

**Laboratorio 4 a**

**Ensayo de Corte Directo**

# Generalidades

- La resistencia al corte de suelos se puede expresar mediante la siguiente expresión:

$$\tau = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

$\tau$ : *resistencia al corte de suelos*

$c$ : *cohesion*

$\sigma$ : *tensión normal*

$\varphi$ : *ángulo de resistencia interna*

$$\tau_f = c + \sigma_{nn} \tan \phi$$

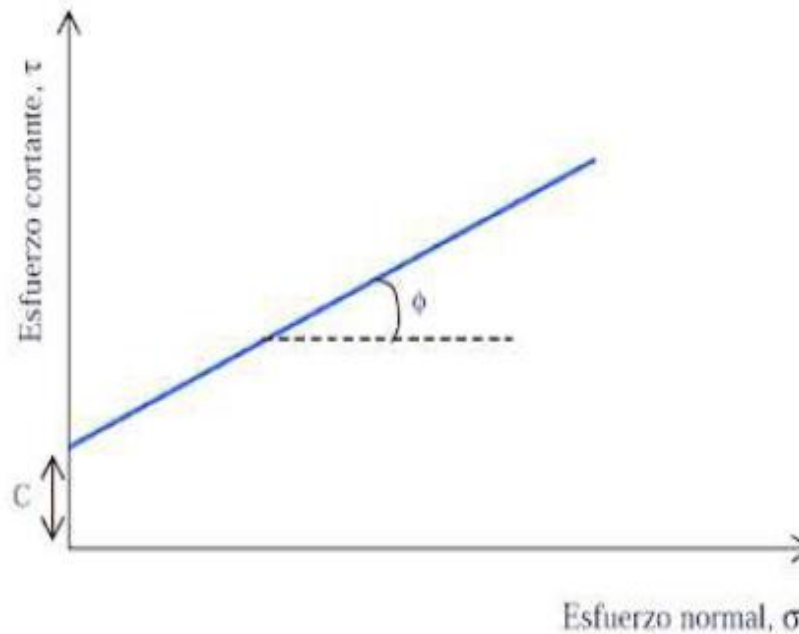
(Criterio de falla Mohr- Coulomb)

Donde:

$c$  = cohesión.

$\phi$  = ángulo de fricción interna.

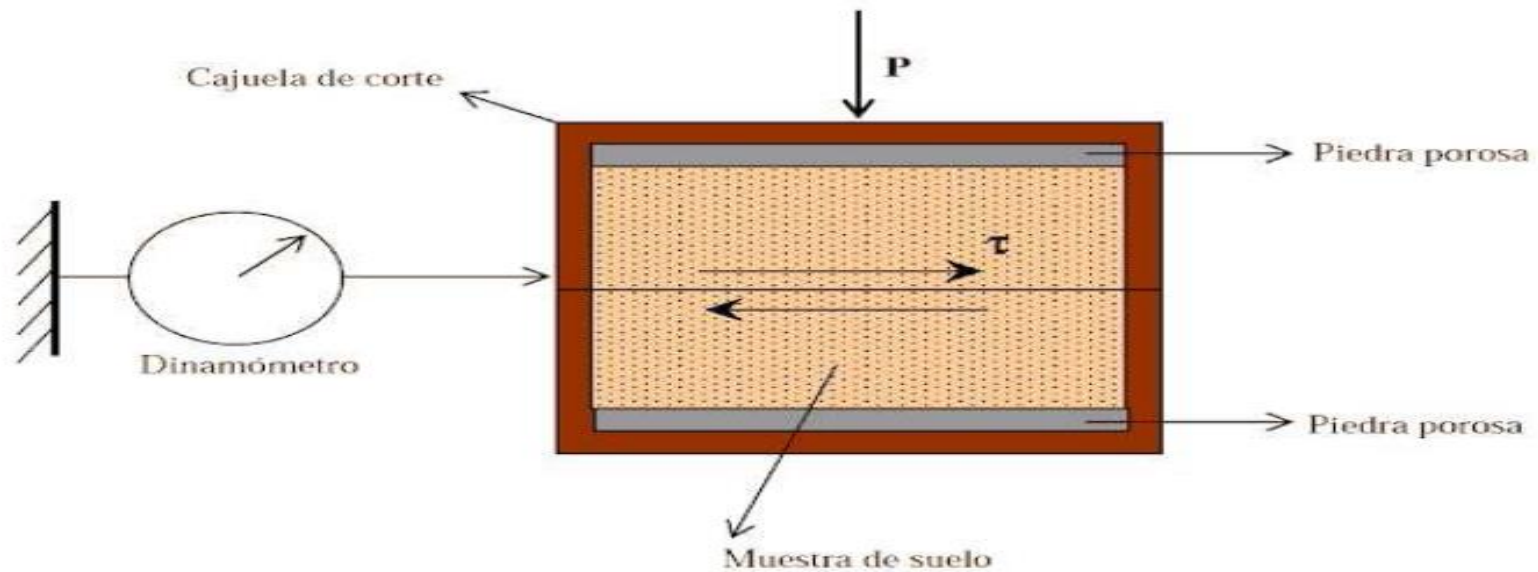
$\tan \phi = \mu$  = pendiente de la recta.



# Objetivo del ensayo

- Determinar los parámetros:

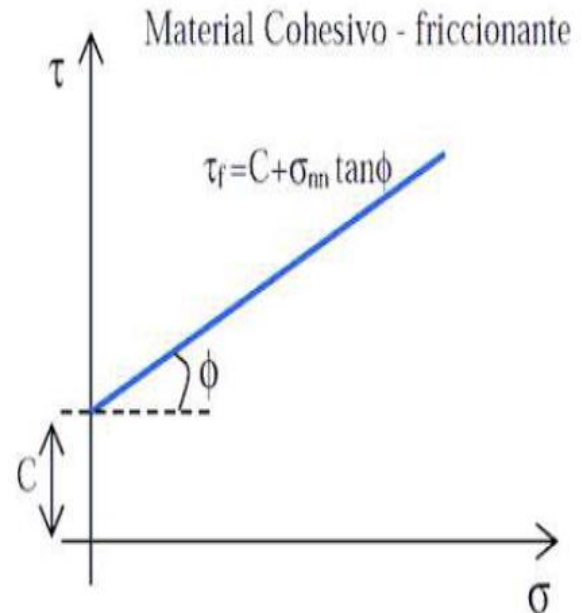
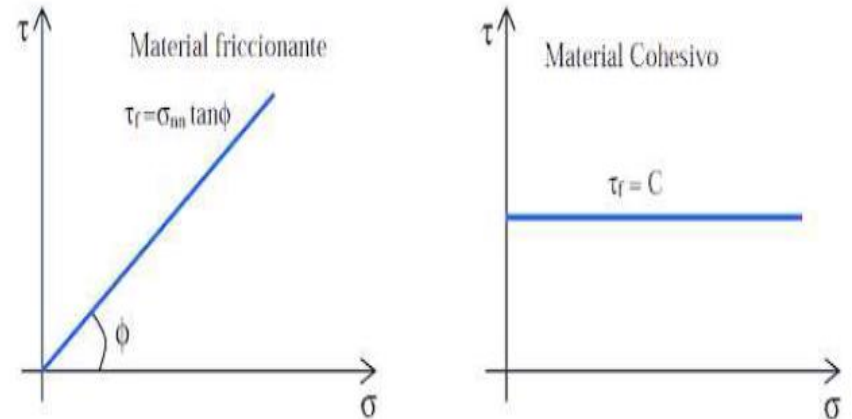
**$c$  y  $\varphi$**



*La presión vertical  $P$  genera una tensión normal ( $\sigma$ )*

*La fuerza horizontal genera una tensión de corte ( $\tau$ )*

Existen dos cantidades desconocidas  $c$  y  $\phi$ , se requieren dos valores, como número mínimo, de esfuerzo normal y de corte para obtener una solución. Por lo general esto es posible hacerlo gráficamente en un diagrama  $\tau$  vs  $\sigma$ .



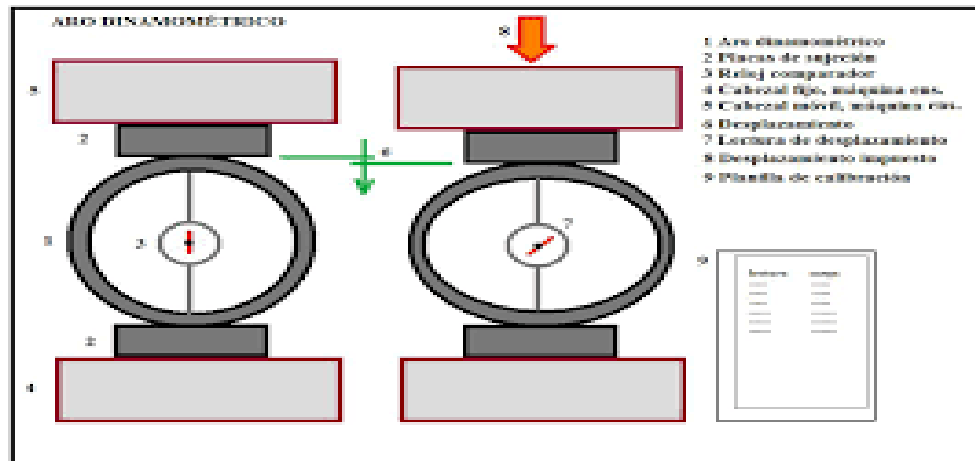
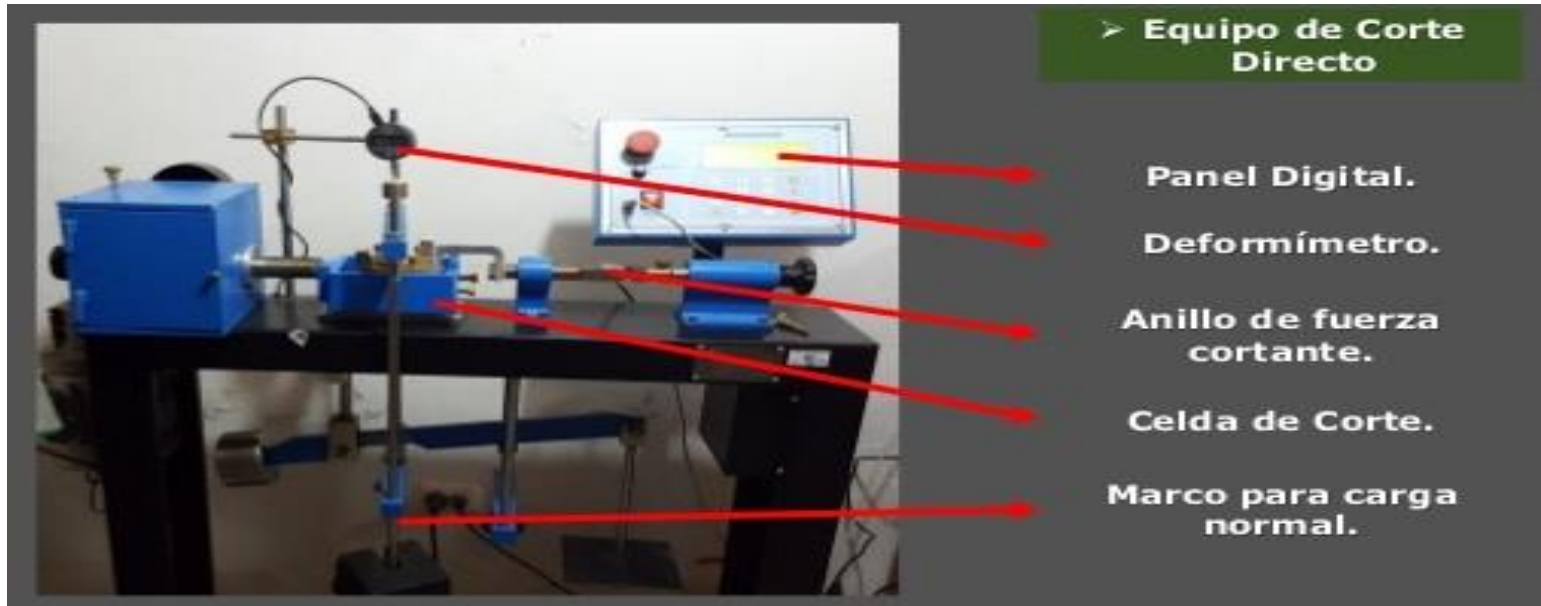
## Desventajas

- La superficie de rotura no es necesariamente la más débil y la distribución del esfuerzo cortante no es uniforme.
- El área de la muestra cambia a medida que el ensayo progresa, siendo difícil efectuar la reducción de cajas de corte para muestras circulares. Con el empleo de cajas de sección cuadrada, el problema es sencillo.
- No es posible investigar el módulo de elasticidad ni la relación de Poisson.

## Ventajas

- Una mayor facilidad de ejecución e interpretación que en el triaxial sobre todo en suelos no cohesivos.
- Mayor rapidez en ensayos consolidados drenados y lentos, debido a un menor camino de drenaje a recorrer por el agua.
- Mas económico

# Esquema de equipo





# Tipo de caja de corte

## Caja Redonda



## Caja Cuadrada



# Metodologías

## Deformaciones Controladas

Se aplica a la muestra una velocidad de deformación pre-establecida y se controla periódicamente la carga necesaria para alcanzar esa velocidad de deformación.

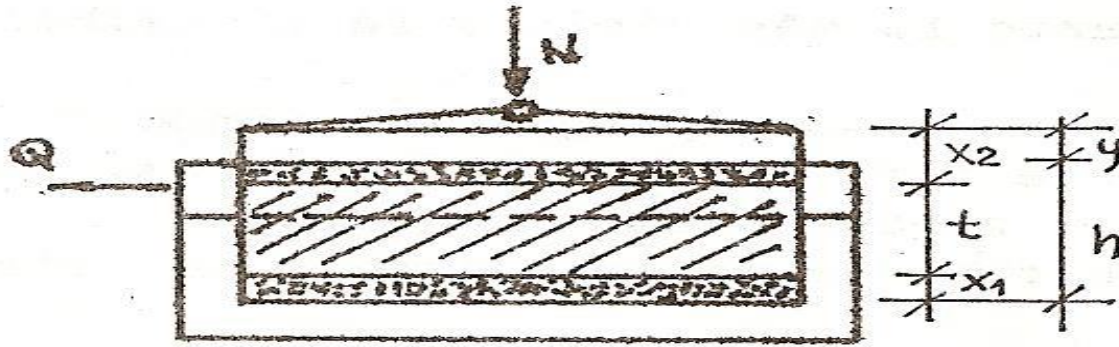
Como ventaja se puede decir que en una arena densa se podrá medir mejor la resistencia pico y las resistencias menores.

## Tensiones Controladas

Consiste en la aplicación de una carga de magnitud conocida y la observación de las deformaciones que se generan.

La determinación de la resistencia pico del esfuerzo es aproximada ya que la falla ocurre a un nivel intermedio entre la carga de pre-falla y de falla

# Procedimiento



1. Medir con un calibre las dimensiones de la caja, lado  $L$  o diámetro  $D$ , profundidad  $h$  y el espesor de las piedras porosas más el plato de carga  $x_1$ ,  $x_2$ .
2. Colocar la caja en la máquina de corte y fijarla.
3. Al suelo a ensayar se lo coloca en una cápsula y se lo pesa ( $P_1$ ).
4. Se agrega el suelo en la caja de corte, compactándolo de acuerdo con la densidad deseada. La probeta formada debe tener unos 12 mm de espesor.
5. Se pesa el sobrante de la cápsula ( $P_2$ ).
6. Se coloca la piedra porosa y el cabezal superior y se determina la altura de la muestra  $t$  según la siguiente expresión:

$$t = h + y - x_1 - x_2$$

donde:

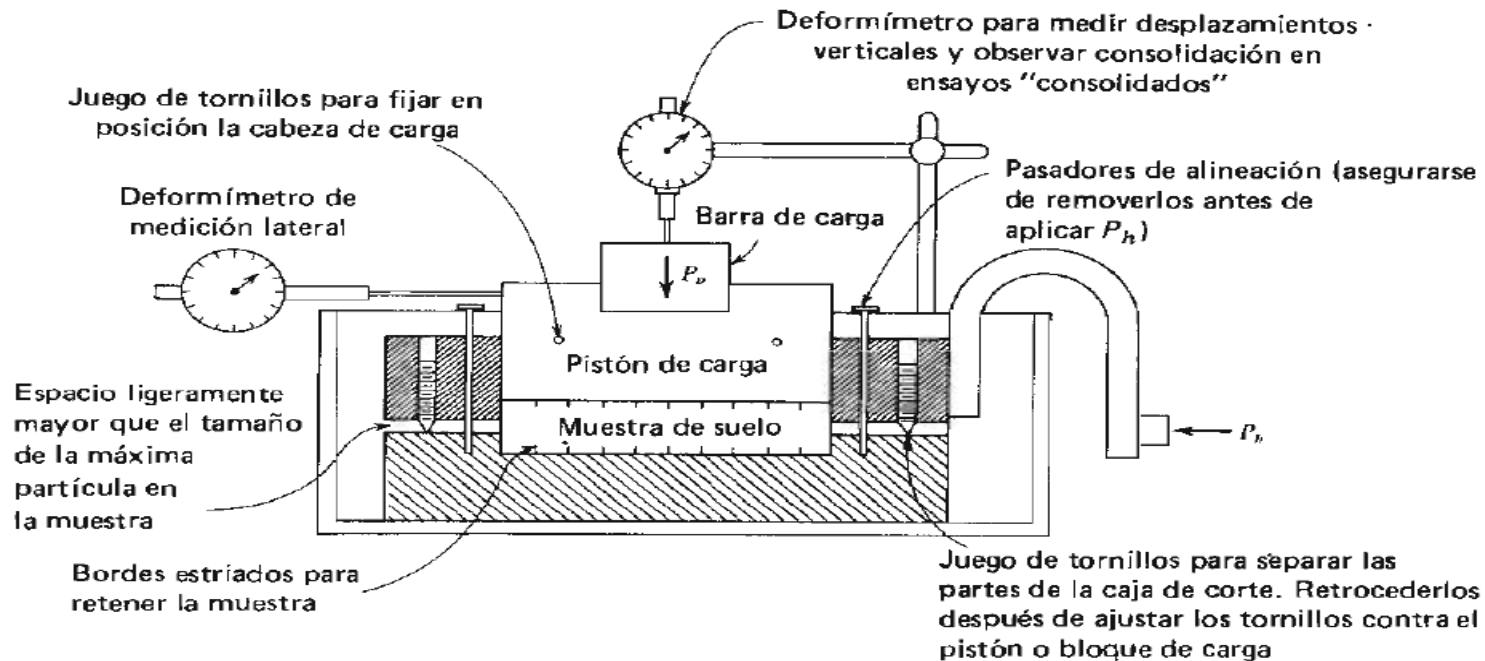
$t$  = altura de la muestra.

$h$  = altura de la caja.

$x_1$  = piedra porosa inferior.

$x_2$  = piedra porosa y cabezal superior.

$y$  = promedio de las mediciones en los cuatro bordes



7. Se instala el bastidor flotante para aplicar la carga normal y el accionador de carga tangencial.
8. Se conectan los comparadores de 0.01 mm para la medición de deformaciones horizontales y verticales.
9. Se aplica la carga vertical constante prefijada y se toman los valores del comparador horizontal hasta su estabilización. Luego de ello se destraba la caja mediante el retiro de los pernos de fijación.
10. Se le imprime a la muestra una carga horizontal tal que la deformación tangencial sea constante y que tenga una velocidad de variación de 1 mm por minuto. Cada 15 segundos se toman lecturas de la deformación vertical y de la carga aplicada.
11. El ensayo se continua hasta que la carga horizontal se estabilice (a deformación constante) o la deformación tangencial sea del 15%.

# Cálculos

## 1. Relación de vacíos e

### 1.1. Determinación de la altura equivalente de sólidos, $h_s$ .

$$h_s = \frac{p_s}{A \cdot G_s \cdot \gamma_w} = \frac{p_1 - p_2}{A \cdot G_s \cdot \gamma_w}$$

$p_s$  = Peso de la muestra.

$A$  = Sección de la caja de corte.

$G_s$  = Gravedad específica del suelo.

$\gamma_w$  = Peso específico del agua.

### 1.2. Determinación de la altura equivalente de vacíos, $h_v$ .

$$h_v = t - h_s + h_n$$

$t$  = altura de la muestra

$h_n$  = deformación normal (+) expansión. (-) contracción

## 2. Tensión de corte.

$$\tau = \frac{Q}{A} = \frac{f \cdot K}{A}$$

$Q$  = fuerza horizontal.

$f$  = lectura anillo dinamométrico.

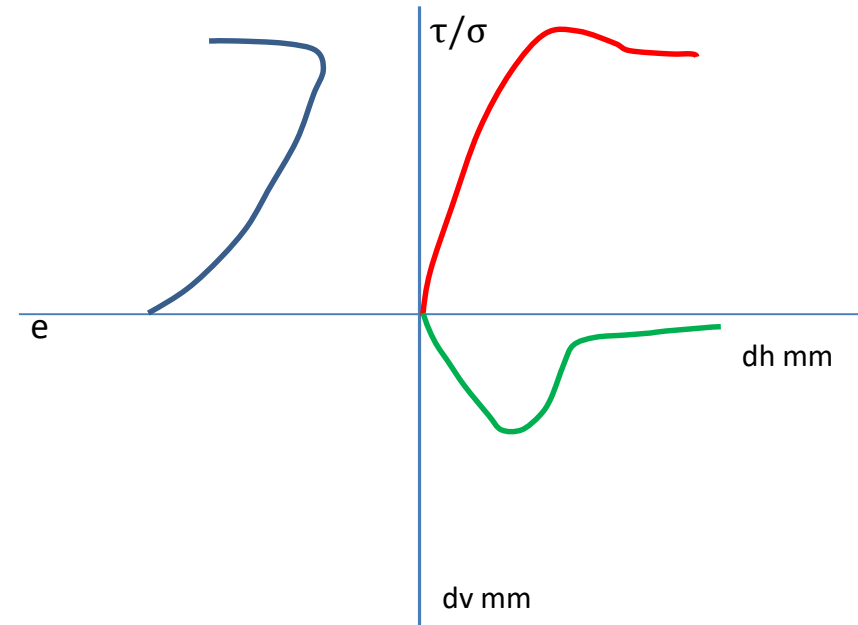
$K$  = constante anillo dinamométrico.

## 3. Tensión normal.

$$\sigma = \frac{N}{A}$$

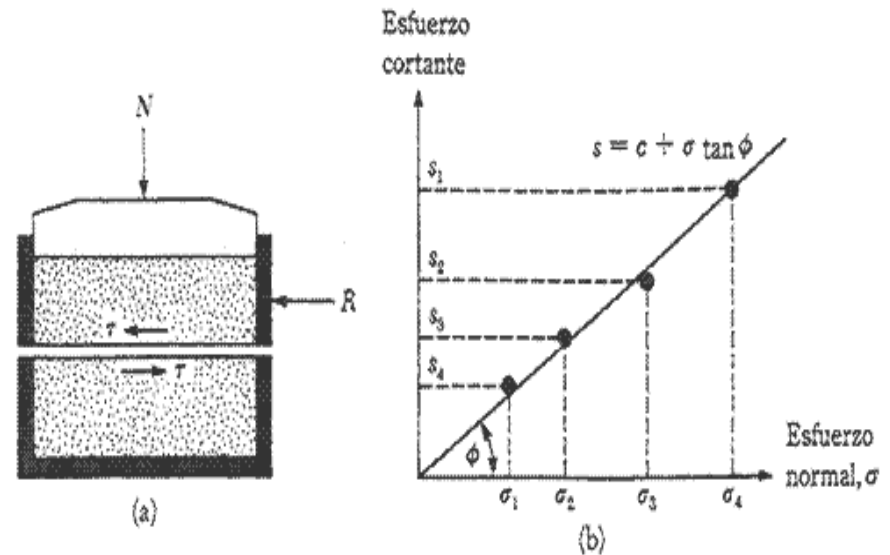
$N$  = carga normal aplicada en el bastidor de carga.

4. Se deben realizar los siguientes gráficos para cada estado de carga. a)  $\sigma/\tau$  vs deformaciones horizontales b)  $\sigma/\tau$  vs relación de vacíos c) Deformaciones verticales vs deformaciones horizontales.



5. Con los valores máximos de las tensiones de los distintos ensayos a diferentes tensiones normales, se traza un gráfico  $\tau$  vs  $\sigma$ , siendo la pendiente de la recta el ángulo de resistencia interna.

-



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

### DATOS DEL SUELO

Tipo de suelo

Clasificación Unificada

Gravedad Específica 2.66

### DATOS GENERALES

Diámetro Probeta 64.99 mm

Superficie probeta 33.17 cm<sup>2</sup>

### ESTADO INICIAL PROBETA 1

Altura total	41.30 mm	Humedad Inicial	0.9 %	
Altura Placa	20.50 mm	Peso Inicial	317.27 gr	(capsula + suelo)
Alt. piedra porosa	15.00 mm	Peso Final	253.20 gr	(capsula + sobrante)
Alt. Sobrante	7.20 mm	Peso Suelo	gr	(suelo húmedo)
Altura Neta	mm	Peso Suelo	gr	
		P.Unit Seco	kN/m <sup>3</sup>	
R. Vacíos Inicial		Alt. Sólido	mm	

PRESIÓN NORMAL 25 kPa Factor aro 0.523 kg/div

Tiempo (seg)	Deformac Horizontal 0.01 mm	Deformación Vertical		Relación de Vacíos		Fuerza Corte Lectura aro	Tensión de Corte kPa	Corte Normal
		Lecturas 0.01 mm	Desplazam 0.01 mm	Alt. Vacíos mm	e			
0	0	567				0.0		
15	25	547				4.3		
30	50	533				7.5		
45	75	520				9.0		
60	100	525				10.2		
75	125	546				10.8		
90	150	555				11.0		
105	175	561				10.9		
120	200	562				10.9		
135	225	562				10.8		
150	250	562				10.7		

Corte Máximo