

**Pedro Arrua
Gonzalo Aiassa
Daniel Azerlat**

GEOTECNIA

CUADERNO DE PROBLEMAS

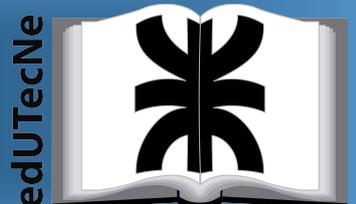


CiN REUN

Red de Editoriales
de Universidades Nacionales
de la Argentina



Libro
Universitario
Argentino



GEOTECNIA

CUADERNO DE PROBLEMAS

Universidad Tecnológica Nacional – República Argentina

Rector: Ing. Hector Eduardo **Aiassa**

Vicerrector: Ing. Haroldo **Avetta**

Secretaria Académica: Ing. Liliana Raquel **Cuenca Pletsch**

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Cordoba

Decano: Ing. Rubén **Soro**

Vicedecano: Ing. Jorge **Abet**

Director Departamento Ingeniería Civil: Dr. Gonzalo **Aiassa**

edUTecNe – Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional

Coordinador General a cargo: Fernando H. **Cejas**

Área de edición y publicación en papel: Carlos **Busqued**

Colección Energías Renovables, Uso Racional de Energía, Ambiente: Dr. Jaime **Moragues**.



www.edutecne.utn.edu.ar

GiN REUN
Red de Editoriales
de Universidades Nacionales
de la Argentina

 **70 años**
UON·UTN
1948 2018



Prohibida la reproducción total o parcial de este material
sin permiso expreso de edUTecNe

GEOTECNIA

CUADERNO DE PROBLEMAS

Pedro ARRUA
Gonzalo AIASSA
Daniel AZELART

edUTecNe
Cordoba, 2019

Pedro Ariel Arrúa; Gonzalo Martín Aiassa Martínez; Daniel Azelar

Geotecnia : cuaderno de problemas / Pedro Ariel Arrúa ; Gonzalo Martín Aiassa Martínez ; Daniel Azelar ; editado por Fernando Cejas. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : edUTecNe, 2019.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4998-29-3

1. Ingeniería Civil. 2. Análisis del Suelo. 3. Córdoba. I. Arrúa, Pedro Ariel II. Azelar, Daniel III. Cejas, Fernando, ed. IV. Título.

CDD 620

Diseño de tapa y diagramación: Fernando Cejas

Queda hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723

© **edUTecNe, 2018**

Sarmiento 440, Piso 6 (C1041AAJ) Buenos Aires,
República Argentina

Impreso en Argentina – Printed in Argentina

ISBN 978-987-4998-29-3



Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

PROLOGO

Este libro, pretende ordenar el estudio de la mecánica de suelos y rocas vinculada a la Ingeniería Civil, bajo un paradigma educativo centrado en el estudiante. El objetivo central de esta obra radica en desarrollar la capacidad de análisis y síntesis para lograr eficiencia técnica y económica en el diseño de las estructuras geotécnicas. Se busca fomentar, en el futuro ingeniero, un rol activo y constructivo con la orientación del docente a lo largo del camino. Con esa idea, se pensó este formato "*cuaderno de trabajo*", donde las resoluciones a los problemas propuestos queden plasmadas sobre este material, conformando un valioso documento de futura consulta.

Los contenidos sintéticos abordados corresponden al origen de los suelos y rocas, sus propiedades físicas y mecánicas. Se aborda, la hidráulica de los suelos, la distribución de presiones en la masa de suelos, los asentamientos, la resistencia al corte, el empuje de suelos, la estabilidad de taludes, la capacidad de carga, exploración del terreno, compactación y una introducción a la ingeniería de fundaciones en las distintas obras civiles. Los problemas son los habituales de la práctica profesional y han sido ordenados en base a las unidades dictadas en la asignatura Geotecnia de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional.

Es la esperanza de estos autores, favorecer un crecimiento sostenido, mediante un pequeño aporte, pero constante y de la relación enseñanza/aprendizaje + aprendizaje/enseñanza.

Los Autores.

Córdoba, Noviembre 2019

TEMAS

Introducción

Propiedades Geológicas Y Formación De Depósitos Naturales De Suelos

Propiedades físicas y químicas de los suelos

Hidráulica de suelos

Presiones y deformaciones en la masa de suelo

Compresibilidad y asentamiento en los suelos

Resistencia al corte del suelo

Compactación de suelos

Exploración geotécnica

Empuje de suelos

Estabilidad de taludes

Capacidad de carga en cimentaciones

Introducción a mecánica de rocas

1. INTRODUCCIÓN

Consigna 1. Indique y defina las tres principales propiedades, que estudia la mecánica de suelos.

Consigna 2. Enuncie al menos tres estructuras geotécnicas y representelas gráficamente.

2. PROPIEDADES GEOLÓGICAS Y FORMACIÓN DE DEPÓSITOS NATURALES DE SUELOS

Consigna 1. Explique la teoría de tectónica de placas en el espacio asignado. Enumere las 8 placas de mayor relevancia

Consigna 2. ¿Que son las rocas ígneas? Enumere al menos 3 tipos de rocas de esta categoría.

Consigna 3. ¿Que son las rocas sedimentarias? Enumere al menos 3 tipos de rocas de esta categoría.

Consigna 4. Describa los procesos de meteorización física y química en las rocas.

3. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS

3.1. Aspectos generales

Consigna 1: enuncie los tamaños de partículas que caracterizan arcilla, limo, arena y gravas.

Consigna 2: represente gráficamente la caolinita, illita y monmorilonita

3.2. Relaciones gravimétricas y volumétricas

Consigna 1: Un terraplén de una vía se construye con un relleno de arcilla compactada a un peso unitario húmedo de 1,45 t/m³, y un contenido de humedad del 18%. La gravedad específica es 2,65. Calcular: (a) Peso unitario seco, (b) Relación de vacíos, (c) Porosidad, (d) Humedad de saturación, (e) Grado de saturación.

Consigna 2: Una muestra de arcilla tiene un peso de 198,3 g en estado natural y un peso seco de 176,8 g. La Muestra tiene un diámetro de 64 mm y un espesor de 32,0 mm. La gravedad específica es de 2,66. Calcular: (a) Humedad (b) Peso unitario seco, (c) Relación de vacíos (d) Humedad de saturación del suelo.

Consigna 3: Un terraplén se construyó con material de relleno compactado a un peso unitario húmedo de 1,82 t/m³, con un contenido de humedad de 15,0 %. La gravedad de las partículas es igual a 2,64. Calcular (a) Peso unitario seco, (b) Relación de vacíos, (c) Humedad de saturación, (d) Peso unitario saturado, (e) Peso unitario sumergido.

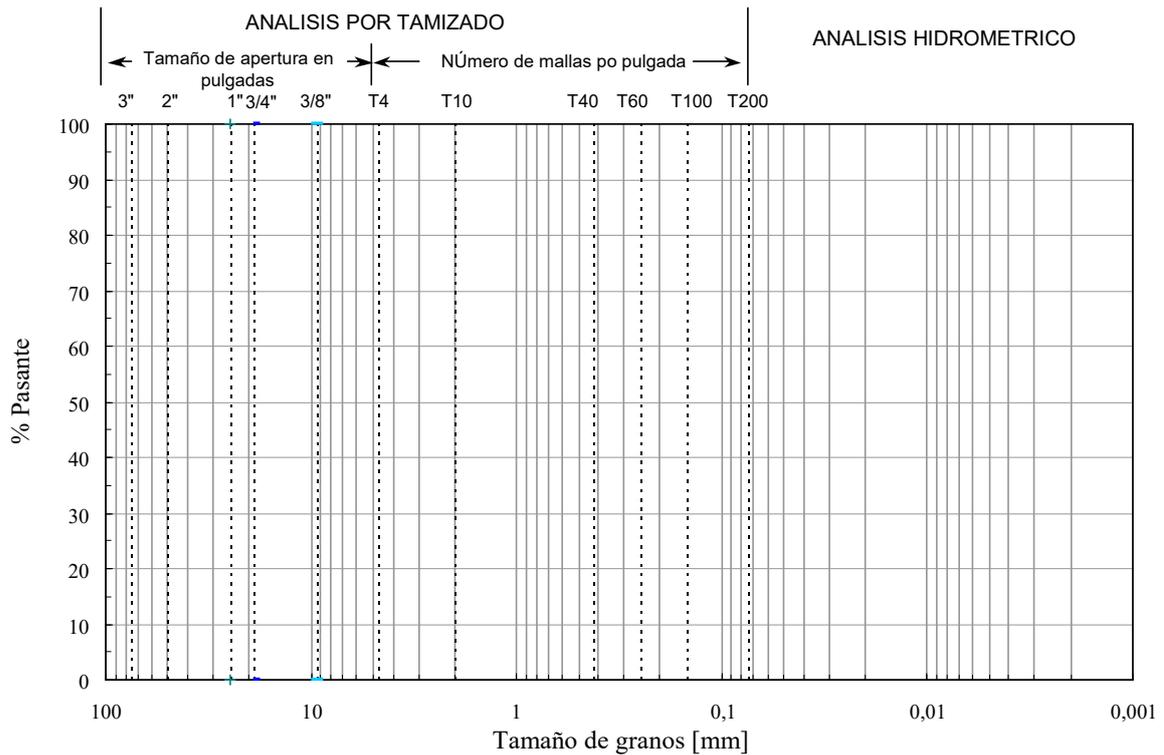
Consigna 4: Una muestra cilíndrica de suelo compactado, con una humedad del 13,5% , con un diámetro de 100 mm, y una altura de 215 mm, pesa 2397g. Si la gravedad específica es de 2,68, calcule: (a) el peso unitario seco, (b) el grado de saturación. Además, calcule la cantidad de agua que debería agregarse para que el grado de saturación sea del (c) 80%, 90% y 100%.

Consigna 5: Se recuperaron muestras de un depósito de suelo en el lecho marino del sitio destinado a un muelle para buques tanque. Se encontró que el peso unitario saturado es de $1,85 \text{ t/m}^3$, y la gravedad específica de las partículas es de 2,7. Calcular: (a) Relación de vacíos, (b) Humedad de saturación, (c) Peso unitario seco (d) Peso unitario sumergido.

4. GRANULOMETRÍA

Consigna 1: Calcule y dibuje las curvas granulométricas de los suelos correspondientes a los datos consignados en la tabla adjunta.

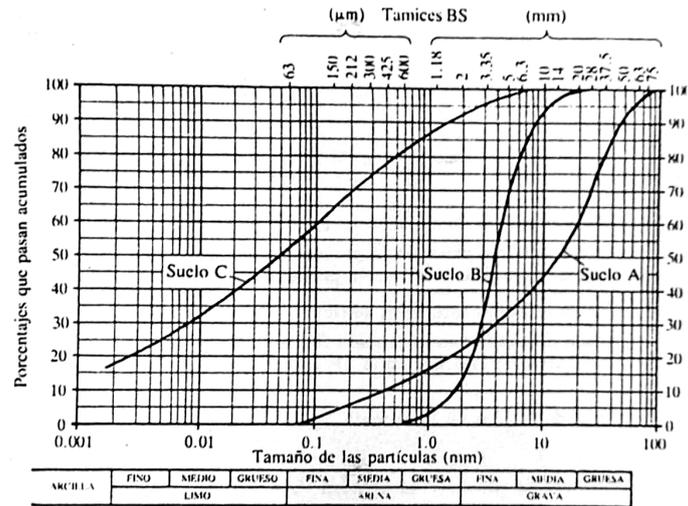
Tamiz N	Tparticula (mm)	(Retenidos Parciales)			
		Suelo A	Suelo B	Suelo C	Suelo D
		400	980	480	520
Retenido T2"	50	0	0	0	0
Retenido T1"	25	15	0	0	0
Retenido T3/4"	19	15	0	0	0
Retenido T4	4,75	112	150	101,85	20
Retenido T10	2,00	95	135,6	51,89	35
Retenido T40	0,43	80	138,4	61,93	45
Retenido T60	0,25	24	140,62	12,73	12,73
Retenido T100	0,15	23,46	126,81	16,77	16,77
Retenido T200	0,075	16,3	135	7,33	10
Límite Líquido		---	---	24,8	70,9
Límite Plástico		---	---	20,4	36,9



GRAVA		ARENA			LIMO O ARCILLA
GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIANA	FINA	

4.1. Clasificación de suelos

Consigna 1. En la figura histórica se han dibujado las curvas granulométricas de tres suelos. Los suelos A y B no tienen plasticidad, en tanto el suelo C tiene un límite líquido igual a 38,1 % y un límite plástico igual al 21,5%. Clasificar según la Clasificación Unificada los tres suelos, explicando cada uno de los pasos.

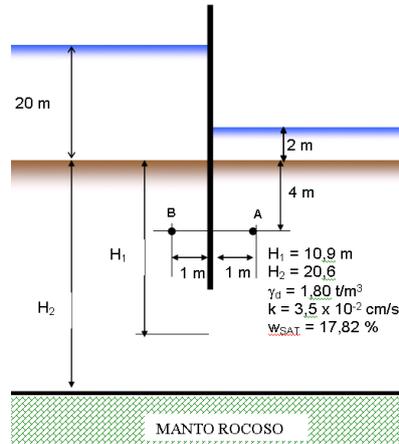


Consigna 2. Clasifique los suelos A, B, C, D cuyas características se presentan en la Tabla del ejercicio 1 (Curva granulométrica) según la clasificación unificada.

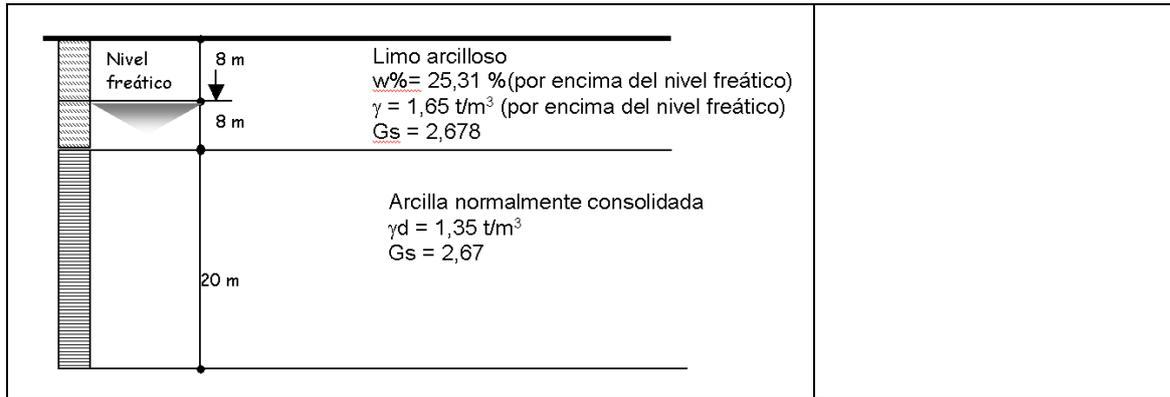
Consigna 2. Para una prueba en laboratorio de permeabilidad bajo carga variable se dan los siguientes datos: Longitud de la muestra de suelo: 381 mm; Área de la muestra de suelo: 19,40 cm²; Área de la bureta: 0,97 cm². La diferencia de carga en el tiempo $t = 0$ segundos es igual a 625 mm. La diferencia de carga en el tiempo $t = 8,0$ segundos es igual a 280 mm. a. Calcular la permeabilidad del suelo en cm/s. b. ¿Cuál es la diferencia de carga en el tiempo $t = 5,0$ s

Consigna 3

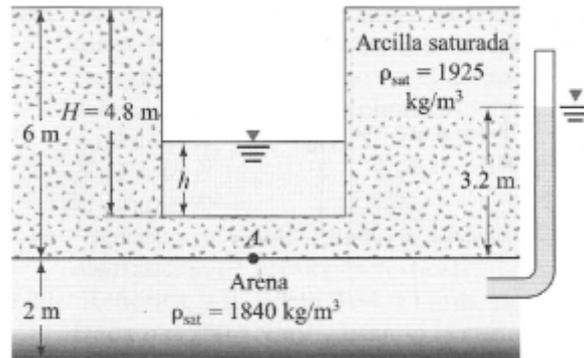
- (1) Dibujar la red de flujo del tablestacado de la figura
- (2) Calcular el caudal que filtra, por metro de longitud de tablestaca.



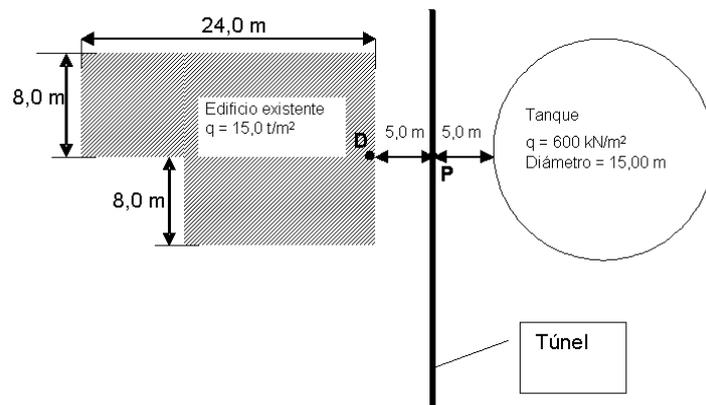
Consigna 2. Determinar la presión total y la presión efectiva a lo largo del siguiente perfil de suelos:



Consigna 4. Se hace un corte en una arcilla firme saturada que descansa sobre un estrato de arena. ¿Cuál debe ser la altura del agua h en el corte, de manera que no se pierda la estabilidad de la arcilla saturada?



Consigna 2. La figura muestra las dimensiones en planta de un edificio de una fábrica cimentada sobre la superficie natural del terreno de un depósito de arcilla homogénea de gran espesor. La presión media sobre el edificio es de 100 kN/m^2 . También se muestra la línea de un túnel existente que pasa a través de la arcilla, con su clave a una profundidad promedio de 10 m bajo el nivel del terreno. Se desea construir un tanque de almacenamiento en el sitio que se muestra, con una cimentación flexible de $15,0 \text{ metros}$ de diámetro que transmitirá una presión de 600 kN/m^2 en la superficie de la arcilla. Si se lleva a cabo la construcción propuesta, calcular la presión vertical total en el suelo a (10 m) bajo el punto P. Las propiedades de la arcilla son: Peso Unitario: $1,74 \text{ t/m}^3$.

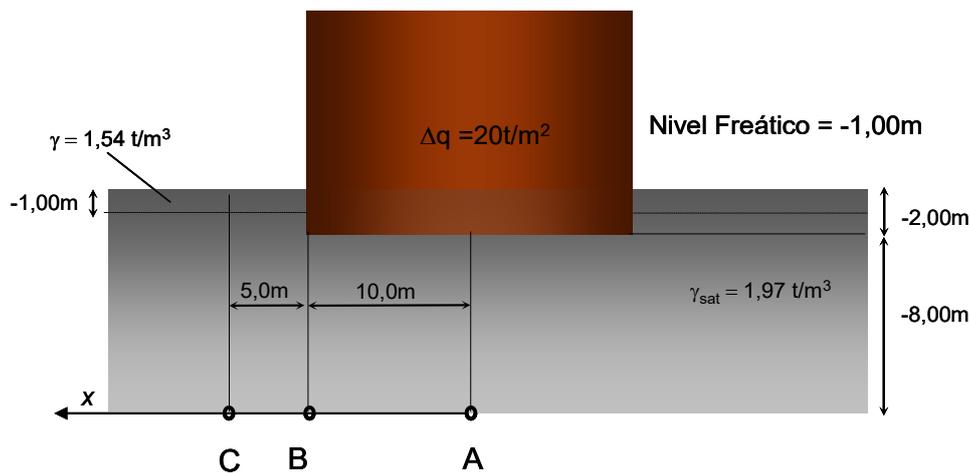


Consigna 3. (a) Calcular las tensiones totales y efectivas a una profundidad de 10 metros en el perfil de suelo, donde el nivel freático se encuentra a una profundidad de -1,0 metro. El peso unitario por encima del nivel freático es igual a $1,54 \text{ t/m}^3$ y el peso unitario saturado es de $1,97 \text{ t/m}^3$.

(b) Calcular los incrementos de tensión en los puntos A (eje del tanque), B (borde del tanque), C(a cinco metros del borde), que produce la construcción de un tanque de 20 metros de diámetro con una tensión de contacto de 20 t/m^2 , construido sobre una platea a una profundidad de -2,0m

(c) Calcular las tensiones geostáticas en los puntos A, B, C después de puesta en servicio del tanque.

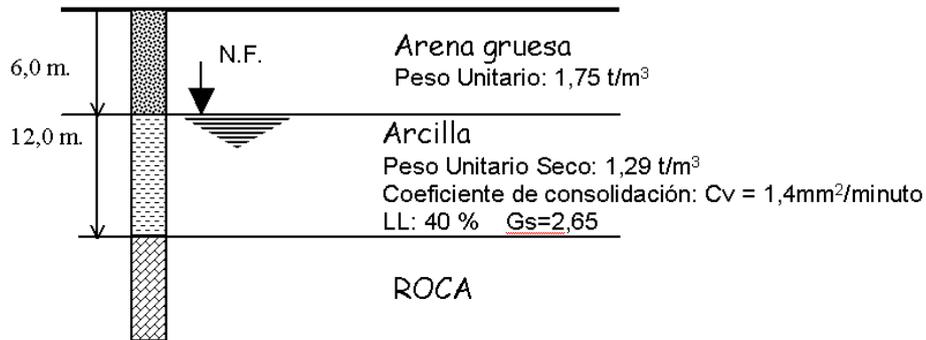
(d) Calcule y grafique las presiones efectivas en los puntos A, B, C (geoestáticas mas el incremento de presión) sobre el eje x. Desprecie los efectos de la subpresión.



7. COMPRESIBILIDAD Y ASENTAMIENTO EN LOS SUELOS

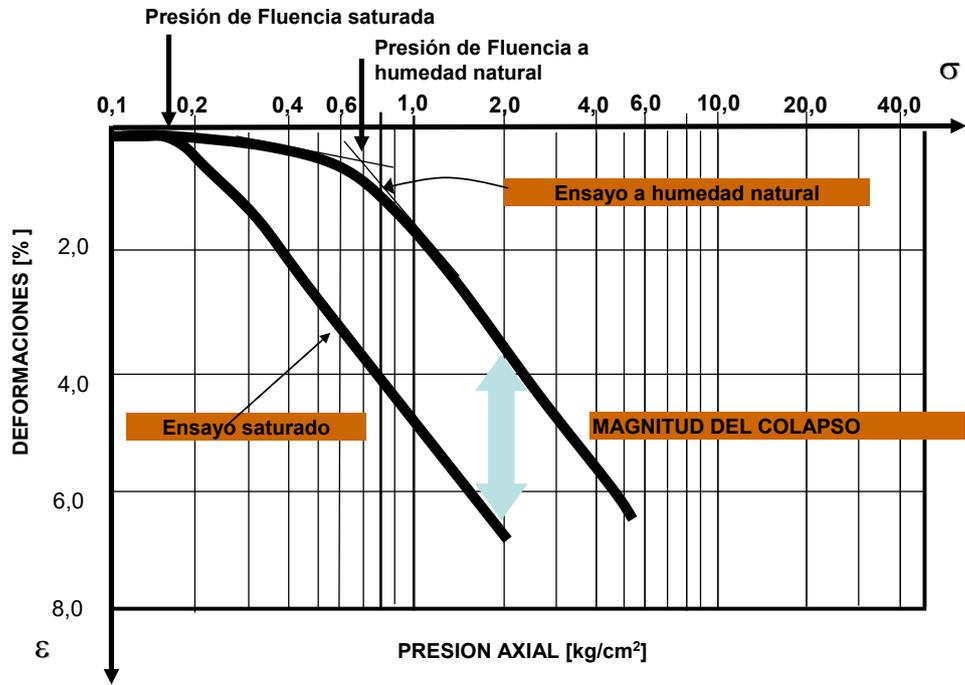
7.1. Asentamientos por consolidación

Consigna 1. Dado el perfil del suelo, dibujado en la figura, determinar (a) las presiones totales, del agua y efectivas en el techo y piso del estrato de arcilla normalmente consolidada. (b) Calcular el asentamiento total por consolidación primaria considerando el LL y luego la relación de vacíos, que sufrirá el manto de arcilla normalmente consolidada, si se coloca un relleno compactado de 12,00 metros de espesor y con un peso unitario de 1,90 t/m³, sobre un perfil como el indicado en la figura. (relación de vacíos inicial $e_0 = 0.87$ y relación de vacíos final $e_f = 0.83$). (c) Calcular el tiempo para alcanzar un asentamiento de 5,00 cm. (d) Calcular el asentamiento que se producirá al cabo los primeros dos meses, luego de concluido el terraplén.



7.2. Asentamientos por colapso

Consigna 1. Determinar la magnitud de colapso por saturación para una fundación superficial apoyada sobre un material que posee la respuesta indicada en la gráfica. La carga sobre la zapata es de 10tn y su dimensión es de 80cm x 80cm



Consigna 2. Determinar los coeficientes de compresibilidad en el tramo de carga y en el tramo de recarga para la curva de humedad natural y humedad saturada.

Consigna 3. De la figura, determinar índice de colapso propuesto por Reginato (1970).

8. RESISTENCIA AL CORTE DEL SUELO

Consigna 1. En un ensayo de corte directo sobre una muestra de arena seca, se realizó con una presión de axial de confinamiento de $150,0 \text{ kN/m}^2$. La rotura se obtuvo a una tensión desviadora de corte igual a $95,5 \text{ kN/m}^2$: El tamaño de la probeta ensayada fue de $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ y 25 mm de espesor. Determinar el ángulo de fricción interna. Para una presión axial de confinamiento igual a $84,0 \text{ kN/m}^2$ ¿cuál será el valor de la tensión de corte desviadora que se requiere para alcanzar la falla?

Consigna 2. En la siguiente tabla se dan los resultados de cuatro ensayos de corte directo con drenaje con sobre una arcilla normalmente consolidada. Diámetro de la probeta: 50 mm; altura de la probeta: 25 mm. Grafique y calcule el ángulo de fricción interna.

Ensayo Nº	Fuerza axial [kN]	Presión axial [kN/m ²]	Fuerza desviadora de corte [kN]	Tensión de corte [kN/m ²]
1	0,271		0,121	
2	0,406		0,170	
3	0,474		0,204	
4	0,541		0,244	

Consigna 3. Sobre una muestra de arcilla normalmente consolidada se realizan dos ensayos triaxiales consolidados no drenados. Una de las probetas se consolida bajo una presión de cámara de $1,50 \text{ kg/cm}^2$ y rompe bajo un aumento de presión axial de $1,00 \text{ kg/cm}^2$, observándose por medición, que la presión de poros en el instante de la rotura alcanza un valor de $0,86 \text{ kg/cm}^2$. La otra probeta se consolida bajo una presión de cámara de $3,70 \text{ kg/cm}^2$, necesitándose un aumento de tensión axial de $2,60 \text{ kg/cm}^2$ para llegar a la rotura, en cuyo instante desarrolla una presión de poros igual a $2,15 \text{ kg/cm}^2$. ¿Cuáles son los valores de ϕ_{cu} y de ϕ' que arrojan los ensayos?

Consigna 4. La resistencia a la compresión simple de una muestra de arcilla resulta igual a $2,30 \text{ kg/cm}^2$. La arcilla tiene un ángulo de fricción interna en presiones efectivas ϕ' de 29° . ¿Cuál es la magnitud de la presión de poros en el instante de la rotura en la probeta sometida a la compresión simple?

Consigna 5. Los resultados de una serie de ensayos drenados sobre una arcilla vienen expresados con suficiente aproximación por la ecuación $\tau' = \sigma' \cdot \tan 30^\circ$. Sobre ese material se realiza un ensayo consolidado no drenado comprimiendo primero una probeta bajo una presión hidrostática de confinamiento de $2,00 \text{ kg/cm}^2$, y después aumentando la carga axial sin drenaje hasta que se produce la rotura. La muestra falla por un incremento de presión axial de $1,80 \text{ kg/cm}^2$. ¿Cuál es el valor de ϕ_{cu} ?, ¿Cuánto vale la presión de poros en el momento de la rotura?

9. COMPACTACIÓN DE SUELOS

9.1. Ensayos de laboratorio

Consigna 1. Se han realizado un ensayo Proctor estándar sobre una muestra de suelo limoso, donde se han obtenido los resultados presentados en la Tabla. Graficar y establecer el contenido de humedad óptimo y el peso unitario seco máximo.

SUELO	
Humedad [%]	Peso Unitario seco [T/m^3]
10,0	1,65
12,0	1,71
16,1	1,77
20,0	1,75
22,0	1,67

Consigna 2. Se han realizado ensayos Proctor Standard en dos muestras denominadas A y B. Graficar las mismas y determinar la humedad óptima y la densidad máxima

#	SUELO A		SUELO B	
	Humedad [%]	Peso Unitario seco [T/m³]	Humedad [%]	Peso Unitario seco [T/m³]
1	10.0	1.67	15.5	1.65
2	12.3	1.75	17.0	1.71
3	14.0	1.80	18.0	1.75
4	16.3	1.72	19.9	1.67
5	17.5	1.68	21.0	1.62

9.2. Ensayos de campo

Consigna 1. De un control de compactación se han obtenido los datos consignados en la tabla. Se solicita determinar el peso unitario in situ del material.

Peso del cono	[gr.]	625,00								
Vol. (cono+base)	cm3	1139,1								
PUArena	[gr/cm3]	1,400								
Peso del tarro	[gr.]	0,0								
Arena										
Pt+Pa (ini) [gr.]	Pt+Pa (fin) [gr.]	Pa	Vt							
4709	1353									
Suelo										
Pt+Psh	Psh	Vh	PfN°	Pf	Pf+Psh	Pf+Pss	w	wp	PUH	PUS
2186			G	24,10	73,40	66,80				
			P11	21,60	49,90	46,30				
			P14	21,20	56,30	51,60				



9.3. Diseño en proyecto de compactación

Consigna 1. Para la construcción de un terraplén de 200.000 m³ de volumen se dispone de un yacimiento A, situado a 20 km de distancia de la obra y de un arroyo a 15 km. Los resultados de la consigna 1, corresponden a los del material del yacimiento. Y posee in situ un peso unitario seco de 1,3 tn/m³ una humedad del 12% y un esponjamiento de 0,9. El costo del transporte es de 1\$/m³. Calcular el costo del transporte para lograr un nivel de compactación del 95% del Proctor estándar en la humedad óptima.

Consigna 2. Se debe construir un relleno de 110.000 m³ de volumen compactándolo a un peso unitario seco igual a 1,83 t/m³. El material de yacimiento tiene un peso unitario seco igual a 1,40 t/m³. Este suelo, en estado suelto tiene un peso unitario seco igual a 0,85 t/m³. Se desea saber: ¿Cuál será el volumen a extraer del yacimiento? ¿Cuál será el volumen a transportar? Si se utilizan camiones de 6 m³ de capacidad cada uno, ¿cuántos viajes de camiones serán necesarios realizar?

10. EXPLORACIÓN GEOTECNICA

10.1. Estudio de suelos

Consigna 1. Describa cuales son los criterios para la definición de la cantidad de prospecciones.

Consigna 2. Describa cuales son los criterios para definir la profundidad de la exploración geotécnica.

Consigna 3: Grafique y dibuje (a) pala bizcachera (b) barreno helicoidal (c) veleta (d) tricono

11. EMPUJE DE SUELOS

Consigna 1. Un muro de contención que tiene una superficie posterior vertical lisa, tiene una altura de 10,0 metros. La masa de suelo retenida consiste en dos capas horizontales:

Estrato	Espesor [m]	ϕ [°]	c [kPa]	γ_d [t/m ³]	w_{hn} [%]	γ_{sat} [t/m ³]
1	3,00	20	0	1,30	12,2	1,80
2	7,00	35	0	1,45	15,8	1,90

Calcular las presiones horizontales a lo largo del muro, y la magnitud y posición del empuje activo resultante (Usar Rankine).

Consigna 3. Calcular las presiones horizontales en toda la altura del muro, la magnitud y la posición del empuje resultante sobre el muro del Ejercicio 1 en las siguientes condiciones:

El nivel freático en la superficie del terreno

El nivel freático a 5,0 metros de profundidad

(Usar Rankine)

Consigna 4. Calcular el empuje que ejerce un muro de 10,0 metros de altura que contiene un suelo con las siguientes características: $c' = 0$, $\phi' = 35^\circ$, $\gamma = 1,65 \text{ t/m}^3$, para las siguientes condiciones:

Inclinación de la superficie del terreno	Rugosidad muro- suelo
0°	$\delta = 1/3\phi$
0°	$\delta = \phi$

Utilizar la teoría de Coulomb, (Método de Cullman y fórmula 6.22)

12. ESTABILIDAD DE TALUDES

Consigna 1. En un talud infinito la interfase suelo – roca tiene los siguientes parámetros de resistencia al corte: $c = 15,0 \text{ kN/m}^2$, $\gamma = 1,4 \text{ tn/m}^3$ y $\phi = 25^\circ$. (1) Si $H = 8,0$ metros y $\beta = 20^\circ$, determinar el coeficiente de seguridad al deslizamiento a lo largo de la superficie de la roca. (2) Si $\beta = 35^\circ$, determinar la altura H , para un factor de seguridad igual a 1 (suponga que la presión del agua es igual a 0).

Consigna 2. Calcular el coeficiente de seguridad del talud de ejercicio 1.1, suponiendo que el nivel freático coincide con la superficie del terreno. Se supone que el peso unitario saturado es igual a $18,0 \text{ kN/m}^3$.

Consigna 3. Calcular el talud necesario para cubrir un desnivel de 6,00 metros y un peso unitario de $17,5 \text{ kN/m}^3$, con un coeficiente de seguridad de 1,25. Se hará un estudio paramétrico de la cohesión no drenada c_u , utilizando: 1,80; 2,00; 2,20; t/m^2 . Grafique cómo varía el talud (β) (abscisas) en función de la cohesión (c_u) (ordenadas).

Consigna 4. Calcular cuál debería ser la cohesión no drenada c_u , para un talud de 53° y 45° , y un coeficiente de seguridad de 1,20, utilizando los datos de altura y peso unitario del ejercicio 1. (Señale estos resultados en el gráfico del ejercicio N°3).

Consigna 5. Un corte en una arcilla tiene una profundidad de 10 metros. A una profundidad de 6,00 metros por debajo del piso del corte se encuentra una capa de roca dura. La arcilla tiene una cohesión no drenada de 30 kN/m^2 y un peso unitario de 18 kN/m^3 . Calcular el talud que proporcione un coeficiente de seguridad de 1,25.

13. CAPACIDAD DE CARGA EN CIMENTACIONES

13.1. Fundaciones superficiales. Capacidad de Carga

Consigna 1. Calcular la capacidad de carga de las zapatas indicadas en la Tabla, apoyadas sobre una arena compacta, con un ángulo de fricción igual a 38° y un peso unitario seco de $17,50 \text{ kN/m}^3$ ($G_s=2,65$). La humedad por encima del nivel freático es igual a $,5\%$.

Ancho[m]	Largo[m]	Profundidad [m]	Nivel freático [m]
1,00	1,00	-1,00	-4,00
1,00	2,00	-1,00	-4,00
1,00	3,00	-1,00	-4,00
1,00	1,00	-2,00	-4,00
1,00	1,00	-3,00	-4,00
1,00	1,00	-1,00	-0,00
1,00	1,00	-1,00	-1,00

Utilice los coeficientes de capacidad de carga de Meyerhof. Grafique:

1. La variación de la capacidad de carga en función de largo de la zapata.
2. La variación de la capacidad de carga de una zapata 1x1 en función de la cota de fundación
3. La variación de la capacidad de carga de una zapata de 1x1 en función del nivel freático.

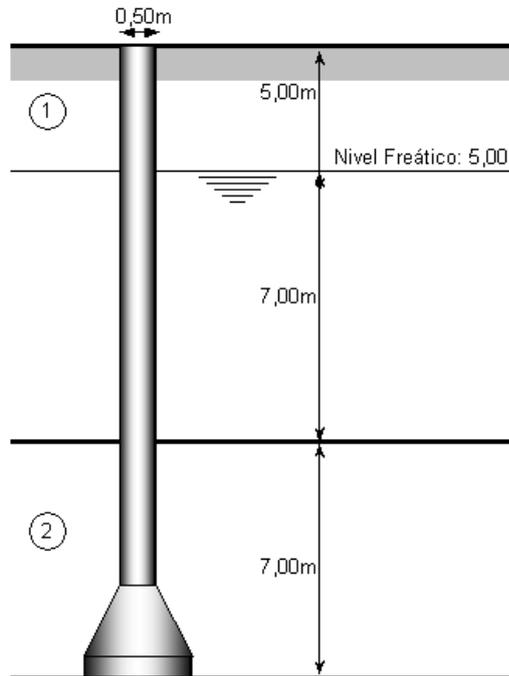
13.2. Fundaciones superficiales. Asentamientos

Consigna 1. Calcular el asentamiento diferencial entre dos zapatas cuadradas rígidas separadas 2,50 metros, una cargada con 250 toneladas y la otra con 50. Ambas están apoyadas a una profundidad de 2,00 metros, trabajando a una tensión de 30, 0 t/m². Se supone que las mismas están apoyadas sobre una arcilla preconsolidada que tiene un Módulo de Elasticidad Es igual a 10.000 t/m² y un Módulo de Poisson igual a 0,20. (Método Elástico)

Consigna 3. Calcular el asentamiento diferencial entre dos zapatas separadas 2,50 metros, una cargada con 250 toneladas y la otra con 50. Ambas están apoyadas a una profundidad de 2,00 metros, trabajando a una tensión de $30,0 \text{ t/m}^2$. Utilice el Método de Schmertmann

Estratos	Espesor m	Tipo de suelo	Peso unitario T/m^3	Modulo de elasticidad T/m^2
1	2,50	Limo arenoso	1,50	500
2	1,20	Arena suelta	1.60	1.000
3	1,00	Arena compacta	1,80	5.000
4	10,0	Arcilla preconsol.	1,40	8.000

Consigna 2. Calcular la capacidad de carga de un pilote excavado, a corto y largo plazo, según los datos de la figura.



Ángulo de fricción drenado: 30°
 Cohesión no drenada: 2,0 t/m²
 Peso unitario húmedo: 1,50 t/m³
 Peso unitario saturado: 1,80 t/m³

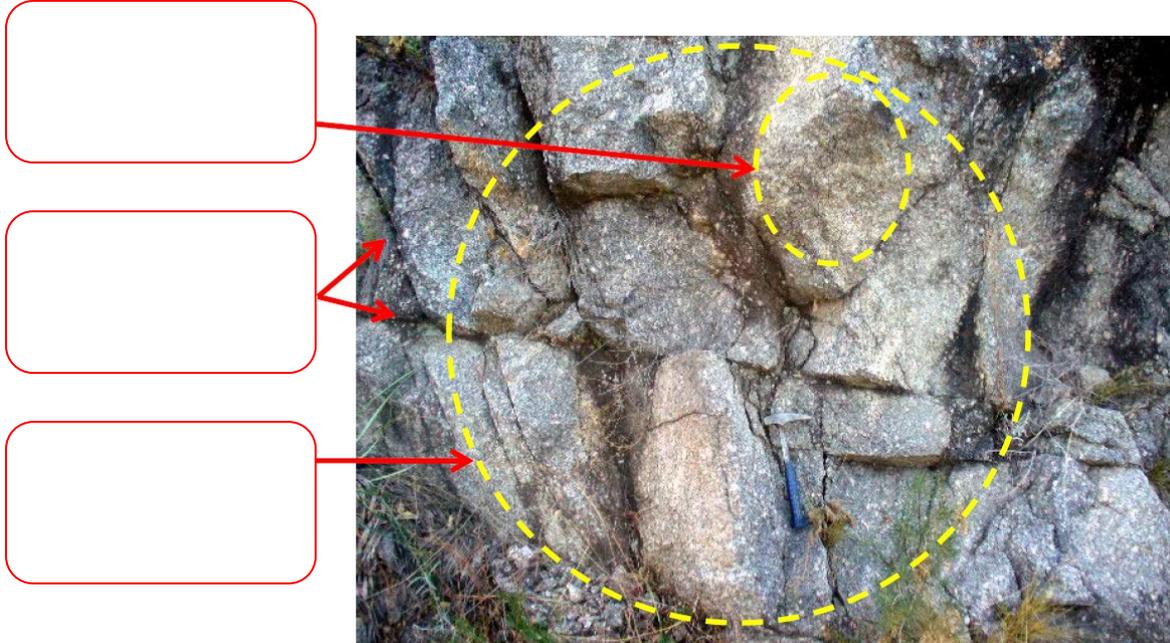
Ángulo de fricción drenado: 35°
 Cohesión drenada: 2,5 t/m²
 Cohesión no drenada: 10,0 t/m²
 Peso unitario húmedo: 1,50 t/m³
 Peso unitario saturado: 1,80 t/m³

Consigna 3. Calcular la capacidad de carga de un pilote hincado a corto y largo plazo, según los datos de la figura de Consigna 2.

14. INTRODUCCIÓN A MECÁNICA DE ROCAS

14.1. Aspectos generales

Consigna 1. En la figura identifique los componentes de una matriz rocosa.



Granito El Volcán, Potrero de los Funes, San Luis

Consigna 2. Explique el índice de calidad de la roca RQD

BIBLIOGRAFÍA

Das, B, "Principios de ingeniería geotécnica"; PWS Publisher

Terzaghi, K. Y Peck, R. "Mecánica de los Suelos en la Ingeniería Práctica"; El Ateneo

Berry, P. & Reid, D. "Mecánica de Suelos"; McGraw Hill

Jimenez Salas J.A. y otros. "Geotecnia y Cimientos"; Rueda

Juárez Badillo, E. Y Rico Rodriguez, A. "Mecánica de los suelos"; Limusa

Reed Wicander y James Monroe. Fundamentos de Geología. Ciencia Thomson. ISBN 970-66-024

REPUESTAS

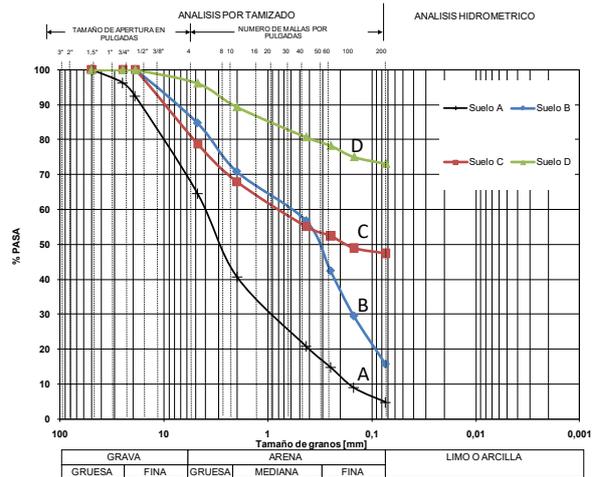
3.2.1- (a) $\gamma_d = 1,23$, (b) $e = 1,15$
 (c) $n = 0,54$, (d) $w_{sat} = 43,5$,
 (e) $S_r = 41,4\%$

3.2.2-(a) $w = 12,2\%$, (b) $\gamma_d = 1,72$, (c) $e = 0,547$,
 (d) $w_{sat} = 20,6\%$ (e), $S_r = 59,2\%$

3.2.3- (a) $\gamma_d = 1,58 \text{ tn/m}^3$, (b) $e = 0,671$
 (c) $w_{sat} = 25,4\%$, (d) $\gamma_{sat} = 1,98 \text{ tn/m}^3$,
 (e) $\gamma' = 0,98$

3.2.4 (a) $\gamma_d = 1,25 \text{ tm/m}^3$, (b) $S_r = 31,6\%$
 (c) $436,7\text{gr} - 525,5\text{gr} - 616,34\text{gr}$

3.2.5- $e = 1$, $w_{sat} = 37\%$, $\gamma_d = 1,35 \text{ tn/m}^3$
 $\gamma' = 0,85 \text{ tn/m}^3$



3.3.1

3.4.1- Suelo A: GW ; Suelo B: SP;
 Suelo C: CL

3.4.2- Suelo A: SW; Suelo B: SP o SM; Suelo C: SC;
 Suelo D: MH

3.4.3- Suelo E: SM; Suelo F: MH:
 Suelo G: MH

4.1- $Q = 1,68 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

4.2- (a) $0,191 \text{ cm/s}$; (b) $37,85 \text{ cm}$

4.3- (1) gráfico (2) $2,84 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

4.4-

5.1.1- $\sigma_a = 0$, $\sigma_b = 15,2 \text{ t/m}^2$,
 $\sigma'_c = 27,65 \text{ t/m}^2$

5.1.2- $\sigma_a = 0$; $\sigma'_b = 13,2 \text{ t/m}^2$, $\sigma'_c = 19,84 \text{ t/m}^2$
 $\sigma'_d = 36,64 \text{ t/m}^2$

5.1.3- $h = 6,9\text{m}$

5.1.4- $h = 0,89\text{m}$

5.1.5- (a) (b)

5.2.1 (a) 12 kN/m^2
 (b) $5,84 \text{ kN/m}^2$

5.2.2 (a) $25,5 \text{ t/m}^2$

5.2.3 (a) $\sigma'_a = 10,27 \text{ t/m}^2$
 (b) $\Delta\sigma_a \approx 13 \text{ t/m}^2$; $\Delta\sigma_b \approx 7 \text{ t/m}^2$; $\Delta\sigma_c \approx 2 \text{ t/m}^2$
 (c) $\sigma'_a = \sigma'_b \approx 7,76 \text{ t/m}^2$; $\sigma'_c = 10,27 \text{ t/m}^2$

(d) $\sigma'_{va} \approx 20,7 \text{ t/m}^2$; $\sigma'_{vb} \approx 14,76 \text{ t/m}^2$; $\sigma'_{vb} \approx 12,3 \text{ t/m}^2$

6.1.1 $\sigma'a = 10,5 \text{ tn/m}^2$; $\sigma'b = 20,1 \text{ kN/m}^2$

Sc = 68,65cm; t = 297d

S = 2,06cm

6.2.1

6.2.3

7.1- (a) $\phi = 32^\circ$ (b) $\tau_f = 53,5 \text{ kN/m}^2$

7.3- (a) $\phi_{cu} = 15^\circ$, (b) $\phi' = 27^\circ$

7.5- (a) $\phi_{cu} = 18^\circ$, (b) $\Delta_{ud} = 1,10 \text{ kg/cm}^2$

8.1.1- (a) $\omega_{op} = 16\%$, (b) $\gamma_d = 1,78 \text{ tn/m}^3$

8.2.1

8.3.2-

9.1

10.1- (a) Ea = 22,7 tn

10.3- (a) Ea = 62,3 tn; (b) Ea = 32,6 tn

11.1- (1) FS = 1,7, (2) H = 6,83 m

c_u	m	β
1,8	0,137	32
2	0,152	37
2,2	0,168	47

11.3-

11. 5- (1) $\beta = 14^\circ$

12.1.1- (a) 250 t/m^2 (b) 220 t/m^2
(c) 210 t/m^2 , (d) 466 t/m^2 (e) 692 t/m^2
(f) 144 t/m^2 , (g) 231 t/m^2

12.2.1- (1) $\Delta s = 0,42 \text{ cm}$

12.2.3- (1) $\Delta s = 0,2 \text{ cm}$

12.3.1- Qu = 250t ; 140 t

12.3.3- C. Pl. Qu = 110 t, L. Pl. Qu = 185 t

3.2.1- (a) $\gamma_d = 1,23$, (b) e = 1,15
(c) n = 0,54, (d) wsat = 43,5,

6.2.2

6.1.2 (a) $\sigma'a = 7,9 \text{ tn/m}^2$; $\sigma'b = 7,64 \text{ kN/m}^2$; $\sigma'c = 9,54 \text{ t/m}^2$; (b) Sc = 2,7cm

7.2- (a) $\phi = 24^\circ$

7.4- (a) $\Delta_{ud} = -1,2 \text{ kg/cm}^2$

8.1.2- (a) Suelo (a): $\omega_{op} = 14\%$; $\gamma_d = 1,8 \text{ tn/m}^3$,
(b) Suelo (b): $\omega_{op} = 18\%$; $\gamma_d = 1,75 \text{ tn/m}^3$

8.3.1 - Costo = \$ 6 x 10⁶

9.2

10.2- (a) Ea = 123,7 tn

10.4- (a) Ea = 21,8 tn; (b) Ea = 21 tn

11.2- FS = 0,89

11. 4- (1) cu = 2,42 tn/m², (2) cu = 2,15 tn/m²

11. 6- (1) $\beta = 75^\circ$

12.2.2- (1) $\Delta s = 2,58 \text{ cm}$

12.3.2- Corto plazo. Qu=110 t, L. plazo. Qu=145 t

12.4.

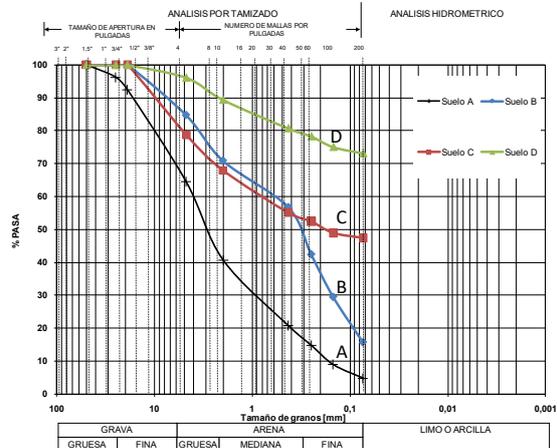
3.2.2-(a) w = 12,2%, (b) $\gamma_d = 1,72$, (c) e = 0,547,
(d) wsat = 20,6% (e), Sr = 59,2%

(e) $S_r = 41,4\%$

3.2.3- (a) $\gamma_d = 1,58 \text{ tn/m}^3$, (b) $e = 0,671$
 (c) $w_{sat} = 25,4\%$, (d) $\gamma_{sat} = 1,98 \text{ tn/m}^3$,
 (e) $\gamma' = 0,98$

3.2.5- $e = 1$, $w_{sat} = 37\%$, $\gamma_d = 1,35 \text{ tn/m}^3$
 $\gamma' = 0,85 \text{ tn/m}^3$

3.2.4 (a) $\gamma_d = 1,25 \text{ tn/m}^3$, (b) $S_r = 31,6\%$
 (c) $436,7\text{gr} - 525,5\text{gr} - 616,34\text{gr}$



3.3.1

3.4.1- Suelo A: GW ; Suelo B: SP;
 Suelo C: CL

3.4.3- Suelo E: SM; Suelo F: MH;
 Suelo G: MH

4.2- (a) $0,191 \text{ cm/s}$; (b) $37,85 \text{ cm}$

4.4-

5.1.1- $\sigma_a = 0$, $\sigma_b = 15,2 \text{ t/m}^2$,
 $\sigma'_c = 27,65 \text{ t/m}^2$

5.1.3- $h = 6,9\text{m}$

5.1.5- (a) (b)

5.2.2

6.1.1 $\sigma'_a = 10,5 \text{ tn/m}^2$;
 $\sigma'_b = 20,1 \text{ kN/m}^2$
 $S_c = 68,65\text{cm}$; $t = 297\text{d}$
 $S = 2,06\text{cm}$

6.2.1

6.2.3

7.1- (a) $\phi = 32^\circ$ (b) $\tau_f = 53,5 \text{ kN/m}^2$

3.4.2- Suelo A: SW; Suelo B: SP o SM; Suelo C: SC;
 Suelo D: MH

4.1- $Q = 1,68 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

4.3- (1) gráfico (2) $2,84 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

5.1.2- $\sigma_a = 0$; $\sigma'_b = 13,2 \text{ t/m}^2$, $\sigma'_c = 19,84 \text{ t/m}^2$
 $\sigma'_d = 36,64 \text{ t/m}^2$

5.1.4- $h = 0,89\text{m}$

5.2.1

5.2.3

6.1.2 (a) $\sigma'_a = 7,9 \text{ tn/m}^2$; $\sigma'_b = 7,64 \text{ kN/m}^2$;
 $\sigma'_c = 9,54 \text{ t/m}^2$; (b) $S_c = 2,7\text{cm}$

6.2.2

7.2- (a) $\phi = 24^\circ$

7.3- (a) $\phi_{cu} = 15^\circ$, (b) $\phi' = 27^\circ$

7.4- (a) $\Delta_{ud} = -1,2 \text{ kg/cm}^2$

7.5- (a) $\phi_{cu} = 18^\circ$, (b) $\Delta_{ud} = 1,10 \text{ kg/cm}^2$

8.1.1- (a) $\omega_{op} = 16\%$, (b) $\gamma_d = 1,78 \text{ tn/m}^3$

8.1.2- (a) Suelo (a): $\omega_{op} = 14\%$; $\gamma_d = 1,8 \text{ tn/m}^3$,
(b) Suelo (b): $\omega_{op} = 18\%$; $\gamma_d = 1,75 \text{ tn/m}^3$

8.2.1

8.3.1 - Costo = $\$ 6 \times 10^6$

8.3.2-

9.1

9.2

10.1- (a) $E_a = 22,7 \text{ tn}$

10.2- (a) $E_a = 123,7 \text{ tn}$

10.3- (a) $E_a = 62,3 \text{ tn}$; (b) $E_a = 32,6 \text{ tn}$

10.4- (a) $E_a = 21,8 \text{ tn}$; (b) $E_a = 21 \text{ tn}$

11.1- (1) $FS = 1,7$, (2) $H = 6,83 \text{ m}$

11.2- $FS = 0,89$

c_u	m	β
1,8	0,137	32
2	0,152	37
2,2	0,168	47

11. 4- (1) $c_u = 2,42 \text{ tn/m}^2$, (2) $c_u = 2,15 \text{ tn/m}^2$

11.3-

11. 5- (1) $\beta = 14^\circ$

11. 6- (1) $\beta=75^\circ$

12.1.1- (a) 250 t/m^2 (b) 220 t/m^2
(c) 210 t/m^2 , (d) 466 t/m^2 (e) 692 t/m^2
(f) 144 t/m^2 , (g) 231 t/m^2

12.2.1- (1) $\Delta_s = 0,42 \text{ cm}$

12.2.2- (1) $\Delta_s = 2,58 \text{ cm}$

12.2.3- (1) $\Delta_s = 0,2 \text{ cm}$

12.3.1- $Q_u = 250 \text{ t}$; 140 t

12.3.2- Corto plazo. $Q_u=110 \text{ t}$, L. plazo. $Q_u=145 \text{ t}$

12.3.3- C. Pl. $Q_u = 110 \text{ t}$, L. Pl. $Q_u = 185 \text{ t}$

12.4.

ÍNDICE	
PROLOGO	13
1. INTRODUCCIÓN	9
2. PROPIEDADES GEOLÓGICAS Y FORMACIÓN DE DEPÓSITOS NATURALES DE SUELOS	10
3. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUELOS	12
3.1. ASPECTOS GENERALES.....	12
3.2. RELACIONES GRAVIMÉTRICAS Y VOLUMÉTRICAS.....	13
3.3. GRANULOMETRÍA.....	20
3.4. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	22
4. HIDRÁULICA DE SUELOS	25
5. PRESIONES Y DEFORMACIONES EN LA MASA DE SUELO	30
5.1. PRESIONES EFECTIVAS Y TOTALES.....	30
5.2. INCREMENTO DE PRESIONES EN LA MASA DE SUELO.....	35
6. COMPRESIBILIDAD Y ASENTAMIENTO EN LOS SUELOS	40
6.1. ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACIÓN.....	40
6.2. ASENTAMIENTOS POR COLAPSO.....	43
7. RESISTENCIA AL CORTE DEL SUELO	46
8. COMPACTACIÓN DE SUELOS	51
8.1. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	51
8.2. ENSAYOS DE CAMPO.....	53
8.3. DISEÑO EN PROYECTO DE COMPACTACIÓN.....	54
9. EXPLORACIÓN GEOTECNICA	57
9.1. ESTUDIO DE SUELOS.....	57
10. EMPUJE DE SUELOS	59
11. ESTABILIDAD DE TALUDES	63
12. CAPACIDAD DE CARGA EN CIMENTACIONES	67
12.1. FUNDACIONES SUPERFICIALES. CAPACIDAD DE CARGA.....	67
12.2. FUNDACIONES SUPERFICIALES. ASENTAMIENTOS.....	69
12.3. FUNDACIONES PROFUNDAS. CAPACIDAD DE CARGA.....	72
12.4. FUNDACIONES PROFUNDAS. ASENTAMIENTOS.....	75
13. INTRODUCCIÓN A MECÁNICA DE ROCAS	76
13.1. ASPECTOS GENERALES.....	76
BIBLIOGRAFÍA	77
REPUESTAS	78
ÍNDICE	82

Este libro, pretende ordenar el estudio de la mecánica de suelos y rocas vinculada a la Ingeniería Civil, bajo un paradigma educativo centrado en el estudiante. El objetivo central de esta obra radica en desarrollar la capacidad de análisis y síntesis para lograr eficiencia técnica y económica en el diseño de las estructuras geotécnicas. Se busca fomentar, en el futuro ingeniero, un rol activo y constructivo con la orientación del docente a lo largo del camino. Con esa idea, se pensó este formato “cuaderno de trabajo”, donde las resoluciones a los problemas propuestos queden plasmadas sobre éste material, conformando un valioso documento de futura consulta.



**Libro
Universitario
Argentino**

CiN REUN

Red de Editoriales
de Universidades Nacionales
de la Argentina