

ENSAYE

3

PESO VOLUMETRICO NATURAL

OBJETIVO: OBTENER EL PESO VOLUMETRICO DEL MATERIAL EN ESTADO NATURAL (SUELOS COHESIVOS Y FRICCIONANTES)

DEFINICION: EL PESO VOLUMETRICO DEL MATERIAL EN ESTADO NATURAL, ES LA RELACION DE SU PESO ENTRE LA UNIDAD DE VOLUMEN, A CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD.

APLICACIONES: LOS VALORES OBTENIDOS INTERVIENEN EN LOS SIGUIENTES ANALISIS:

- a). EMPUJES SOBRE ESTRUCTURAS DE RETENCION.
- b). ESTABILIDAD DE TALUDES
- c). PRESIONES VERTICALES EFECTIVAS DEBIDAS AL PESO PROPIO DEL SUELO
- d) GRADO DE COMPACTACION (EN PAVIMENTOS).

EQUIPO: 1. BALANZA DE TRES BRAZOS CON ADITAMENTO ESPECIAL, CON CAPACIDAD DE 200gf. Y APROXIMACION AL 0.01gf.

2. VASO DE PRECIPITADO DE 300 CC.

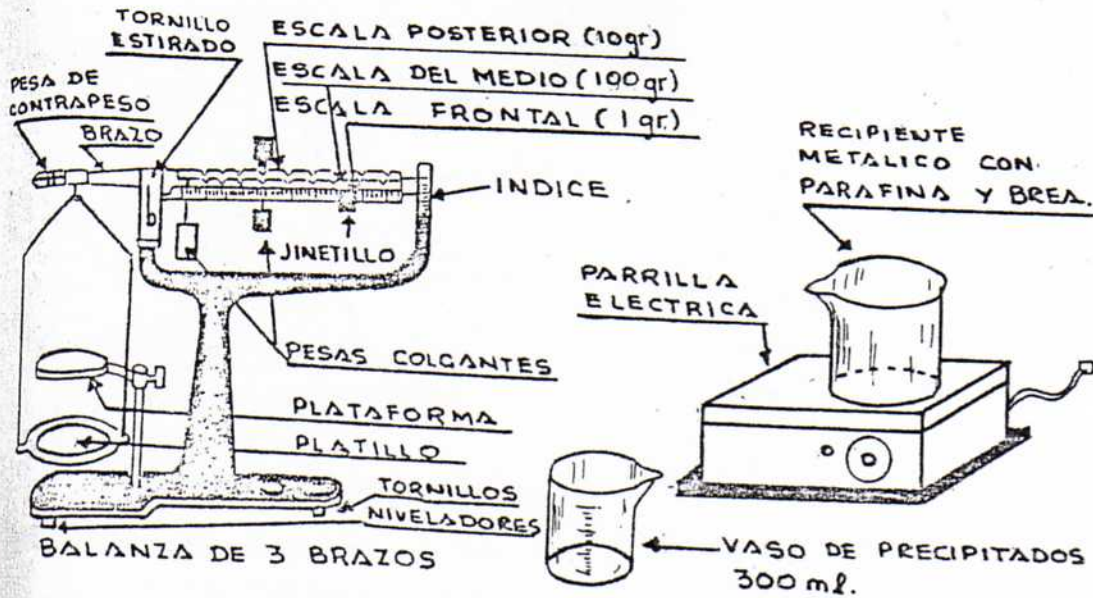
3. ESPATULA DE CUCHILLO.

4. PARAFINA. Y BREA.

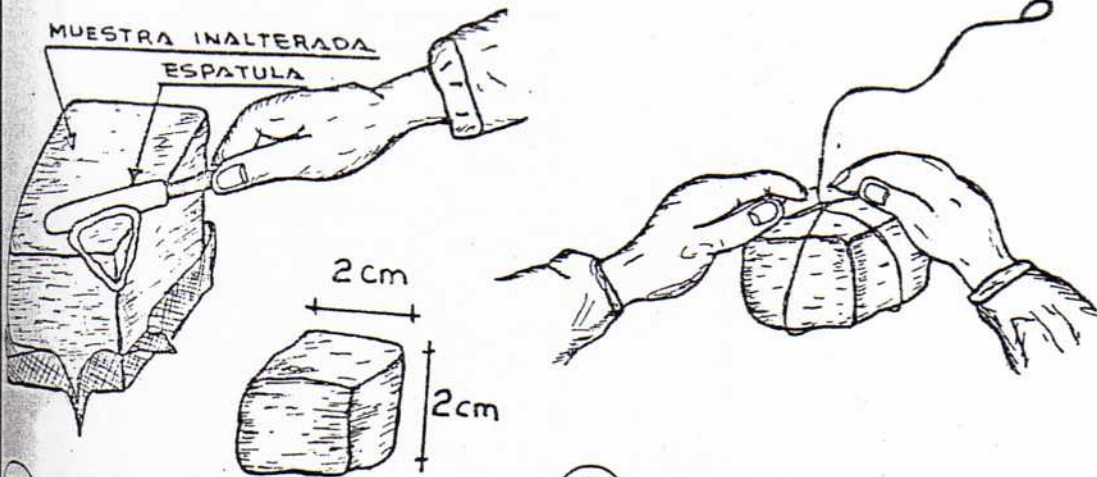
5. PARRILLA ELECTRICA.

6. HILO

PROCEDIMIENTO

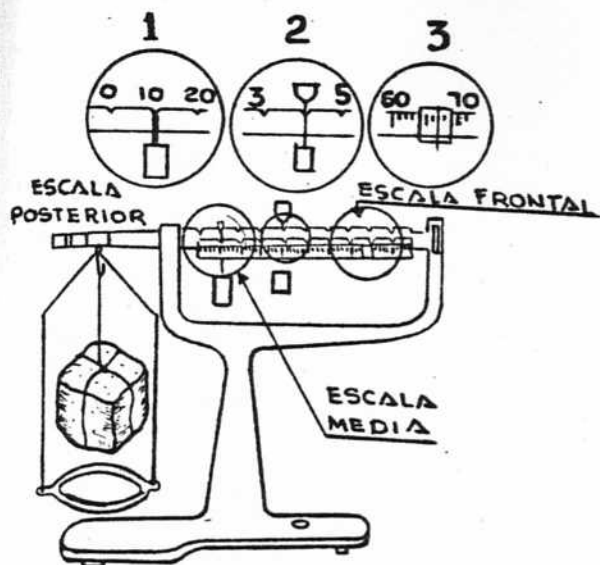


- 1 NIVELACION DE LA BALANZA DE TRES BRAZOS Y REVISION DE LA PARRILLA ELECTRICA



- 2 CON UNA ESPATULA, SE EXTRAER UNA PORCION DE UNA MUESTRA REPRESENTATIVA DE SUELO POR ANALIZAR, LA BRANDO UN CUBO O FIGURA IRREGULAR, DE 2cm DE LADO APROXIMADAMENTE.

- 3 LA MUESTRA SE AMARRA CON UN HILO.



- 4 SE PESA EN LA BALANZA DE 3 BRAZOS LA MUESTRA, MOVIENDO INICIALMENTE LA PESA COLGANTE HACIA LA DERECHA EN LA ESCALA MEDIA, HASTA COLOCARLA EN LA MARCA QUE CORRESPONDA AL PESO DEPOSITADO Y EL FIEL OSCILE LIBREMENTE. LAS DIVISIONES EN ESTA ESCALA VARIAN EN 10 gr. SI EL FIEL QUE DA SUSPENDIDO EN LA PARTE SUPERIOR HABRA QUE MOVER LA ESCALA POSTERIOR CUYAS VARIACIONES, ESTAN REPRESENTADAS EN 1gr,

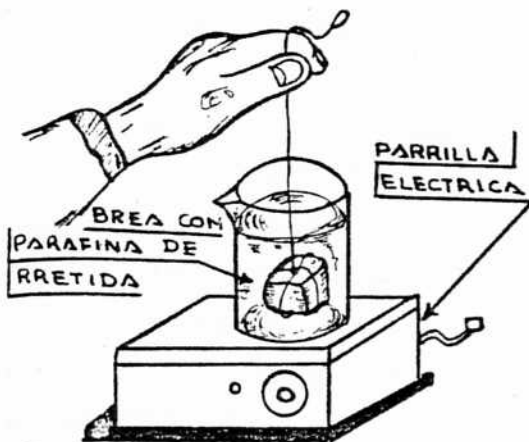
FINALMENTE SE AFINA EL VALOR CON LA ESCALA FRONTAL MOVIENDO EL JINETILLO LAS DIVISIONES QUE SE AN NECESARIAS HASTA QUE EL FIEL OSCILE LIBREMENTE. CADA PEQUENA DIVISION DE LA ESCALA FRONTAL EQUIVALE A 0.01 gr.

EL PESO TOTAL DE LA MUESTRA EN ESTUDIO EQUIVALDRA A LA SUMATORIA DE LAS LECTURAS PARCIALES EFECTUADAS EN CADA ESCALA

$$\text{PESO} = 10 + 4 + 0.67 = 14.67 \text{ gr}$$

POZO	PROFUNDIDAD (m)	① Wm (gr)
	1	14.67
	3	
	5	
	8	
	10	

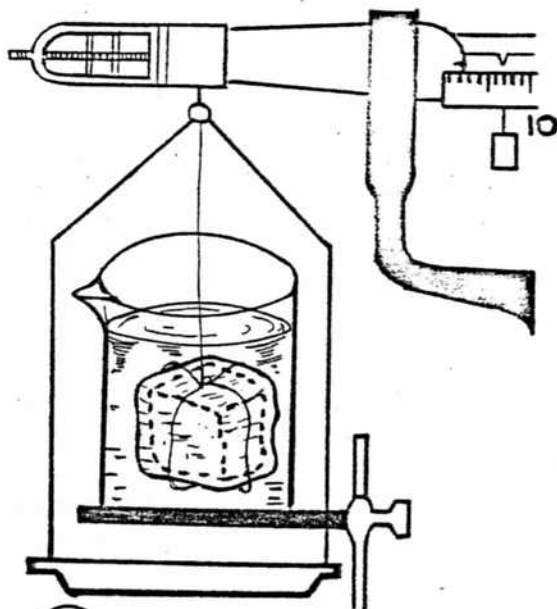
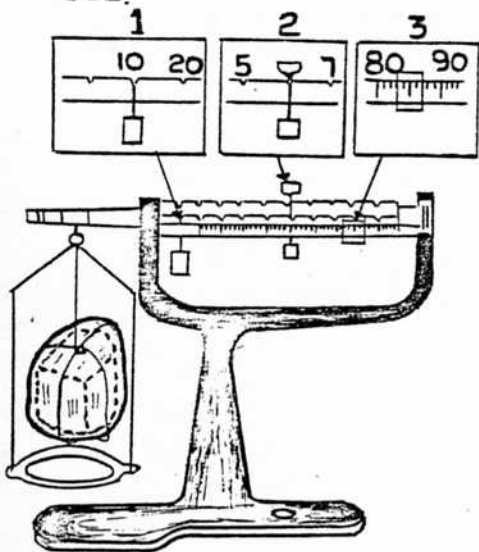
- 5 ANOTE EL PESO OBTENIDO EN LA COLUMNA ① DEL REGISTRO INDICADO.



①	②
Wm	Wmp
(gr)	(gr)
14.67	16.85

- ⑥ INTRODUZCA LA MUESTRA EN UNA MEZCLA DE BREA Y PARAFINA DERRETIDA HASTA QUEDAR TOTALMENTE IMPERMEABILIZADA CON UN BAÑO LO MAS DELGADO POSIBLE.

- ⑧ ANOTE EL PESO DE LA MUESTRA MAS PARAFINA EN LA COLUMNA ② DEL REGISTRO INDICADO.



- ⑦ DETERMINE EL PESO DE LA MUESTRA CON LA PARAFINA. (Wmp).

$$Wmp = 10 + 6 + 0.85 = 16.85 \text{ gr.}$$

- ⑨ INTRODUZCA LA MUESTRA EN UN VASO DE PRECIPITADOS QUE CONTENGA AGUA, PREVIAMENTE COLOCADO EN LA BALAN-

ZA DE TRES BRAZOS, DETERMINANDO EL PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA, (W_{mps}) PROCURANDO QUE NO TOQUE EL FONDO DEL VASO, NI LAS PAREDES DEL MISMO; Y QUE QUEDE TOTALMENTE SUMERGIDO.

①	②	③
W_m (gr)	W_{mp} (gr)	W_{ms} (gr)
14.67	16.85	7.59

⑩ EL PESO DE LA MUESTRA SUMERGIDA SE ANOTA EN LA COLUMNA TRES DEL REGISTRO INDICADO.

CALCULOS

PESO VOLUMETRICO NATURAL

POZO Nº	PROFUNDIDAD (m)	① W_m (gr)	② W_{mp} (gr)	③ W_{mps} (gr)	④ V_{mp} (2)-(3)	⑤ W_p (2)-(1)	⑥ $V_p = \frac{W_p}{0.91}$ (cm ³)	⑦ V_m (4)-(6)	⑧ $\gamma_m = \frac{W_m}{V_m}$
	1	14.67	16.85	7.59	9.26	2.18	2.24	7.02	2.08 g/cm ³
	3								
	5								
	8								

1. W_m = PESO DE LA MUESTRA

2. W_{mp} = PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA

3. W_{mps} = PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA EN AGUA

4. V_{mp} = VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA.

5. W_p = PESO DE LA PARAFINA.

6. V_p = VOLUMEN DE LA PARAFINA.

7. V_m = VOLUMEN DE LA MUESTRA.

- 1.- SE OBTIENE EL VOLUMEN DE LA MUESTRA CON LA PARAFINA (V_{mp}) RESTANDO, EL PESO DEL SUELO MAS PARAFINA (2) DEL PESO SUMERGIDO DEL MISMO (3). EL RESULTADO SE ANOTA EN LA COLUMNA 4

$$V_{mp} = W_{mp} - W_{mps}$$

- 2.- CALCULESE POR DIFERENCIA DE PESO, DE LA MUESTRA EMPARAFINADA (2) MENOS EL PESO DE LA MUESTRA (1), OBTENIENDO EL PESO DE LA PARAFINA (W_p). ASIENDE SU VALOR EN LA COLUMNA (5)

$$W_p = W_{mp} - W_m$$

- 3.- EL VOLUMEN DE PARAFINA ES IGUAL A LA RELACION ENTRE EL PESO DE LA PARAFINA, QUE SE NECESITO EN EL ENSAYE Y SU CORRESPONDIENTE PESO ESPECIFICO (0.97). EL VALOR OBTENIDO ANOTELO EN LA COLUMNA (6)

$$V_p = \frac{W_p}{0.97}$$

- 4.- DE LA RESTA, DEL VOLUMEN DE LA MUESTRA MAS PARAFINA (4) MENOS EL VOLUMEN DE

LA PARAFINA ⑥ SE OBTIENE EL VOLUMEN DE LA MUESTRA, EL VALOR OBTENIDO SE ANOTA EN LA COLUMNA ⑦

$$V_m = V_{mp} - V_p$$

5.- POR DEFINICION EL PESO VOLUMETRICO O ESPECIFICO, ES LA RELACION EXISTENTE DEL PESO POR UNIDAD DE VOLUMEN.

$$\gamma_m = \frac{W_T}{V_T} = \frac{\textcircled{1}}{\textcircled{7}}$$

NOTA:

EL VOLUMEN DE LA MUESTRA SE OBTIENE TAMBIEN, POR INMERSION DE MERCURIO.

EL PESO DEL VOLUMEN DE MERCURIO DESALOJADO, ENTRE SU CORRESPONDIENTE PESO ESPECIFICO DA EL VOLUMEN DE LA MUESTRA.

EL METODO DEL PICNOMETRO, TAMBIEN ES USADO PARA DETERMINAR EL PESO VOLUMETRICO.

PESO VOLUMETRICO NATURAL

Obra _____ Localizacion _____ Sondeo N° _____
 Muestra _____ Profundidad _____

POZO N°	PROFUN- DIDAD	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
		W_m	W_{mp}	W_{mps}	V_{mp} (2)-(3)	W_p (2)-(1)	$V_p = \frac{W_p}{0.97}$	V_m (4)-(6)	$\gamma_m = \frac{W_m}{V_m}$

W_m = PESO DE LA MUESTRA.
 W_{mp} = PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA
 W_{mps} = PESO DE LA MUESTRA CON PARAFINA SUMERGIDA EN AGUA.
 V_{mp} = VOLUMEN DE LA MUESTRA CON PARAFINA.
 W_p = PESO DE LA PARAFINA.

OBSERVACIONES DEL ALUMNO

V_p = VOLUMEN DE LA PARAFINA ; V_m = VOLUMEN DE LA MUESTRA.

OBSERVACIONES DEL PROFESOR

FIRMA DEL PROFESOR

CALIFICACION

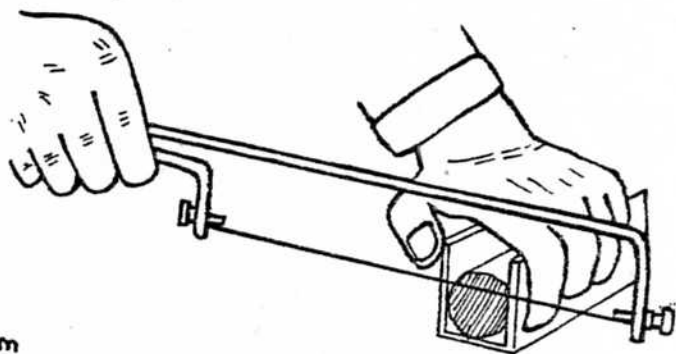
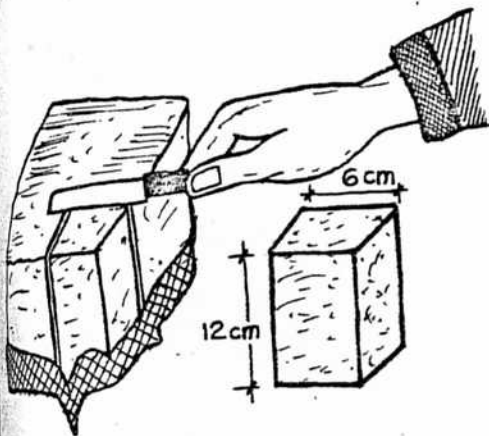
Alumno _____ Bol _____ Fecha _____

PROCEDIMIENTO Nº2

(PARA SUELOS COHESIVOS O CON CIERTO GRADO DE COHESION)

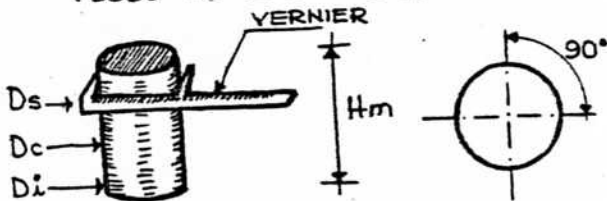
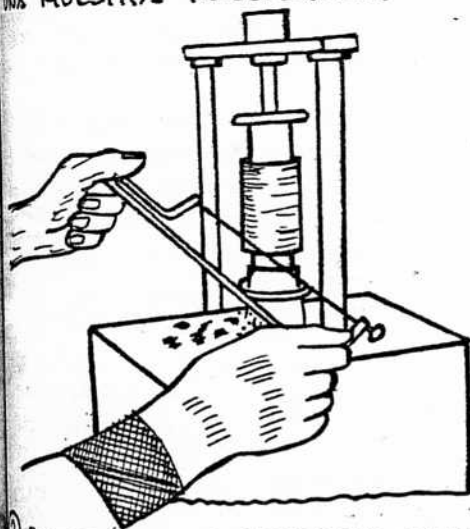
EL PROCEDIMIENTO CONSISTE INICIALMENTE EN LABRAR MANUALMENTE UNA MUESTRA DE FORMA CILINDRICA.

NOTA: SI NO SE CUENTA CON ESTE DISPOSITIVO, SE COLOCAN 2 PLACAS METALICAS DE FORMA CIRCULAR (3cm ϕ) UNA EN LA PARTE INFERIOR Y LA OTRA EN LA PARTE SUPERIOR, LAS CUALES SERIRAN DE BASE PARA DAR LA FORMA CILINDRICA AL IRSE CORTANDO. ESTE PROCEDIMIENTO RESULTA MEJOR QUE EL ANTERIOR, DEBIDO A QUE LA MUESTRA SUFRE MENOS ALTERACIONES



1) CON UNA CEGUETA SE EXTRAHE UNA PORCION RECTANGULAR DE SUELO DE APROXIMADAMENTE 12cm DE ALTURA X 6cm DE BASE DE UNA MUESTRA INALTERADA.

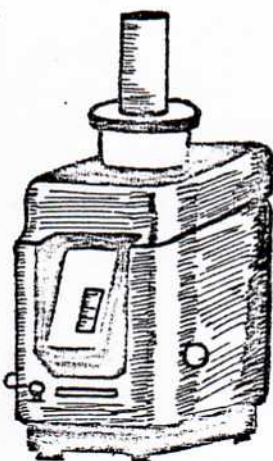
3) DESPUES DE QUE HA QUEDADO DEFINIDA LA FORMA CILINDRICA, SE PROCEDE A COLOCAR LA MUESTRA EN UN RIEL DE DIMENSIONES ESTABLECIDAS, CORTANDO ENSEGUIDA SUS EXTREMOS CON UNA CEGUETA DE ALAMBRE. LA ALTURA DE LA MUESTRA DEBE SER DE 2 A 3 VECES SU DIAMETRO.



Ds = DIAMETRO SUPERIOR
 Dc = DIAMETRO CENTRAL
 Di = DIAMETRO INFERIOR
 Hm = ALTURA

2) INCRUSTE LA MUESTRA EN UN MOLDEADOR MANUAL Y CON UNA CEGUETA SE LE VA DANDO LA FORMA CILINDRICA.

④ DEBIDO A LA IRREGULARIDAD QUE PRESENTA LA MUESTRA, MEDIANTE UN VERNIER SE OBTIENEN LECTURAS DE LOS DIAMETROS SUPERIOR, CENTRAL E INFERIOR Y LA ALTURA EN 2 SENTIDOS (GIRO DE 90°). ESTO SE HACE CON LA FINALIDAD DE OBTENER UN VALOR LO MAS REPRESENTATIVO POSIBLE.



⑤ A CONTINUACION SE DETERMINA EL PESO DE LAS MUESTRAS EN ESTADO NATURAL.

CON LOS VALORES OBTENIDOS SE CALCULAN LAS AREAS SUPERIOR (A_s), CENTRAL (A_c), INFERIOR (A_i) Y EL AREA MEDIA (A_m) CON LA EXPRESION:

$$A_m = \frac{A_s + 4A_c + A_i}{6}$$

VOLUMEN DE LA MUESTRA = $A_m \cdot H_m$

$\gamma_h = \gamma_m =$ PESO VOLUMETRICO NATURAL

$\gamma_m = \frac{\text{PESO DE LAS MUESTRAS (E.O. NAT.)}}{\text{VOLUMEN DE LAS MUESTRAS}}$

ES CONVENIENTE DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD. DEBIDO A QUE SE CORRELACIONA CON LA RESISTENCIA DEL SUELO ESTUDIADO Y EN FORMA DIRECTA, PUEDE CALCULARSE EL PESO VOLUMETRICO SECO (γ_d) MEDIANTE LA EXPRESION:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_h}{1+w}$$

NOTA: LA SECUENCIA ANTERIORMENTE EXPUESTA, ES LA QUE SE LLEVA A CABO PARA OBTENER CILINDROS DE SUELO, LOS CUALES SE EMPLEAN EN ENSAYES DE:

1. COMPRESION SIMPLE.
2. COMPRESION TRIAXIAL RAPIDO
3. COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA CONSOLIDADA NO DRENADA
4. COMPRESION TRIAXIAL RAPIDA CONSOLIDADA DRENADA.

DETERMINACION DE PESOS VOLUMETRICOS EN EL CAMPO

(PARA SUELOS FINOS O GRUESOS)

COMO SE HA PODIDO OBSERVAR EN LA DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO, EL PROBLEMA ESTIBA EN OBTENER EL VOLUMEN DE LA MUESTRA, YA QUE EL PESO PUEDE REGISTRARSE DIRECTAMENTE.

EN EL CAMPO EL VOLUMEN DE LA MUESTRA SE OBTIENE EMPLEANDO ACEITE, ARENA O AGUA.

EN CADA CASO SE REQUIERE HACER UNA CALA (APROXIMADAMENTE DE 15x15 cm)

PROCEDIMIENTO EMPLEANDO ACEITE

- ① CON LA AYUDA DE UNA ESPATULA Y/O CUCHILLO SE HACE UNA CALA.
- ② EN UNA O EN VARIAS PROBE-TAS GRADUADAS SE DEPOSITA ACEITE, REGISTRANDOSE SUS LECTURAS CORRESPONDIENTES.

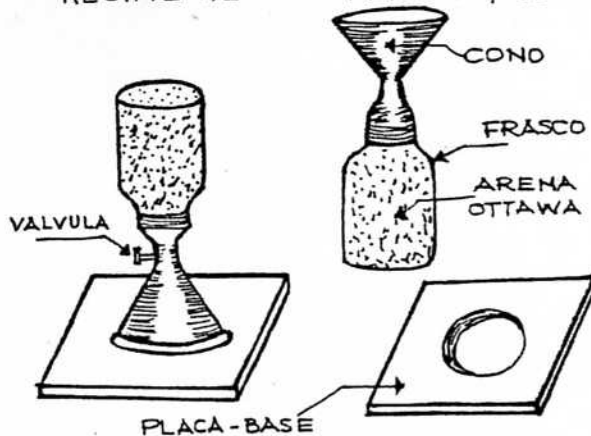


- ③ A CONTINUACION SE DEPOSITA ACEITE EN LA CALA HASTA QUEDAR AL NIVEL DE LA SUPERFICIE.
- ④ SE CALCULA EL VOLUMEN DE ACEITE QUE SE REQUIRIO PARA LLENAR LA CALA.

PROCEDIMIENTO EMPLEANDO ARENA.

EN ESTE PROCEDIMIENTO SE EMPLEA UN RECIPIENTE DE VIDRIO CON CAPACIDAD DE 4 LTS. EL CUAL SE LE ADAPTA UN CONO METALICO, LA ARENA UTILIZADA EN EL ENSAYE ES DE OTTAWA CON TAMAÑOS COMPRENDIDOS ENTRE 0.84mm (MALLA N°20) Y MAYORES A 0.59mm (MALLA N°30) (PUEDE EMPLEARSE OTRO TIPO DE ARENA CON CARACTERISTICAS SIMILARES A LA DE OTTAWA)

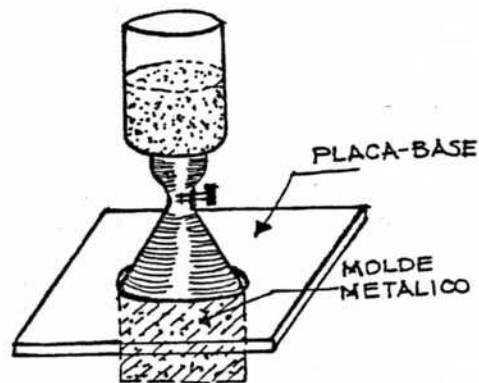
- ① SE DETERMINA EL PESO DEL RECIPIENTE CON ARENA Y CONO.



- ② SE CALIBRA LA CANTIDAD DE ARENA QUE QUEDA COMPRENDIDA ENTRE EL CONO Y LA PLACA BASE. DESPUES DE QUE SE HA DEPOSITADO LA ARENA, SE CIERRA LA VALVULA PESANDOSE EL DISPOSITIVO.

- ③ DETERMINE EL PESO DE LA ARENA QUE SE EMPLEA PARA LLENAR EL CONO Y EL ORIFICIO DE LA PLACA BASE (1)-(2)

ESTA SECUENCIA SE REPITE LAS VECES QUE SEAN NECESARIAS HASTA OBTENER UN VALOR REPRESENTATIVO

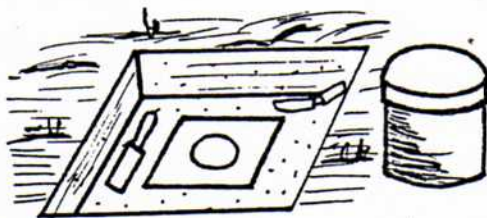


- ④ SE CALIBRA LA ARENA QUE SE VA A EMPLEAR EN EL ENSAYE. PARA TAL FIN SE USA EL MISMO DISPOSITIVO (RECIPIENTE, CONO, FRASCO Y ARENA)

COLOCANDO EN LA PARTE INFERIOR UN MOLDE METALICO DE DIMENSIONES SIMILARES AL DE LA CALA. A CONTINUACION SE LLENA EL MOLDE METALICO CON ARENA Y SE DETERMINA EL PESO (PREVIAMENTE SE REGISTRA EL PESO DEL MOLDE). COMO SE CONOCEN LAS DIMENSIONES DEL MOLDE, SE PUEDE CALCULAR EL PESO VOLUMETRICO DE LA ARENA (δ_d). ESTA SECUENCIA SE REPITE LAS VECES QUE SEAN NECESARIAS CON EL OBJETO DE TENER UN VALOR REPRESENTATIVO.

DETERMINACION DEL VOLUMEN DE LA CALA EN EL CAMPO.

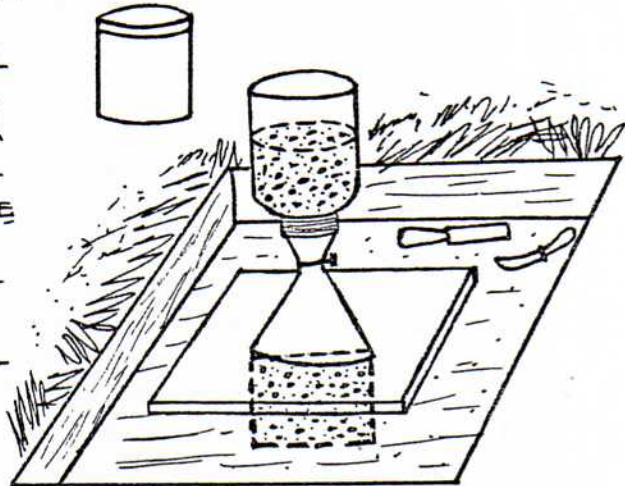
- ⑤ DEL LUGAR DONDE SE DESEA CONOCER EL PESO VOLUMETRICO SE HACE UN CUADRADO DE APROXIMADAMENTE (50x50cm) Y SE EXCAVA APROX. 20cm O MAS PROCURANDO QUE SE ENCUENTRE LO MAS NIVELADO POSIBLE LA SUPERFICIE DESCUBIERTA EN LAS CONSTRUCCIONES DE PAVIMENTOS, ESTA EXCAVACION PRELIMINAR, SE HACE GENERALMENTE, EN LAS DOS CAPAS INMEDIATAS A LA ULTIMA COMPACTADA.



- ⑥ SE HACE LA CALA, TOMANDO COMO BASE LA PERFORACION DE LA PLACA, EL MATERIAL EXCAVADO

SE DEPOSITA EN UN RECIENTE OBTENIENDO AL FINAL SU PESO

DEL MATERIAL EXCAVADO SE TOMA UNA PORCION REPRESENTATIVA, DETERMINANDO SU CONTENIDO DE HUMEDAD.



- ⑦ A CONTINUACION SE COLOCA EL CONO DE ARENA, SE ABRE LA VALVULA DEJANDO QUE LA ARENA LLENE LA CALA, LA PLACA BASE Y EL CONO.

- ⑧ SE CIERRA LA VALVULA Y SE PESA EL DISPOSITIVO.

CON LOS VALORES OBTENIDOS Y LOS DATOS DE LOS PUNTOS ③ y ④ SE CALCULA EL PESO VOLUMETRICO.

$$\gamma_m = \gamma_h = \frac{\text{PESO MUESTRA}}{\text{VOLUMEN DE LA CALA}}$$

PESO DE LA ARENA QUE SE REQUIRIO PARA LLENAR LA CALA = ① - ⑧ - ③

$$\text{VOL. CALA} = \frac{\text{PESO ARENA}}{\delta_d}$$

PROCEDIMIENTO EMPLEANDO AGUA

UN PROCEDIMIENTO MAS EFICAZ PARA DETERMINAR EL PESO VOLUMETRICO EN EL CAMPO, CONSISTE EN EMPLEAR UN DISPOSITIVO DE VIDRIO GRADUADO Y UNA BOLSA DE HULE, LA CUAL QUEDA ADHERIDA EN EL INTERIOR DE LA CALA. LA SECUENCIA ES SIMILAR AL PROCEDIMIENTO EMPLEANDO EL CONO Y ARENA.

EL VOLUMEN DE LA CALA SE OBTIENE AL ABRIR LA VALVULA DEL MEDIDOR DE VOLUMEN LLENDO DE AGUA E INFLAR MEDIANTE UNA PERILLA LA BOLSA DE HULE, HASTA QUE EL NIVEL DEL AGUA EN EL DISPOSITIVO ALCANCE SU NIVEL MAS BAJO, REGISTRANDO LA LECTURA INICIAL. A CONTINUACION SE INVIERTE LA BOMBA PRESION VACIO Y SE BOMBEA PARA QUE LA BOLSA DE HULE REGRESE DENTRO DEL CILINDRO, CERRANDO INSTANTANEAMENTE LA VALVULA DE CONTROL.

OBSERVACIONES Y POSIBLES ERRORES QUE SE PUEDEN COMETER EN LOS ENSAYES.

- 1.- QUE LA MUESTRA NO SEA LABRADA DEBIDAMENTE.
- 2.- LECTURAS MAL REGISTRADAS EN EL VERNIER.
- 3.- BALANZA MAL NIVELADA.
- 4.- LA PARAFINA Y BRES PIERDEN SUS PROPIEDADES QUIMICAS AL EFECTUAR DIFERENTE ALECCION, VARIANDO CON ESTO SU DENSIDAD Y TAMBIEN DEBIDO A SU CONSTANTE USO.
- 5.- MAL CALIBRACION DE LA ARENA.
- 6.- QUE LA BOLSA DE HULE NO QUEDA DEBIDAMENTE ADHERIDA EN EL CONTORNO DE LA CALA.

LA DIFERENCIA DE LECTURAS, MULTIPLICADA POR EL FACTOR DE CONVERSION DEL APARATO DARA EL VOLUMEN DE LA CALA EN dm^3

