

### 3.1. ENSAYO COMPRESION NO CONFINADA (CNC).

Tiene por finalidad, determinar la resistencia a la compresión no confinada ( $q_u$ ), de un cilindro de suelo cohesivo o semi-cohesivo, e indirectamente la resistencia al corte ( $c$ ), por la expresión:

$$c = q_u / 2 \quad ( \text{kgs/cm}^2 )$$

Este cálculo se basa en el hecho de que el esfuerzo principal menor es cero (ya que al suelo lo rodea sólo la presión atmosférica) y que el ángulo de fricción interna ( $\phi$ ) del suelo se supone cero.

Este ensayo es ampliamente utilizado, ya que constituye un método rápido y económico. Consiste en un ensayo uniaxial, en donde la probeta no tiene soporte lateral ( $\sigma_3=0$ ), realizándolo en condiciones no drenadas. Se podrá realizar de dos maneras, mediante un control de deformación o bien, mediante un control de esfuerzos.

El primero, es ampliamente utilizado, controlando la velocidad de avance de la plataforma del equipo. El segundo, requiere ir realizando incrementos de carga, lo que puede causar errores en las deformaciones unitarias al producirse una carga adicional de impacto al aumentar la carga, por lo que resulta de prácticamente nula utilización.

Las probetas deben cumplir con las siguientes condiciones:

- diámetro mínimo 33 mm,
- tamaño máximo de las partículas menor que 1/10 de su diámetro.
- relación altura-diámetro (L/D) debe ser lo suficientemente grande para evitar interferencias en los planos potenciales de falla a 45° y lo suficientemente corta para evitar que actúe como columna; para satisfacer ambos criterios, se recomienda una relación L/D comprendida entre 2 y 3.

#### 3.1.1. Metodología de ensayo.

- Equipo necesario.
- Máquina de compresión, con sistema de lectura de carga de rango bajo.
- Un dial o lector de deformación, con curso de al menos 20% del largo de la probeta y precisión de 0,01 mm.
- Horno de secado con circulación de aire y temperatura regulable capaz de mantenerse en  $110^\circ \pm 5^\circ \text{C}$ .
- Herramientas y accesorios: molde y pisón compactador del equipo Harvard miniatura, balanza de 1000 grs. de capacidad y 0,01 gr. de precisión, cronómetro, espátula, pie de metro, membrana impermeable, cuchillo y recipientes plásticos.

- Procedimiento.

- Preparación de muestras no perturbadas. A partir de la obtención en terreno de una muestra inalterada de suelo, ya sea mediante molde CBR o bien la proveniente de un sondaje, con un cuchillo o una espátula, retirar el total de la parafina sólida que se aplicó para evitar pérdidas de humedad.

Luego, se corta una muestra preliminar algo más grande que el tamaño deseado para la probeta que se quiera obtener (ejemplo 2,5 cm. más alta y 1,3 cm. más ancha) y se escuadran sus extremos de modo que queden perpendiculares a su eje y paralelos entre sí. Finalmente, se talla la probeta de la sección preestablecida y que cumpla con la relación L/D. Esta operación deberá realizarse sin hacer contacto entre las manos y la muestra.

- Compresión de la probeta. Previo a ensayar la probeta, se deben determinar el diámetro, altura, peso y deformación correspondiente al 20% de la deformación unitaria.

Luego, se centra la probeta en el plato base de la máquina, se coloca la placa superior y se ajusta el conjunto de modo de hacer contacto entre el pistón del equipo y la placa.

Los lectores de carga y deformación se fijan en cero y se aplica la carga, tomando simultáneamente las lecturas de deformación, tiempo y carga, de preferencia en las siguientes divisiones del lector de deformación: 10, 25, 50, 75, 100 y de aquí en adelante cada 50 a 100 divisiones, hasta que sucede uno de los siguientes casos:

- la carga aplicada disminuye,
  - la carga aplicada se mantiene constante por 4 lecturas o
  - la deformación sobrepasa el 20% de la deformación unitaria previamente calculada.
- Preparación de muestras remoldeadas. La probeta recién ensayada se coloca dentro de una membrana plástica o de goma, cuidando de no perder nada de material y se amasa con las manos hasta alcanzar el estado más remoldeado posible.

Luego se extrae de la membrana una porción de suelo tal de alcanzar una altura de 1/5 del alto del molde Harvard. Esta operación se repetirá hasta llenar el molde. Con un extractor se retira la probeta escuadrando cuidadosamente los extremos para comprimir la muestra como ya fue descrito.

#### - Cálculos y gráficos.

- Cálculo de la humedad (w). En muestras inalteradas, se obtiene desde una muestra representativa de suelo paralela al tallado de la probeta. Para muestras remoldeadas, una vez ensayada esta, se llevará a horno 24 horas.

- Calcular la altura inicial ( $L_o$ ) de la probeta, como la media aritmética de las lecturas realizadas.

- Calcular el diámetro(D) de la probeta:  

$$D = (d_i + 2 * d_m + d_s) / 4 \quad (\text{cm})$$

donde:

$d_i$  = diámetro inferior (cm.)

$d_m$  = diámetro medio (cm.)

$d_s$  = diámetro superior (cm.)

- Calcular el área (A) de la probeta:  $A = \pi * (D/2)^2 \quad (\text{cm}^2)$

- Calcular el volumen (V):  $V = A * L_o \quad (\text{cm}^3)$

- Calcular la deformación unitaria ( $\epsilon$ ) para cada carga:  

$$\epsilon = \Delta L / L_o$$

donde:  $\Delta L$  = variación de altura de probeta (cm.)

- Calcular el área corregida ( $A_c$ ) para cada carga:

$$A_c = A / (1 - \epsilon) \quad (\text{cm}^2)$$

- Calcular el esfuerzo de compresión no confinada ( $\sigma_c$ ) para cada unidad de área, mediante la siguiente expresión:

$$\sigma_c = P / A_c \quad ( \text{kgs/cm}^2 )$$

donde: P = carga aplicada (kgs.)

- Calcular la resistencia al corte o cohesión (c) del suelo:

$$c = q_u / 2 \quad ( \text{kgs/cm}^2 )$$

donde:

$q_u$  = máximo esfuerzo de compresión no confinada ( $\text{kgs/cm}^2$ )

- Calcular la sensibilidad (S) del suelo:

$$S = q_u \text{ inalterado} / q_u \text{ remoldeado}$$

- Graficar la curva deformación unitaria ( $\epsilon \cdot 10^{-2}$ ) contra el esfuerzo de compresión, para cada aplicación de carga y dibujar el círculo de Mohr del ensayo (figura 3.1.).

- Observaciones.

- La probeta inalterada, debe ser ensayada en la misma dirección en la que se encontraba en el estrato natural.
- La velocidad de aplicación de carga debe ser tal, que se produzca una deformación de 0,5 a 2% por minuto.
- Debido a numerosos estudios, se ha hecho evidente que este ensayo generalmente no proporciona un valor bastante confiable de la resistencia al corte de un suelo cohesivo, debido a la pérdida de la restricción lateral provista por la masa de suelo, las condiciones internas del suelo como el grado de saturación o la presión de poros que no puede controlarse y la fricción en los extremos producidas por las placas de apoyo. Sin embargo, si los resultados se interpretan adecuadamente, reconociendo las deficiencias del ensayo, estos serán razonablemente confiables.

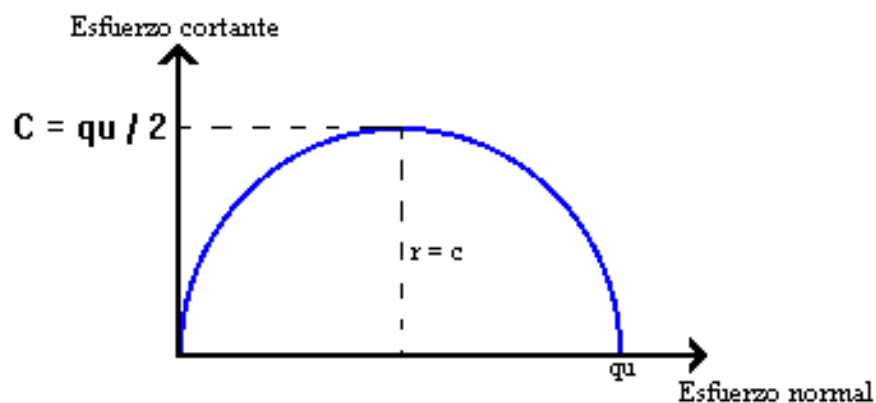


Figura 3.1. Gráfico típico del círculo de Mohr. ( Bowles J., 1982).

**3.1.2. Interpretación del valor de sensibilidad.** Es la relación entre la resistencia a la CNC en estado inalterado y la resistencia a la CNC en estado remoldeado, de una muestra de suelo cohesivo.

Debido a que algunas arcillas al ser remoldeadas y sin variar su humedad pierden resistencia, en la tabla 3.2. se señala un criterio de comportamiento de la arcilla según el grado de sensibilidad.

Comportamiento de la arcilla	Rango de variación de sensibilidad
Insensible ó que no se ve afectada cuando se la remoldea	$S < 2$
Moderadamente sensible	$2 < S < 4$
Sensible	$4 < S < 8$
Muy sensible	$8 < S < 16$
Ultrasensible. Estas generalmente se convierten en líquidos viscosos (quick)	$S > 16$

Figura 3.2. Tabla de comportamiento de la arcilla según su sensibilidad.  
Fuente: Valle Rodas R., 1982.

UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO  
ESCUELA DE INGENIERIA EN CONSTRUCCION  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

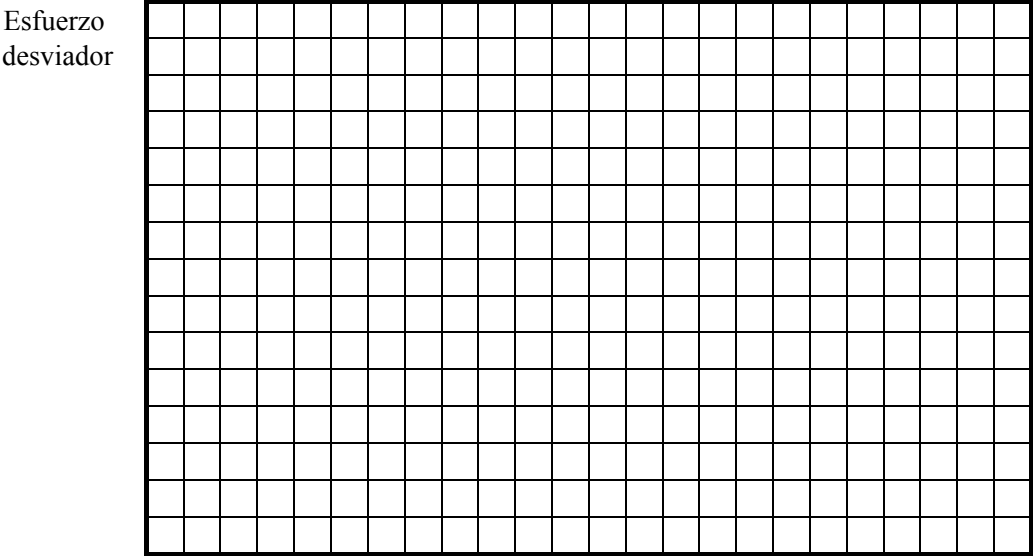
### COMPRESION NO CONFINADA ( CNC )

Proyecto :  
Ubicación :  
Descripción del suelo :  
Condición de la muestra : inalterada - remoldeada  
Fecha de muestreo :  
Fecha de ensayo :

Características de la muestra	
Diámetro inferior ( cm ) :	Humedad ( % ) :
Diámetro medio ( cm ) :	
Diámetro superior ( cm ) :	Peso de la muestra ( grs ) :
Diámetro promedio D <sub>o</sub> ( cm ) :	Peso unitario seco ( grs / cm <sup>3</sup> ) :
Largo ( cm ) :	
Area ( cm <sup>2</sup> ) :	Esbeltez ( L / D ) :
Volumen ( cm <sup>3</sup> ) :	

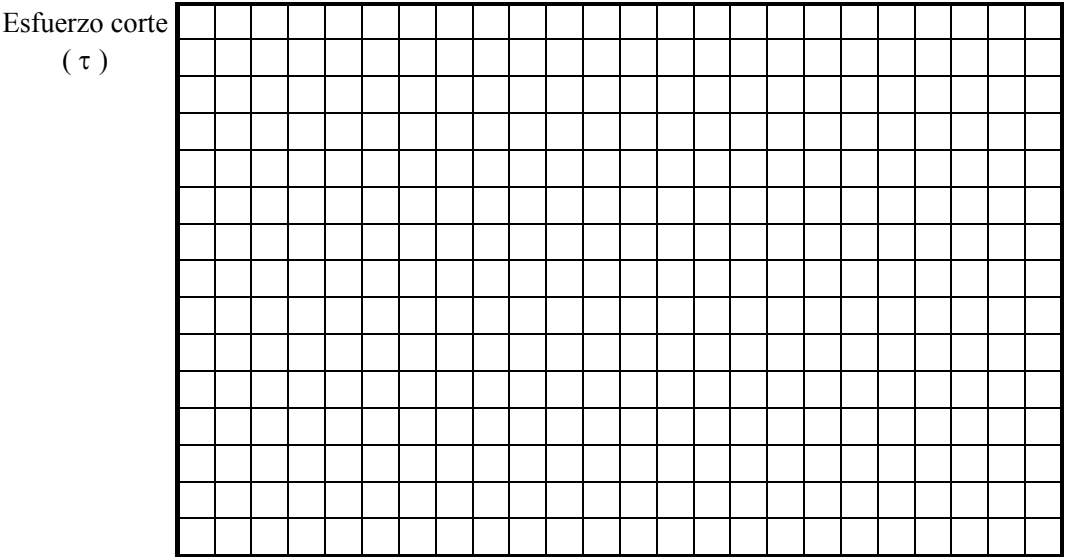
[illegible]

Gráfico esfuerzo desviador contra deformación unitaria (  $\varepsilon$  )



Deformación Unitaria (  $\varepsilon$  )

Gráfico Esfuerzo cortante (  $\tau$  ) versus esfuerzo normal (  $\sigma$  )



Esfuerzo normal (  $\sigma$  )

$q_u =$ Cohesión ( $c$ ) =
-------------------------------

Observaciones :
-----------------



