

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS EN  
TOPOGRAFÍA, GEODESIA Y CARTOGRAFÍA  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

**PROBLEMAS  
TEMA 2  
SUELOS Y ROCAS**

## ÍNDICE

1. Fórmulas
2. Ejercicios resueltos
3. Ejercicios propuestos

## 1. Fórmulas

Los suelos y rocas están compuestos de partículas sólidas y huecos o poros. En las rocas existen poros accesibles e inaccesibles en los suelos todos los poros son accesibles.

Los poros inaccesibles de una roca no se llenan de agua al saturar la roca o sumergirla.

El volumen total  $V_{TOT}$  de un suelo o roca también se denomina volumen aparente  $V_{AP}$ . Y es igual a la suma del volumen de sólidos  $V_{SOL}$  y el volumen de poros  $V_P$ , que en una roca, es la suma de los accesibles  $V_{PA}$  y los inaccesibles  $V_{PI}$ .

$$V_{TOT} = V_{AP} = V_{SOL} + V_P$$

En rocas:  $V_P = V_{PA} + V_{PI}$

El peso de una roca o suelo  $P$  es la suma del peso de sus partículas sólidas  $P_{SOL}$  más el peso del agua que rellene sus poros accesibles  $P_{AGUA}$ . Si todos los poros accesibles están rellenos, se dice que está saturado y su peso es el peso saturado  $P_{SAT}$ . Si no tiene agua, su peso seco  $P_{SEC}$  coincide con  $P_{SOL}$ .

La densidad es el cociente entre masa y volumen, se designa por la letra griega  $\rho$ . El peso específico es el cociente entre peso y volumen, se designa por la letra griega  $\gamma$ .

Como habitualmente se trabaja en el sistema técnico, es más usual el uso del peso específico. Éste puede ser aparente  $\gamma_{AP}$  ( $P/V_{AP}$ ), de los sólidos

$\gamma_{SOL}$  ( $P_{SOL}/V_{SOL}$ ), saturado  $\gamma_{SAT}$  ( $P_{SAT}/V_{AP}$ ) o seco  $\gamma_{SEC}$  ( $P_{SEC}/V_{AP}$ ).

Para expresar los poros de un suelo o roca se emplean dos índices:

- Porosidad,  $n = V_P/V_{AP}$
- Índice de poros,  $e = V_P/V_{SOL}$

Ambos están relacionados  $n = e / (1 + e)$

La humedad de un suelo o roca se expresa por el cociente entre el peso de agua  $P_{AGUA}$  que tiene sobre el peso seco  $P_{SEC}$ . El  $P_{AGUA}$  es la diferencia entre el peso de la roca  $P$  y su peso seco  $P_{SEC}$ . Si el suelo o roca están saturados de agua su peso  $P$  es el peso saturados  $P_{SAT}$ .

Para calcular pesos y volúmenes en suelos y rocas, en ocasiones, se pesan en una balanza hidrostática, que es una balanza dentro de un recipiente con agua. El peso allí obtenido, peso sumergido  $P_{SUM}$ , es la diferencia entre el peso (al estar en agua sólo el peso de los sólidos  $P_{SOL}$ ) y el Empuje, principio de Arquímedes.

El Empuje es el peso del fluido desalojado, es decir  $V_{SOL} + V_{PI}$  (éste último en rocas sólo) multiplicados por el peso específico del agua  $1000 \text{ kg/m}^3$ .

## 2. Ejercicios resueltos

### Ejercicio N° 1 (SEP 2010)

De una muestra de roca se han obtenido los siguientes datos:

$P = 400$  g, peso seco  $P_{SEC} = 320$  g, peso saturado  $P_{SAT} = 420$  g, V. triturado = 125 cc

Peso sumergido  $P_{SUM} = 185$  g. Se pide:

- Humedad (2 puntos)
- Volumen aparente (2 puntos)
- Porosidad (2 puntos)
- Volumen de poros inaccesibles (2 puntos)
- Peso específico de los sólidos (2 puntos)

$$\boxed{H = \frac{P - P_{SEC}}{P_{SEC}} = \frac{P_{AGUA}}{P_{SEC}} = \frac{80}{320} = 25\%}$$

$$\boxed{V_{AP} = V_{SOL} + V_{PI} + V_{PA} = 100 + 10 + 125 = 235 \text{ cc}}$$

$$V_{PA} = \frac{P_{SAT} - P_{SEC}}{\gamma_{H_2O}} = \frac{420 - 320}{1 \text{ g/cc}} = 100 \text{ cc}$$

$$P_{SUM} = P_{SOL} - \gamma_{H_2O} (V_{SOL} + V_{PI})$$

$$185 = 320 - 1 (125 + V_{PI})$$

$$\boxed{V_{PI} = 10 \text{ cc}}$$

$$\boxed{n = \frac{V_p}{V_{AP}} = \frac{110}{235} = 46,8\%}$$

$$\boxed{\gamma_{SOL} = \frac{P_{SOL}}{V_{SOL}} = \frac{320}{125} = 2,56 \text{ g/cc}}$$

## Ejercicio N° 2(FEB 2011)

Una probeta de roca cilíndrica de 20 cm. de diámetro y 30 cm. de altura pesa 23,56 kg. Saturada de agua pesa 24,1 kg y sus poros accesibles suponen 700 cc. Sabiendo que la porosidad es del 12,73%, Se pide:

- Volumen de poros inaccesibles (2 puntos)
- Densidad de la probeta (2 puntos)
- Densidad seca de la probeta (2 puntos)
- Densidad de los sólidos (2 puntos)
- Peso saturada de aceite (densidad del aceite 0,85 T/m<sup>3</sup>) (2 puntos)

$$VOLUMEN PROBETA = V_{AP} = 9424,78 \text{ cc}$$

$$P_{SEC} = P_{SAT} - V_{PA} \cdot \gamma_{H_2O} = 24,1 - 0,7 = 23,4 \text{ kg}$$

$$n = \frac{V_P}{V_{AP}} ; V_P = 0,1273 \cdot 9424,78 = 1200 \text{ cc}$$

$$V_{SOL} = V_{AP} - V_P = 8224,78 \text{ cc}$$

$$V_{PI} = V_P - V_{PA} = 500 \text{ cc}$$

$$\gamma = \frac{P}{V_{AP}} = \frac{23,56}{9,425} = 2,5 \text{ kg/l}$$

$$\gamma_{SEC} = \frac{P_{SEC}}{V_{AP}} = \frac{23,4}{9,425} = 2,48 \text{ kg/l}$$

$$\gamma_{SOL} = \frac{P_{SOL}}{V_{SOL}} = \frac{23,4}{8,225} = 2,845 \text{ kg/l}$$

$$P_{SAT ACEITE} = P_{SOL} + V_{PA} \cdot \gamma_{ACEITE} =$$
$$= 23,4 + 0,7 \cdot 0,85 = 23,995 \text{ kg}$$

### Ejercicio N° 3 (SEP 2011)

Una muestra de suelo saturado pesa 3060 g. en estado natural y desecada en estufa el peso es de 2420 g. Sabiendo que el peso específico de los sólidos es

$\gamma_{\text{SOL}} = 2,70 \text{ g/cm}^3$ . Calcular:

- Humedad natural (2 puntos)
- Porosidad (2 puntos)
- Índice de poros (2 puntos)
- Densidad seca (2 puntos)
- Densidad saturada (2 puntos)

$$H = \frac{P_{\text{SAT}} - P_{\text{SEC}}}{P_{\text{SEC}}} = 26,45\%$$

$$n = \frac{V_P}{V_{\text{AP}}}$$

$$V_P = \frac{P_{\text{SAT}} - P_{\text{SEC}}}{\gamma_{\text{H}_2\text{O}}} = 640 \text{ cc}$$

$$V_{\text{SOL}} = \frac{P_{\text{SOL}}}{\gamma_{\text{SOL}}} = \frac{2420}{2,7} = 896,296 \text{ cc}$$

$$V_{\text{AP}} = V_{\text{SOL}} + V_P = 1536,296 \text{ cc}$$

$$n = \frac{640}{1536,296} = 41,66\%$$

$$e = \frac{640}{896,296} = 71,4\%$$

$$\gamma_{\text{SEC}} = \frac{2420}{1536,296} = 1,575 \text{ kg/l}$$

$$\gamma_{\text{SAT}} = \frac{3060}{1536,296} = 1,992 \text{ kg/l}$$

#### Ejercicio N° 4 (JUN 2008)

Se rellena un molde con geometría interior de cubo de 0,5 m de lado con un suelo seco y al pesarlo se obtiene un valor de 250 kg, al pesar el mismo molde con la muestra saturada de mercurio ( $\gamma_{HG}=13 \text{ g/cc}$ ) se obtiene un valor de 575 kg. Sabiendo el peso específico de los sólidos ( $\gamma_{SOL}=1,75 \text{ g/cc}$ ), se pide:

- % Huecos del suelo (3 Ptos)
- Índice Poros (2 Ptos)
- Densidad para una humedad del 5% (5 Ptos)

$$V_{\text{MOLDE}} = 0,5^3 = 125 \text{ L.}$$

$$P_1 = \text{Peso con muestra seca} = P_{\text{MOLDE}} + P_{\text{SEC}} = 250 \text{ kg}$$

$$P_2 = \text{Peso saturada mercurio} = P_{\text{MOLDE}} + P_{\text{SEC}} + V_{\text{PA}} \gamma_{\text{HG}} = 575 \text{ kg.}$$

$$P_2 - P_1 = 325 = V_{\text{PA}} 13 ; \quad V_{\text{PA}} = 25 \text{ L.}$$

$$V_{\text{SOL}} = V_{\text{MOLDE}} - V_{\text{PA}} = 100 \text{ L.}$$

$$\boxed{n = \frac{V_{\text{P}}}{V_{\text{PA}}} = \frac{25}{125} = 20\%}$$

$$\boxed{e = \frac{V_{\text{P}}}{V_{\text{SOL}}} = \frac{25}{100} = 25\%}$$

$$H = 0,05 = \frac{P - P_{\text{SEC}}}{P_{\text{SEC}}} ; \quad P = 262,5 \text{ kg}$$

$$\boxed{\gamma = \frac{262,5}{125} = 2,1 \text{ kg/L}}$$



### 3. Ejercicios propuestos

#### **Ejercicio nº 5 (DIC 2007):**

Se analiza una arenisca que pesa 642 gramos con una humedad del 7% y se satura con 61 cc. más de agua, con una densidad saturada de 1,90 g/cc. Sabiendo que el índice de poros es del 63%. Se pide:

- a) Peso de los sólidos. (2 puntos).
- b) Volumen de poros accesibles. (3 puntos).
- c) Volumen de poros inaccesibles. (3 puntos).
- d) Densidad de los sólidos. (2 puntos).

#### **Ejercicio nº6 (JUN 2007)**

Un bloque de granito pesa en seco 12,5 Tn. y al saturarlo su peso aumenta 1,5 Tn. siendo el volumen de poros inaccesibles 0,25 m<sup>3</sup>. Se pide:

- e) Volumen de poros accesibles. 2 ptos.
- f) Densidad seca. 2 ptos.
- g) Índice de poros (e). 2 ptos.
- h) Peso específico de sólidos. 2 ptos.
- i) Peso para una humedad de 30%. 2 ptos.

#### **Ejercicio nº 7 (FEB 2006)**

Al secar una muestra de roca pierde 220 g. de peso y triturada su volumen es de 1.100 cc. Sabiendo que el peso específico de los sólidos es de 2,5 g/cc y que la porosidad es del 31%. Se pide:

- a) El porcentaje de humedad (2 puntos)
- b) El volumen de poros inaccesibles (3 puntos)
- c) El peso específico saturado (3 puntos)
- d) El peso en balanza hidrostática (2 puntos)

**Ejercicio N° 8 (FEB 2006)**

Se analiza un metro cúbico de suelo contaminado de aceite proveniente de una planta de tratamiento y resulta una densidad saturada de  $2,18 \text{ T/m}^3$ , sabiendo que el índice de poros es 0,25 y que la densidad de los sólidos es  $2,5 \text{ g/cc}$  y la del aceite  $0,9 \text{ g/cc}$ . Se pide:

- a) Peso seco
- b) Volumen poros
- c) Peso aceite en cada metro cúbico
- d) Si por efecto de las lluvias, el 45% de los huecos se llenan de agua, cuál sería la nueva densidad del suelo