	10.70	10.59	10.59	10.78	10.75		
AREA MOLDE	193.60	193.60	193.60	193.60	193.60	193.60		
VOLUMEN ESPECIMEN	1974.70	2070.06	2050.22	2050.22	2087.90	2050.22		
PESO DEL ESPECIMEN	3910.00	3936.20	3901.70	3890.00	3900.00	3901.70		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1980.00	1901.48	1911.99	1897.35	1868.71	1874.73		
PESO VOLUMETRICO SECO MAX.	1534.00	1435.62	1424.43	1375.59	1351.20	1340.43		

ENSAYE No. 1 CARGA DE COMPACTACION 27.0 ton.

ENSAYE No. 2 CARGA DE COMPACTACION 12.6 ton.

ENSAYE No. 3 CARGA DE COMPACTACION 12.0 ton.

ENSAYE No. 4 CARGA DE COMPACTACION 11.4 ton.

ENSAYE No. 5 CARGA DE COMPACTACION 11.0 ton.

ENSAYE No. 6 CARGA DE COMPACTACION 10.0 ton.

DETERMINACION DE LA HUMEDAD

CAPSULA No.	1	2	3	4	5	6		
PESO HUMEDO	100	100	100	100	100	100		
PESO SECO	77.5	75.5	74.5	72.5	72.3	71.5		
AGUA	22.5	24.5	25.5	27.5	27.7	28.5		
% DE HUMEDAD	29.0	32.45	34.23	37.93	38.3	39.86		

Carga de compactación necesaria para reproducir el PVS, obtenido mediante la prueba tipo Proctor SOP, en la prueba estática tipo Porter modificada y Porter estándar.

Material del banco: "La Cementera Anahuac"

CARGA DE COMPACTACIÓN EN TON.

30.0

28.0

26.0

24.0

22.0

20.0

18.0

16.0

14.0

12.0

10.0

8.0

6.0

4.0

PVS.

1.-

2.-

3.-

4.-

5.-

6.-

1459.28

1507.35

1540.00

1614.30

1638.00

1694.00

CARGA DE COMPACTACIÓN.

10.3

12.5

14.0

16.8

23.0

27.0

5

6

PVS. a reproducir 1473.0 Kg./m³.

carga necesaria 11000.0 Kg.

PVS. en Kg./m³.

1400

20

40

60

80

1500

20

40

60

80

1600

20

40

60

80

1700

96

Humedad necesaria para reproducir el PVS, obtenido mediante la prueba tipo Proctor SOP. en la prueba estatica tipo Porter Modificada y Porter std.

HUMEDAD OPTIMA EN %

Material del banco : "La Cementera Anahuac".

33.0

32.0

31.0

30.0

29.0

28.0

27.0

26.0

25.0

24.0

23.0

22.0

21.0

20.0

PVS.

HUMEDAD OPTIMA

1.-	1459.28	30.89
2.-	1507.35	29.53
3.-	1540.00	28.20
4.-	1614.30	27.50
5.-	1638.00	26.60
6.-	1694.00	23.70

PVS. a reproducir. 1473.0 Kg./m³.

Humedad necesaria. 30.55 %

1400

20

40

60

80

1500

20

40

60

80

1600

20

40

60

80

1700

PVS. EN KG./M³.

Determinación de la carga de compactación necesaria para reproducir el PVS. obtenido mediante la prueba tipo Proctor SOP. en la prueba estática tipo Porter Modificada y Porter estándar.

Material del banco: "Barrientos - La Quebrada".

CARGA DE COMPACTACION EN TON.

30.0

28.0

26.0

24.0

22.0

20.0

18.0

16.0

14.0

12.0

10.0

8.0

6.0

PVS.

CARGA DE COMPACTACION.

1.- 1408.63
2.- 1446.23
3.- 1458.29
4.- 1500.48
5.- 1567.00

11.2
14.5
17.5
19.4
27.0

PVS. a reproducir 1416.0 Kg/m³.
Carga necesaria 11900.0 Kg.

PVS. EN KG./M³.

1400

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100

110

120

130

140

150

160

170

180

190

200

210

220

230

240

250

260

270

280

290

300

310

320

330

340

350

360

370

380

390

400

410

420

430

440

450

460

470

Determinación de la humedad necesaria para reproducir el PVS. obtenido mediante la prueba tipo Proctor SOP. en la prueba estática tipo Porter modificada y Porter std.

HUMEDAD OPTIMA EN %

Material del banco: "Barrientos - La Quebrada".

39.0

38.0

37.0

36.0

35.0

34.0

33.0

32.0

31.0

30.0

29.0

28.0

27.0

26.0

25.0

PVS.

HUMEDAD OPTIMA

1.- 1408.63

38.30

2.- 1446.23

35.13

3.- 1458.29

33.30

4.- 1500.48

32.50

5.- 1567.00

25.79

PVS. a reproducir. 1416.00 Kg./m³.

Humedad necesaria. 37.70 %

PVS. EN KG./M³.

1400 10 20 30 40 50 60 70 80 90 1500 10 20 30 40 50 60 70 80 90 1600

Determinación de la carga de compactación necesaria para reproducir el PVS. obtenido mediante la prueba tipo Proctor SOP. en la prueba tipo Porter Modificada y Porter - estandard (estática).

Material del banco: "Los Arcos".

CARGA DE COMPACTACION EN TON.

30.0

28.0

26.0

24.0

22.0

20.0

18.0

16.0

14.0

12.0

10.0

8.0

6.0

PVS.

1. 1207.00

2. 1220.00

3. 1260.00

4. 1291.00

5. 1401.00

CARGA DE COMPACTACION.

8.2

10.0

12.0

14.0

27.0

PVS. a reproducir. 1226.00 Kg./m³.

Carga necesaria. 10300.00 Kg.

PVS. EN KG./M³.

1100

20

40

60

80

1200

20

40

60

80

1300

20

40

60

80

1400

20

40

60

80

1460

100

Determinación de la humedad necesaria para reproducir el PVS. obtenido mediante la -
prueba tipo Proctor SDP, en la prueba estática tipo Porter Modificada y Porter std.

Material del banco: "Los Arcoas".

HUMEDAD OPTIMA EN %

44.0

42.0

40.0

38.0

36.0

34.0

32.0

30.0

28.0

26.0

24.0

22.0

20.0

PVS.

HUMEDAD OPTIMA

PVS. a reproducir. 1226.00 Kg./m³.

Humedad necesaria. 39.90 %

1.- 1207.00

42.70

2.- 1220.00

40.40

3.- 1260.00

36.98

4.- 1291.00

33.15

5.- 1401.00

27.40

PVS. EN KG./M³.

1100

20

40

60

80

1200

20

40

60

80

1300

20

40

60

80

1400

20

40

1460

101

Determinación de la carga de compactación necesaria para reproducir el PVS, obtenido mediante la prueba tipo Proctor SOP. en la prueba estática tipo Porter Modificada - y Porter estándar.

Material del banco: "La Colmena".

CARGA DE COMPACTACION EN TON.

30.0
28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0

	PVS.	CARGA DE COMPACTACION.
1.-	1158.00	8.0
2.-	1163.00	9.6
3.-	1179.00	12.0
4.-	1182.00	14.0
5.-	1198.00	16.0
6.-	1345.00	27.0

1100 20 40 60 80 1200 20 40 60 80 1300 20 40 60 80 1400

PVS. EN KG./M3.

PVS. a reproducir. 1174.00 Kg./m3.
Carga necesaria. 11300.00 Kg.

Determinación de la humedad necesaria para reproducir el PVS. obtenido mediante la -
prueba tipo Proctor SOP. en la prueba estática tipo Porter Modificada y Porter std.

HUMEDAD OPTIMA EN %

Material del banco: "La Colmena".

44.0
43.0
42.0
41.0
40.0
39.0
38.0
37.0
36.0
35.0
34.0
33.0
32.0
31.0
30.0

PVS.

HUMEDAD OPTIMA.

1.-	1158.00	43.90
2.-	1163.00	41.24
3.-	1179.00	38.80
4.-	1182.00	36.60
5.-	1198.00	34.40
6.-	1343.00	33.30

PVS. a reproducir. 1174.00 Kg./m³.

Humedad necesaria. 39.50 %

1100 20 40 60 80 1200 20 40 60 80 1300 20 40 60 80 1400

PVS. EN KG./M³.

Determinación de la carga de compactación necesaria para reproducir el PVS. obtenido mediante la prueba tipo Proctor SOP. en la prueba estática tipo Porter Modificada y Porter estándar.

Material del banco: "Bodega de libros de texto gratuito".

CARGA DE COMPACTACION EN TON.

30.0
28.0
26.0
24.0
22.0
20.0
18.0
16.0
14.0
12.0
10.0
8.0
6.0

1300 20 40 60 80 1400 20 40 60 80 1500 20 40 60 80 1600

	PVS.	CARGA DE COMPACTACION.
1.-	1340.00	10.00
2.-	1351.00	11.00
3.-	1375.00	11.40
4.-	1424.43	12.00
5.-	1435.62	12.60
6.-	1534.00	27.00

PVS. a reproducir. 1367.00 Kg./m³.

Carga necesaria. 1300.00 Kg.

PVS. EN KG./M³.

Determinación de la humedad necesaria para reproducir el PVS. obtenido mediante la prueba tipo Proctor SOP. en la prueba tipo Porter Modificada y Porter estándar.

Material del banco: "Bodega de libros de texto granito".

HUMEDAD OPTIMA EN %

40.0

39.0

38.0

37.0

36.0

35.0

34.0

33.0

32.0

31.0

30.0

29.0

28.0

1300

20

40

60

80

1400

20

40

60

80

1500

20

40

60

80

1600

PVS. EN KG./M³.

PVS.

HUMEDAD OPTIMA.

1.- 1340.00

39.86

2.- 1351.00

38.30

3.- 1375.00

37.93

4.- 1424.43

34.23

5.- 1455.62

32.45

6.- 1534.00

29.00

PVS. a reproducir. 1367.00 kg./m³.

Humedad necesaria. 38.00 %

CAPITULO V
INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS:

V.a) VARIABILIDAD DEL PESO VOLUMETRICO SECO TOTAL.

Para la determinación de la variabilidad del peso volumétrico seco, se --
 realizarón los siguientes calculos estadísticos.

MUESTRA No. 1 Banco la "Cementera Anahuac" úbicado en la carretera:
 Vía Gustavo Baz s/n.

Pesos volumétricos secos totales obtenidos dinámicamente mediante la prueba ti
 Proctor en 12 espécimenes, en Kg./m³.

PVS. - 1443, 1429, 1446, 1484, 1422, 1427, 1455, 1458, 1466, 1466, 1483 y 1477

Pesos volumétricos secos totales obtenidos estáticamente mediante la prueba ti
 po Porter Modificada, en Kg./m³.

PVS. - 1457, 1446, 1457, 1457, 1469, 1446, 1457, 1469, 1469, 1481, 1469 y 1446

%	$\overline{PVS.}$	$S^2.$	S.	CV.
ESPECIMENES DINAMICOS.	1454.66	466.60	21.60	1.484
ESPECIMENES ESTATICOS.	1460.25	93.80	9.68	0.660

Datos determinados por las siguientes formulas.

$$\overline{PVS.} = \text{Media aritmetica} = \frac{\sum_{i=1}^n PVS_i}{n}$$

$$S^2 = \text{Variancia} = \frac{\sum_{i=1}^n (PVS_i - \overline{PVS.})^2}{n - 1}$$

$$S = \text{Desviación estandar} \Rightarrow (S^2)^{1/2}$$

$$CV. = \text{Coeficiente de variación} \Rightarrow \left(\frac{S}{\overline{PVS.}} \right) 100$$

MUESTRA No. 2 Banco del corte del lado izquierdo de la carretera:

"Barrientos - La Quebrada" s/n.

Pesos volumétricos secos totales obtenidos dinámicamente mediante la prueba ti
po Proctor en 12 espécimenes. en Kg./m³.

PVS. - 1394, 1335, 1401, 1384, 1353, 1347, 1374, 1347, 1345, 1365, 1413 y 1372

Pesos volumétricos secos totales obtenidos estáticamente mediante la prueba ti
po Porter Modificada en 12 espécimenes en Kg./m³.

PVS. - 1337, 1377, 1377, 1388, 1388, 1388, 1366, 1366, 1366, 1345, 1345 y 1377

	$\overline{PVS.}$	$S^2.$	S.	CV.
ESPECIMENES DINAMICOS	1369.16	600.46	24.50	4.08
ESPECIMENES ESTATICOS.	1368.33	315.69	17.77	1.30

Datos determinados por las siguientes formulas.

$$\overline{PVS.} = \text{Media aritmetica} = \frac{\sum_{i=1}^n PVS_i}{n}$$

$$S^2 = \text{Variancia} = \frac{\sum_{i=1}^n (PVS_i - \overline{PVS.})^2}{n - 1}$$

$$S = \text{Desviación estandar} = (S^2)^{1/2}$$

$$CV = \text{Coeficiente de variación} = \left(\frac{S}{\overline{PVS.}}\right) 100$$

V.b) VARIABILIDAD DEL PESO VOLUMETRICO A DIFERENTES PROFUNDIDADES DEL ESPECIMEN.

Para la determinación de la variabilidad del peso volumétrico seco a diferentes profundidades se realizaron los siguientes cálculos estadísticos.

MUESTRA No. 1 Banco "La Cementera Anahuac".

Análisis del peso volumétrico seco de la primera capa (inferior) obtenidos mediante especímenes compactados dinámicamente en prueba tipo Proctor, 12 ensayos en Kg./m³.

PVS. - 1486, 1312, 1451, 1425, 1903, 1351, 1472, 1412, 1507, 1444, 1537 y 1655

Pesos volumétricos secos obtenidos de la primera capa (inferior) mediante la prueba tipo Porter Modificada (estática) en Kg./m³.

PVS. - 1449, 1433, 1493, 1446, 1453, 1422, 1428, 1501, 1427, 1431, 1459 y 1439

	$\overline{PVS.}$	S^2	S.	CV.
ESPECIMENES DINAMICOS.	1481.30	25,671.7	160.22	10.82
ESPECIMENES ESTATICOS.	1452.58	831.36	28.83	1.98

EN DONDE:

$\overline{PVS.}$ = MEDIA ARITMETICA

S^2 = VARIANCIA

S. = DESVIACION ESTANDAR

CV. = COEFICIENTE DE VARIACION.

MUESTRA No. 1 Banco "La Cementera Anahuac".

Pesos volumétricos secos de la segunda capa (media) obtenidos mediante especímenes compactados dinámicamente en prueba tipo Proctor, 12 ensayos en Kg/m³.

PVS. - 1590, 1533, 1369, 1524, 1400, 1281, 1448, 1380, 1403, 1417, 1529 y - 1489.

Pesos volumétricos secos de la segunda capa (media) obtenidos mediante especímenes compactados estáticamente en prueba tipo Porter Modificada, 12 ensayos en kg/m³.

PVS. - 1473, 1443, 1417, 1427, 1505, 1457, 1444, 1472, 1426, 1475, 1483 y - 1467.

	$\overline{PVS.}$	$S^2.$	S.	CV.
ESPECIMENES DINAMICOS.	1447.58	7891.72	88.84	6.14
ESPECIMENES ESTATICOS.	1457.67	715.52	26.75	1.84

MUESTRA No. 1 Banco "La Cementera Anahuac".

Pesos volumétricos secos de la tercera capa (superior) obtenidos mediante especímenes compactados dinámicamente en prueba tipo Proctor, 12 ensayos en Kg/m³.

PVS. - 1200, 1454, 1529, 1538, 1203, 1298, 1416, 1479, 1410, 1370, 1460 y - 1384.

Pesos volumétricos secos de la tercera capa (superior) obtenidos mediante especímenes compactados estáticamente en prueba tipo Porter Modificada, 12 ensayos en Kg./m³.

PVS. - 1441, 1380, 1439, 1467, 1401, 1390, 1464, 1367, 1413, 1490, 1434 y - 1456.

	$\overline{PVS.}$	$S^2.$	S.	CV.
ESPECIMENES DINAMICOS.	1409.33	13682.42	116.97	8.30
ESPECIMENES ESTATICOS.	1428.50	1471.91	38.37	2.69

MUESTRA No. 2 Banco "Barrientos - La Quebrada".

Pesos volumétricos secos de la primera capa (inferior) obtenidos mediante especímenes compactados dinámicamente en prueba tipo Proctor, 12 ensayos en Kg/m³.

PVS. - 1347, 1319, 1362, 1401, 1374, 1362, 1417, 1386, 1281, 1388, 1353 y 1367

Pesos volumétricos secos de la primera capa (inferior) obtenidos mediante especímenes compactados estáticamente en prueba tipo Porter Modificada, 12 ensayos en Kg/m³.

PVS. - 1338, 1397, 1422, 1307, 1364, 1357, 1376, 1365, 1347, 1396, 1426 y 1385

	$\overline{PVS.}$	$S^2.$	S.	CV.
ESPECIMENES DINAMICOS	1363.50	1326.45	36.42	2.67
ESPECIMENES ESTATICOS	1366.50	950.09	30.82	2.26

MUESTRA No. 2 Banco "Barrientos - La Quebrada".

Pesos volumétricos secos de la segunda capa (media) obtenidos mediante especímenes compactados dinámicamente en prueba tipo Proctor, 12 ensayos en Kg/m³.

PVS. - 1334, 1311, 1382, 1352, 1302, 1372, 1356, 1288, 1362, 1317, 1368 y 1318

Pesos volumétricos secos de la segunda capa (media) obtenidos mediante especímenes compactados estáticamente en prueba tipo Porter Modificada, 12 ensayos en Kg/m³.

PVS. - 1346, 1421, 1359, 1352, 1400, 1384, 1380, 1391, 1389, 1361, 1383 y 1400

	$\overline{PVS.}$	$S^2.$	S.	CV.
ESPECIMENES DINAMICOS.	1338.50	951.55	30.85	2.30
ESPECIMENES ESTATICOS.	1380.25	507.65	22.53	1.63

MUESTRA: No. 2 Banco "Barrientos - La Quebrada".

Pesos volumétricos secos de la tercera capa (superior) obtenidos mediante especímenes compactados dinámicamente en prueba tipo Proctor, 12 ensayos en Kg/m³.

PVS. - 1297, 1323, 1359, 1398, 1334, 1310, 1293, 1392, 1355, 1329, 1307 y - 1327.

Pesos volumétricos secos de la tercera capa (superior) obtenidos mediante especímenes compactados estáticamente en prueba tipo Porter Modificada, 12 ensayos en Kg/m³.

PVS. - 1409, 1302, 1369, 1482, 1364, 1336, 1386, 1314, 1324, 1394, 1346 y - 1338.

	$\overline{PVS.}$	$S^2.$	S.	CV.
ESPECIMENES DINAMICOS.	1335.30	1186.78	34.44	2.58
ESPECIMENES ESTATICOS.	1369.91	2753.54	52.47	3.83

Nota: Los resultados de los cálculos estadísticos efectuados para esta inciso se obtuvieron de acuerdo a las fórmulas descritas en el capítulo V.b)

V.c) PRESIONES DE COMPACTACION ESTATICA PARA OBTENER LOS MISMOS RESULTADOS CON LA PRUEBA DINAMICA.

Para la elaboración del estudio correspondiente a este inciso se analizarón - cinco muestras de material procedente de distintos bancos.

A las dos primeras muestras del material correspondiente a los bancos: - "La Cementera Anahuac" y "Barrientos - La Quebrada" respectivamente se ensayaron de acuerdo a las siguientes pruebas.

PRUEBAS DE COMPACTACION EN FORMA DINAMICA.

1.- Se realizo un espécimen compactado mediante la prueba tipo Proctor SOP. - (30 golpes por capa).

2.- Se realizarón 12 especímenes compactados mediante la prueba tipo Proctor - estandard (25 golpes por capa). De acuerdo a los resultados de estos dos puntos se obtuvo lo siguiente.

a).- Se determino el PVS. y la húmedad óptima correspondiente, al espécimen -- compactado en Proctor SOP.

b).- Se determino el promedio del PVS. total con la húmedad óptima correspon- diente de los 12 especímenes compactados en Proctor estandard.

c).- Se determino el promedio del PVS. en capas con la húmedad corresponente de los 12 especímenes compactados en Proctor estandard.

Con los resultados obtenidos de estas pruebas se realizarón las siguientes prue- bas para reproducir dichos resultados.

PRUEBAS DE COMPACTACION EN FORMA ESTATICA.

d).- Se determino el PVS. total promedio de 12 especímenes compactados mediante la prueba tipo Porter Modificada así como la húmedad óptima correspondiente de dicha prueba.

e).- Se determino el promedio del PVS. en capas con la húmedad óptima correspon- diente de los 12 especímenes compactados en prueba tipo Porter Modificada.

f).- Se determino el promedio de la carga de compactación necesaria para repro- ducir el PVS. en capas de la prueba tipo Proctor estandar en la prueba Porter- Modificada en capas, de los 12 especímenes compactados.

g).- Se determino la carga de compactación necesaria para reproducir, el PVS. total de la prueba tipo Proctor SOP. en la prueba tipo Porter Modificada y Porter estandard.

A las 3 muestras de los materiales restantes del estudio de este inciso-correspondientes a los bancos: "Los Arcos", "La Colmena" y "La Bodega de libros de texto gratuito". Se les efectuaron las siguientes pruebas.

1.- Se realizo un espécimen compactado dinamicamente mediante la prueba tipo-Proctor SOP. (30 golpes por capa).

a).- Se determino el PVS. TOTAL.

Se determino la humedad óptima correspondiente.

2.- Se realizarón varios especímenes entre 5 y 6 compactados estaticamente me diante las pruebas tipo, Porter Modificada y Porter estandard.

g).- Se determino la carga de compactación necesaria, así como la humedad óp-tima para reproducir el PVS. de la prueba tipo Proctor SOP.

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las pruebas rea-lizadas para este inciso.

MATERIAL DEL BANCO "LA CEMENTERA ANAHUAC".

	PVS. (Kg/m ³ .)	HUM. OPTIMA %	CARGA DE COMP. KG.
a).-	1473.00	25.60	-
b).-	1457.00	26.60	-
c).-	1434.00	27.00	-
d).-	1460.25	24.75	-
e).-	1445.00	24.84	-
f).-	1445.00	24.84	10925.00
g).-	1473.00	30.55	11000.00

MATERIAL DEL BANCO "BARRIENTOS - LA QUEBRADA".

a).-	1416.00	32.20	-
b).-	1369.00	31.91	-

	PVS. (Kg/m ³ .)	HUM. OPTIMA %	CARGA DE COMP. KG.
c).-	1325.00	32.00	-
d).-	1373.00	27.30	-
e).-	1372.00	26.70	-
f).-	1372.00	26.70	11735.50
g).-	1416.00	37.70	11900.00

MATERIAL DEL BANCO "LOS ARCOS".

a).-	1226.00	41.10	-
g).-	1226.00	39.90	10300.00

MATERIAL DEL BANCO "LA COLMENA".

a).-	1174.00	41.50	-
g).-	1174.00	39.50	11300.00

MATERIAL DEL BANCO "BODEGA DE LIBROS DE TEXTO GRATUITO".

a).-	1367.00	35.80	-
g).-	1367.00	38.00	11300.00

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

a).- Variación del peso volumétrico total.

1.- Al obtener los pesos volumétricos totales en dos materiales diferentes y doce especímenes por cada uno, se encontró que la desviación estandar y el coeficiente de variación son mayores en las pruebas dinámicas que en las estáticas en relación de 2.2 a 1.7 la primera y 2.2 a 3.1 la segunda.

b).- Variabilidad del peso volumétrico a diferentes niveles del espécimen.

1.- Los pesos volumétricos registrados en la capa central de los especímenes compactados en forma estática resultaron mayores con respecto a los de la capa superior y la capa inferior con una diferencia promedio de 1% (teniendo como máximo 2% y como mínimo 0.4%).

2.- Los pesos volumétricos registrados en la capa inferior de los especímenes compactados en forma dinámica resultaron mayores con respecto a los de la capa media y la capa superior con una diferencia promedio de 3.1% (teniendo como máximo 5% y como mínimo 2.2%) obteniéndose valores menores de peso volumétrico en la capa superior.

3.- De los incisos a) y b) se concluye que las pruebas de compactación tipo estáticas tienen una mayor reproducibilidad y menor variabilidad, tanto al formarse el espécimen completo como en capas; y para tener la misma confianza cuando se utilizan pruebas del tipo dinámico se deben realizar aproximadamente del doble al triple de pruebas que cuando se utilizan pruebas de tipo estático.

Como datos accesorios las pruebas de tipo dinámico son más tardadas en su elaboración en relación de 4 a 1 en comparación con las del tipo estáticas por lo tanto tienen un mayor costo, lo cual se incrementa al necesitarse mayor número de pruebas para tener el mismo nivel de confianza.

Como conclusión general de lo anterior se tiene que las pruebas de laboratorio tipo estáticas son preferibles a las dinámicas.

c).- Presiones de compactación para obtener el peso volumétrico de la prueba-Proctor estandar.

De acuerdo a los pesos volumétricos obtenidos en 5 materiales diferentes

Con la prueba Proctor 30 golpes y 27 especímenes en total, compactados estáticamente con diferentes presiones de compactación, (siguiendo el procedimiento de la prueba Porter estandar). Se concluye que con una presión de 60 kg/cm². se puede reproducir el peso volumétrico de la prueba Proctor 30 golpes con una desviación estandar de 581 kg. y coeficiente de variación de 0.05 que se considera muy aceptable.

d).- Se considera factible utilizar pruebas estáticas de laboratorio para el control de compactación en el campo con lo cual se reduciría el costo y el tiempo en que se entreguen los datos al constructor.

REFERENCIAS

- 1.- E. J. Yoder and Witzcak. Principles of Pavement Design.
E. J. Yoder. 2ª Edición 1975.
- 2.- F. Olivera B. Tecnología para el proyecto de pavimentos flexibles.
Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Aragón, UNAM, México.
- 3.- E. Juárez B. y A. Rico R. Mecánica de Suelos tomo I.
- 4.- A. Rico R. y H. Del Castillo. La Ingeniería de Suelos en las Vías
Terrestres. tomo I
- 5.- Especificaciones Generales de Construcción, Parte IX., Secretaría de
Obras Públicas, México 1957.
- 6.- Murray R. Spiegel, Estadística, Serie Schau Mc. Graw-Hill
- 7.- Frederick S. Merritt. Manuel del Ingeniero Civil.
- 8.- Tratamiento de Materiales para Terracería. Secretaría de Obras Públicas
México, 1976.
- 9.- Informe que presenta el grupo de trabajo de la Comisión de Especificaciones
Técnicas, con relación a la revisión del cuadro No. 2 del inciso ---
90-03.1 del libro primero de la parte octava de las Especificaciones Gene
rales de construcción. México 1973
- 10.- F. Olivera B. y H. O. Fernández. Especímenes compactados estáticamente -
y dinámicamente dentro de la tecnología del Proyecto de Pavimentos Flexi-
bles. Memorias del 2º Simposio Colombiano sobre Ingeniería de Pavimentos
Popayán, Colombia, 1977.

I N D I C E

	Pags.
Introducción.	1
CAPITULO I	
Antecedentes en el uso de las pruebas de control de compactación	2
Objeciones a las pruebas dinámicas y estáticas para el control - de compactación.	16
CAPITULO II	
Objetivos y desarrollo del estudio.	21
CAPITULO III	
Estudio de variabilidad de los pesos volumétricos.	26
CAPITULO IV	
Estudio de equivalencias de pesos volumétricos obtenidos estáticamente y dinámicamente.	75
CAPITULO V	
Interpretación de los resultados.	106
Variabilidad del peso volumétrico seco total.	106
Variabilidad del peso volumétrico a diferentes profundidades.	108
Presiones de compactación estática para obtener los mismos <u>re</u> sultados de la prueba dinámica.	112
CAPITULO VI	
Conclusiones.	115
Variación del peso volumétrico total	115
Variabilidad del peso volumétrico a diferentes niveles el espécimen.	115
Presión de compactación para obtener el peso volumétrico de - la prueba Proctor estandar.	116
Referencias.	117

Impresiones

aries al Instante, s.a. de c.v.

REP. DE COLOMBIA No. 6, 1er. PISO
(CASI ESQ. CON BRASIL)

MEXICO 1, D. F.

526-04-72

529-11-19