



U.N.N.E. - Facultad de Ingeniería

CÁTEDRA: GEOTECNIA

Integrantes:

Prof. Titular: Ing. Arturo Borfitz

Prof. Adjunto: Ing. Dante Bosch

Auxiliares: Ing. Guillermo Arce

Ing. Hugo Casco

Ing. Daniel Nuñez

Edición y Maquetación:

Tec. Nelson J. Rodriguez

Año: 2008

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 4a ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR

1. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- 1- Objeto de la compactación de suelos: aumentar la resistencia mecánica del suelo y disminuir su capacidad de deformación.
- 2- En qué consiste la compactación: se busca aumentar el peso específico del suelo (densidad) disminuyendo su volumen de vacíos.
- 3- Finalidad del ensayo de compactación: reproducir en el laboratorio las condiciones de compactación que pueden darse en campaña. Hallar, para una cierta energía que se entrega al suelo, la máxima densidad que se puede obtener.
- 4- Factores que intervienen en la compactación: el porcentaje que representa la fase líquida (el agua) y la energía específica que se le otorga durante el proceso (energía por unidad de volumen).
- 5- Ensayos de compactación más comunes: ensayo de compactación AASHTO STANDARD Y AASHTO modificado. La energía específica de compactación para el ensayo AASHTO STANDARD es de 6 Kg.cm/cm^3 y para el AASHTO modificado es de $27,2 \text{ Kg.cm/cm}^3$.-
- 6- AASHTO STANDARD
 - 1- Equipo para la prueba:
 - Molde de compactación cilíndrico, con collar de extensión.
 - Pisón.
 - Guía metálica para el pisón.
 - Regla recta metálica.
 - Balanza de laboratorio, sensibilidad $0,1 \text{ gr}$.
 - Balanza de plataforma con sensibilidad de $1,0 \text{ gr}$ y de unos 5 Kg de capacidad.
 - Tamiz N° 4.
 - Elementos menores (cucharas, bandejas, pesafiltros, etc).
 - 2 Proceso del ensayo:
 - a) Secar al aire una muestra de unos $2,5 \text{ Kg}$. de peso y retirar de ella todo el material mayor a la malla N° 4.
 - b) Determinar y registrar la tara del molde proctor.-
 - c) Mezclar la muestra con el agua suficiente para obtener una mezcla ligeramente húmeda, que aún se desmorone cuando se presione después de ser apretada con la mano.
 - d) Colocar la muestra dentro del molde en tres capas sucesivas, aplicándoles a cada una 25 golpes repartidos en toda el área, dados con un pisón de $2,5 \text{ Kg}$., que se deja caer de $30,5 \text{ cm}$.
 - e) Quitar cuidadosamente la extensión del molde y engrasar la parte superior del cilindro con la regla metálica.-
 - f) Determinar y registrar el peso del cilindro con el suelo compactado.-

- g) Retirar el suelo del molde y obtener el contenido de agua de dos muestras representativas, de unos 100 gr., una obtenida de un nivel cercano al superior y otra de una parte próxima al fondo.-
- h) Repetir el proceso con un contenido de agua cada vez mayor hasta que se tengan por lo menos dos determinaciones en las que el peso del molde con el suelo compactado sea inferior a los anteriores..
- i) Dibujar los resultados obtenidos en una gráfica que tenga como abscisas los diferentes contenidos de agua resultante y como ordenadas los pesos específicos secos.-
- j) En la curva obtenida, la máxima ordenada representará la humedad óptima del suelo para la que pueda lograrse el máximo peso específico con la energía de compactación entregada.-

7- AASHTO modificado

La diferencia con el ensayo anterior consiste en que se trabaja con 5 capas de suelos y con pisón de 4,5 Kg., el cual se deja caer desde 45,7 cm.-

8- Fórmulas útiles

- a) La energía específica de compactación se obtiene:

$$E_e = (Nn Wh) / V$$

Donde:

N= número de capas

n= número de golpes por capa

W= peso del pisón

h= altura de caída del pisón

V= volumen del molde (0,94 lts, aproximadamente)

- b) El peso específico húmedo se obtiene dividiendo el peso del suelo por el volumen del molde y el peso específico seco usando

$$\gamma_s = \frac{\gamma_h}{(1 + \omega)}$$

TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 4b: ENSAYO DE COMPACTACIÓN HARVARD

1. GENERALIDADES

Como en la prueba de compactación Proctor, en sus dos modalidades (estándar y modificado), el par de valores buscado en este ensayo es peso unitario seco máximo (comúnmente densidad seca máxima)- humedad óptima, que en el laboratorio se designa: $\gamma_{dmax} - \omega_{opt}$. Esta prueba "miniatura" se ha desarrollado para ser utilizada, preferentemente, en suelos finos.

2. APARATOS

- 1- Molde metálico de compactación con collar de extensión y placa de base.
- 2- Pisón metálico, con émbolo en su parte inferior, que pueda aplicar presión por la acción de un resorte calibrado. La presión aplicada puede hacerse variar dentro de ciertos márgenes usando resortes de diferentes constantes elásticas.
- 3- Mecanismo para quitar la extensión del molde, provisto de un émbolo que mantiene al suelo en su lugar durante la extracción.
- 4- Extractor, para retirar la muestra compactada del molde, con una mínima alteración.
- 5- Elementos necesarios para medir la humedad de las diferentes muestras: balanza, estufa, reglas, pesafiltros, etc.
- 6- Tamiz n°:4.

3. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

- ❖ Secar al aire una muestra de unos 1.5 kg. de peso y retirar de ella todo el material mayor que el tamiz N° 4.
- ❖ Se recomienda colocar diversas porciones de suelo en recipientes cerrados con aproximadamente el contenido creciente de agua para la prueba en iguales incrementos, dejándolos por lo menos una noche.
- ❖ De no ser posible la metodología anterior se podrá incrementar la humedad de las muestras antes de compactar con contenidos crecientes de agua, si el suelo lo permite (suelos con resistencias bajas en estado seco).

Con ambos procedimientos se busca homogeneizar la humedad en la muestra al momento de la compactación.

4. PROCEDIMIENTO

- ⊕ Con el molde ajustado a su base y provisto de su extensión, colóquese en él la cantidad requerida de suelo para una capa en estado suelto. El total de capas a compactar dentro del molde será 5, nivelando antes de las aplicaciones cada una de ellas con un pisón plástico.
- ⊕ Luego del ajuste del pisón metálico, repartir uniformemente en toda la superficie de la capa las aplicaciones, venciendo en cada una la resistencia del resorte sobre el émbolo, hasta completar las 50 estipuladas por capa para este ensayo.
- ⊕ Agregar la cantidad de suelo necesaria para la siguiente capa y repetir la operación mencionada en 2 hasta completar el número indicado de capas, cuidando que la última sobresalga del molde 1 cm como máximo, entrando en la extensión metálica del mismo.

- ⊕ Quitar la extensión del molde con el dispositivo diseñado para tal fin.
- ⊕ Quitar el molde de su base y enrasar su borde superior cuidadosamente usando una regla metálica. Verificar también el enrasamiento del borde inferior del molde.
- ⊕ Pesar el molde que contiene el suelo compactado.
- ⊕ Sacar la muestra del molde utilizando el extractor y colocarla en un recipiente apto para temperaturas de 105 - 110°C, con el objeto de determinar su contenido de agua.
- ⊕ Operar con otra muestra de suelo con diferente tenor de humedad (creciente) siguiendo los pasos 1 a 7, hasta que el peso húmedo de la muestra vaya decreciendo, lo que indica que se ha sobrepasado el contenido de agua óptimo.

5. CÁLCULOS

- Peso húmedo de cada determinación: Phi corresponde al peso húmedo de la muestra compactada de cada determinación, Psi corresponde al peso seco de la muestra compactada de cada determinación luego de 24 hs. en estufa, Pi corresponde al peso medido con balanza en el paso 6 del procedimiento, Pmolde corresponde a la tara del molde

$$\text{Phi} = \text{Pi} - \text{Pmolde}$$

- Densidad húmeda de cada determinación: Se la obtiene aplicando la fórmula:

$$\gamma_{hi} = \frac{\text{Phi}}{V}$$

Donde V representa el volumen del molde (V= 62 cm³).

- Humedad de la muestra: Logrando peso constante en estufa se calcula con la fórmula:

$$\omega\% = \frac{\text{Phi} - \text{Psi}}{\text{Psi}} \times 100$$

- Densidad seca de cada determinación: Se la obtiene aplicando la fórmula:

$$\gamma_{di} = \frac{\gamma_{hi}}{1 + \omega\%}$$

6. OBSERVACIONES

- Se deberá tener especial cuidado al retirar la extensión del molde de modo de no despegar la última capa compactada.
- Es conveniente engrasar las paredes internas del molde y extensión para facilitar las operaciones de extracción y alterar así lo menos posible las muestras compactadas.
- Para el cálculo de la humedad no es necesario llevar la probeta entera a estufa, bastaría una porción de ella, si los pesafiltros no fuesen de gran dimensión.

DETERMINACIÓN	1	2	3	4	5	6	7

TRABAJOS DE LABORATORIOS

Pi (gr.)							
Phi (gr.)							
γ_{hi} (grs./cm ³)							
(1) $\omega_i\%$							
(2) γ_{di} (grs./cm ³)							

7. GRÁFICA

Con los valores indicados (1) y (2) de las últimas filas se grafica la curva y en ella se encuentra el par buscado $\gamma_{dmax.} - \omega_{opt.}$.