

➤ **COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS**

S0408. COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS (ASTM D2126 AASHTO T208)

OBJETO

1. El objeto de este método es indicar la forma de realizar el ensayo para determinar la resistencia a la compresión inconfinada de suelos cohesivos bajo condiciones inalteradas o remoldeadas, aplicando carga axial, usando cualquiera de los métodos de resistencia controlada o deformación controlada.

Este ensayo se emplea únicamente para suelos cohesivos, ya que en un suelo carente de cohesión no puede formarse una probeta sin confinamiento lateral.

2. Resistencia a la compresión inconfinada, es la carga por unidad de área a la cual una probeta de suelo, cilíndrica o prismática, falla en el ensayo de compresión simple.

EQUIPOS Y MATERIALES

3. Aparato de Compresión: conformado por una prensa para rotura de las probetas, de velocidad controlada manual o mecánicamente, con capacidad suficiente para llegar a la carga de rotura. El dispositivo de medida de la fuerza aplicada debe tener una precisión del 1 % de la resistencia a la compresión simple de la muestra ensayada.
4. Extractor de muestras: capaz de sacar corazones de suelos; si las muestras llegan al laboratorio en tubos no abiertos longitudinalmente, es preciso que produzca poca alteración en el suelo.
5. Un torno con motor o tallador de probetas de muestras inalteradas con accesorios (sierra de alambre, cuchillos, caja de ingletes, etc.).
6. Moldes para preparar probetas de suelo amasado o compactado.
7. Aparatos para determinar la humedad de la muestra según se indica en el Método S0301.
8. Un cronómetro, si el control de la prensa es manual
9. Un calibrador con nonio capaz de medir las dimensiones físicas de la probeta con precisión de 0,1 mm.
10. Balanzas que den el peso de la muestra con una precisión del 0,1 % de su peso total.
11. Horno capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C (230° ± 9 °F).

PREPARACION DE LA MUESTRA

12. Dimensiones y limitaciones de la probeta

La probeta debe ser de sección aproximadamente constante, circular o cuadrada, y eje perpendicular a dicha sección. Su diámetro o lado no debe ser inferior a 35 mm (1.4") y en suelos que presentan discontinuidades se recomienda que sea de mayor tamaño. La mayor partícula contenida en su interior debe ser, como máximo, igual a 1/10 del diámetro o lado. Si, una vez terminado el ensayo, se encuentran partículas mayores que dicho tamaño, se hará constar esto, junto con los resultados. Para muestras con diámetro igual o mayor de 71,1 mm, el tamaño de la partícula deberá ser menor a 1/6 del diámetro o lado.

La relación longitud-diámetro de las muestras para el experimento debería ser suficientemente grande para evitar interferencias de planos potenciales de falla a 45° y suficientemente corta para no obtener falla de "columna". La relación L/d que satisface estos criterios es:

$$2 < L/d < 3$$

- a) El término probeta se aplica a la muestra ya tallada. Cuando la altura no cumpla con las dimensiones indicadas, deberá anotarse en el Informe.
- b) La dimensión longitudinal de la probeta cortada debe coincidir con la dirección vertical de la muestra original.

13. Probetas inalteradas

Si se trata de muestras de tubo, hay que manejarlas con gran cuidado para evitar su alteración, cambios en la sección transversal o la pérdida de humedad.

- a) Si se teme que el dispositivo de extracción pueda dañar la muestra, puede hendirse el tubo longitudinalmente o cortarlo en trozos más pequeños para facilitar la extracción de la muestra sin alterarla.
- b) Si se trata de arcilla no dura, se recomienda, cuando sea posible, tallar la muestra para eliminar las zonas alteradas próximas a las paredes del tubo. En general, deben desecharse las partes alteradas de la muestra.
- c) En caso de disponerse de cámara húmeda, las operaciones de tallado deben realizarse en ella con el fin de que el suelo permanezca el menor tiempo posible expuesto a la pérdida de humedad. Puede emplearse un tomo o tallador como el descrito en 5, y para recortar los extremos la sierra de alambre y una caja de ingletes. Para evitar el desarrollo de fuerzas capilares que se consideren importantes, en cuanto una probeta haya sido cortada, se envuelve en papel celofán o encerado, o se coloca en un recipiente hermético a menos que inmediatamente se realice el ensayo. Si lo que queda de la muestra inalterada original se va a usar otra vez, debe cubrirse nuevamente.
- d) Cuando los extremos de la probeta quedan irregulares debido a la existencia de piedras, desmoronamiento de la muestra, etc., se deben igualar las caras rellenando los pequeños agujeros con suelo de los cortes. Si se trata de muestras duras, es conveniente refrentar las caras de modo que queden perfectamente paralelas. Esto puede hacerse mediante un corte de precisión o añadiendo una capa de azufre o material duro análogo en un "refrentador".
- e) Se determina el peso de las probetas y separadamente se toma una muestra para determinar la humedad. El peso debe excluir la capa de material utilizado para refrentar la probeta.

14. Probetas Remoldeadas

Si se desea ensayar una muestra de arcilla saturada "remoldeada", por ejemplo para determinar la sensibilidad, se procede del siguiente modo: se amasa perfectamente el suelo de modo que se destruya completamente su estructura anterior. Si se desea conservar la humedad que tenía la muestra original, es conveniente envolver el material en una membrana de caucho fino durante esta operación.

- a) Para formar el espécimen puede emplearse un tubo metálico cilíndrico hueco de altura algo mayor que el doble del diámetro, en cuyo interior penetra un cilindro de madera del mismo diámetro que la probeta, cubierto con un disco de aluminio. Las paredes del tubo hueco se deben lubricar con vaselina.
- b) La probeta se moldea contra el disco de aluminio, y se hace retroceder el cilindro de madera a medida que se añade más arcilla. Hay que tener cuidado de que no se introduzca aire en la probeta durante esta operación, con el objeto de mantener el grado de saturación anterior al amasado. Cuando dentro del tubo haya un cilindro de arcilla de altura un
- c) poco superior al doble del diámetro, se empuja el cilindro de madera en sentido contrario para extraer la muestra.
- d) Para efectos de este método, la sensibilidad se define como el cociente entre la resistencia a la compresión simple de la muestra inalterada y la resistencia a la compresión simple de la muestra remoldeada sin pérdida de humedad. Como es inevitable que durante las operaciones citadas la muestra pierda algo de humedad, puede ser conveniente realizarlas con las manos algo húmedas, o bien obtener la resistencia de la muestra remoldeada a partir de un gráfico que relacione la resistencia y la humedad en dichas muestras.

En muchos casos, puede ser conveniente remoldear la muestra con los mismos restos de la inalterada una vez rota. En tales circunstancias, no es posible hallar la humedad en la muestra inalterada con la totalidad de la probeta.

15. Probetas compactadas

También puede compactarse una muestra en un molde a una humedad y peso unitario prefijado. Despues que la probeta se haya formado, se le cortan extremos perpendiculares al eje longitudinal, se extrae del molde y se determinan su peso y dimensiones.

La experiencia indica que es difícil manejar, compactar y obtener resultados válidos con probetas que tienen un grado de humedad superior al 90 % de la saturación de la muestra de suelo.

PROCEDIMIENTO

16. Se miden la altura y el diámetro o lado de la probeta, con una precisión de 0,1 mm mediante un calibrador con nonio o un objeto análogo.

En probetas de gran tamaño puede adoptarse una precisión menor y proporcional al tamaño de la muestra.

17. Se pesa la muestra

18. Se coloca la probeta en la prensa de modo que quede perfectamente centrada. Se acciona el dispositivo de avance lo estrictamente necesario para que la probeta toque a la placa superior de la prensa. Se pone en cero el indicador de deformaciones.

El ensayo podrá hacerse controlando la deformación o controlando la carga.

19. Para el caso de la deformación controlada, se acciona la prensa de modo que la velocidad de deformación unitaria de la probeta esté comprendida entre ½ % y 2% por minuto. Se toman medidas de las deformaciones y de las cargas cada 30 segundos hasta que las cargas comiencen a disminuir o hasta llegar a una deformación axial del 20% (lo que antes suceda). Se escogerá una velocidad en que la rotura ocurra en un lapso entre 1 y 10 minutos. -En el caso de materiales muy blandos que exhiben deformaciones mayores a la falla, deberán ensayarse a una tasa mayor de deformación y lo inverso para los materiales duros o quebradizos.

Si se trata de una probeta de suelo muy duro, en la cual la deformación a la rotura sea muy pequeña, la curva esfuerzo-deformación no quedará debidamente representada en dicho gráfico. En ese caso, es posible despreciar el aumento de sección durante la carga.

Cuando interesa hallar el módulo de deformación en probetas de suelo muy duro, es conveniente medir la deformación mediante extensómetros o por otro procedimiento que elimine las deformaciones en la base.

20. Cuando se empleen esfuerzos controlados, se aplicará la carga para que produzca una deformación axial a una tasa de ½ % a 2% por minuto y se registrarán los esfuerzos y las deformaciones cada 30 s. La tasa de deformación se regulará en tal forma que la falla de probetas sin refrentar nunca sobrepase de 10 minutos. La carga deberá proseguirse hasta que decrezcan los valores de la carga con el aumento de sección que se produce en la probeta durante la rotura, lo cual se traduce en una disminución del esfuerzo aplicado.

21. Hágase un esquema de la forma de rotura. Si la rotura se produce a través de un plano inclinado, es conveniente medir el ángulo de inclinación de dicho plano.

22. De la parte de la probeta en donde se ha producido la rotura se toma una pequeña muestra en el recipiente y se determina su humedad. También se determina la humedad de toda probeta, anotando los pesos y haciendo las operaciones que se indican en la hoja de cálculos.

CÁLCULOS

23. La deformación unitaria, ϵ , se calculará con la siguiente fórmula:

$$\epsilon = \Delta L / L_0$$

Siendo:

ϵ = Deformación unitaria axial para la carga dada.

ΔL = Cambio en longitud de la muestra, igual al cambio entre la lectura inicial y final del indicador de deformación

L_0 = Longitud inicial de la muestra.

24. Calcúlese la sección transversal promedio de la muestra, A, para una carga dada así:

$$A = A_o / (1 - \varepsilon)$$

Siendo:

ε = Deformación unitaria axial para la carga dada
 A_o = Área inicial promedio de la probeta.

$$A_o = (A_t + A_m + A_b) / 4$$

A_t = Área en la parte superior de la probeta
 A_m = Área en la parte media de la probeta
 A_b = Área de la parte inferior de la probeta

El área A, puede calcularse alternativamente a partir de dimensiones obtenidas por medición directa, cuando pueden medirse las superficies de la probeta.

25. Es útil preparar un gráfico que dé para cada deformación el área corregida correspondiente, de acuerdo con los diámetros iniciales de las muestras que se empleen en el ensayo.

26. Calcúlese el esfuerzo, σ_c :

$$\sigma_c = p / A$$

Donde:

p = Carga aplicada dada, y
 A = Área de la sección promedio correspondiente.

27. Prepárese un gráfico que muestre la relación entre el esfuerzo (ordenada) y la deformación unitaria (en las abscisas). Tómese el valor mayor de la carga unitaria o el que corresponda al 20% de deformación, el que ocurría primero entre las dos, e infórmese como resistencia a la compresión inconfinada. Siempre que se considere necesario para una interpretación adecuada, se incluirá el gráfico correspondiente en el Informe.

28. La resistencia a la compresión inconfinada se emplea también para calificar la consistencia del suelo como muy blanda, blanda, mediana, firme, muy firme y dura de acuerdo con el valor obtenido en la siguiente forma:

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm ²	(kPa)
Muy blanda	< 0,25	(< 25)
Blanda	0,25-0,50	(25 - 50)
Mediana	0,50-1,00	(50 - 100)
Firme	1,00-2,00	(100 - 200)
Muy firme	2,00-4,00	(200 - 400)
Dura	>4,00	(> 400)

29. Mediante el peso y la humedad de la probeta se calcula el peso unitario según se indica en la hoja de cálculos.

