

MÓDULO 2 - GUÍA DE EJERCICIOS

Autor:	MC, OL, MGS, NT.	Fecha:	18/09/2022
Asunto:	Compresión edométrica, consolidación unidimensional, resistencia al corte, suelos expansivos y colapsibles, caracterización de macizos rocosos y ensayos in-situ.		

1. Compresión edométrica

- 1.1 Para un material elástico lineal con módulo de elasticidad $E = 20MPa$ y coeficiente de Poisson $\nu = 0,2$, determine su módulo de deformación sometido a condiciones edométricas.
- 1.2 En el campus de la materia se presentan dos ensayos de consolidación unidimensional efectuadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos ([link](#)). Obtenga los parámetros principales presentados en el cuadro de resumen para cada ensayo (C_c , C_r , C_v , k y σ_{vc}). Previamente, se deberá obtener para cada escalón de carga:
- Los grados de consolidación $U = 0\%$ y $U = 100\%$ de la consolidación primaria (ΔH).
 - El tiempo correspondiente al 50% de la consolidación primaria (t_{50}).
- 1.3 A partir de los resultados de un ensayo de compresión edométrica que se presentan en la Tabla 1.1, se pide:
- Graficar los resultados en término de relación de vacíos vs presión vertical efectiva en escala aritmética y semilogarítmica;
 - Determinar los parámetros C_r y C_c ;
 - Determinar la presión de preconsolidación σ'_{vc} .

Nota 1: La humedad de la muestra de suelo al final del ensayo es de $w_f = 18\%$.

Nota 2: El peso específico de las partículas sólidas es $\gamma_s = 27,4kN/m^3$.

Nota 3: La altura equivalente de sólidos es $h_s = 11,9mm$.

Tabla 1.1: Resultados de un ensayo de compresión edométrica.

Presión vertical efectiva, σ'_v [kPa]	25	75	125	175	225	175	125
Altura de la muestra al final de cada escalón [mm]	24.83	24.49	24.30	23.95	23.67	23.78	23.92

- 1.4 Se tiene un perfil geotécnico constituido por un manto de arcillas saturadas de 8,0m que descansa sobre un estrato de arenas densas. El estrato de arcillas tiene una humedad inicial de $w_i = 56,7\%$. Sobre este terreno se construyó un terraplén compactado. Luego de un año de construido, la humedad del manto de arcillas resultó ser $w_f = 50,3\%$. Determine el asentamiento ocurrido en ese período.
- Nota:** Adopte un valor de peso específico de las partículas sólidas de $\gamma_s = 26,5kN/m^3$
- 1.5 Se tiene un depósito de arcillas saturadas con las características indicadas en la Tabla 1.2. Calcule el asentamiento por consolidación primaria, debido a la aplicación de una carga superficial de $q = 100kPa$. Realice este cálculo dividiendo el estrato en 1, 2, 4 y 16 substratos de igual espesor.

Tabla 1.2: Parámetros del depósito de arcillas del ejercicio 1.5

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Relación de vacíos	e	—	0.95
Peso específico de las partículas sólidas	γ_s	kN/m^3	27.0
Índice de compresión	C_c	—	0.42
Índice de recompresión	C_r	—	0.03
Relación de preconsolidación	OCR	—	1.2
Espesor	H	m	8

- 1.6 Calcule nuevamente el asentamiento para el depósito de arcillas saturadas del ejercicio 1.5 pero considerando las relaciones de vacíos de $OCR = 1,0$ y $OCR = 4,0$. Resuelva sin subdividir el estrato.
- 1.7 Determine el valor de la carga superficial q que produce un asentamiento por consolidación primaria de $\Delta H = 1,20m$ en el depósito de arcillas saturadas del ejercicio 1.5. Resuelva sin subdividir el estrato.

2. Consolidación unidimensional

- 2.1 Para el depósito de arcillas saturadas del ejercicio 1.5 y considerando que el coeficiente de consolidación es $C_v = 2 \cdot 10^{-7} m^2/s$ y el índice de compresión secundaria es $C_\alpha = 0,005$, calcule:
- El tiempo necesario para alcanzar el 95% de la consolidación primaria, t_{95} , considerando que existe un drenaje libre por las caras superior e inferior del estrato;
 - El asentamiento pasados 5, 10 y 20 años de aplicar la carga. Incluya en sus cuentas el efecto de la consolidación secundaria;
 - La relación de preconsolidación, OCR , que resulta en la mitad del estrato debido al efecto de la consolidación secundaria para los 5, 10 y 20 años.
- Nota:** Asuma que el tiempo asociado al final de la consolidación primaria es el asociado al 95% de la consolidación: $t_p = t_{95}$
- 2.2 Sobre el perfil estratigráfico de la Tabla 2.1 se aplica una carga superficial de $q = 80kPa$. Considerando que el nivel freático coincide con el nivel del terreno natural, determine el asentamiento total por consolidación primaria y el asentamiento total a los 180 días de aplicada la carga.
- Nota 1:** No tenga en cuenta la compresibilidad del estrato inferior de arenas densas.
- Nota 2:** Calcule la compresibilidad del estrato de arenas intermedio con el valor del módulo elástico edométrico.
- Nota 3:** Adopte un valor de gravedad específica de $G_s = 2,70$.

Tabla 2.1: Perfil estratigráfico

Profundidad [m]	USCS	w [%]	C_c	C_r	C_v [m^2/s]	OCR	E_{oed} [MPa]
0 a 5	CH	55.7	0.45	0.03	$3 \cdot 10^{-8}$	1.1	-
5 a 9	SP	26.2	-	-	-	-	120
9 a 15	CH	40.4	0.35	0.02	$5 \cdot 10^{-8}$	1.3	-
¿15	SP	23.6	-	-	-	-	-

- 2.3 Sobre un depósito de arcillas, cuyos parámetros están indicados en la Tabla 2.2, se construirá un terraplén de material compactado de $4,0m$ de altura y peso unitario $\gamma_h = 19kN/m^3$. Considerando que el nivel freático coincide con el nivel del terreno natural y que el depósito de arcilla descansa sobre un manto de arenas densas, calcule:
- El asentamiento total por compresión primaria asociado a la colocación del terraplén;
 - El tiempo necesario para alcanzar los valores de 25%, 75%, 90% y 95% de la consolidación primaria;
 - El asentamiento total pasados 50 años de la construcción.
- Nota:** Estime los parámetros geotécnicos necesarios a partir de la información disponible.

Tabla 2.2: Parámetros del depósito de arcillas del ejercicio 2.3

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Límite líquido	LL	%	70
Límite plástico	LP	%	30
Humedad natural	w	%	65.1
Relación de preconsolidación	OCR	-	1.3
Conductividad hidráulica media	k_{sat}	m/s	$1 \cdot 10^{-9}$
Espesor	H	m	10
Peso unitario húmedo	γ_h	kN/m^3	19.0

- 2.4 Sobre un depósito de arcillas cuyos parámetros se resumen en la Tabla 2.3, se registró la evolución del asentamiento superficial tabulado en la Tabla 2.4 luego de aplicar una carga. Determine:

- El grado de consolidación a los 5 y 15 días;
- El coeficiente de consolidación, C_v , del estrato de arcilla;
- El valor de la carga aplicada en superficie que provocó el asentamiento.

Nota 1: Considere las siguientes relaciones para estimar los índices de compresión y recompresión: $C_c = 0,009 \cdot (LL - 10)$, $C_r = 0,10 \cdot C_c$.

Nota 2: Utilice la ecuación 1 para calcular el factor tiempo. Considere $T_v = 3,0$ para $U = 100\%$.

$$T_v(U) = \begin{cases} \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{U}{100}\right)^2, & U < 60\% \\ 1,781 - 0,933 \cdot \log(100 - U), & U > 60\% \end{cases} \quad (1)$$

Tabla 2.3: Parámetros del depósito de arcillas del ejercicio 2.4

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Límite líquido	LL	%	70
Humedad natural	w	%	70
Relación de preconsolidación	OCR	–	1.0
Gravedad específica	G_s	–	2.70
Espesor	H	m	3

Tabla 2.4: Registro de mediciones de asentamiento en el terreno

Asentamiento	tiempo
[cm]	[$dias$]
0.0	0
5.0	1
10.0	2
16.0	3
22.0	4
28.0	5
32.0	7
36.0	10
39.0	15
41.0	20
42.0	25
42.5	30
43.0	40
43.0	50

2.5 Sobre un depósito de arcillas saturadas, cuyas características son resumidas en la Tabla 2.5, se instalará un tanque de $60m$ de diámetro y $12m$ de altura para almacenar combustible. Considerando que el peso unitario del combustible es $\gamma_{comb} = 8kN/m^3$ y que el asentamiento es producido en condiciones edométricas, determine:

- La relación de vacíos a la mitad del estrato para $U \sim 100\%$;
- El asentamiento del depósito de arcillas en 30 años.

Nota 1: Considere las siguientes relaciones para estimar los índices de compresión, recompresión y compresión secundaria: $C_c = 0,009 \cdot (LL - 10)$, $C_r = 0,10 \cdot C_c$, $C_\alpha = 0,06 \cdot C_c$.

Nota 2: Asuma que existe un drenaje libre por ambas caras del depósito de arcillas.

Tabla 2.5: Parámetros del depósito de arcillas del ejercicio 2.5

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Límite líquido	LL	%	63
Humedad natural	w	%	63
Coeficiente de consolidación	C_v	m^2/s	$1 \cdot 10^{-7}$
Relación de preconsolidación	OCR	–	1.5
Gravedad específica	G_s	–	2.70
Espesor	H	m	10

- 2.6 Para el depósito de arcillas del ejercicio 2.5, se pide:
- Determinar en las profundidades de 2m, 4m, 5m, 8m y 10m los grados de consolidación alcanzados a los 3 años utilizando las isocronas de la Figura 2.1.
 - Determinar el incremento de presión efectiva vertical a la mitad del estrato y a los 5 años.

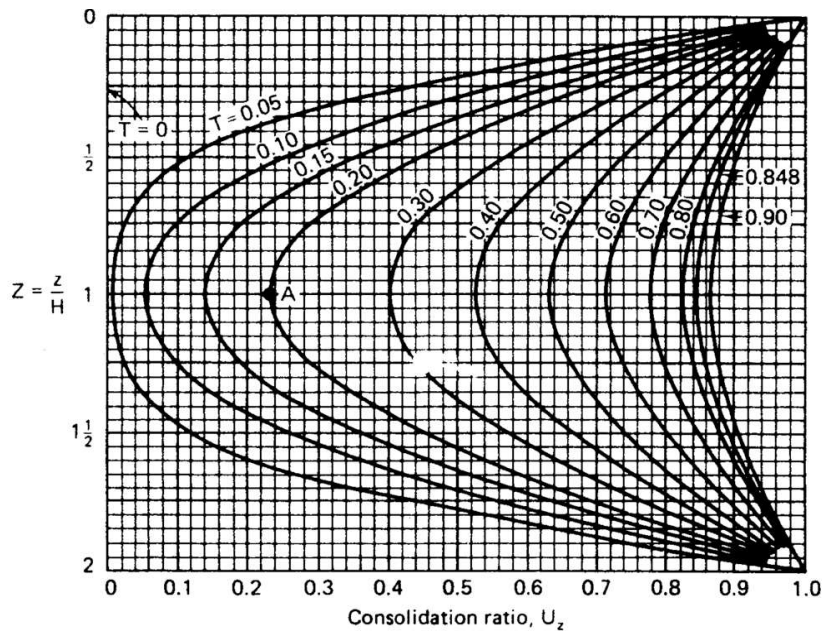


Figura 2.1: Isocronas del grado de consolidación para el drenaje libre por ambas caras.

- 2.7 Para el depósito de arcillas del ejercicio 2.5, determine el tiempo de consolidación necesario para alcanzar la consolidación primaria. ¿De qué manera podría reducir este tiempo?

3. Resistencia al corte

- 3.1 Se realizaron tres ensayos de corte directo sobre un suelo natural. Los resultados se resumen en la Tabla 3.1. Determine los parámetros resistentes del material.

Tabla 3.1: Tensiones efectivas en la falla obtenidas mediante ensayos de corte directo

Ensayo	σ_N [kPa]	τ [kPa]
1	100	79
2	200	154
3	300	218

- 3.2 Se realizaron tres ensayos de compresión triaxial tipo S sobre una muestra SP. La Tabla 3.2 resume los valores de las tensiones principales totales alcanzados en la falla. Se pide:

- Representar los resultados en un gráfico σ'_1 vs σ'_3 ;
- Determinar el ángulo de fricción interna;
- Representar los resultados utilizando círculos de Mohr;
- Indicar la inclinación del plano de falla.

Tabla 3.2: Tensiones principales efectivas en la falla obtenidas mediante ensayos triaxiales S

Ensayo	σ_3 [kPa]	σ_1 [kPa]
1	100	330
2	200	660
3	300	980

3.3 Una muestra de arena, cuyo ángulo de fricción interna crítico es $\phi'_{cv} = 31^\circ$, se compacta a densidades relativas $D_r = 30\%$ y $D_r = 70\%$, y se somete a ensayos triaxiales tipo S, con una presión de confinamiento de $\sigma_3 = 200kPa$. Se pide:

- Dibujar cualitativamente las curvas $\frac{\sigma'_1}{\sigma'_3}$ vs ε_1 y ε_v vs ε_1 para cada muestra;
- Indicar los valores de σ'_1 pico y una vez alcanzado el estado crítico para cada muestra.

Nota: Estime el ángulo de fricción interna pico utilizando la ecuación de Bolton. Considere que las partículas son del tipo cuarzo y feldespató.

3.4 Repita el ejercicio 3.3 para una presión de confinamiento de $\sigma_3 = 100kPa$. A partir de la comparación de resultados con los obtenidos en el ejercicio 3.3, indique:

- En qué caso se obtiene un mayor ángulo de fricción interna pico;
- En qué caso se obtiene un mayor esfuerzo desviador en la falla.

3.5 Se realizaron una serie de ensayos triaxiales sobre muestras extraídas de un depósito de arcilla. La Tabla 3.3 resume los resultados. Considerando que el ángulo de fricción interna del depósito es $\phi_{cv} = 29^\circ$, se pide:

- Calcular los valores faltantes de la tabla (indicados con XX);
- Representar los estados finales de tensiones efectivas utilizando círculos de Mohr;
- Representar las trayectorias de tensiones efectivas en un gráfico σ'_1 vs σ'_3 .

Nota: σ_3 es la presión total de cámara, $\sigma_{d,f}$ la tensión desviadora en la falla y u_f la presión de poros en la falla.

Tabla 3.3: Resumen de resultados de ensayos triaxiales.

Tipo de ensayo triaxial	σ_3 [kPa]	$\sigma_{d,f}$ [kPa]	u_f [kPa]
Compresión, S	100	XX	-
Compresión, Q	200	XX	20
Compresión, R	300	150	XX
Compresión, R	150	400	XX
Compresión simple	0	150	XX
Extensión, S	150	XX	-

3.6 Una muestra de arcilla, cuyo ángulo de fricción interna crítico es $\phi_{cv} = 29^\circ$, se preconsolida con relaciones $OCR = 1,2$ y $OCR = 3,0$ y se somete a ensayos triaxiales tipo R con una presión de confinamiento al final de la consolidación de $\sigma_3 = 200kPa$. La resistencia al corte no drenado de esta arcilla responde a la relación $\frac{s_u}{\sigma'_{1,c}} = 0,25 \cdot OCR^{0,75}$, siendo $\sigma'_{1,c}$ la tensión efectiva principal 1 al final de la etapa de consolidación. Se pide, para cada muestra:

- Dibujar cualitativamente las curvas σ'_1/σ'_3 vs ε_1 y u vs ε_1 ;
- Indicar el valor de σ'_1 una vez alcanzado el estado crítico;
- Indicar el valor de tensión de corte τ en el plano de falla, una vez alcanzado el estado crítico.

3.7 Se extrajeron 4 muestras de un depósito de arcillas no cementadas y se efectuaron 4 ensayos triaxiales R. Las presiones de confinamiento efectivas al final de las etapas de consolidación de cada ensayo fueron: $\sigma_3 = 1,2|2,2|4,25|8,5kgf/cm^2$. La Figura 3.1 muestra las trayectorias de tensiones en el plano σ'_1 vs σ'_3 . Se pide, para cada muestra:

- Representar el estado tensional en la falla mediante un círculo de Mohr;
- Determinar los valores de la presión de poros en la falla;
- Determinar los valores de la resistencia al corte no drenado, s_u ;
- Determinar los parámetros efectivos resistentes de la arcilla.

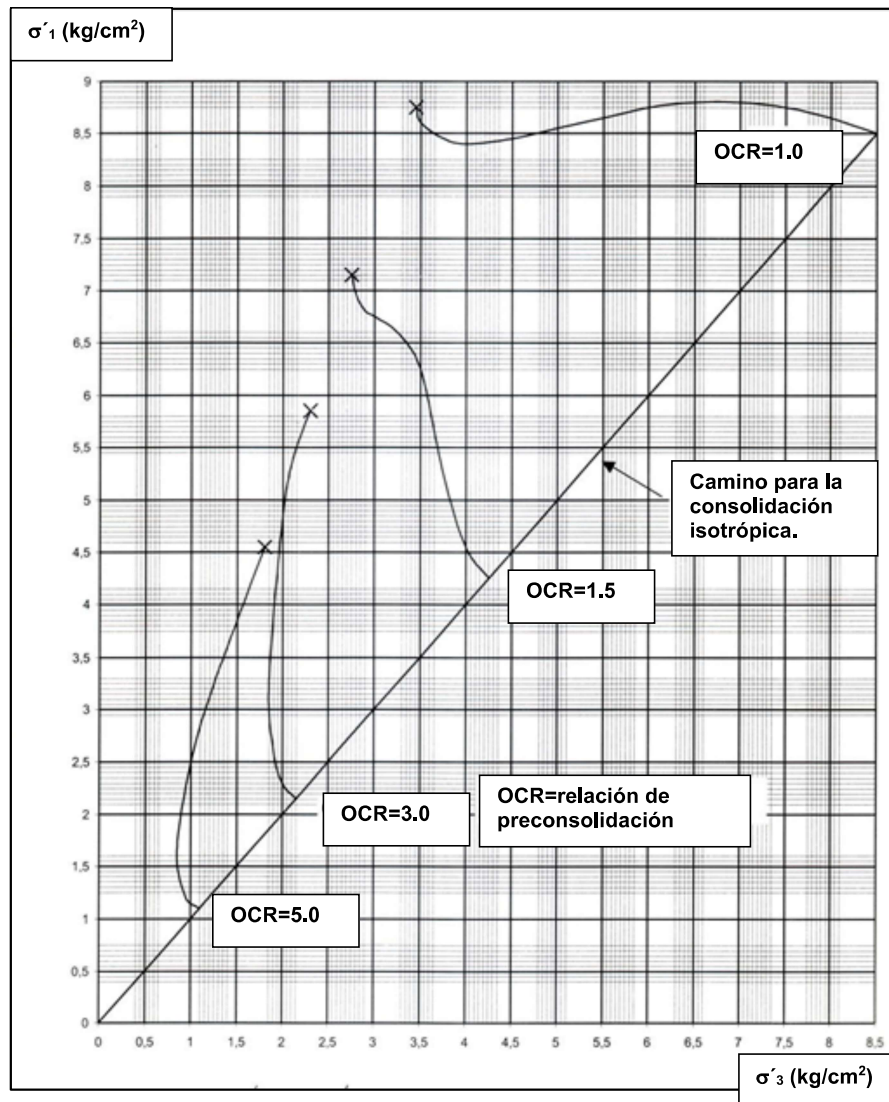


Figura 3.1: Resultados de ensayos triaxiales R

Nota: El símbolo X representa el momento en que la muestra alcanzó la falla.

3.8 La Figura 3.2 muestra una serie de ensayos triaxiales S realizados sobre muestras de arena cuarcítica del río Sacramento en estado suelto y denso. Se pide, para ambos estados del material:

- Trazar los círculos de Mohr para cada uno de los ensayos;
- Representar el ángulo de fricción interna máximo, ϕ_{max} , y la deformación volumétrica, ε_v en función de la presión de confinamiento efectiva σ'_3
- Estimar el ángulo de fricción interna crítico, ϕ_{cv} , y
- Estimar el ángulo de dilatación, ψ , para cada uno de los ensayos.

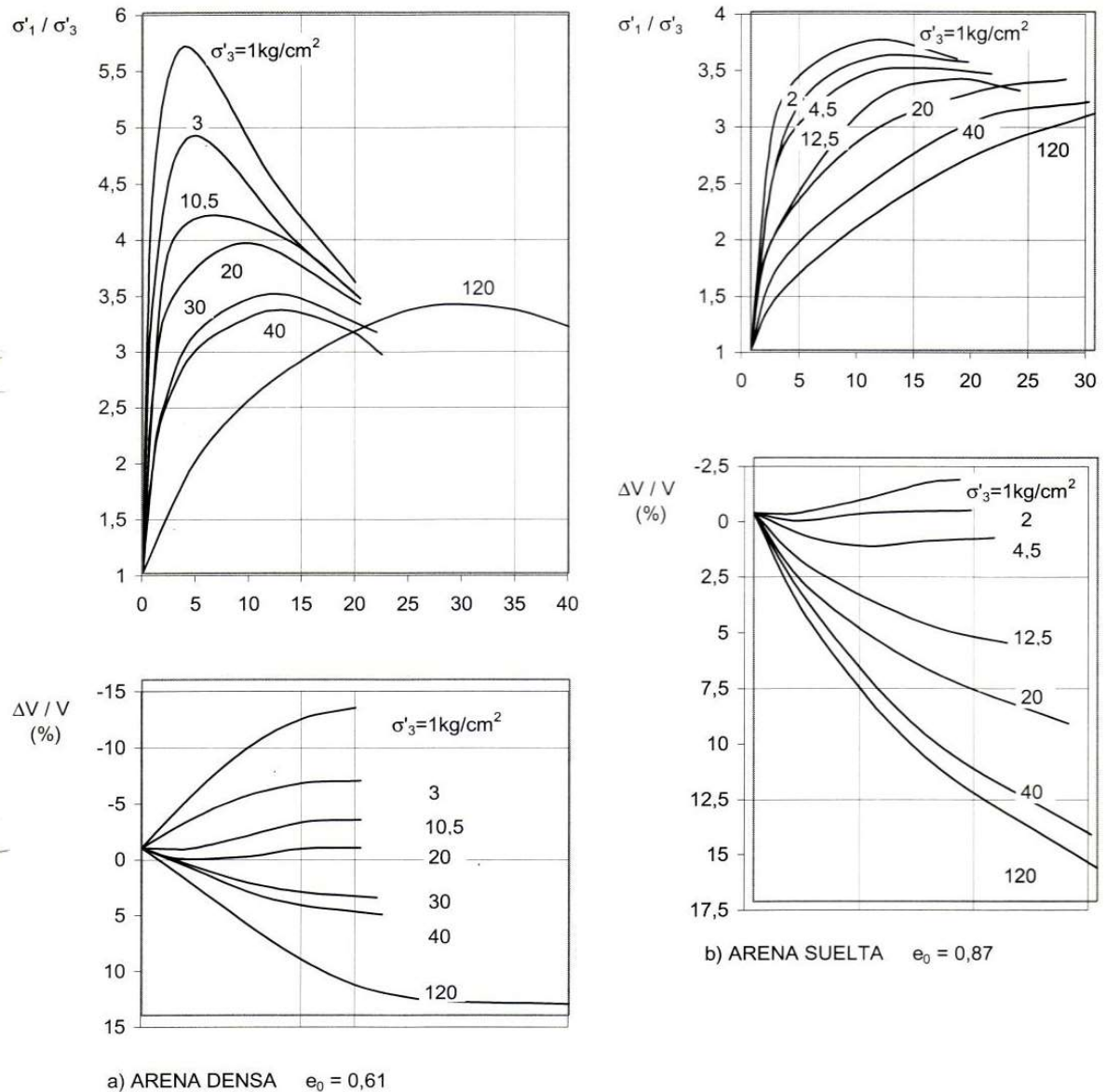


Figura 3.2: Resultados de ensayos triaxiales S

Nota: $\frac{\Delta V}{V} > 0$ representa una disminución de volumen

3.9 Sobre una muestra de arcilla normalmente consolidada, se efectuó un ensayo triaxial Q. La Tabla 3.4 resume los parámetros iniciales de la muestra y la Tabla 3.5 contiene las mediciones del ensayo. Se pide:

- Graficar la curva σ_d vs ε_1 ;
- Calcular la tensión desviadora en la falla $\sigma_{d,f}$;
- Calcular la resistencia al corte no drenado s_u ;
- Estimar los valores del módulo de rigidez inicial E_i y de la relación de falla R_f en base a un ajuste de los valores experimentales obtenidos con el modelo hiperbólico de Kondner:

$$\sigma_d(\varepsilon_1) = \frac{\varepsilon_1}{\frac{1}{E_i} + R_f \cdot \frac{\varepsilon_1}{\sigma_{d,f}}} \quad (2)$$

- Calcular el valor del módulo secante para un valor de tensión igual al 50% de la carga que produce la falla, E_{50} .

Tabla 3.4: Parámetros iniciales de la muestra y del ensayo.

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Humedad	w_i	%	51.4
Peso unitario húmedo	$\gamma_{h,i}$	kN/m^3	17.4
Peso unitario de las partículas sólidas	γ_s	kN/m^3	27.0
Peso unitario seco	$\gamma_{d,i}$	kN/m^3	11.5
Relación de vacíos	e_i	–	1.39
Grado de saturación	$S_{r,i}$	%	100
Límite líquido	LL	%	61
Límite plástico	LP	%	29
Contenido de finos	$Pas_{\#200}$	%	100
Velocidad de deformación	v	mm/min	0.80
Constante flexímetro	K	mm/div	0.01
Altura	H_i	mm	116.4
Diámetro	D_i	mm	46.4

Tabla 3.5: Resultados del ensayo triaxial Q.

σ_3 [kPa]	Def. [div]	Carga [kg]	σ_3 [kPa]	Def. [div]	Carga [kg]
100	0	0.0	100	200	5.1
100	10	0.9	100	250	5.6
100	20	1.4	100	300	6.0
100	30	1.8	100	400	6.5
100	40	2.1	100	450	6.7
100	50	2.4	100	500	6.9
100	60	2.6	100	550	7.0
100	70	2.9	100	600	7.1
100	80	3.2	100	650	7.2
100	100	3.5	100	700	7.2
100	120	3.9	100	750	7.3
100	140	4.3	100	800	7.3
100	160	4.6	100	850	7.4
100	180	4.9	-	-	-

3.10 Se fabricaron dos muestras de laboratorio con densidades relativas de $D_r = 20\%$ y $D_r = 85\%$ respectivamente de un suelo SW. Éstas fueron sometidas a ensayos triaxiales tipo S, con una presión de confinamiento de $\sigma_3 = 200kPa$. Considerando que se alcanzaron los valores de tensión desviadora en la falla de $400kPa$ y $750kPa$, se pide:

- Determinar los ángulos de fricción interna máximo y crítico y la dilatancia para cada muestra;
- Indicar cuál de las dos muestras presenta un volumen mayor al finalizar el ensayo;
- Determinar los ángulos de fricción interna máximo y crítico y la dilatancia para cada muestra si se hubiesen ensayado a una presión de confinamiento de $\sigma_3 = 10MPa$.

4. Suelos expansivos y colapsibles

4.1 La Figura 4.1 muestra dos tipos de suelos. Indique cuál de ellos corresponde a un suelo expansivo y cuál un suelo colapsible.



Figura 4.1: Dos fotografías de suelos problemáticos.

4.2 La Tabla 4.1 resume las características físicas de un suelo. ¿Corresponde a un suelo expansivo o colapsible?

Tabla 4.1: Características físicas del suelo del ejercicio 4.2

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
Humedad natural	w	%	10.8
Contenido de finos	$Pas_{\#200}$	%	91.9
Límite líquido	LL	%	23.5
Índice de plasticidad	IP	%	5.6
Peso unitario seco	γ_d	kN/m^3	13.0
Gravedad específica	G_s	—	2.66

- 4.3 Mencione tres ensayos de laboratorio que permitan caracterizar los suelos expansivos. Indique para cada uno de ellos qué parámetro se mide.
- 4.4 En un perfil geotécnico sin presencia del nivel freático se obtuvieron dos muestras representativas del primer 1,5m de profundidad. Estudios posteriores en laboratorio determinaron los siguientes resultados:
- Muestra 1: $Pas_{\#200} = 98\%$, $Limo = 73\%$, $LL = 75$, $LP = 25$;
 - Muestra 2: $Pas_{\#200} = 93\%$, $Limo = 38\%$, $LL = 89$, $LP = 45$.
- Determine el mínimo valor de expansión que se espera obtener según los datos presentados.
- 4.5 Para el perfil geotécnico del ejercicio 4.4, proponga dos alternativas de remediación que permitan eliminar en forma definitiva el fenómeno de expansión y otras dos que permitan minorar el potencial de expansión.
- 4.6 Para un depósito de suelos colapsibles de 3,0m de espesor, se midió en laboratorio un valor de presión de colapso de $p_{col} = 30kPa$. Determine la porción de suelo que colapsará frente a la acción de una lluvia intensa. **Nota:** Utilice $\gamma_d = 13kN/m^3$ y $w = 12\%$.
- 4.7 Repita el ejercicio 4.5 teniendo en cuenta que sobre el terreno actúa una carga de $q = 10kPa$.

5. Caracterización de macizos rocosos

- 5.1 La Figura 5.1 muestra 5 testigos de roca extraídos de una perforación. Determine el valor de RQD para cada una de ellos.



Figura 5.1: Testigos de roca extraídos.

- 5.2 Un macizo rocoso presenta un espaciamiento regular entre fisuras de $S = 18\text{cm}$ con orientación $\theta = 38^\circ$. Determine la frecuencia de discontinuidad, λ , para una perforación realizada en dirección perpendicular al nivel del terreno y para otra en dirección perpendicular a la dirección de las fisuras. A su vez, estime el valor de RQD para cada perforación.

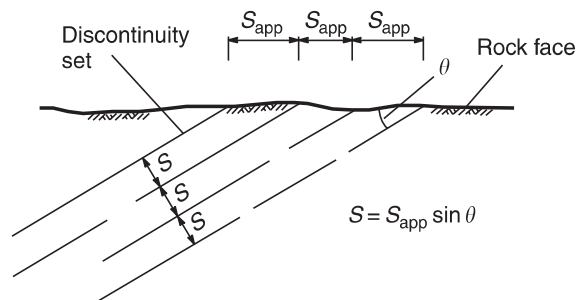


Figura 5.2: Esquema de las discontinuidades del ejercicio 5.2

- 5.3 La Figura 5.3 muestra las discontinuidades de un macizo rocoso. Éstas son en general rugosas y sin presencia de detritos o suelos finos. Clasificar el macizo rocoso según el sistema GSI.



Figura 5.3: Fotografía de las discontinuidades de la roca de sitio.

- 5.4 Mencione tres ensayos de laboratorio que permitan caracterizar una roca intacta.
- 5.5 Para un macizo rocoso con valor $RMR = 45$ y resistencia a la compresión simple de $\sigma_{ci} = 120\text{MPa}$, medido en la roca intacta, determine los valores de resistencia y rigidez propios del macizo.

6. Ensayos in situ

- 6.1 En una perforación SPT, se midió a los 6,0m de profundidad los siguientes valores de resistencia a la penetración: 0–15cm: 6 golpes, 15–30cm: 8 golpes, 30–45cm: 6 golpes. El equipo de trabajo en campo utilizado entrega un 90% de la energía teórica. El perfil del terreno tiene un peso unitario húmedo de $\gamma_h = 19,0kN/m^3$ y el nivel freático se ubica 1,0m por debajo del terreno natural. Determinar el valor de $(N_1)_{60}$
- 6.2 Para la misma perforación SPT del ejercicio anterior se efectuó una nueva medición a los 7,0m de profundidad, en la cual se registraron 20 golpes para 5cm de penetración. ¿Tiene sentido continuar el ensayo?
- 6.3 En un perfil de ribera compuesto principalmente por arenas saturadas finas y uniformes, se midió a 5,0m de profundidad $N_{60} = 20$ y $\gamma_h = 21kN/m^3$. Se pide estimar ϕ_{max} .
- 6.4 Con los mismos datos obtenidos en el ejercicio 6.1, se pide estimar s_u . ¿Con qué ensayo de laboratorio se puede obtener directamente este valor?
- 6.5 ¿Qué ensayo recomendaría ejecutar en el interior de una perforación SPT, si fuese necesario determinar la resistencia al corte no drenado in situ?
- 6.6 ¿Cuál de los sacatestigos esquematizados en la Figura 6.1 utilizaría para extraer una muestra con reducida alteración? (clase 1 - CIRSOC401)

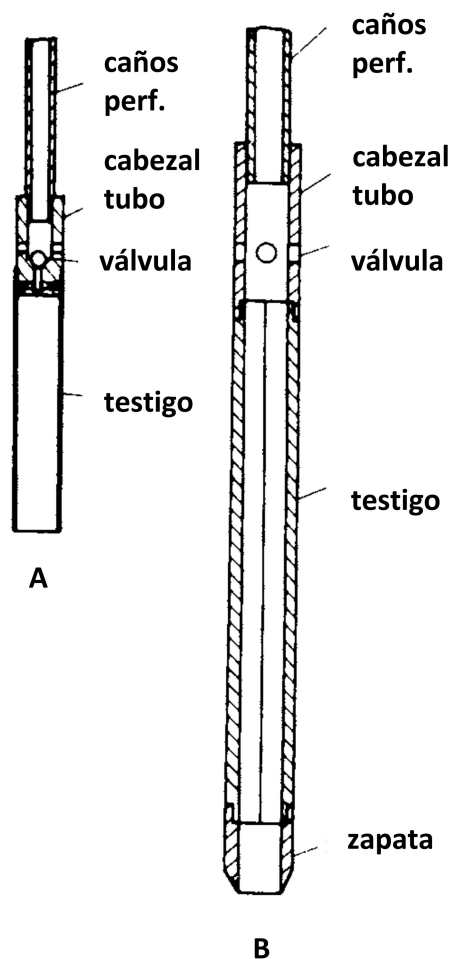


Figura 6.1: Esquemas de sacatestigos

- 6.7 ¿Puede determinar en forma directa LL, LP, $P_{as\#200}$ en un ensayo PMT?

6.8 La Figura 6.2 muestra los resultados de un ensayo SCPTu. Determinar, para las profundidades de 3m, 6m y 12m:

- El tipo de suelo según la clasificación de suelos propuesta por Robertson (SBT - original), considerando que $\gamma_{sat} = 16kN/m^3$ y $NF=NTN$;
- La resistencia al corte no drenado, s_u , y la sensibilidad S . (considerar $N_{kt} = 12$);
- El coeficiente de consolidación, c_h , obtenido en los ensayos de disipación de presión de poros;
- El módulo de rigidez al corte a baja deformación, G_0 .

Nota: El cono tiene un área de $A = 10cm^2$, una relación de áreas de $a = 0,8$ y la presión de proos $u_b = u_2$

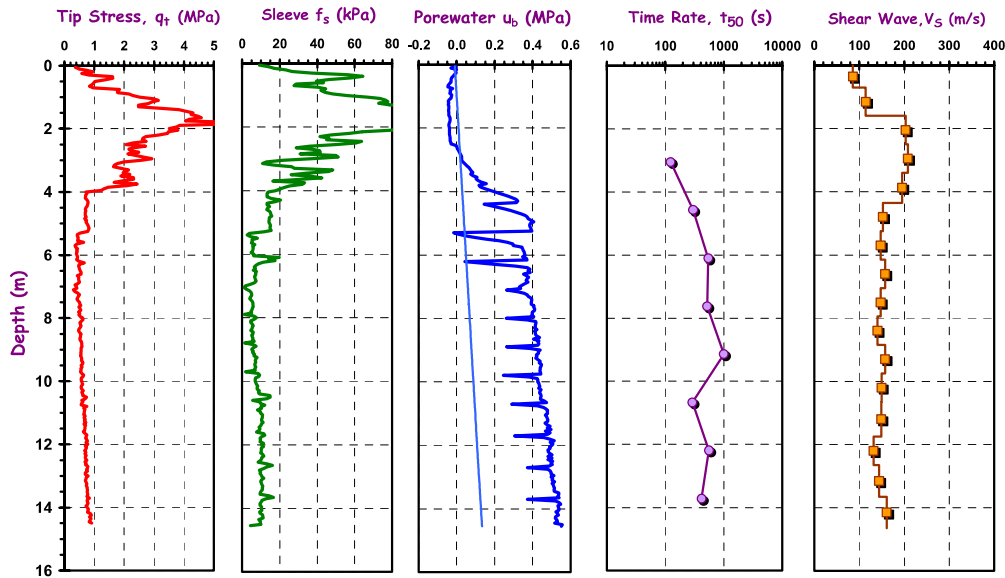


Figura 6.2: Resultados de un ensayo SCPTu

6.9 Según los resultados del ensayo SCPTu del ejercicio 6.8, ¿a qué profundidad recomendaría fundar una base aislada de una estructura liviana?

6.10 ¿Qué representan los valores de p_L y p_0 en un ensayo PMT? ¿Cuál es más grande? ¿Siempre se obtienen en un ensayo?

Nota: Consultar Manual EPRI - Apéndice C.

6.11 Enumere 3 posibles fuentes de error del ensayo VST y explicar cómo inciden en la medición.

Nota: Consultar Manual EPRI - Apéndice E.

6.12 Un ensayo VST ($d = 65mm$, $h = 130mm$ y $t = 2mm$) efectuado en una perforación a 7m de profundidad permitió determinar que el valor de la resistencia al corte no drenado es de $s_u = 12kPa$. Determinar el valor del torque máximo aplicado en el ensayo y el valor de sensibilidad, sabiendo que el valor del torque residual fue $\frac{1}{5}$ del máximo.

6.13 En un ensayo DMT, efectuado a 3m de profundidad en un suelo con peso unitario saturado $\gamma_{sat} = 17,2kN/m^3$, se midieron los siguientes valores: $p_0 = 94kPa$ y $p_1 = 235kPa$. Determinar los valores de I_D , K_D y E_D . ¿Se puede estimar si el suelo está normalmente consolidado o sobreconsolidado con estos coeficientes?

6.14 En un ensayo PMT, efectuado a 8m de profundidad en un suelo con peso unitario húmedo de $\gamma_h = 19kN/m^3$, sin presencia del nivel freático, se midieron las siguientes presiones durante el ensayo: $p_0 = 90kN/m^2$, $p_f = 190kN/m^2$ y $p_l = 260kN/m^2$. Determinar la presión horizontal in situ del terreno y su coeficiente de empuje en reposo, K_0 .

6.15 La Figura 6.3 muestra los resultados de cuatro ensayos PLT sobre cuatro sitios distintos. Estime el valor de rigidez media K que se obtendría para el sitio menos rígido frente a un cambio de presión de 200kPa a 300kPa.

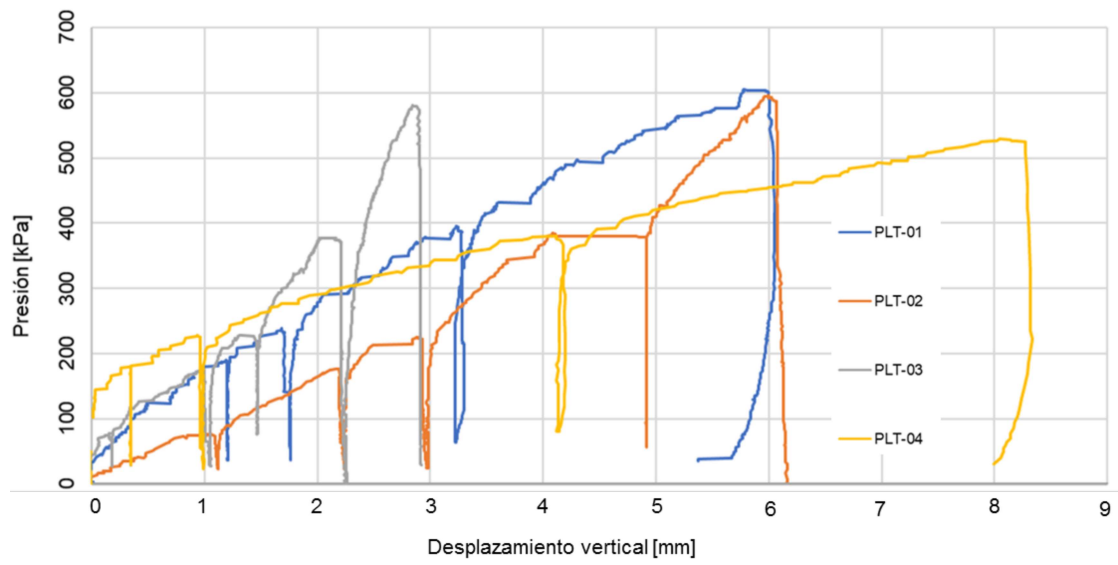


Figura 6.3: Resultados de cuatro ensayos PLT

7. Respuestas

Nota: Los resultados aquí presentados provienen de versiones anteriores de la guía de ejercicios y no se encuentran verificados. A lo largo de este cuatrimestre serán revisados y actualizados. En el caso de que se presuma que alguno no es correcto, o deseen colaborar con respuestas, por favor mandar un mail a ntasso@fi.uba.ar.

Ejercicio 1.1 $E_{oed} = 22,2MPa$

Ejercicio 1.2 dato $H_s = \frac{H_0}{1 + e_0} = \frac{16,5mm}{1 + 1,84} = 5,81mm$ Altura equivalente de sólidos.

Ejercicio 1.3 $C_c = 0,20$, $C_r = 0,08$, $\sigma'_{v,c} = 125kPa$

Ejercicio 1.4 $e_0 = 1,50$, $e_f = 1,33$, $\Delta H = 0,54m$

Ejercicio 1.5 $\gamma_d = 13,85kN/m^3$, $w = 35,2\%$, $\gamma_h = 18,72kN/m^3$.

Asentamientos por consolidación: $\Delta H_{1estrato} = 0,89mm$, $\Delta H_{2estrato} = 0,99mm$, $\Delta H_{4estrato} = 1,04mm$,
 $\Delta H_{16estrato} = 1,09mm$

Ejercicio 2.1 Tiempo para alcanzar el 95% de la consolidación primaria: $t_{95} = 2,86$ años;

Incremento de asentamiento por consolidación secundaria a 5 años: $\Delta H = 0,5cm$.

Incremento de asentamiento por consolidación secundaria a 10 años: $\Delta H = 1,1cm$.

Incremento de asentamiento por consolidación secundaria a 20 años: $\Delta H = 1,7cm$.

Se deduce que $OCR = \frac{t^{C_\alpha/(C_c - C_r)}}{t_p}$,

por tanto: OCR para 5 años: 1.01, OCR para 10 años: 1.02, OCR para 20 años: 1.025.

Ejercicio 2.2 $\Delta h_t = 0,8m$, $\Delta h_{180dias} = 0,25m$

Ejercicio 2.6 En 3 años: $T_v = 0,378$;

En 3 años y $z = 2,5m$: $U_{2,5m-3yr} = 62\%$;

En 3 años y $z = 5,0m$: $U_{5,0m-3yr} = 50\%$;

En 3 años y $z = 7,5m$: $U_{7,5m-3yr} = 62\%$;

En 3 años y $z = 10m$: $U_{10m-3yr} = 100\%$;

En 5 años: $T_v = 0,631$;

En 5 años y $z = 5,0m$: $U_{5,0m-5yr} = 74\%$;

Ejercicio 3.1 $\phi = 34,8^\circ$, $c = 11,3kPa$.

Ejercicio 3.2 Parametros resistentes: $\phi = 32,2^\circ$, $c = 0kPa$.

Inclinación del plano de falla $\theta = 61,1^\circ$ respecto del plano de la tensión principal mayor.

σ'_3 [kPa]	σ'_1 [kPa]	σ'_N [kPa]	τ [kPa]
100	330	153.8	97.3
200	660	307.5	194.7
300	980	458.9	287.8

Ejercicio 3.3 Parametros resistentes: $\phi = 31,0^\circ$

Presión de confinamiento del ensayo triaxial: $\sigma_3 = 200kPa$.

Se asume presión de poros nula: $u = 0kPa$.

D_r [%]	ϕ_{max} [°]	$\sigma'_{1,pico}$ [kPa]	$\sigma'_{1,crit}$ [kPa]
30	31.7	644	625
70	36.4	784	625

Ejercicio 3.4 Parámetros resistentes: $\phi = 31,0^\circ$

Presión de confinamiento del ensayo triaxial: $\sigma_3 = 1000 \text{ kPa}$.

Se asume presión de poros nula: $u = 0 \text{ kPa}$.

D_r [%]	ϕ_{max} [°]	$\sigma'_{1,pico}$ [kPa]	$\sigma'_{1,crit}$ [kPa]
30	31.0	3124	3124
70	33.2	3430	3124

Ejercicio 3.5 Parámetros resistentes: $\phi = 29^\circ$

Tipo de ensayo triaxial	σ_3 [kPa]	$\sigma_{d,f}$ [kPa]	u_f [kPa]
Compresión, S	100	188.2	-
Compresión, Q	200	338.8	20
Compresión, R	300	150	220.3
Compresión, R	150	400	-62.5
Compresión simple	0	150	-79.7
Extensión, S	150	282.3	-

Ejercicio 3.6

OCR	s_u [kPa]	σ'_3 [kPa]	σ'_1 [kPa]	u [kPa]	τ [kPa]
1.2	57.3	60.9	175.6	139.1	50.1
3.0	114	121.1	349.1	78.9	99.7

Ejercicio 3.7 Angulo de fricción: $\phi = 25,9^\circ$

OCR	σ_3 [kg/cm ²]	σ'_3 [kg/cm ²]	σ'_1 [kg/cm ²]	s_u [kg/cm ²]	u [kg/cm ²]
1	8.50	3.45	8.75	2.65	5.05
2	4.25	2.75	7.15	2.20	1.50
4	2.13	2.30	5.85	1.78	-0.18
8	1.10	1.80	4.55	1.38	-0.70