

INDICE

Executive summary.3

Introducción.....4

Objetivos.....	5
Marco Teórico.....	6
Desarrollo.....	12
Resultados	16
Conclusión.....	17
Recomendaciones	18
Bibliografía.....	19
Anexos.....	20

Executive summary

Many civil engineering projects require the use of in-situ 'fill' material. Whenever soil is placed as an engineering fill, it is usually compacted to a dense state, to obtain satisfactory engineering properties. Compaction on site is usually effected by mechanical means such as rolling, ramming or vibrating. Control of compaction is necessary to achieve a satisfactory result at a reasonable cost. Laboratory compaction tests provide the basis for control procedures used on site.

Introducción

La calidad durante un proceso de compactación en campo se mide a partir de un parámetro conocido como grado de compactación, el cual presenta un cierto porcentaje. Su evaluación involucra la determinación previa del peso específico y de la humedad optima correspondiente a la capa de material ya compactado. Este método es para conocer el grado de compactación, es un método destructivo ya que se basa en determinar el peso específico seco de campo a partir del material extraído de una muestra, la cual se realiza sobre la capa de material ya compactado.

El método del cono de arena fue utilizado primeramente por el cuerpo de ingenieros de USA. y acogido por las normas A.S.T.M. y A.A.S.T.H.O., y adoptada por la Norma Chilena NCh1516 Of.79.

Un suelo natural o compactado requiere la determinación de la densidad in situ. En la mayoría de los proyectos, esta verificación se logra con el cono de arena o por el densímetro nuclear.

Objetivos

– Determinar el peso unitario (densidad) de los suelos en el terreno. El empleo del aparato descrito aquí está restringido a suelos que contengan partículas no mayores de 50 mm (2") de diámetro.

- Aprender a determinar este cálculo en campo y cuales son ventajas y desventajas en la aplicación al diseño o construcción.
- Tomar decisiones de acuerdo a tipos de de información que se obtengan en estos laboratorios para adquirir experiencia cuando se este realizando una obra de gran magnitud.

Marco Teórico

Norma NCh 1516.Of79

Determinación de la densidad en el terreno – Método del cono de arena

Esta norma establece un procedimiento para determinar en el terreno la densidad de suelos cuyas partículas son menores que 50mm

Aparatos

Aparato de densidad

Consiste en una válvula cilíndrica de 12,5 mm de abertura con un extremo terminado en forma de embudo y con su otro extremo ajustado a la boca de un recipiente de aproximadamente 4 litros de capacidad. La válvula debe tener topes que permitan fijarla en su posición completamente cerrada o completamente abierta. El aparato debe llevar una placa base

Este aparato descrito se puede utilizar en perforaciones de aprox. 3 litros.

Arena de ensayo

Compuesta por partículas sanas, redondeadas, no cementadas y comprendidas entre 1 y 2 mm. Debe estar lavada y seca en estufa a $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

Para elegir la arena deben efectuarse previamente cinco determinaciones de su densidad aparente empleando la misma muestra representativa. Para su aceptación los resultados de dichas determinaciones deben tener una variación menor que el 1% entre sí.

Deposito para calibración de arena

Recipiente metálico, impermeable, de forma cilíndrica y con una capacidad volumétrica de 2 a 3 litros.

Balanza

Con una capacidad máxima de 15 Kg. y una precisión de 1grs.

Equipo de secado

Según NCh 1515

Envases

Recipientes con tapa, tarros de hojalata sin costuras con tapa hermética, bolsas de polietileno u otros recipientes adecuados para contener las muestras y la arena de ensayo respectivamente

Herramientas y accesorios

Picota, chuzo, pala, para despejar o alcanzar la cota del punto de medición; combo, cuchillo, martillo, pala jardinera y cuchara para cavar la perforación de ensayo; termómetro y placa de vidrio para calibrar el depósito; brocha cinta métrica, libreta de apuntes, etc.

Procedimiento

Determinación de la capacidad volumétrica del depósito

- a) Colocar el depósito limpio y seco sobre una superficie firme y horizontal
- b) Llenar el depósito con agua a temperatura ambiente y enrasar con una placa de vidrio, eliminando burbujas de aire y el exceso de agua
- c) Determinar la masa de agua que llena el depósito aproximando 1grs.
- d) Medir la temperatura del agua y determinar su densidad de acuerdo con la tabla interpolando si es necesario

Temperatura °C	Densidad g/cm ³
16	0,999
18	0,998
20	0,998
23	0,997
26	0,996
29	0,995

- e) Determinar y registrar la capacidad volumétrica aproximando a 1cm³ dividiendo la masa de agua que llene el depósito por su densidad

Determinación de la densidad aparente de la arena de ensayo

- a) Llenar el aparato de densidad con la arena de ensayo
- b) Colocar el depósito limpio y seco sobre una superficie plana, firme y horizontal, montar sobre él la placa base y asentar el aparato de densidad boca abajo sobre la placa, procurando que la operación sea similar a la que va a realizarse en terreno
- c) Abrir la válvula, dejar fluir la arena y cerrar la válvula cuando la arena sobrepase el borde de la medida
- d) Retirar el aparato de densidad, la placa base y el exceso de arena, enrasar cuidadosamente sin producir vibración
- e) Determinar la masa de la arena que llena la medida, aproximando 1grs.
- f) Determinar la densidad de la arena dividiendo la masa de arena que llena la medida por la capacidad volumétrica de la medida

g) Repetir toda la operación cinco veces, elegir los tres resultados más próximos (que no difieran entre si en más de 0,1%)

h) Determinar y registrar la densidad aparente de la arena de ensayo como el promedio de los tres resultados elegidos, aproximando a 1g/ml

Determinación de la masa de arena que llena el embudo

a) Llenar el aparato de densidad con arena, determinar y registrar su masa, aproximando 1 grs.

b) Colocar la placa base sobre una superficie plana, firme y horizontal y asentar el aparato de densidad boca abajo sobre la placa

c) Abrir la válvula y mantenerla abierta hasta que la arena llene el embudo

d) Cerrar la válvula bruscamente, determinar y registrar la masa del aparato más la arena remanente, aproximando 1 grs.

e) Determinar y registrar la pérdida de masa, como masa de la arena que llena el embudo, aproximando 1 grs.

Determinación de la densidad de l suelo en terreno

Determinación del volumen de la perforación de ensayo

a) Preparar la superficie de la localización a ensayar de modo que este plana y nivelada

b) Colocar la placa sobre esta superficie nivelada

c) Excavar dentro de la abertura de la placa base una perforación de ensayo del tamaño máximo de partículas, cuidando de no alterar las paredes de suelo que delimitan la perforación. Los suelos esencialmente granulares requieren extremo cuidado

d) Colocar todo el suelo excavado en un envase tapado y protegido de pérdidas y contaminaciones

e) Determinar y registrar la masa del aparato de densidad con el total de arena aproximando 1 grs., asentar el aparato de densidad boca abajo sobre la placa, abrir la válvula y cerrar una vez que a arena ha dejado de fluir

f) Determinar y registrar la masa del aparato mas la arena remanente, aproximando 1 grs.

g) Determinar y registrar la pérdida de masa como masa de la arena empleada en el ensayo, aproximando 1 grs.

h) Recuperar la arena de ensayo y dejarla en un envase aparte hasta acondicionarla a fina que cumpla con los requisitos establecidos previamente para utilizarla nuevamente.

Determinación de la masa seca del material extraído de la perforación de ensayo

a) Inmediatamente de extraído el total del material excavado de la perforación de ensayo determinar y registrar la masa húmeda, aproximando 1 grs., mezclar completamente y mantenerlo protegido en un envase

b) Extraer una muestra representativa de este material del tamaño indicado en la tabla, envasarla y determinar su humedad en el laboratorio según NCh 1515

Tamaño máximo de partículas del suelo mm.	Tamaño mínimo de la perforación de ensayo cm ³	Tamaño mín. de la muestra para det. de Humedad grs.
50	2800	1000
25	2100	500
12,5	1400	250
5	700	100

Expresión de resultados

Masa seca del material extraído de la perforación de ensayo:

$$M_s = \frac{M_h}{1 + \frac{H}{100}}$$

1+

100

En que

M_s: Masa seca del material extraído de la perforación de ensayo, grs.

M_h: Masa húmeda del material extraído de la perforación de ensayo, grs.

H: Humedad del suelo determinada según NCh 1515, %.

Volumen de la perforación de ensayo

$$V_s = \frac{M_a - M_e}{a}$$

a

En que

V_s: Volumen de la perforación de ensayo, cm³

M_a: Masa de la arena empleada en el ensayo, grs.

M_e: Masa de la arena que llena el embudo, grs.

a: Densidad aparente de la arena, grs/cm³

Densidad del suelo

$$d = \frac{M_s}{V_s}$$

V_s

En que

d: Densidad del suelo seco, grs./cm³

Ms Masa seca del material extraído de la perforación de ensayo, grs.

Vs: Volumen de la perforación de ensayo, cm³

$h = \frac{M_h}{V_s}$

Vs

h: Densidad del suelo húmedo, grs/cm³

Mh: Masa húmeda del material extraído de la perforación de ensayo, grs.

Vs: Volumen de la perforación de ensayo

Desarrollo

Materiales:

- Cono de arena
- Placa base
- Arena calibrada
- Martillo
- Combo
- Cinzel
- Cuchara metálica
- Brocha
- Bandejas
- Regla plástica
- Quemador industrial doble
- Recipientes metálicos
- Balanza

Procedimiento:

- Los materiales se llevan a la zona de ensayo en el estacionamiento de la Universidad de las Américas.
- Se eligió un lugar de trabajo apto para el ensayo y se limpio la superficie con la brocha.

- Se coloca la placa base en el terreno.
- Con el uso del cincel y el partillo se hace la excavación de igual diámetro que la placa y una profundidad de 15 cm. esta excavación debe ser uniforme tenido el mismo diámetro en toda su envergadura.
- La tierra se va extrayendo con el uso de la cuchara metálica y se va guardando en la bandeja una ves extraído todo el material se pesa.
- Con la regla de plástico se va comprobando la profundidad de la excavación.
- Una ves realizada la excavación se coloca el cono de arena y se abre la llave dejando fluir la arena hasta que pare totalmente.
- Se saca el cono y se pesa para tener el valor de la arena remanente
- La arena que esta en la en la excavación se saca y se tamiza para dejar la arena lista para el siguiente ensayo.
- Con el material extraído se saca una muestra representativa la cual se debe pesar y secar para obtener el porcentaje de humedad del suelo.
- Se realiza el ensayo nuevamente siguiendo los mismos pasos.

Cálculos

Ensayo N°1

Masa seca del material extraído de la perforación de ensayo:

$$M_s = \frac{3865}{1 + 8,337} = 3567,57 \text{ grs.}$$

$$1 + 8,337$$

$$100$$

Volumen de la perforación de ensayo

$$V_s = \frac{(5383 - 952)}{1,286} = 4431 = 3445,57 \text{ cm}^3$$

$$a \ 1,286$$

Densidad del suelo

– Seco

$$d = \frac{3567,57}{3445,57} = 1,03 \text{ grs/cm}^3$$

$$3445,57$$

– Húmedo

$$h = \frac{3865}{3445,57} = 1,12 \text{ grs/cm}^3$$

3445,57 Ensayo N°2

Masa seca del material extraído de la perforación de ensayo:

$$M_s = \frac{3245}{100} = 2976,38 \text{ grs.}$$

$$1 + \frac{9,025}{100}$$

100

Volumen de la perforación de ensayo

$$V_s = (5293 - 1197) = 4096 = 3444,91 \text{ cm}^3$$

1,189 1,189

Densidad del suelo

– Seco

$$d = \frac{2976,38}{3444,91} = 0,86 \text{ grs./cm}^3$$

3444,91

– Húmedo

$$h = \frac{3245}{3444,91} = 0,94 \text{ grs./cm}^3$$

3444,91

Resultados

M	Profundidad	Peso Arena	Densidad Arena	Peso Suelo Húmedo	Peso Cono Inferior	Arena Remanente	Suelo Seco	Suelo Húmedo
1	15 cm.	5383 grs.	1,286 grs/cm ³	3865 grs.	1600 grs.	952 grs.	1,03 cm ³	1,12 cm ³
2	15 cm.	5293 grs.	1,189 grs/cm ³	3245 grs.	1600 grs.	1197 grs.	0,86 cm ³	0,94 cm ³

Humedades Suelo Perforado

1	2	Muestra
800	800	P. Húmedo
733,3	727,8	P. Seco
8,337 %	9,025 %	% Humedad

Conclusión

La determinación de la densidad de un suelo in situ es necesaria para saber el estado de la compactación del suelo por capas las cuales deben tener un valor adecuado dado por las especificaciones técnicas de un

proyecto, de esta forma se puede realizar un trabajo de mejor forma.

El densímetro nuclear necesita un valor patrón el cual es obtenido por este ensayo así este aparato realizara el funcionamiento adecuado de obtener la densidad de un terreno.

Recomendaciones

Las recomendaciones que serán dadas aquí tiene el objetivo de dar una opinión para poder mejorar algunos aspectos sobre el laboratorio realizado sobre densidad in situ determinación de la densidad de suelo en el terreno.

Para poder realizar con mayor eficacia el laboratorio debería haber la cantidad suficientes de materiales para que todos los grupos trabajen al mismo tiempo, así el laboratorio tiende a realizarse con mayor seriedad ya que todos estarán trabajando.

Bibliografía

www.google.cl

www.ucv.cl

NCh 1516 Of.79

Anexos

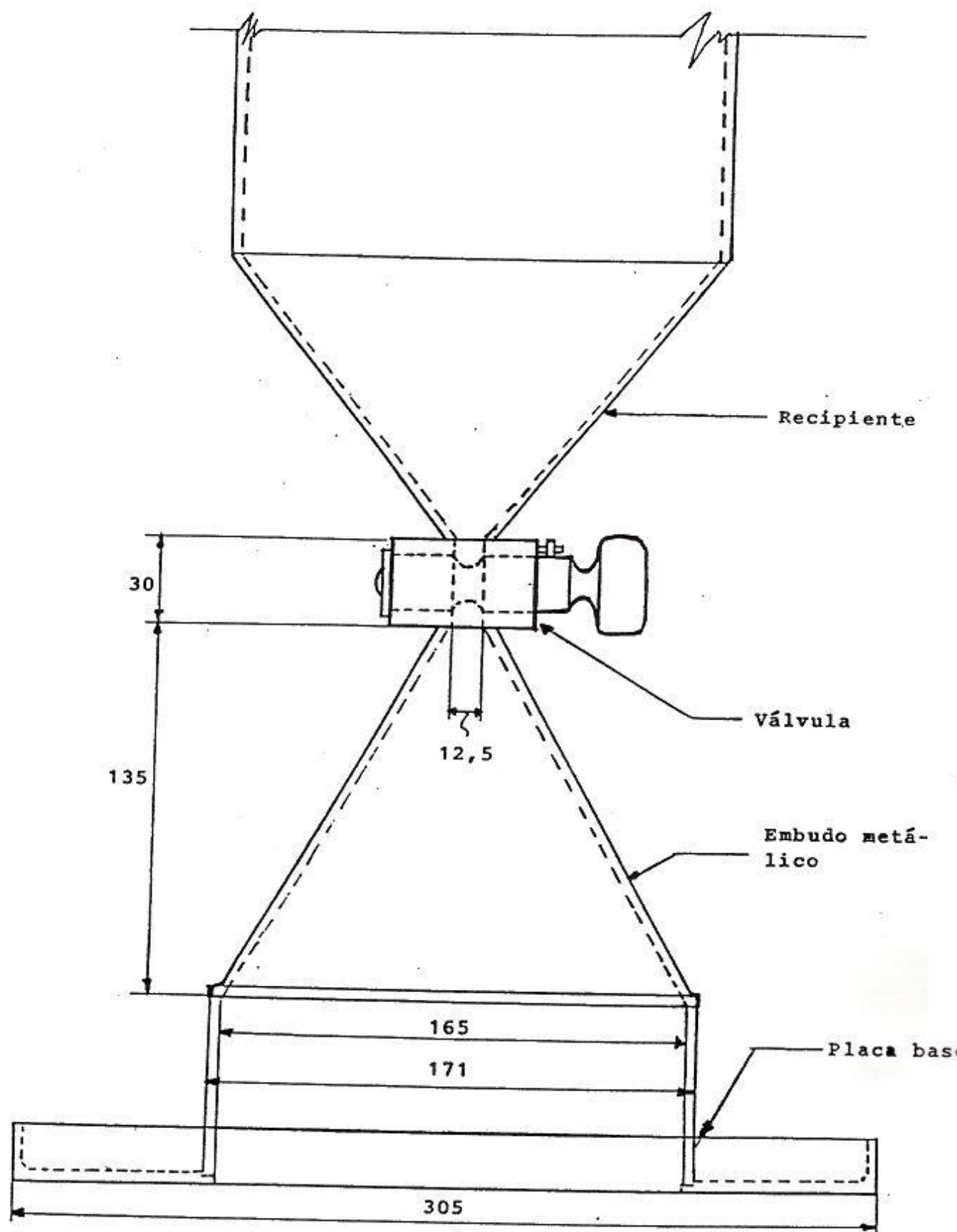


Figura - Esquema de aparato de densidad

Aparato de Densidad

2