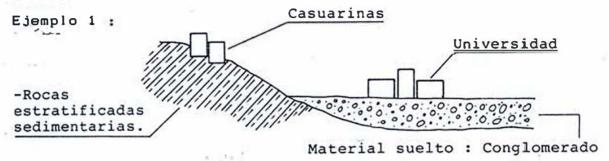
INTRODUCCION *

Geología Aplicada

Por : Pedro Hugo Tumialan de la Cruz

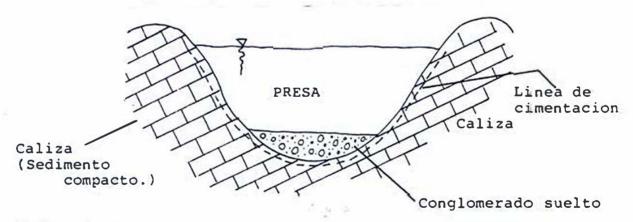
Razón del Curso de Geología Aplicada:

Por cuanto ella estudía el origen y composición de los terrenos en donde se emplazan construcciones de Ingeniería Civil.



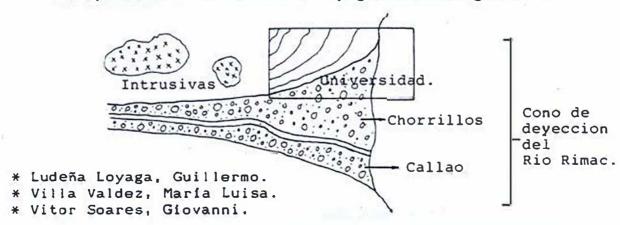
Ejemplo 2:

Hidraúlica : Estudia construcciones para migraciones y almacenamiento de agua: Presa Gallito Ciego (Cajamarca, Río Jequetepeque).

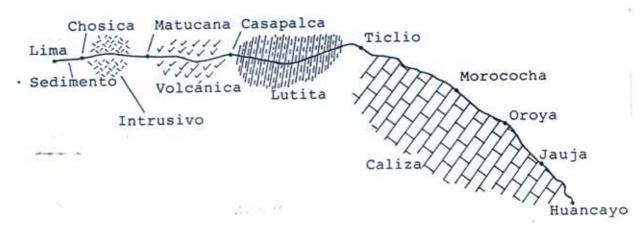


Aplicaciones :

a) Aplicación en Geodesia, Topografía, Fotogrametría.



b) Transportes (carreteras, aeropuertos, puertos).

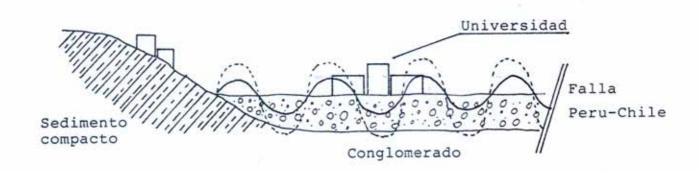


Lugar	Roca	Calidad para la Carretera
Chosica Matucana Casapalca	Intrusivo Volcánica Arcilla Compacta	Bueno Bueno Para construir emplear bermas, drenaje. Requiere
Ticlio Morococha Oroya Jauja Huancayo	Caliza	Regular

c) Obras de Ingenieria :

Casapalca : Mucho cuidado, se tendrá mejor diseño, mejor material de construcción.

Construcciones :



Ejemplo:

Casuarinas - Lutitas (arcilla compacta)

condición pésima, no mojar porque

se hincha.

Universidad - Conglomerado suelto - bueno.

Condición Antisísmica

Casuarinas : mejor.

Universidad : peor por rebote de ondas sísmicas.

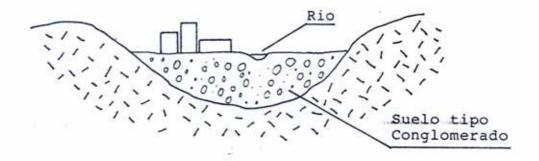
Estructuras : Cálculo

Ejemplo : En el caso de la Universidad y Casuarinas.

- Para la universidad se deberá considerar en el cálculo el problema sísmico.
- En las Casuarinas se debe tener en cuenta el problema del hinchamiento de la Lutita (arcilla compacta).
- d) Aplicación de la Geología en Mecánica de Suelos:



¿ Quién va a estudiar las propiedades físicas del Suelo a la resistencia de Compresión ?



Rpta : La Mecánica de Suelos. Estudiará tipos de Suelos, origen, problemas de Agua Subterránea con la Geología.

Definición de Geología

Estudia a la tierra con relación a su composición, su tectonismo, proceso de erosión.

Ejemplo: Matucana (3,600 m.s.n.m.)

Tectonismo:

Esfuerzos de levantamiento y hundimiento producidos en la zona.

Composición de la Geología de Matucana : Tiene:

- Volcánica
- Caliza
- Conglomerado

Tectonismo de Matucana :

- Se formó debajo del mar por la caliza.
- Se levantó 3,000 m.

Erosión de Matucana:

- Río Rimac, erosión en 2'000,000 de años.

Definición de Geología Aplicada

Es la Geología Aplicada a Minería llamada Geología Minera, la aplicada a petróleo llamada Geología de Petróleo; la aplicada a Ingeniería Civil en construcciones (Hidraúlica, Carreteras, Puertos, Aeropuertos, Estructuras, Mecánica de Suelos, Topografía, etc.).

Definición de Geotécnia

Es el intercambio mutuo entre los conceptos de la Ingeniería Civil y la Geología.

¿ Qué ramas de la Geología emplea la Geotécnia ? Emplea :

- Geomorfología ó Geología Física
 Estudia las formas del terreno con relación a la Geología.
- Petrografía : Descripción de las rocas.
- Pedología : Estudia los suelos.
- <u>Hidrología</u> : Régimen de lluvias. El agua subterránea es estudiado por la

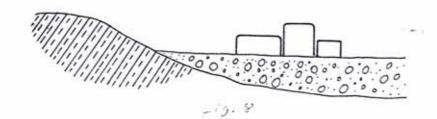
Hidrogeología.

- <u>Geofísica</u> : Dentro de ella la prospección sísmica.

Hay ramas de la Geología que no tienen interés a la Geotecnia, como por ejemplo la Paleontología.

Ejemplo:

Geotécnia de la Universidad



Geomorfología : Llano en conglomerado. Accidentado en

lutitas en el cerro.

Petrografía : Conglomerados, cantos rodados con

arenas. Lutitas (cerros de lutitas).

Pedología : La universidad se encuentra en un suelo

denominado conglomerado.

Hidrología : Régimen de lluvias del río Rimac no es

constante (variadas).

Hidrogeología : El agua subterránea está a profundidad.

En el cerro no hay aguas subterráneas.

Geofísica : Prospección sísmica.

La universidad tiene problema de rebote de ondas sísmicas y ampliación de ondas sísmicas. Las Casuarinas tiene menor riesgo sísmico por ser un terreno más

compacto.

Geología Histórica

Estudia los acontecimientos geológicos pasados.

En el Perú las rocas más antiguas son de 2,000 millones de años; las rocas más jóvenes son recientes y se encuentran en constante formación.

Ejemplo:

En Camaná la roca tiene 2,000 millones de años.

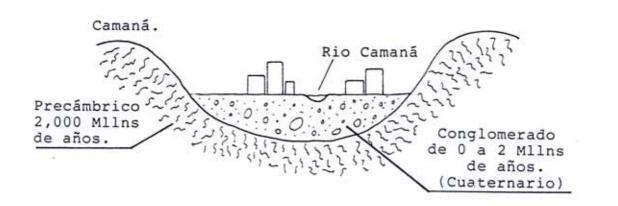


En el Rimac el curso del río es variable anualmente con problemas de estabilidad en las construcciones de las riberas. Por lo tanto al ingeniero Civil le interesa la historia geológica reciente conocida como Geología del Cuaternario.

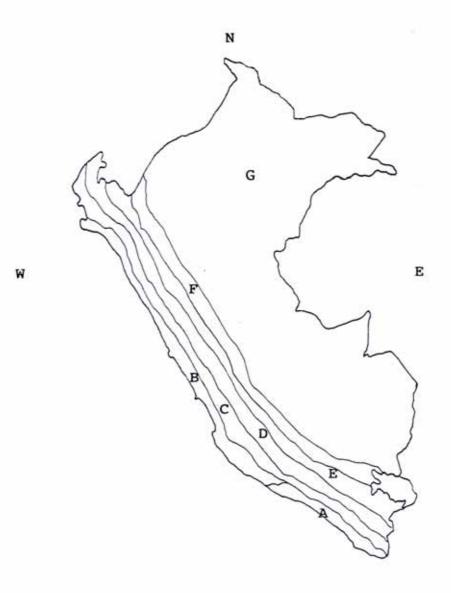


Escala de Tiempos Geológicos

Eras (geológicas)	Periodos (geológico)	Años(Mills. de años)
Cenozoico	Cuaternario Terciario	0 - 2 (hombre) 2 - 50
Mesozoico	Cretáceo Jurásico Triásico	50 - 200 Oroya
Paleozoico	Pérmico Carbonífero Devónico Silúrico Ordovícico	200 - 400
Arqueozoico	Precámbrico Cámbrico	400 - 2,000



	Fisiografía del Perú	Edad y Geología	Años(mllns.)
Α	Cordillera de la Costa	Paleozóico y Precámbrico	200 - 3,000
В	Planicie Costera (Desierto de Costa)	Cenozoico a Mesozoico	0 - 200
С	Batolito de la Costa	Terciario Inf. Cretáceo Sup.	50
D	Franja Volcánica	Cuaternario Inf. a Terciario	2 - 50
E	Franja Sedimentaria	Mesozoico	50 - 200
F	Cordillera Oriental	Paleozoico Precámbrico	200 - 3,000
G	Selva	Cuaternario	0 - 2



Capítulo 2

ROCAS Y MINERALES *

Todas las obras de Ingeniería se hallan sobre rocas.

Clasificación mayor de rocas

Rocas Igneas.
 Rocas Sedimentarias.
 Rocas Metamórficas.

¿ Qué son los minerales ?

Los minerales son los compuestos inorgánicos constituídos por elementos metálicos y no metálicos, por lo general cristalizados con o sin forma cristalina.

Propiedades físicas de los minerales

- 1. Color : verde, rosado, negro, etc.
- 2. Raya : Color de la raya que se hace con la cuchilla.
- Traza: Taza que deja el mineral sobre la superficie mate de la loza blanca.
- Talco raya a la tela.

 | Yeso se raya con la uña.
 | Fluorita se raya con una moneda de cobre.

 | Apatita
 | Apatita
 | Ortoza la cuchilla lo raya.
 | Cuarzo raya al vidrio.
 | Topacio no se raya con lima de acero.
 | Corindón
 | Diamante Raya a todos los minerales.

Concoidal - superficie cóncava o
convexa.

5. Fractura — Desigual - superficie irregular.
Astillosa - como astilla.

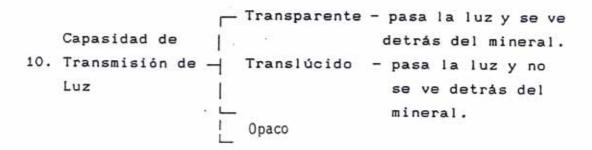
Mellada - igual a abollada.

Quebradizo - no recupera la forma.
Maleable - se puede moldear.
Dúctil - capacidad para estirarse.

6. Tenacidad — Elástico - recupera la forma.
Flexible - se puede doblar, no recupera la forma.

- 7. Forma Cristalina.
- 8. Peso Específico : Peso/volumen ≈ 2.6 a 2.7 en roca.





Importancia para el Ingeniero Civil de la arcilla

Tipos importantes de arcilla

- Caolinita
- Montmorollonita
- Illita

¿ Cómo se identifica una arcilla ?

- Es demasiado fina.
- Se raya con la cuchilla.
 - Olor a arcilla (terroso) con el aliento.
 - La lengua se pega a la arcilla.

No es fácil identificar el tipo de arcilla. Se identifica con rayos X o con análisis termodiferencial.

Caolinita : Silicato hidratado de Al: $SiO_3 Aln H_2O$ - Al calentar la arcilla se va el H_2O y de acuerdo a la pérdida de H_2O tendremos el tipo de arcilla.

¿ Porqué es importante la arcilla ?

Es higroscópico, se hincha, tiene mucha fuerza, rompe las construcciones, absorbe el agua pero no deja pasar el agua.

Rocas

Están constituidos por minerales.

Tipos

1. Roca Ignea :

<u>Génesis</u>: Se forma por consolidación del magma (silicatos fundidos).

Si la consolidación es a profundidad la roca es Ignea e Intrusiva; si la consolidación es enla superficie la roca es Ignea Volcánica.

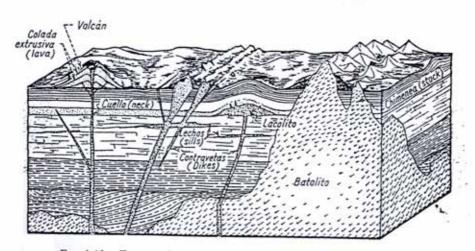


Fig. 1-13. Formas plutónicas intrusivas. (Dibujado por I. Vitaliano.)

2. Rocas Sedimentarias :

<u>Génesis</u>: Se forma por alteración física o química de rocas anteriores que pueden o no ser transportados y sedimentados en otro lugar.

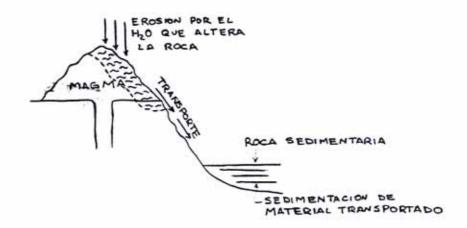
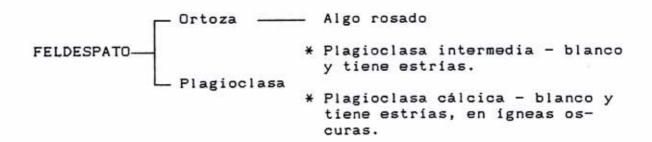


FIGURA 14.

3. Rocas Metamórficas :

<u>Génesis</u>: Son rocas sedimentarias que al ser sometidas a gran presión o en contacto con magma de intrusivos a alta temperatura se recristalizan o se forma por combinación nuevos minerales generalmente duros dando lugar a rocas metamórficas.

Identificación de Ortoza y Plagioclasa



**	SIL	ICA	TOS	**

NOMBRE	COLOR	DUREZA	FRACTURA	BRILLO	RAYA	FORMA CRISTALINA E	PESO SPECIFICO	COMPOS	ICION
CLORITA	VERDE	2-2.5	NO ELASTICO	PERLADO	VERDE	MONOCLINICA	2.70	HIDROSILICATO DE A1 Fe, Mg	ALTERACION DE MINERALES OSCUROS DE ROCAS
FELDESPATO	INCOLORO BLANCO ROJIZO AMARILLENTO	6	DESIGUAL	VITRO	BLANCO	MONOCLINICA 2.54 - 2.76 TRICLIRICO	6 51308	8 KA1 ES CONSTI SI308 NAA1 SI308 CAA12	TUYENTE DE TODAS LAS ROCAS IGNEAS

CAQLINITA (ARCILLA)	BLANCO	2-		TERROSA		MONOCLINICO	i.	SI209A12H4	ALTERACION DE ROCAS IGNEAS
HICAS	BLANCO NEGRO	2-3	DESIGUAL FLEXIBLE	VITREO SEDOSO	conc	MONOCLINICO TABLITA DE 6 LADOS	2.76 3.20	(SIO)3A1(MgFe)2KH3 BIOTITA (SIO)3A13KH2	COMPOSICION DE MINERALES OSCUROS DE ROCAS IGNEAS METAMORFICAS
PIROXENO	VERDE	5-7	DESIGUAL	VITREO Y PERLADO	BLANCU A GRIS VERDOSO	MONOCLINICO A ORTORROMBICO	3.20 A 3.6	SILICATO DE Fe. Mg	
OXIDOS "									
LIMONITA	PARDO A AMARILLO	5-5.55	IRREGULAR	APAGADO	PARDO A AMARILLO	AMORFA	3.6 4.0	Fe203.	H20
MAGNETITA	GRIS	5.5-6.5	IRREGULAR	METALICO	GRIS	ISOMETRICA	5.2	Fe30	TIENE UNA PROPIEDAD MAGNETICA

MINERALES

" OXIDOS "

SHOW AND RESIDENCE OF STREET	-								
NOMBRE	COLOR	DUREZA	FRACTURA	BRILLO	RAYA	FORMA CRISTALINA	PESO ESPECIFICO	COMPOSICION	
CUARZO	BLANCO GRIS ROSADO NEGRO	7	DESIGUAL CONCOIDAL	VITREO	BLANCA	HEXAGONAL	2.65	\$102	
" CARBONAT	ros "								
CALCITA	INCOLORO BLANCO	3		VITRED A APAGADO	1NCOLORO BLANCA	ROMBOEDRO	2.71	Ca3Ca	EFERVECE COMO CERVEZO CON ACIDO MURIATICO
DOLOMITA	BLANCO CREMA	3.5-4.0	IRREGULAR	VITREO A PERLADO APAGADO	BLANCA	ROMBOEDRO	2.8-2.9	(CO3)2CaMg	MUY POCA EFERVECENCIO SE ATACA EN POLVO
" SULFATOS	<u> </u>								
YESO	BLANCO INCOLORO	1,5-2.0	1RREGULAR	VITREO A BLANCO PERLADO FIBROSO SATINADO APAGADO	INCOLORO	HONDCL1NICO	2.32	S04Ca2.HZ	SULFATO DE CA HIDRATADO
ANHIDRITA	BLANCO	3-3.5.	HOJOSA	PERLADO		ORTOROMBICO			
			CONCOIDEA	VITRED APAGADO	INCOLORO	GRANULAR A MASA COMPACTA	2.95	S04Ca	

H

	CON CUARZO	SIN CUARZO	MINERAL OSCURO
	(SiO2)	(SiO2)	O MAFICO
MAS ORTOZA QUE PLAGIOCLOSA	GRANITO	<u>SIENITA</u>	BIOTITA (MICA),
INTERMEDIA	RIOLITA	TRAQUITA	HORNØRLENDA
ORTOZA IGUAL A PLAGLIOCOSA	MONZONITA CUARTIFERA	MONZONITA	BIOTITA
INTERMEDIA	LATITA CUARCIFERA	LATITA	HORNEBLENDA
MENOS ORTOZA QUE	GRANDDIORITA	SIENDDIORITA	BIOTITA Y
PLAGIOCLOSA INTERMEDIA	RIODACITA	TRAQUIANDESITA	HORNBELENDA
PLAGIDCLOSA	DIORITA CUARCIFERA	DIORITA	HOKNBELENDA Y
INTERMEDIA	DACITA	ANDESITA	DIOPSIDO
PLAGIOCOSA	GAKRO / CUARCIFERA	GABRO	DIOPSIDO Y
CALCICA	BASALTO CUARCIFERO	BASALTO	HORNEBLENDA

Nota : En cada cuadro en la parte superior subrayado son los intrusivos, debajo de dicho volcánicos equivalentes.

intrusivo se tiene a los

CLASTETCACTON DE LAS ROCAS

PRECIPITACION GUIMICA

	SEDIMENTARIAS SUELTAS	SEMMENTARIAS COMPACTAS	METAMORFICAS
_	CANTOS ANGULARES	ERECHA SEDIMENTAREA	Brecha Metamórfica
- 1	CANTOS RODADOS LIMO	CONGLOMERADOS LIMOLITA	Conglomerado Metamórfico LimoLita Metamórfica
POR PROCESO	ARENA (CUARZO) Arena Arkosica	ARENISCA Arenisca Arkosica	CUARCITA Cuarcita Arkosica
CLASTICO	(feldespato) Arena Grawaca	Arenisca Grawaca	Opuncita Grawaca
	(Mineral Oscuro)		
	Arena Calcárea ARCILLA	Arenisca Calcárea LUTITA	Cuarcita Calcárea PIZARRA - FILLITA
_	HRCILLH		ESQUISTO - GNEISS
		CALIZA NORMAL	MARMOL y Skam Marmol Arenoso y Skam
POR RECIPITACION		Calcarenita	THE MOS THE CHOSE , CAME
QUIMICA		CALIZA DOLOMITICA CALIZA MARGOSA	MARMOL DOLOMITICO y Skama MARMOL MARGOSO y Skama

: PRECIPITACION EN UN MEDIO

ACUOSO DE IONES NO METALICOS

PAG. Nº 01

CAPITULO III (*)

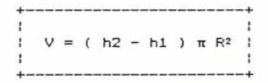
PROPIEDADES INGENIERILES DE LAS ROCAS.

1				PESO PESO	- ;
1	PESO.	ESPECIFICO	=		1
1				VOLUMEN	;

Es necesario conocer que material de construcción es mas liviano o más pesado que otro.

Metodo para hallar el Peso Especifico :

- 1.- Se toma 2 Kg. de material.
- Calentar el material en horno, para tener material seco.
- 3.- Pesar el material seco en una balanza.
- 4.- Sube el nivel del Agua ==>

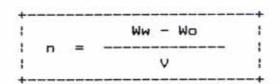


PAG. N° 02

6.- Entonces el Peso Especifico será igual a :

NOTA :

Tomar varias muestras para hallar el promedio (minimo 8).
POROSIDAD:



Donde:

Ww = Peso de muestra empapado con agua.

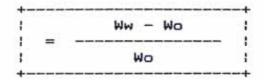
Wo = Peso seco de la muestra.

V = Volumén de la muestra.

Material permeable es mas poroso y pasa el agua con mas facilidad, Material impermeable es menos poroso y el paso del agua se hace mas dificultoso.

ABSORSION :

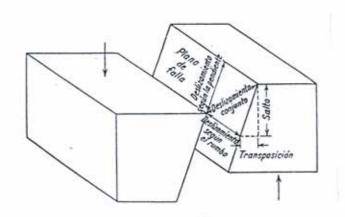
Cantidad de agua absorbida.



Deformación de las rocas en la naturaleza.

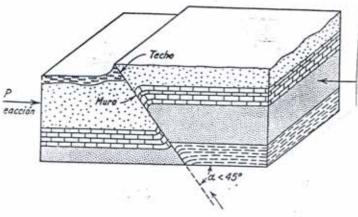
Todo tipo de roca ignea, metamorfica, sedimentaria siempre presentán fracturas pequeñas y cortas llamadas <u>diaclasa</u>.

Si la fractura es de cierta longitud mayor de 4 mts., 10 mts., 100 mts., 5,000 mts., pero que no hubo desplazamientos de sus cajas, esa fractura se llama <u>FRACTURA</u>.



Si Hubo desplazamientos de sus cajas se llama <u>FALLA</u>.

TIPOS DE FALLA :

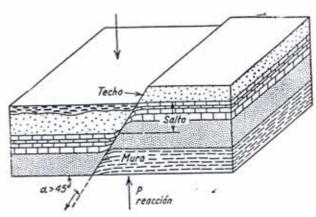


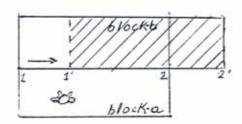
<u>Falla Inversa</u> es cuando el techo sube.



Corte Vertical

Falla Normal es cuando el techo baja.

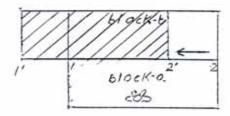




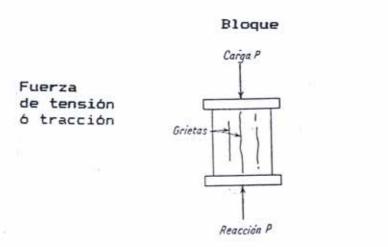
Cuando el bloque donde no estoy parado se desplaza a mi hombro derecho de la persona que se halla en el otro bloque es FALLA DEXTRAL.

Plano Horizaontal

Cuando el bloque donde no estoy parado se desplaza al hombro izquierdo de la persona que se halla en el otro bloque es FALLA SIMEXTRAL.



FRACTURA DE TENSION.

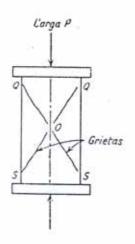


Fuerza de tensión ó tracción

La fractura de Tensión es perpendicular a la fuerza de tracción o tensión.

Fuerza Compresión

Falla de Cizalla 2 (sinextral horizontal normal vertical



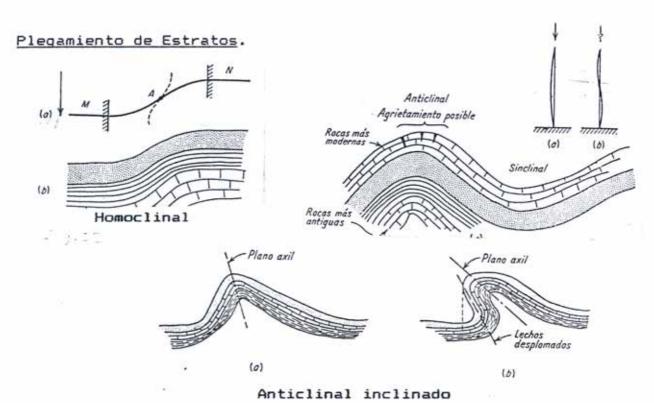
Bloque

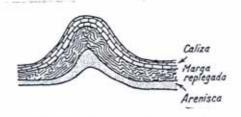
300

Falla de Cizalla 1 es Dextral horizontal normal vertical

Fuerza Compresión

.6 ..





Anticlinal Simetrico

Capitulo 4

Formación de suelos y su empleo en Ingeniería *

¿ Cómo se forma el suelo ?

Se forma por la meteorización de otras rocas, las cuales pueden o no ser transportados y depositados en otro lugar.



Los suelos pueden ser :

- 1.- Transportados
- 2.- In Situ (no transportados) (Igneo meteorizado en su lugar de origen)



Además los suelos pueden ser :

1.- Suelo Fluvial:

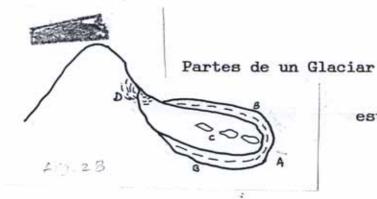
Suelo transportado por el río (conglomerado tiene cantos rodados y arenas).

2.- Suelo Aluvional:

Suelo transportado por el aluvión o huaico, tiene cantos angulosos y arena (brecha sedimentaria)

3.- Suelo Glacial:

Conocido como morrena. Transportado por el hielo del glacial. Cantos angulosos desordenados cementado por arcilla llamado Till.



estuvo el hielo

D = Circo glaciar, lugar donde se forma el glaciar

B = Morrena Lateral

A = Morrena Frontal

C = Morrena de Fondo

4.- Suelo Marino .

Suelo formado por el transporte del mar tiene arena marina y canto rodado (conglomerado).

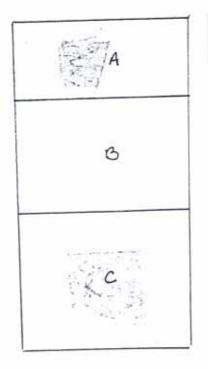
5 .- Suelo Rólico .

Transportado por el aire, tiene arena eólica (Duna, Médano).

6.- Suelo Coluvial .

Transportado por la gravedad, tiene cantos angulosos.

Partes de un suelo .



Horizonte lixiviado o lavado

Parte que viene por disolución de A y tiene óxidos (limonita) color amarillo rosado

Horizonte sin transformación posterior suelo tal como se formó

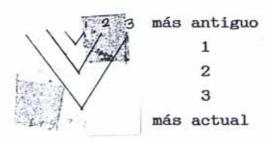
Los Valles pueden ser :

Fluvial forma de V

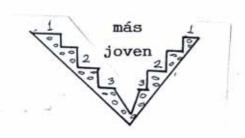


Edad de los valles :

Valle Fluvial



más antiguo

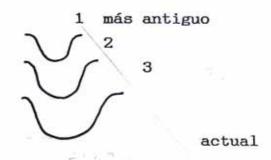


Terraza Fluvial

Glacial forma de U



Valle Glacial



más antiguo



Terraza Glacial

¿ Cómo se evitará la migración de arena ? Realizando plantaciones

Problema de los aluviones

Es el mayor problema del Ingeniero Civil

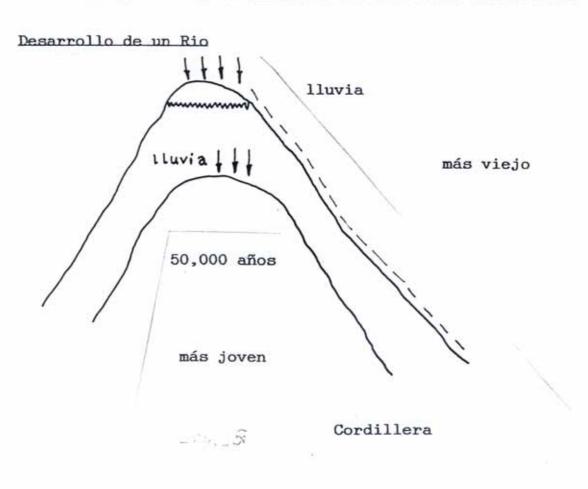


No realizar construcciones en el huaico y tomar toda precaución.

Ciénaga, Pantano, Turberas



- 1. Es un problema para la Ingeniería Civil
- 2. Debe desaguarse el H2O.
- Preparar terraplén especial com material duro transportado para construir la carretera sobre ella.



CAPITULO V

1-2-1-

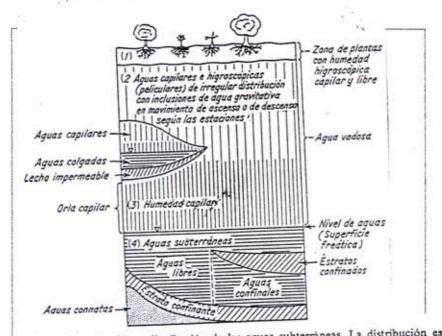
AGUAS SUBTERRANEAS *

Son Aquellos que están en el subsuelo alimentados de H_eO meteoricas (lluvias.Rios)

Partes del suelo permeable respecto al agua subterránea.

Agua colgada, sobre lecho impermeable
Orla capilar = H₂O que sube hasta corto nivel por sistema
capilaridad.

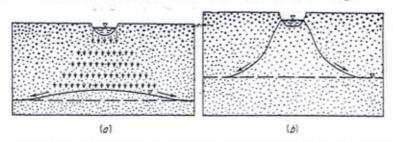
= H_eO que humedece sobre la mesa de H_eO por capilaridad.



Casos de existencia y distribución de las aguas subterráneas. La distribución es a menudo errática, y algo inconcreta la terminología empleada.

Linea 1 = napa freática con el canal seco.

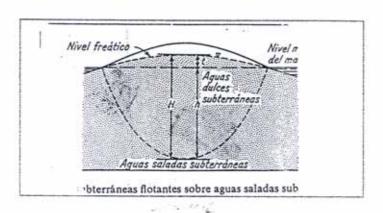
Linea 2 = napa freática con el canal con H_eO



Elevaciones de los niveles de aguas subterráneas. (De «Ground Water», 1

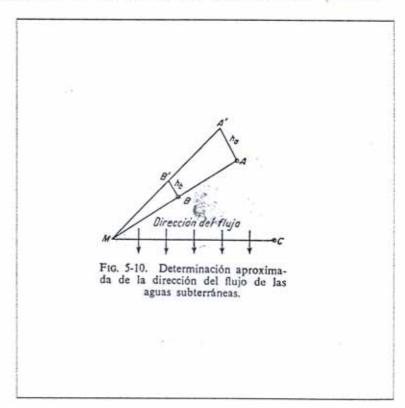
Agua subterranea de H_eO dulce se halla sobre el agua salada del mar.

Investigaciones del H₂O Subterranea



¿Como se halla la dirección del flujo del H_eO subterranea?

- Se hace 3 perforaciones, en cada perforación hallar la cota de la napa freática.
- Los 3 puntos dela napa freática forman el plano de la napa freática
- Con geometría descriptiva se halla una linea horizontal en dicho plano.
- Con geometría descriptiva se halla la máxima pendiente de dicho plano perpendicular a la línea horizontal del plano.



Gradiente Hidraúlica

Conceptos Previos

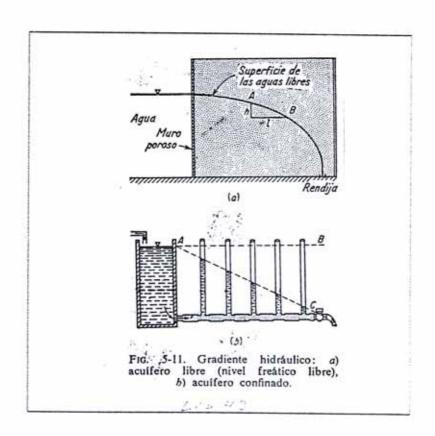
¿Qué son 7% de pendiente de una carretera?

Pendiente gradiente 7/100 = 0.07 representado en porcen tajes, por 100 metros horizontales se tendrá 7 metros de desnivel

Se tiene la napa freática ó nivel freática o mesa de H_eO.

Gradiente hidraulico: i = h/l (ver dibujo).

-Se cierra la llave, el líquido H_eD pasa por la arena y sube por los tubos hasta el nivel A-B en el gráfico, luego se habre la llave, y tendremos un nivel freático, cuyo gradiente será h'/l', que es la gradiente de la línea A-C del gráfico.



Velocidad y caudal del flujo de H₂O subterraneo

La formula indicada es la formula de Darcy.

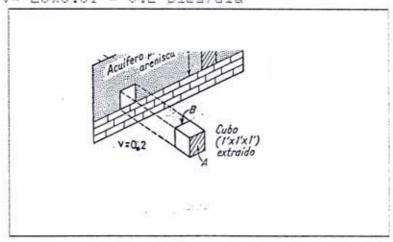
Coeficiente de Permeabilidad de algunas rocas

		e Permeabilidad	(k)
Clases de Suelo	10-cm/seg	Pies/Dia	
arena:			
tamiz n9 30-40	3,000	845	
tamiz nº 60-70	300	35	
tamiz nº 80-100	100	28	
arena mas fina	100-20	28-6	
limos	2,000-1	564-0.3	
arcilla	10-0	3-0	

Significado de Tamiz 30 El cuadrado 2.54cm x 254 cm Se divide en 30 partes

Ejemplo k= 20 pies/dia en arena fina Gradiente hidraúlica, i = 0.01

 $velocidda = k \times i$ v= 20x0.01 = 0.2 pies/día



al multiplicar por 7.43 tendremos caudal en galones.

Pero si la sección fuera de:
50 pies x 50 pies
Seccion 50x50= 2,500 pies²
Caudal total = 0,= 0.2 pies³x2,500 = 500 pies³

Caudal total en Galones = $500 \times 7.48 = 3,740$ galones/dia

Estudio del Coeficiente de Permeabilidad (k) de un suelo cualesquiera

- 1.- Se efectua 3 perforaciones hasta el horizonte impermeable, pozos 1, 2, 3; pozo 2 a la distancia r. del pozo 1, pozo 3 a la distancia r. del pozo 1.
- 2.- Se bombeo agua en el pozo 1 durante 24 horas = Q.
- 3.- Se tiene un nuevo nivel del nivel freático conocido curva de depresión con $Z_{\rm i}$ y $Z_{\rm e}$ nuevos niveles en el pozo 2 y en el pozo 3.

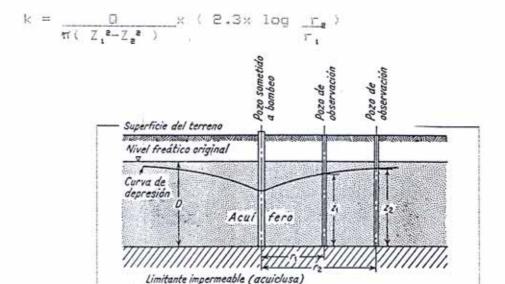


Fig. 5-12. Bombeo de un acuífero subterráneo sin contención superior

 $Q = \text{volumen de H}_2Q = \text{xtraido en 24 horas } \frac{\text{pies}^3}{\text{dia.}}$

k = <u>pies³</u> = <u>pies</u> dia x pies² dia

Otro método para hallar k

A. = En minutos

A = En pie

h" = diferencia entre niveles dentro y fuera de un tubo lleno de H₂O

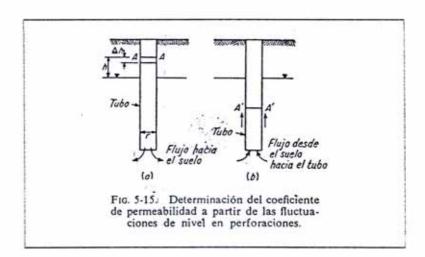
- 1.- Se perfora a cierta profundidad un pozo.
- 2.- Se vierte H_eO al pozo el cual se va al suelo permeable hasta hallar un nuevo nivel freático
- 3.- En ese momento adiciono H₂O en "n" (minutos)
- 4.- Veo cuantos pies o fracción de pies baja el H2O en 5 minutos

 $\Delta_{\bullet} = 5$ Minutos

Δ, = En pies cambio de altura

5.- r = Diametro del pozo en pies.

 $k = \frac{r}{2h} \times \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{pies}{minuto}$; se multiplica 60x24 para obtener k en pies/dia.



Aqua artesiana

Pozos Artesianos. para H_eO no mayor de 100 metros de profundidad

Si aumentamos dos veces el diámetro del pozo, el rendimiento del pozo aumenta de 15% a 35%.

Líneas equipotenciales, son líneas de igual presión en el terreno de H₂O subterranea Línea de fluencia, es línea de drenaje de H₂O subterranea perpendiculares a las líneas equipotenciales (ver figura)

Avenamiento

Se bombea H₂O, baja el nivel freático y tenemos terreno seco para construcción > de profundidad. (ver fig.)

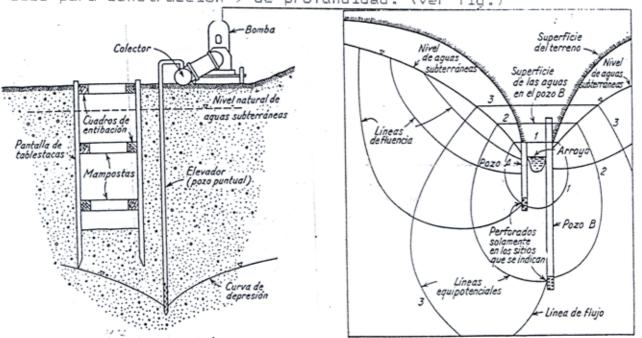


Fig. 5-25: Pozos puntuales.

Fig. 5-19. Pozos artesianos o fluyentes en un acuífero confinado.

El avenamiento puede también realizarse mediante electroósmosis, en la fig., el agua subterránea fluye de manera natural de una cota mayor a una cota menor. Si se introdujera dos tubos de acero y se colocara las corrientes cátodo (-) en uno de los tubos, ánodo (+) en el otro tubo, el agua subterránea irá al ánodo negativo y luego bombear.

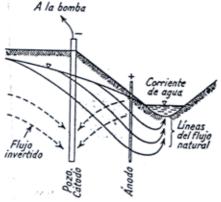


Fig. 5-26. Inversión del orden natural del flujo mediante electroósmosis (flechas de trazos).

CAPITULO VI

INVESTIGACION SUBTERRANEA(*)

Razón: Para conocer.

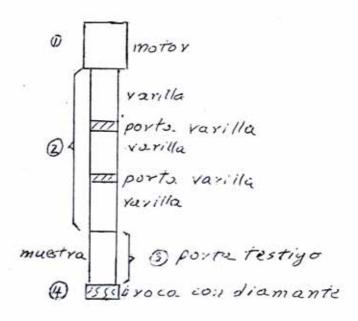
- Aguas subterráneas (profundidad de la napa freática).
- Conocer el tipo de suelo a profundidad.
- Conocer la profundidad de la roca firme (base de presas).

Tipos de sondeo

- Por rotación
- Por percusión (golpes)

Perforación por rotación

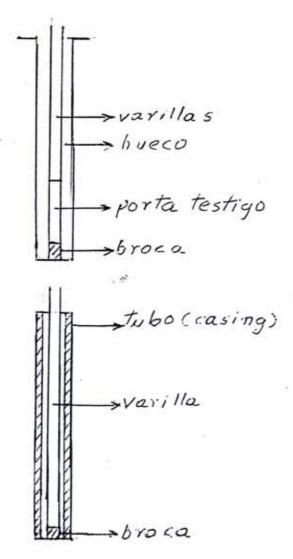
Es caro para perforar el suelo. Generalmente se usa para perforar roca dura.



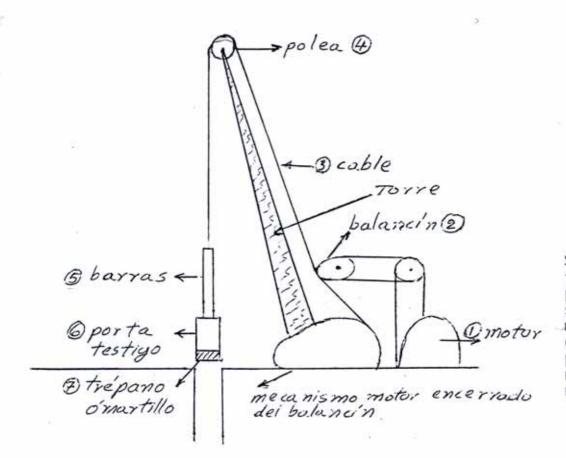
Partes de una perforación por rotación

- 1. Motor mueve las varillas
- 2. Varillas y portavarillas
- 3. Portatestigo (con muestra de perforación).
- 4. Broca con diamante.

La pared del hueco trata de derrumbarse, para esto se inyecta (para e-vitar derrumbe) bentonita (arcilla) y baritina (peso específico 4.2), podría usarse tubos para evitar el derrumbe (es caro).



Perforación por percusión



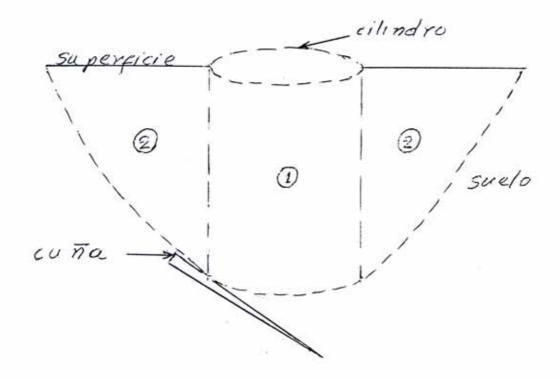
Se usa para inves tigar suelos poco (pactos, malo para suelo con arena, malo para suelo con arcilla, bueno para suelo con are na y arcilla, bueno para conglomera

Partes

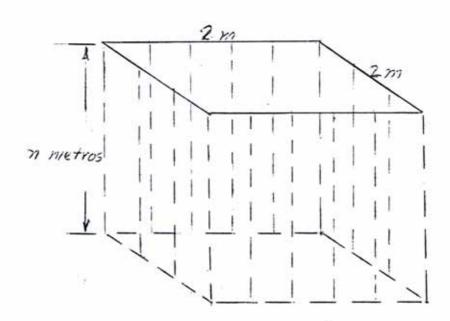
- 1. Motor
- 2. Balancín
- 3. Cable
- 4. Polea
- 5. Barras
- 6. Portatestigo
- 7. Trépano o martillo.

Se entuba el hueco (casing)(caro) para evitar derrumbe, también se puede inyectar bentonita y baritina para evitar derrumbes.

DESMUESTRE EN SUPERFICIE



- 1. Hincar un tubo de acero hasta la profundidad de 1 m.
- 2. Excavar el suelo alrededor del cilindro.
- 3. Cortar la muestra con una cuña.
- Quitar el tubo de acero y empapar la muestra de suelo con parafina para no alterar la muestra.
- Zanjas de 3.5 a 4.5 m. de profundidad 0.5 m. a 2.5 m. de ancho con máquinas excavadoras.
- A mano zanjas hasta 0.6 m. a 1 m. de profundidad.
- Se puede realizar pozos de 2m. x 2 m.
 Colocar tablas en la pared.



REGISTRO DE LAS EXCAVACIONES Y PERFORACIONES

Obra - Central Pachapaqui (Hidroeléctrica). Pozo N°5. - Operador Acuña.

PROFUNDIDAD	% RECUPERACION	SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
0.5 m.	100%	SI W SU	Humus
1.0 m.	50%		Arena
2.0 m.	60%	> D D Y D PA	Gravilla
4.0 m.	30%	0.0.00	Conglomerado
5.0 m.	80%	*, 2,,	Arena

Investigaciones geofísicas

Son para hallar el tipo de terreno a profundidad sin realizar perforaciones. Estudia las propiedades físicas del terreno.

Investigaciones geofísicas que se usan en Ingeniería Civil

- 1. Método de investigación geofísicas sísmica.
- 2. Método de investigación geofísica de resistividad eléctrica.
- 3. Método de investigación geofísica magnetométrica.
- 4. Método de investigación geofísica gravimétrica.

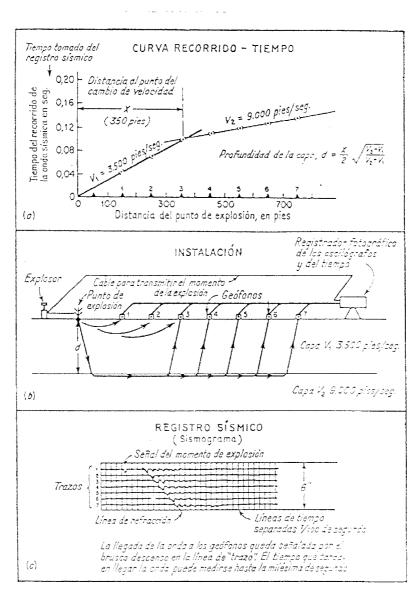


Fig. 6-38. Método sismico por refracción.

Consiste en :

- Coloco los geófonos a una distancia (a) puede ser cada 100 pies conectados al oscilógrafo o sismógrafo.
- 2. El lugar de explosión conectamos al oscilógrafo. Se desea conocer la distancia vertical del primer horizonte.

Operación:

- 1. Provocar la explosión.
- 2. Las ondas sísmicas viajan según el diagrama con refracción son captadospor los geófonos y registrado en el osciloscógrafo. (Ver registro).

Deducción:

- 1. Se calcula V1 = $(\frac{d3}{13})$
- 2. Se calcula V2 = $\frac{d4-d3}{T4-T3}$

INVESTIGACION GEOFISICA DE RESISTIVIDAD ELECTRICA

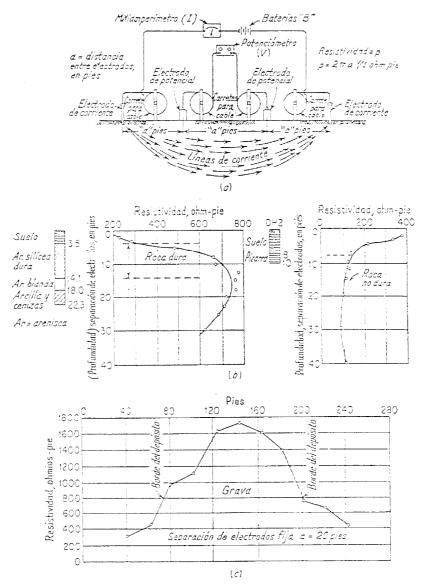


Fig. 6-41. Método eléctrico de resistividades. (USBR.)

Consiste en:

- Colocar 2 electrodos de Fe o Cu conectados a la batería y a un amperímetro se mide la intensidad de corriente (I).
- 2. Colocar 2 vasos de porcelana porozo y permeable en la base con SC_4 Cu.nH $_2$ O \pm H $_2$ O como electrodo barra de Cu, colocados a 1 voltímetro que medirá la caída de voltaje.

En ohmios - pie $= 2\pi a \, \left(\frac{V}{I}\right)$ ohmios - cm. $a = distancia \ constante \ entre \ electrodos.$ ohmios - m.

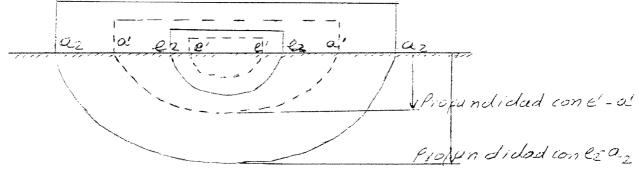
Limitaciones

Sísmico: a. Debe existir contraste de rocas capa V1 ≠ capa V2.

- b. No registra bien si el estrato inferior tuviera menor velocidad que el estrato superior.
- c. Con estratos inclinados hay dificultad.

Resistividad:

a. Al profundizar más se deben separar más los electrodos.

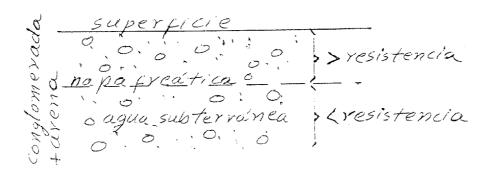


- b. Todas las rocas tienen diferentes resistencia a la corriente por eso se aplica este método.
- c. En roca dura la onda sísmica viaja con más velocidad.

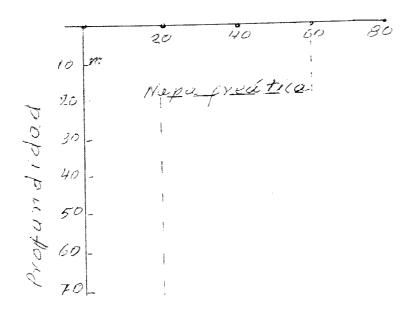
Limitaciones al método de investigación geofísica de resistividad

1. Debe existir contraste del tipo de roca.

Problemas adicionales.



Resistividad en ohmios-metro

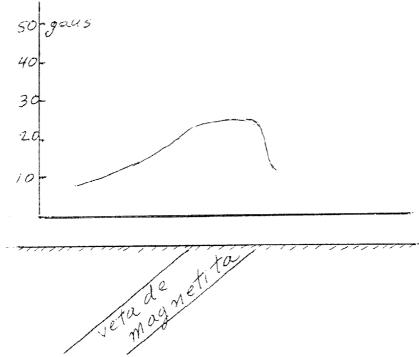


Métodos geofísicos adicionales

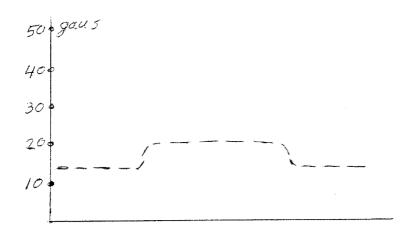
- Método geofísico magnetométrico.
- Método geofísico gravimétrico.

Método magnetométrico

- Mide la componente vertical del campo magnético en Gaus.
- Se aplica para diques con magnetilla.



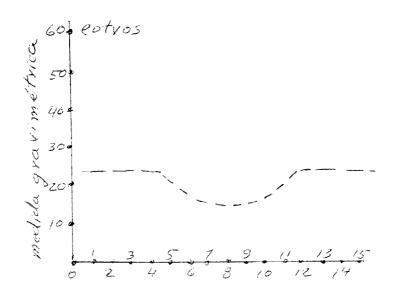
Para detectar arenas con magnetitas



arena magel
coliza constico es coliza

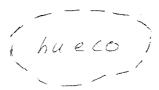
Método gravimétrico

Se usa poco, mide la intensidad de la gravedad en eotvos.



the property of the second of

caliza



DESARROLLO

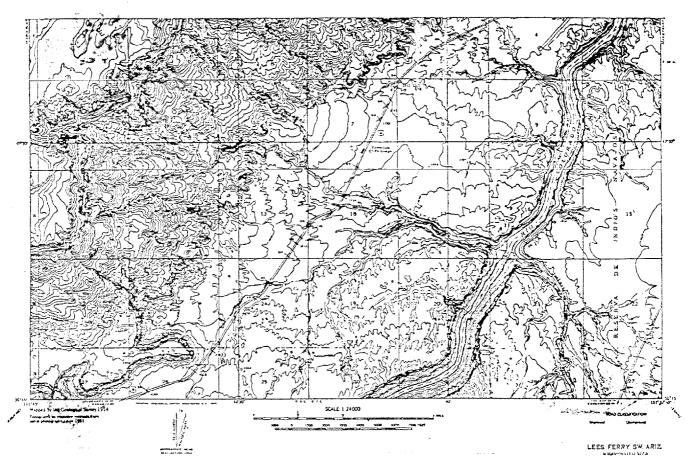
Capítulo 7

CARTOGRAFIA GEOLOGICA *

(Mapas y Fotografías Aéreas)

Topografía

Levantamiento Topográfico de los terrenos con teodolito, plancheta, brújula y wincha.

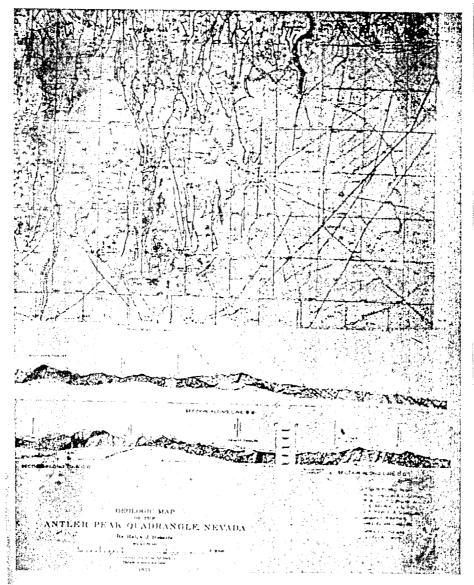


Parte de un mapa topográfico del USGS de un cuadrángulo.

Plano Geológico

Es el levantamiento de los rasgos geológicos plasmados en un plano topográfico.

La base del levantamiento geológico es la topografía.



Parte de un mapa geológico del USGS.

Equipo del Geólogo

Brújula, Libreta y útiles de dibujo, Teodolito, Mira, Wincha, Jalón, Picota.

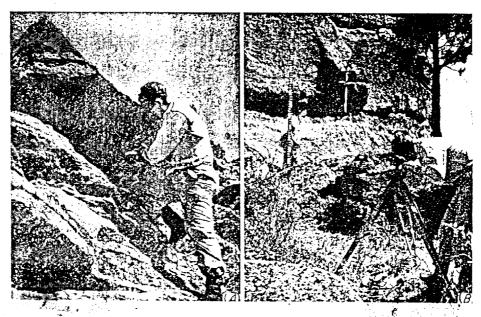


Fig. 7-8. Métodos de campo para la ejecución de mapas geológicos: (a) enipleo de una brújula Brunton para medir el buzamiento, (b) empleo de una plancheta. (Fot. USBR.)

Pasos en el Levantamiento Geológico

- 1. Reconocimiento topográfico y geológico.
- 2. Levantamiento topográfico, previa triangulación o poligonal.
- 3. Levantamiento Geológico.

<u>Tipos de Planos - Escalas</u>

- 1. Plano Geológico Nacional 1/1'000,000.
- 2. Plano Geológico de un Cuadrángulo de Lima 1/100,000.
- 3. Plano Geológico Local 1/2,000 1/1,000 1/500 1/200 levantado por el Ingeniero Civil.

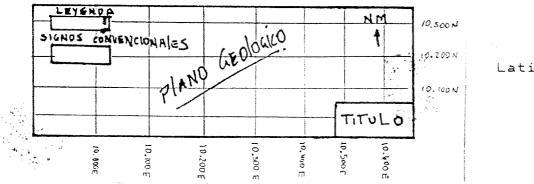
Signos Convencionales que se emplean en planos Geológicos



Para Rocas



¿ Que va en el plano?



Latitudes

Longitudes

¿ Que va en el Título ?

Compañía Constructora					
Plano Geológico:					
ESC 1/500	ING. CIVIL G. Víctor	FECHA 20/9/91	# PLANO		

¿ Que se escribe en la leyenda ?

Edad	Roca	Símbolo
Cuaternario	Conglomerado	AMARILLO
Terciario	Volcánico	MORADO
Cretácio Superior	Intrusiv. del Balolito	ANARANJADO
Cretácio Inferior	Arenisca	VERDE
Jurásico	Caliza	CELESTE
Paleozoico	Pizarra	MARRON

¿ Como se determina la posición del estrato en el espacio ?

La posición del estrato se determina en el espacio hallándo el rumbo y el buzamiento del estrato con la brújula.

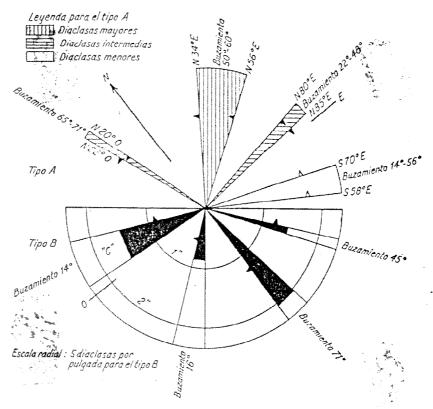
¿ Que es el rumbo del estrato ?

Es el rumbo respecto al Norte Magnético de una superficie horizontal de la superficie del estrato. Se míde con la brújula

¿ Que es el buzamiento del estrato ?

Es el ángulo de la máxima pendiente de la superficie del estrato, se mide respecto a la horizontal (plano) y es perpendicular al rumbo. Se mide con el clinómetro de la brújula.

Diaclasas: Pequeñas fracturas paralelas



Roseta de diaclasas.

Usualmente se tiene 2 métodos de levantamiento de un plano geológico, ellos son: 1) levantamiento de un plano geológico teniendo previamente un plano topográfico con curvas de nivel; 2) levantamiento de un plano geológico de un terreno sin ningún plano topográfico previo.

ler. Método de levantamiento de un plano geológico teniendo previamente un plano topográfico con curvas de nivel.

Posterior al reconocimiento geológico, se halla los diferentes rasgos geológicos que se ubicarán en dicho plano topográfico ya levantado. Estos rasgos geológicos se cartografiarán ubicando una serie de puntos geológicos los unidos esos puntos con líneas tendremos el levantamiento de los rasgos geológicos. Todo el problema consiste en como ubicar dicho punto geológico, ello se logra hallando con la brújula en el campo 2 rumbos inversos desde puntos ubicados en el terreno y en el plano topográfico y la intersección de dichos rumbos inversos en el plano con el transportador, por la intersección de un rumbo inverso y una línea topográfica conocida (ejemplo un camino), intersección de un rumbo inverso con una curva de nivel, dicha curva de nivel se halla en el campo con el atimetro, y por último por a intersección de una curva de nivel con una línea (una línea de carretera).

2do. Método de levantamiento de un plano geológico de un terreno sin ningún plano topográfico previo.

Se usa el teodolito, el teodolito ubica puntos topográficos y puntos geológicos cuyos datos se anotan en una libreta de campo, cuyo método de operación se estudio en los cursos de Topografía I y Topografía II, dicho teodolito es operado por un Ingeniero. Los rasgos topográficos y rasgos geológicos son dados por otro Ingeniero que son cartografiados por el teodolito, el Ingeniero dedicado a dar los puntos geológicos anota sus observaciones en una libreta de campo. Posteriormente los 2 Ingenieros en el gabinete dibujaran la topografía y la geología.

En ambos métodos se empleará las fotografías aéreas para ayudar a visualizar la topografía y la geología.

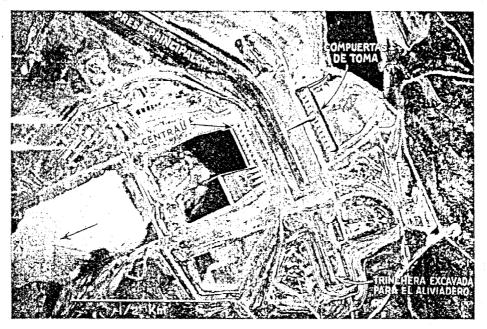
Fotogeología

Aplicación

Sumamente importante, ver e interpretar los rasgos topográficos y rasgos geológicos.

Toma de Fotografías Aéreas

El IGN (Instituto Geográfico Nacional) o el SAN (Servicio Aerofotográfico Nacional) realiza la toma de las fotografías aéreas.



Ejemplo de fotografia aérea. (Construcción de la presa de Fort Randall, fot. del USBR.)

Visión Estereoscópica

El área común de 2 tomas contiguas 67% se ve en 3 dimensiones con una exageración vertical de 300% (3 veces) la visión se realiza con un aparato llamado estereoscopio de espejo o de bolsillo.

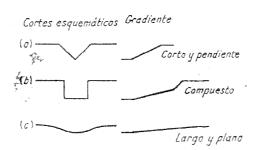
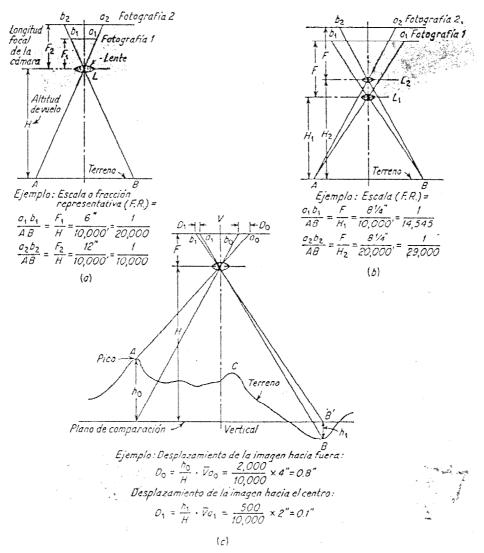


Fig. 7-14. Barrancos en (a) terrenos granulares, (b) limos y loes, (c) arcilla.

Ventaja

Rasgos imperceptibles se hacen visibles con la visión estereoscópica.



Variaciones de la escala en las fotografías aéreas. (Por W. II. Hatfield.)

Distorción Fotográfica

- Puntos del terreno con depresiones se acercan al centro de B'B.
- Puntos del terreno con elevación se alejan del centro de la foto de A´ a A.
- 3. Puntos del terreno con depresión o con elevación que están en el centro de la fotografía no sufren desplazamiento, punto C.

<u>Aplicación</u>

En reconocimiento para trabajos fotográficos y geológicos.



Fotografía representando fallas, pliegues, crestas isoclinales y capas levantadas. (Fot. USBR.)

- Ayuda en el reconocimiento topográfico (si está al centro 1. o en la parte externa).
- 2. Levantar la topografía en base a la fotografía aérea tomar la fotografía cuya área en interés esté lo más cerca al centro de la fotografía.
- Se escoge la foto con poca distorsión por estar más 3. cerca al centro de la foto. Para estudio de prefactibilidad; si deseamos un plano de 1/50,000 a 1/10,000 solo el área de interés, digamos Viso-Pacococha, se ampliará 5 veces.
- Trazar el Norte magnético.
- 5. Colocar canson sobre la foto. Se traza el Norte magnético.
- Trazo de Latitudes y longitudes (cuadrillado del plano) en el papel canson sobre la fotografía aérea ampliada.
- Trazo del 7% de pendiente de la carretera con brújula 7. según explicación del gráfico.
- Tener cuidado que dicho trazo con brújula se ubicará en la foto ampliada, además en el trazo se indicará la geología.

CAPITULO 8

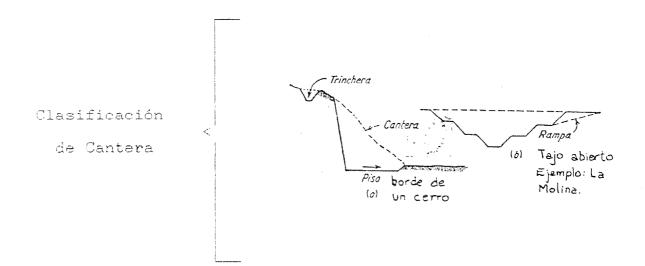
LA ROCA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION (*)

Aplicación para:

- Cimientos de construcción.
- Concreto armado (en muro de contención)
- Para obras de transporte: caminos, ferrocarriles, pistas de aeropuertos.
- En la construcción de presas, canales de irrigación, en centrales hidroeléctricas.
- Como piedras labradas en revestimiento de edificios.

Cantera

Lugar donde se extraen las rocas como materiales de construcción.



- . Piedras labradas (Lajas)
- . Calizas para cemento (Tembladera, Chanchamina, Atocongo, Yura, Chiloa, Juliaca).
- . Piedras para preparar piedra chancada.

PRODUCTOS DE LA CANTERA

- . Canto rodado (Las playas de Lima, Río Rímac).
- . Cantos angulosos (La Molina).
- . Arena (La Molina, Rio Rimac).

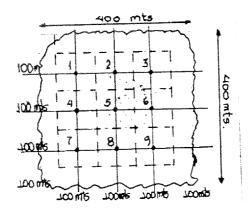
Factores que Afectan a las Rocas en Ingeniería

Destrucción Física: Rotura por cambio de temperatura, llamado corrasión.

Destrucción Química: Alteración de la roca por acción de agua, pudiendo intervenir el oxígeno, llamado corrosión.

Investigaciones de Canteras

- 1 Tipo de material: será estudiado por el geólogo, buenos materiales son las siguientes: rocas ígneas (intrusivas volcánicas), caliza, marmol, arenisca, cuarcitas limonita. Son malas las siguientes rocas: arcilla, limo, lutita, arena, pizarra, fillita, esquisto.
- 2 Factor económico: Depende de la distancia de la obra de ingeniería.
- 3 Cálculo de la reserva de la cantera: (Cubicación de la cantera).



- a) Se realiza cuadrillado c/100 mts.
- b) En la intersección se realizan perforaciones.
- c) Area de influencia de
 c/hueco 100 x 100
 = 10000 m².

Volumen de c/área = área x altura del hueco = V1 m³ Volumen total = Sumatoria de Volumenes parciales

Para hallar tonelaje se multiplica por el P.E. (peso especifico).

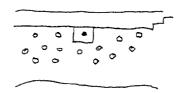
En un conglomerado, en arena p.e. = 1.9 ó 2.0.

Tonelaje = Volumen x = 2.0

Tonelaje = Volumen x p.e

Si la cantera es una roca dura (no es conglomerado) ==> p.e = 2.6.

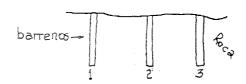
Explotación de canteras



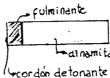
Material heterogéneo

Material para explotar.

- 1) Desbrosar la parte superior con una pala.
- 2) Preparar explotación por bancos
 - a) Perforar con barrenos de acero



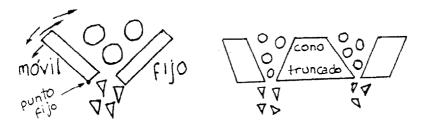
b) Rellenar el hueco con fulminante, dinamita y cordón detonante.



- c) Operación de encendido
 - 1. Se prende el cordón detonante (1 minuto por pie)
 - 2. Explota el fulminante.
 - 3. Explota la dinamita.
 - 4. Fracturamiento de roca.

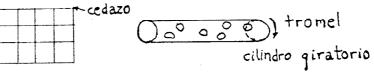
Fase de Trituración de Material roto de Cantera

Se realiza según el pedido para la cual se emplea una chancadora de Quijada o de cono giratorio.



Para clasificar las piedras chancadas se usan los clasificadores.

Cedazos Vibratorios Cilindro con hueco que da la vuelta



Peligros en canteras

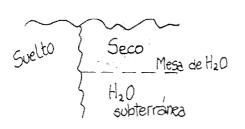
- 1) Derrumbes.
- 2) Peligros de las explosiones.
- 3) La silicosis, usar agua y máscaras para disminuir la silicosis.

Estudio de arena y grava

Fuentes de explotación de arena y grava: - De los ríos.

- De terrazas de suelos coluviales (La Molina)
- Dunas
- De terrazas Fluviales
- De morrenas glaciares.
- De terraza glacial.

Investigación de arena y grava

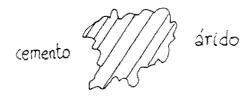


- Ubicación para ver si es económica.
- Levantamiento topográfico.
- Levantamiento geológico.
- Conocer profundidad de agua subterránea.
- Hallar su ubicación.

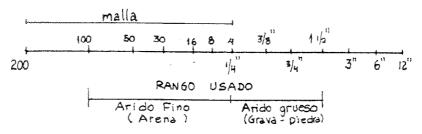
Aridos para hormigón

Arido es una roca inerte aglutinado con cemento para formar el hormigón.

Tamaño de los Aridos



Textura superficial de los áridos



Si la superficie es rugosa agarra mejor el cemento.

Propiedades físicas de los áridos en una masa de hormigón.

Al producirse el fraguado, el cemento deja libre óxido de Na, óxido de K, estos reaccionan con el SiO2NH2O (calcedonia, ópalo) vidrio volcánico, es peligroso y produce rajadura. Luego debe usarse cemento menos de 0.6% de óxido de Na, óxido de K, o si no usar cemento puzolánico.

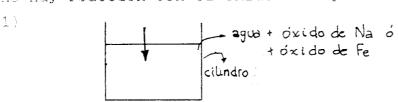
¿Cómo se fabrica cemento puzolánico?

Al cemento se adiciona roca volcánica rica en silice, se quema de 900°F a 1800°F con lo cual produce un cemento bajo en óxidos de Na y óxidos de K.

¿Qué sucederá si el óxido tuviera arcilla en su superficie? Se hincha y producirá rajadura, por lo tanto los áridos co deben tener arcilla y se les lavará.

¿Cómo se medirá si un árido reaccionará favorablemente con el óxido de K?

Si el árido no tuviera ópalo, calcedonia y vidrio volcánico no hay reacción con el óxido de K y no se rajará el hormigin.



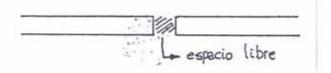
- 2) Se mide el PH de la solución = 10
- 3' Se mide el árido cuyo problema deseamos estudiar.
- 4) Se mide el PH después de 3 horas.

Si el PH no baja el árido es bueno, si el PH baja de 10 digamos a 9 significa que hay ópalo, calcedonia, vidrio veloánico, el árido será malo.

Aridos con puntos de sulfuros con puntos de carbón con puntos de sulfatos es un árido malo porque dejará oquedades al oxidarse los sulfuros.

Efectos de la temperatura en los aridos

Con mayor temperatura se dilata por eso se debe dejar espacios libres en el hormigón.



Aridos para carreteras y ferrocarriles

Deben ser tenaces (capacidad al aplastamiento, desgarre, flexión) para soportar el peso de la carga del tren o de los camiones.

El asfalto es mezcla de brea con árido.



Para el asfalto se usa árido con roca SiO2, rocas igneas oscuras es mejor (tienen poco cuarzo).

Ensayos de áridos para carreteras y pistas de aterrizaje

- 1) Estudiar el tipo de roca.
- 2) Estudiar la resistencia a la abrasión (en un tambor cilindrico se pone 5Kg. de árido más bolas de acero, se gira a 30 revoluciones por minuto hasta 500 revoluciones y se ve cuanto de roca se desgasta en porcentaje de la carga inicial).
- 3) Estudio de la tenacidad. Se deja caer un martillo patrón sobre el árido a 1cm. de altura, luego a 2cm. hasta varios centímetros, hasta que se fracture el árido. la tenacidad igual a pulg./pulg2.

Balastro para ferrocarriles

Bueno para el balastro la piedra Chancada no es bueno, la piedra frágil con mucho SiO2; no es bueno, la caliza que es soluble en H2O. Bueno para balastro, arenisca, cuarcita.

Piedra de revestimiento de edificios

- Lajas de arenisca es buena.
- Lajas de granito es buena.
- Lajas de caliza se disuelve más ó menos 6 mm en 50 años.

Fractura de revestimiento de edificios

Porque cede verticalmente la cimentación en forma desigual.

CAPITULO 9

TUNELES *

Para atravezar obstáculos en vías de transporte. Lima-Huancayo-Ferrocarril 32 túneles.

- Para atravezar debajo de los ríos (Europa, EE.UU.)
- Para atravezar obstáculos en construcciones.
- En obras hidráulicas --> (oleoductos Chavimochic)
- Para atravezar obstáculos para centrales hidroeléctricas
 Cañon del Pato
- Para atravezar túneles de los metros de ciudades --> New York, Santiago de Chile, Londres.

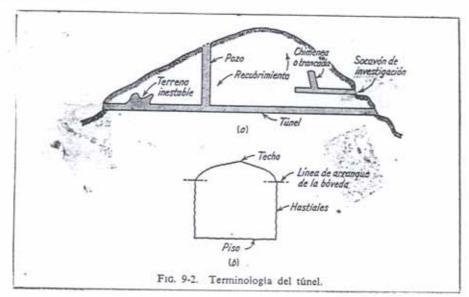
Terminología

- a) Depósito consolidado
- b) Recubrimiento del túnel
- c) Túnel
- d) Pozo
- e) Chimenea
- f) Partes del túnel

Explicación

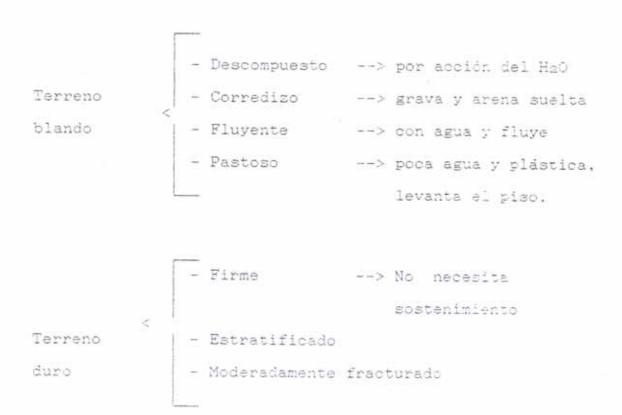
- a) Es el que llega al equilibrio, bajo la acción de determinadas fuerzas, por ejemplo arcilla consolidada.
- b) Recubrimiento para estabilizar el túnel, sin tener en cuenta si los materiales están o no consolidados.
- c) Un túnel es una excavación horizontal o casi horizontal, abierta a la superficie del terreno por sus dos extremos.
- d) Pozo; cuando se hace una excavación en dirección vertical y esta abierta solamente por un extremo.
- e) Es una labor inclinada en forma ascendente, generalmente con el objeto de explorar el terreno.

f) Techo Hastiales Piso o suelo.



Terreno: Material a través del cual se perfora un túnel. Los terrenos son:

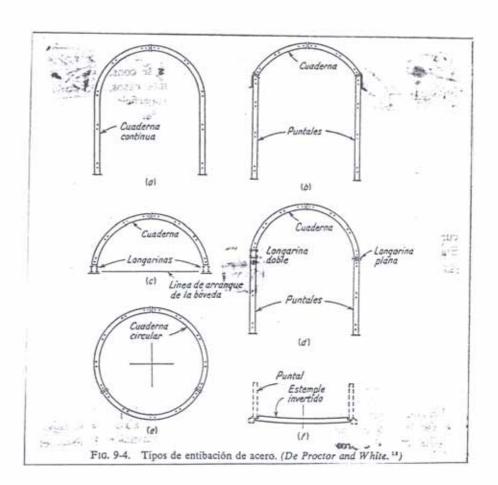
> Terreno blando (suelos) Terreno duros (rocas)



Sostenimiento de túneles

- Si es roca firme no requiere sostenimiento
- El sostenimiento se realiza con:
- 1) Madera
- 2) con arcos de acero
- 3) con anclaje
- Si el terreno es muy suelto se prepara un cuadro de escudo. Actualmente el sostenimeinto es con acero.

Clases de arcos de acero

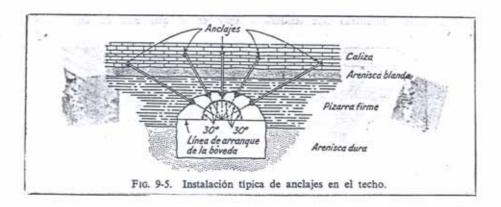


Sostenimiento del techo de los túneles

Se usa sostenimiento en terreno consistente con:

- pernos de anclaje
- shotcrete

Pernos de anclaje:



Detalle de un anclaje típico

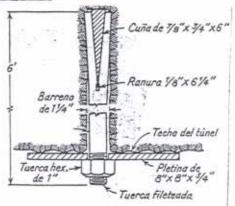
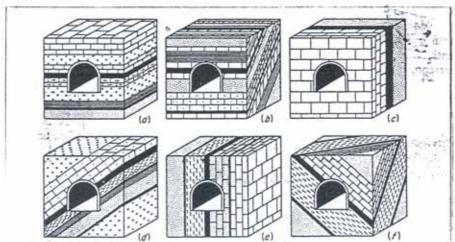


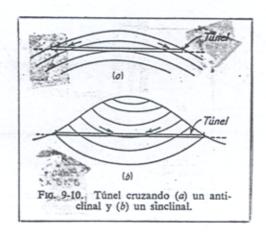
Fig. 9-6. Detalle de un anclaje típico

Influencia de la estratificación en el revestimiento de un túnel

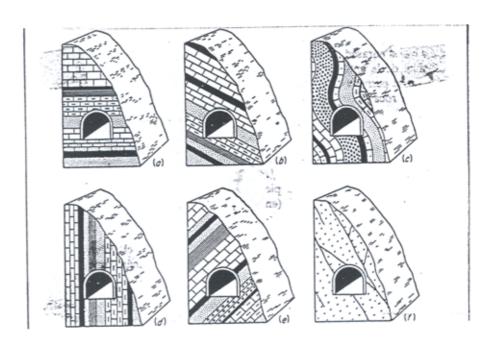


- (d) (f) Presiona un lado del túnel.
- (e) Presión en el arco superior del túnel.
- (a)(b)(c) Presión vertical uniforme.

Anticlinal y sinclinal en el sostenimiento

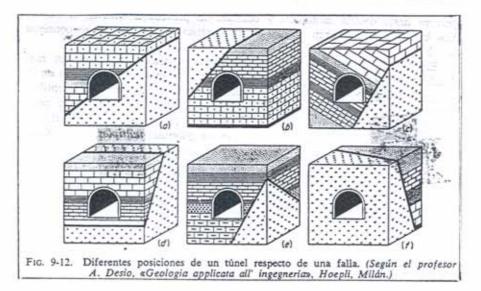


Túneles próximos a las laderas escarpadas



- (a)(d)(e) Tünel estable.
- (b) Tunel inestable.
- (f) Túnel con fracturas que perjudican.
- (c) Túnel mediocre en estabilidad.

Diferentes posiciones de un túnel respecto de una falla



- (a) Túnel está en el rumbo de una falla, mal trazo.
- (b) Túnel debajo de la falla, no la corta, buen trazo.
- (c) Túnel encima de la falla, no la corta, buen trazo, es mejor que (a).
- (d) Túnel corta perpendicularmente al rumbo de la falla. Malo en un punto de intersección.
- (e) Túnel corta al rumbo de la falla diagonalmente, malo en el punto de intersección de las fallas.
- (f) Túnel corta al rumbo de la falla de manera diagonal, malo en el punto de intersección.

Temperatura en los túneles: La temperatura se incrementa según el avance del túnel.

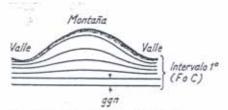
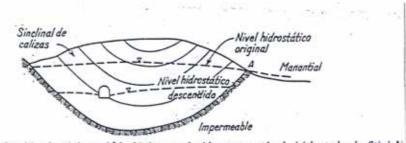


FIG. 9-13. Geoisotermas (el simbolo ggn significa «grado geotérmico normal») bajo una llanura. (Según Andreae.)

Agua y humedad en los túneles:

Agua cuando el túnel corta fallas (gran problema)



Cambio de régimen hidrológico producido por un túnel. (Adaptado de Stini.*)

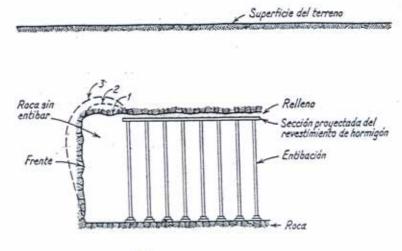
Gases en los túneles: Se forma por los disparos. Se inyecta aire comprimido para ventilar el túnel Ingresar después de dos horas.

Ciclo de excavaciones:

- 1) Perforar los huecos
- 2) Cargar con explosivos los huecos de perforación
- 3) Voladura de roca dura
- 4) Ventilación con aire comprimido para votar los gases
- 5) Extraer el material roto

Métodos de perforación de túneles en roca:

1. Una sola sección.



2. Si es amplio, el avance del túnel es por partes

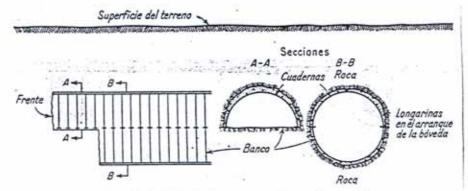


Fig. 9-18. Método de avance y banco (esquema).

3. Por galerías laterales.

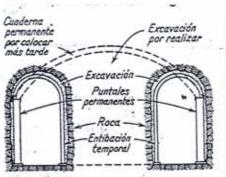
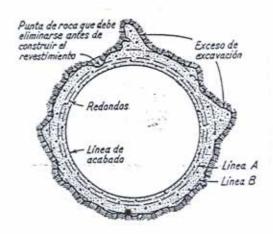
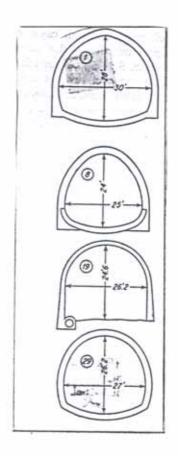


Fig. 9-19. Método de galerías laterales (esquemas).

Exceso de excavación :



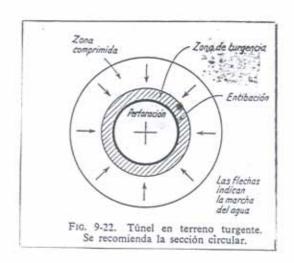
Secciones de túneles de rocas



Túneles de terreno blando:

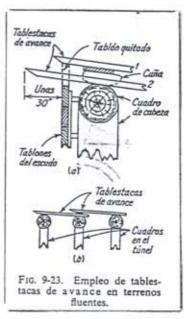
- Es sumamente peligroso
- Es más peligroso si este túnel se hallara debajo del nivel freático.

Esfuerzo en un túnel de terreno blando:



Perforación de túneles en terreno blando:

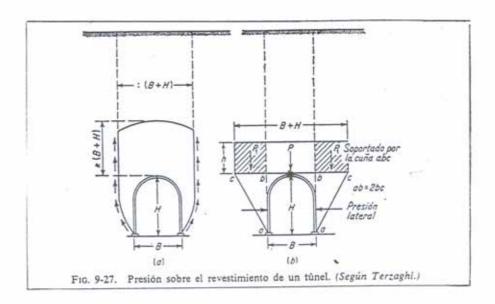
- 1º El trono y el poste soportan el techo del terreno blando
- 2º Se coloca una tablestacas de madera
- 3º Se evacúa el terreno blando y se coloca otro tronco



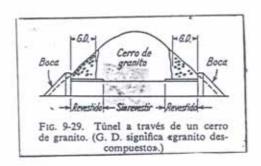
Presión en el revestimiento de Túneles:

Según el tipo de roca hay un factor de correción K

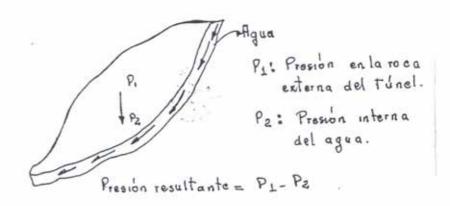
- Roca con fractura moderada = 0.35 (B + H)
- Roca muy fracturada = (0.35 a 1.10) (B + H)
- Roca pastosa a profundidad moderada = (1.1 a 2.1) (B + H)
- Roca pastosa a gran profundidad = (2.1 a 4.5) (B + H)



Revestimiento parcial de túneles:



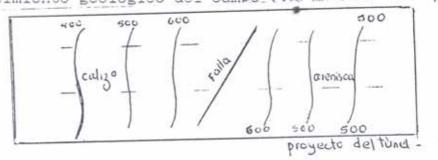
Presión en los túneles para agua:

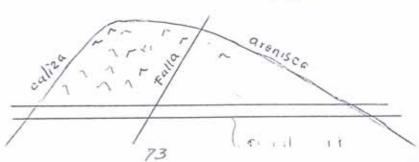


Reconocimiento Geológico del Túnel:

19 Levantamiento topográfico

20 Reconocimiento geológico del campo (ver rocas: fallas)





Levantamiento del plano geológico con Teodolito Informe geológico:

- 1º La geología de túnel
- 20 Los problemas geológicos (en este caso la falla)
- 30 Al final de la obra se prepara otro plano y se verifica si el estudio es bueno o malo.

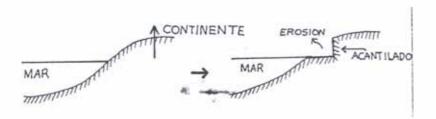
CAPITULO 10

INGENIERIA DE LITORAL Y APROVECHAMIENTOS FLUVIALES *

LITORAL Y PLAYAS

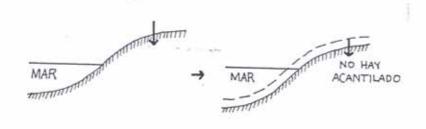
EMERSION DEL CONTINENTE (Si hay acantilado)

El mar retrocede, conocido como Regresión Marina.

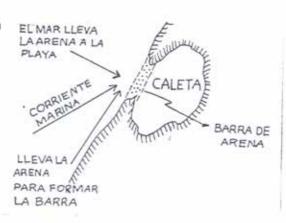


INMERSION DEL CONTINENTE (No hay acantilado)

El mar invade al continente, conocido como Transgresión Marina.



BARRA DE ARENA



MAREAS

Variación del nivel del mar por atracción de la luna y el sol cada 12 horas.

Marea alta: Pleamar.

Marea baja: Bajamar.

Diferencia de altura 2 m., 3,7 hasta 11 m.

MAREAS EN LOS RIOS

En la desembocadura con el mar.

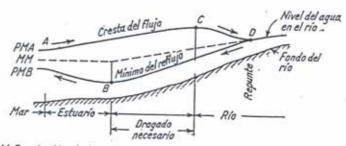


Fig. 11-7. Acción de la marea en un río de marea (escala vertical exagerada).

ESTUARIOS

Lugar donde el río se encuentra con el mar. Son más fangosas.

SUBDIVISIONES DEL PISO DEL OCEANO

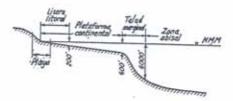


Fig. 11-8. Subdivisiones del piso del océano según la profundidad.

PLANEAMIENTO Y CONSTRUCCION DE BARRERAS LITORALES

Proteger el acantilado de la erosión con muros de contención si la roca es suave.

Para dicho estudio se requiere:

- Plano topográfico
- Estudio geológico:
- * Geomorfología (Estudia formas de terreno respecto a la geología).
 - * Petrografia (Estudia las rocas).
 - * Estratigrafía (Estudia la edad de las rocas).
 - * Geología Estructural (Estructuras Geológicas).
- * Geotécnia (Condición de las rocas para obras civiles).

BARRERAS LITORALES ARTIFICIALES

Malecones, Espolones y Rompeolas.

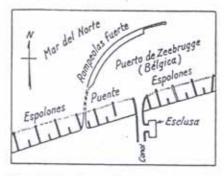
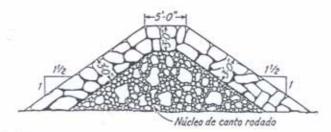


Fig. 11-10. Rompeola (para proteger la ensenada) y espolones (para la estabilidad del litoral).



⁷1G. 11-11. Sección transversal típica de una estructura de protección hecha de cascotes.

otros ejemplos:

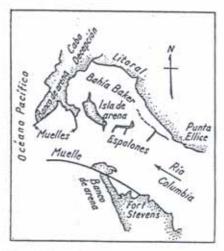


Fig. 11-9. Malecones y espolones en el estero de un río.

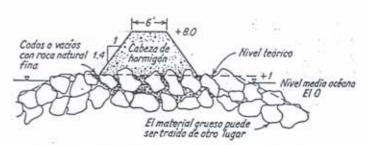


Fig. 11-13. Malecón de cima de hormigón (ejemplo). 11

Espolones de madera:

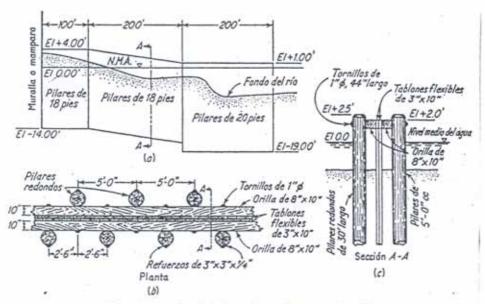


Fig. 11-14. * Espolón de maderos de construcción. 11

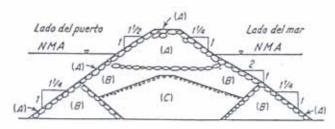


Fig. 11-15. Distribución de la piedra en el cuerpo de un rompeolas (ejemplo). 11

PRINCIPIO DE UBICACION DE PUERTOS

Modelo de rompeolas.

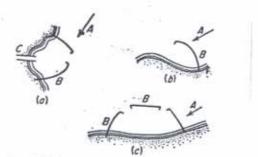
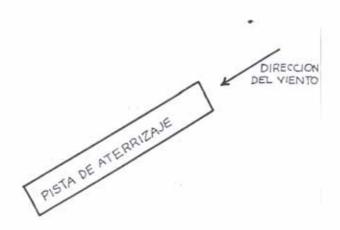


Fig. 11-16. Ejemplos de planeamiento de puertos (B = rompeolas, C = muelles interiores).

Para un Aeropuerto



Deterioro de estructuras de puertos: Estructuras de puertos sobre pilares, estas se deterioran por:

- Por efecto químico (Corrosión).
- Por efecto físico (Corrasión).
 - En construcciones de madera, por sustancias orgánica

CAPITULO_11

ELEMENTOS DE INGENIERIA DE SEDIMENTACION (1)

TERMINOLOGIA DE LOS RIOS

Cuenca fluvial. - Area que proporciona agua y sedimento a un río.

Area A: Cuenca fluvial del río A

Area B:Cuenca fluvial del río B

Area C:Cuenca fluvial del río C

Desembocadura.-Es el cono de deyección de un río en el mar.

Tramo.-Cualquier sección de un río.

Lecho de río.-Es el fondo del río. El lecho y las orillas forman el alveo del río.

TRANSPORTE Y DEPOSITO DE SEDIMENTOS.

- -Depende del tipo de roca si es suelta o compacta.
- -Si hay mucha vegetación la erosión del material para el río es menor.

-Depende de la intensidad de las lluvias.

Carga.-Material que trae el río,si es pesado se transporta por el fondo del río,si es fino se transporta en suspensión en el agua.

-Depositación de la carga en el lecho de un río se efectua al disminuir la velocidad de la corriente de agua, se llama AGRA-DACION.

-Erosión por el río se llama DEGRADACION.

La mecánica del transporte puede ser turbulenta (remolino) y laminar (suave).

MEDIDA DE LA CARGA SUSPENDIDA (Cs)

Cs= peso del sedimento x 1'000,000 peso del sedimento + peso del agua

- 1. Se recibe en un recipiente el agua turbia de un río
- 2. Se deja en reposo.
- 3. Se separa el agua del sedimento.
- 4. Se pesa el sedimento completamente seco.
- 5. Se pesa el agua.

SEDIMENTACION EN OBRAS DE INGENIERIA(ver figura)

Sedimentación en embalse

- a) Capas de antecola
- b) Capas de cola
- c) Capas de fondo
- d) Corientes de densidad.

VIDA DE UN EMBALSE

1. Se halla la eficacia de atrape de un embalse = EA

$$EA = (Si - So)/Si$$

Si= Metros cúbicos de sedimentos que entran al embalse al año.

So= Metros cúbicos de sedimentos que salen del embalse al año.

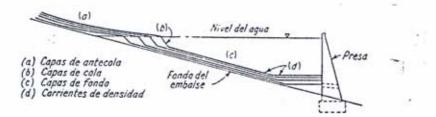
VIDA_UTIL_DE_UN_DEPOSITO

 $Dv = C/(Si \times EA)$

C=Capacidad de embalse en metros cúbicos.

Si=Metros cúbicos de sedimentos que entran al embalse al año.

EA=Eficacia de atrape de un embalse.



Representación esquemática del proceso de acumulación de fango en un embalse. Para las limitaciones, véase § 12-8. (Según Lane. 11)

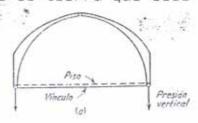
Capitulo 12

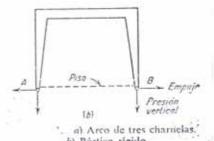
Construcciones: Emplazamiento, exploración y cimentación *

Consideraciones generales:

El programa de exploración para cimentación, depende:

- 1. Del peso de la construcción.
- 2. Del tipo de servicio de la construcción.
- 3. Del movimiento de tierra que debe realizarse.

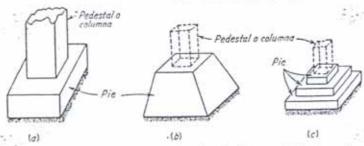




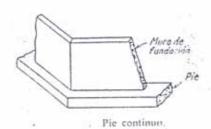
Tipos de Cimentación de edificios

Pies Extensos

- a) Losa Simple
- b) Trapezoidal
- c) Escalonados

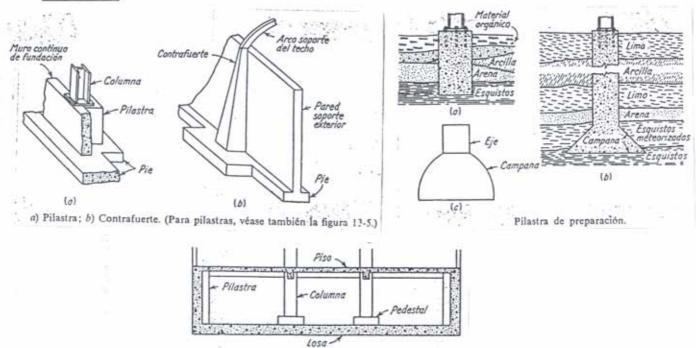


Tipos de pies extensos: n) losa simple, b) trapezoidal, c) escalonado.



83

Pilastra

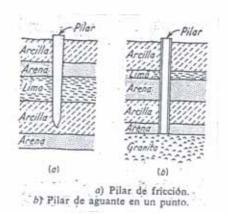


Pilares

Es variante del pie individual. Tamaño 60 cm. a 90 cm. Se perfora un agujero, se rellena con hormigón, a veces reforzado con Acero.

Fundación en losa.

- Hay pilares de madera, pilares de hormigón, pilares de acero.
- Se colocan por medio de martillos entre 2 guias.

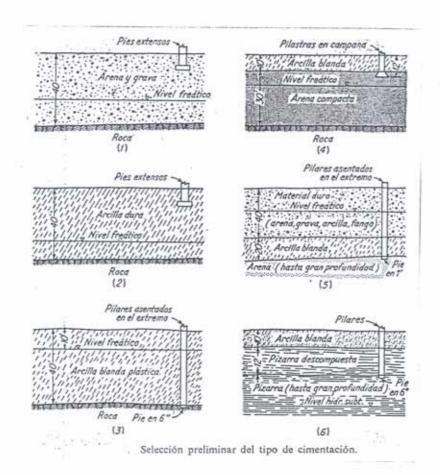


Elección del Tipo de cimentación

a) Datos Geológicos preliminares

Obtener referencias bibliográficas de otras fuentes de congresos, publicaciones.

b) Selección preliminar del Tipo de cimentación



Problemas de la cimentación y los programas exploratorios

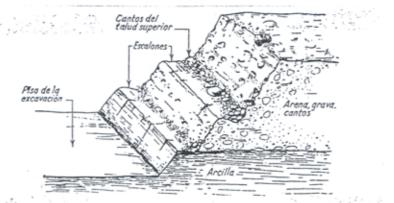
Debe considerarse

- a) Tipo de Talud
- b) Problema de excavación.
- c) Estabilidad del Piso.
- d) Condiciones del H₂O subterránea.

Para roca dura debe considerarse:

- Fracturamiento
- Posición de los estratos.

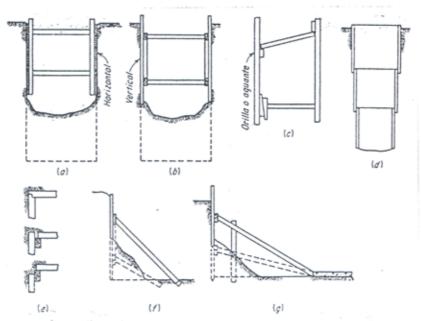
Si estamos en una ladera y el terreno fuera suelto.



-Excavación en materiales no consolidados. (Dibujo de 1. Vitaliano.)

Se prepara gradines para evitar que se desplome la casa.

Algunos métodos de apuntalar las excavaciones.

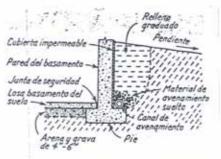


Algunos métodos de apuntalar excavaciones. (De Dunham. *)

Cimentaciones sobre suelo inestable

El problema de la arcilla con H_2O que al hincharse puede levantar el edificio: Solución: No adicionar H_2O .

Drenar el H20.



Construcción de protección contra la humedad para un basamento.

Problema del H₂O del suelo en la cimentación

- Si el nivel freático está por debajo de la cimentación no hay problema.
- Si el nivel freático está por encima de la cimentación si hay problema, debe impermeabilizarse la cimentación.

Exploración en edificios residenciales

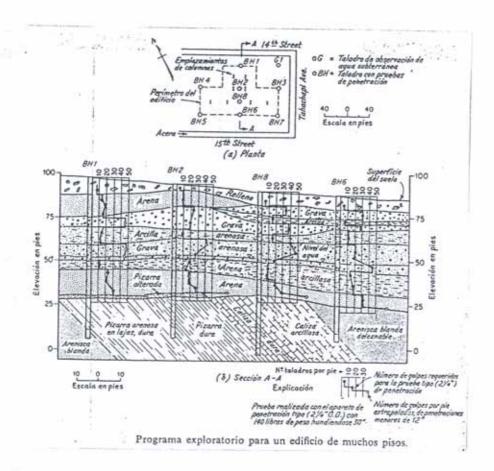
Cimentación.

Son pequeños pies extensos o pilares de pequeño diámetro. Excavar de 1m a 3m. debajo de la base de la construcción. Si hay agua debe permeabilizarse.

Exploración en edificios Comerciales

Un hueco en cada columna, o sólo en las esquinas y en las columnas, o solo en las esquinas y en las esquinas interiores.

Excavar de 1.5 veces el ancho del cimiento, preparar su perfil geológico. Número de golpes para la penetración, indicar el nivel freático.



Cimentaciones en edificios industriales

- En zonas con más carga se hará más huecos y más profundos, respecto a zonas con menos carga.
- Debe considerarse el nivel, o sea la cota del nivel freático.

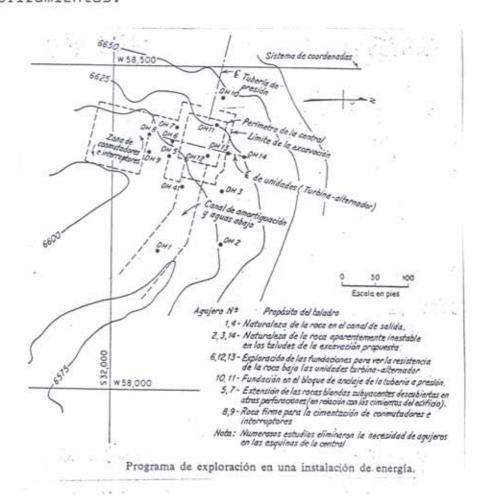
Exploración para cimentación de plantas de energía y estaciones de bomba de desagüe

- Debe considerarse las posibles fallas, fracturas, asentamientos que pueden producirse.
- Los huecos se emplazan en las zonas con más carga (turbinas, etc.).

Cimentaciones de edificios en Terraplenes (Terraza)

Pueden ser terrazas o terraplenes antiguos continentales (Terraza fluvial, Terraza marina)

- Levantar las construcciones a cierta distancia del borde porque cerca al borde es inestable.
- 2. Debe de limpiarse la capa superior.
- Considerar la geologia (rocas) y los posibles deslizamientos.

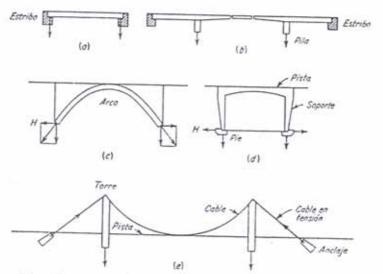


Capitulo 13

PUENTES Y FIRMES (*)

TIPOS DE PUENTES

- a) Puente de Viga Simple
- b) Puente de Cantilever o Voladizo
- c) Puente de Arco
- d) Puente de Construcción Rigida
- e) Puente Colgante

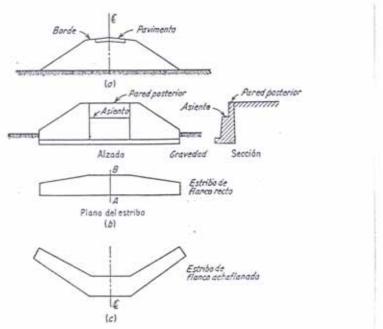


Tipos de puentes: a) viga simple, b) de cantilever o voladizo, c) arco, d) construcción rígida, e) colgante.

ESTRIBOS DE UN PUENTE

Une al puente con la carretera. Según eje de puente pueden ser:

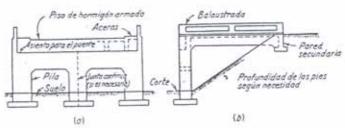
- a) Malecón en unión con el estribo
- b) Estribo de flanco recto
- c) Estribo de flanco achaflanado



 a) Malecón en unión con el estribo, b) estribo de flanco recto, c) estribo de flanco achaflanado.

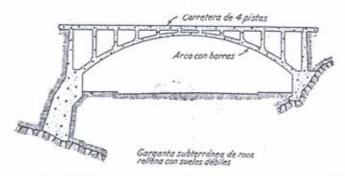
ESTRIBO CON LUCES LATERALES

Son de tipo según eje del puente y perpendicular al eje del puente.



Estribo con luces laterales. (Según Dunham. *)

ESTRIBOS A DIFERENTES NIVELES



Areo de hormigón armado con estribos a niveles diferentes. (Según Dunham. *)

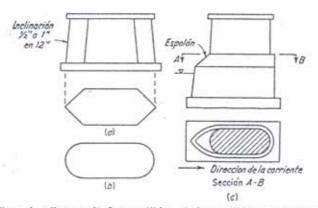
PILAS DE UN PUENTE

Pila.- Soporta el puente entre los estribos.

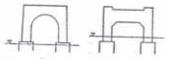
Tipos de Pilas.

Según eje del puente.

Fuste Sólido.



Tipos de pilas: a, b) fustes sólidos, c) fuste sólido con espolón (esquemas)



Tipos de pilas en arco para puentes medianos.

Estudio de Cimiento de Puentes

Considerar:

- 1) El asentamiento
- 2) La estabilidad del Puente

Para el asentamiento.- Debe tomarse en cuenta

- La carga muerta (es la estructura del puente)
- La carga viva (todo lo que se mueve, trenes, ómnibus peatones).

Se toma en cuenta la sumatoria de la carga muerta más la carga viva, se divide entre el área de cimentación del puente y se tendrá unidades TM/M².= presión unitaria. Cuyo valor no debe sobrepasar el límite permisible.

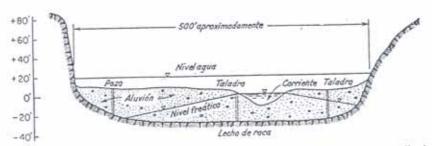
Para la estabilidad. - Depende de las fuerzas laterales de la erosión por la corriente del agua, de las fuerzas laterales del viento.

Profundización del cauce de un río debido a la velocidad del agua

1) Agua Original



2) Con el puente, la sección libre del agua disminuye



Investigaciones previas de emplazamiento para un puente en el curso medio de un rio (esquema).

Por la disminución de la sección libre del agua, la corriente aumenta, hay mayor erosión, socavará el fondo del estribo y el fondo de las pilas. Para evitar eso se debe asegurar la estabilidad de los estribos y de las pilas. Colocando bloques de piedras alrededor de la base del estribo y de las pilas, o pilares alrededor de las pilas y de los estribos.

<u>Cimentación de los Estribos</u>.- Similar al estudio geotécnico de los edificios.

<u>Cimentación de las pilas</u>.- Similar al estudio geotécnico de los edificios.

Investigaciones para un puente de tamaño medio

Para puentes menor de 200 pies (aprox. 60 mt.) no se realiza estudio geotécnico.

Puente de tamaño medio.- Realizar estudios para puentes mayores de 60 m de largo (200 pies).

Datos preliminares

Estudio de los alrededores del puente sobre:

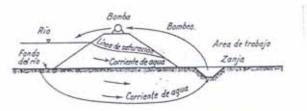
- 1) Cuenca del rio.
- 2) Comportamiento de la corriente.
- 3) Caudal aproximado del rio.
- 4) Tipo de lecho del río.
- 5) Altura aproximada de máxima cota del rio.

Programa exploratorio

- Una perforación en cada estribo y en cada pila
- Si en 25 mt. a 30 mt. no hubiera roca o capa blanda, suspender la perforación.

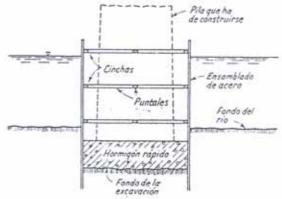
Ataquias y Cajones

Ataguías.- Son muros construídos para secar el agua en los ríos para luego construir el estribo del puente y la pila en un ambiente seco.



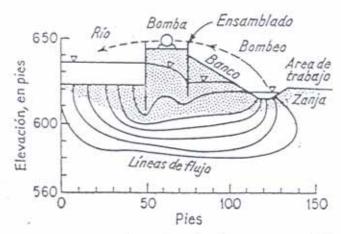
Ataguia de agua simple (esquema).

Ataquia simple con muro de acero ensamblado



Atagula simple con muro ensamblado (esquema).

Ataquia de dos muros

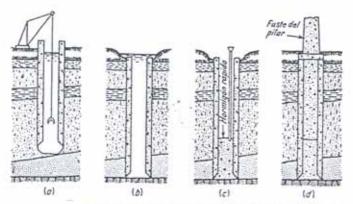


Ataguía de dos muros. Nótense las líneas de flujo.

Cajones

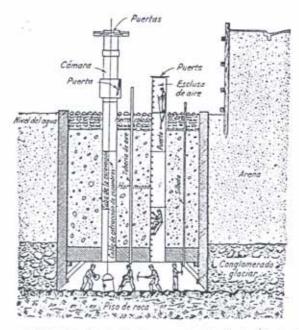
Para puentes grandes mayor de 200 pies (aprox. 70 mt.) en el lecho del rio seco se perfora un tubo de acero.

- 1.- Se baja el tubo de presión
- 2.- Se extrae el material dentro del tubo.



Hundimiento de un cajón abierto. (Según Dunham. 1)

- 3.- Bajar el tubo hasta un horizonte rocoso
- 4.- Preparar una columna de concreto armado



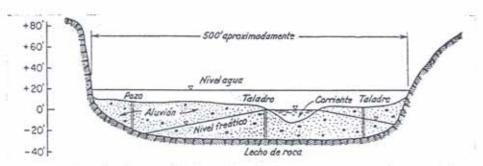
Cajón neumático o de aire comprimido. (Según Hool y Kinne,*)

Vados en los diferentes tramos de una corriente

Tramo inicial.- El ancho del rio es angosto, menor de 200 pies no se realiza estudios geotécnicos.

Tramo medio.- Puede ser mayor de 200 pies, debe realizarse estudio geotécnico.

Ejemplo de pozos en el vado de un rio.

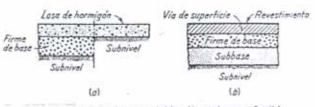


Investigaciones previas de emplazamiento para un puente en el curso medio de un río (esquema).

Cimientos y pavimentos

Se tiene dos tipos de pavimentos:

- a) Pavimento rigido
- b) Pavimento flexible



a) Pavimento rigido, b) pavimento flexible.

Via de superficie. - Asfalto de 2 a 6 pulgadas.

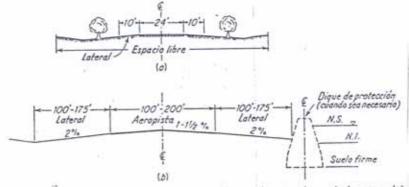
<u>Firme de base</u>.- Piedra tipo grava, gravilla, mezclada con asfalto .

Subnivel .- Cualquier material compactado y nivelado.

En zona pantanosa para aeropuertos, secar el terreno y compactar.

Secciones transversales y juntas de un pavimento

En la carretera; en un aeropuerto.



Sección transversal: a) carretera, b) aeropista (escala vertical exagerada).

Investigaciones geotécnicas en pavimentos

- Taladros en el eje central de la carretera, profundidad de 1.5 a 2 mt. cada 300 mt.

Análisis:

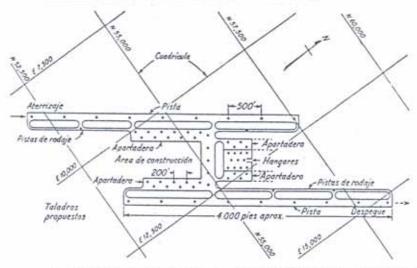
- Mecánica de suelos
- Limites de consistencia
- Contenido de humedad
- Densidad seca y expansibilidad

Levantar pianos de suelos a lo largo del eje

Aeropuertos

- Estudiar la planta en conjunto
- Indicar los taladros
- Estudiar la profundidad del nivel de freático

Aeropuertos de doble pista de aterrizaje



Programa exploratorio para un aeropuerto pequeño (nótese la cuadricula).

Pruebas especiales de campo y laboratorio para pavimentos

Módulo de reacción del subnivel

<u>Suelos expansivos</u>.- El suelo expansivo es aquel suelo arcilloso con agua, es malo como subnivel.

Humedad bajo el pavimento. - Tener humedad entre el subnivel y la base del pavimento es muy peligroso.

¿ Por que ?

Porque el agua socava el subnivel (suelo); se forma una oquedad, y se fractura el pavimento, con la cual se formar CONVADURAS en la pista y baches.

El agua en el subnivel llega por:

Las uniones, por la parte lateral de las pistas, más posibilidad de aqua en la sierra.

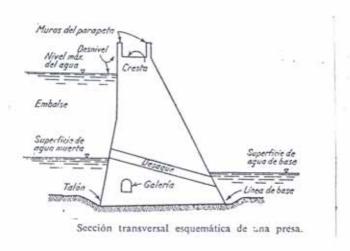
Corrección para evitar los baches Realizar canales de drenaje.

Resumen de las Clases del Profesor Pedro 1 Hugo Tumialan, del Curso: Jeologia Aplicada Capitulo 14

Presas de Albañilería: Estudios Geotecnicos *

Las Presas tienen cuatro caracteristicas:

- 1. Almacenan mucha agua en pequeña área.
- 2. El agua del embalse socava la cimentación.
- 3. Se emplazan siempre en los valles.
- 4. Al quebrarse produce grandes desastres y muchas victimas.



Terminología y definiciones

Estribo

Ladera de un valle donde se apoya la presa.

Sección del Río o Canal

Parte central de la presa que está sobre el río.

Talón de Presa

Parte aguas arriba de la presa.

Nivel H₂O de base

Nivel de agua después de la descarga de la presa.

Nivel de HaO muerta

Es el nivel minimo de descanso del H2O.

Galeria

Túneles en la misma presa.

Nível máximo del agua

Antes de salir por el aliviadero.

Cresta

Parte alta de la presa.

Desnivel

Distancia vertical entre la cresta y el nivel máximo del agua.

Eje de la presa

Linea imaginaria trazada en el centro de la cresta y a lo largo de la presa.

Sección transversal de la cresta

Es un plano vertical perpendicular al eje de la presa.

Clasificación de Presas

Se los puede clasificar de 2 formas, por su uso, así como según el material del cual están construidos:

Por su uso:

- Presa Múltiple. Para varios fines.
- Presa de desvio. Desvía el agua al rio.

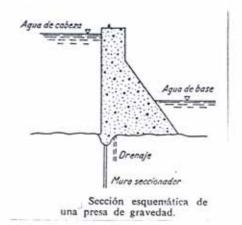
Según el material del cual están construidos:

- Presas de albañileria.
- Presas de tierra.
- Presas de roca.

Tipos y dependencias de Presas

Presas de Gravedad

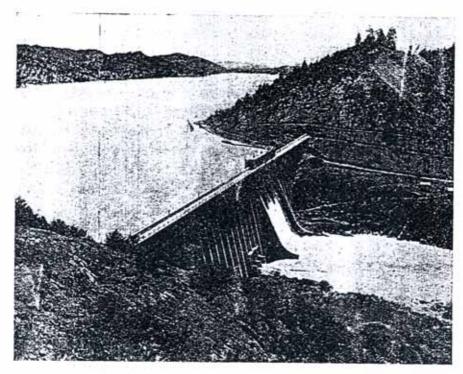
Es de hormigón o de albañilería. Sólida sección transversal trapezoidal.



Presa de Contrafuerte

Estaria conformado por:

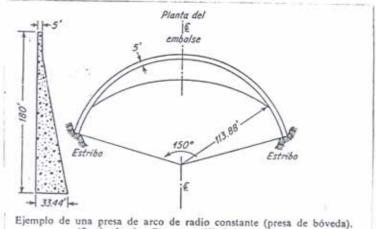
- Un muro vertical.
- Contrafuertes perpendiculares al muro. En la presa de contrafuerte se usa menos cemento que la presa de gravedad.



Presa de bóveda y contrafuerte, Presa Stony Gorge. (Fot. USBR.)

Presa de arco o bóveda

Es un muro único curvo, convexo, aguas arriba, la fuerza se transmite al estribo.



(Segun Justin, Creager e Hinds.)

Aliviaderos

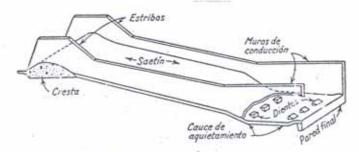
Son partes de la presa que desaguan el exceso de agua de la presa.

Compuerta de cresta

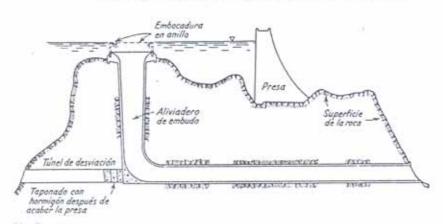
Permite abrir y cerrar el aliviadero.

Tipos de aliviadero

Existen dos tipos el Normal y de Embudo.



Saetin o aliviadero normal. (Compárese con la figura 15-14.)



Sección transversal de un aliviadero de embudo.

Tipo de desagüe auxiliar

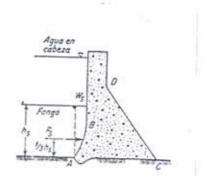
- Túnel de desagüe en la roca de estribo.
- Túnel que pase por debajo de la presa.

Tubería a presión

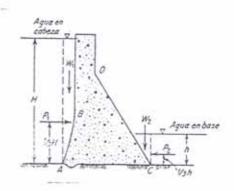
Son tubos de acero de gran diámetro que atraviesan a la presa y llevan agua para generar fuerza eléctrica.

Geotecnia de Presas

Fuerzas que actúan sobre una presa de Albañilería. Cargas sobre una presa de gravedad.



Cargas de fango sobre una presa de gravedad (Ws=Peso del fango vertical Ps=Fuerza horizontal a 1/3 hs)



Cargas de agua sobre una presa de gravedad

(Verticales:

W1=Peso del H₂O, aguas arriba

W2=Peso del H₂O, aguas abajo

Horizontales:

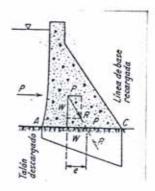
P1=Empuje del H₂O, aguas arriba

a altura 1/3 H

P2=Empuje del H₂O, aguas abajo

a altura 1/3 h)

Rotura por deslizamiento en Presas de Albañilería



P1=Presión horizontal H_2O W=Peso de la presa R=Resultante de P y W

e=Excentricidad de las fuerzas aplicables (P/W), si fuera < que (f) que es el coeficiente de fricción de la base de la presa con la roca no habrá deslizamiento, si fuera mayor habrá deslizamiento.

- (f) Para presa de albañilería con roca varía de 0.6 a 0.7.
- (f) Para presa de albañilería con grava o arena es de 0.5 a 0.4.

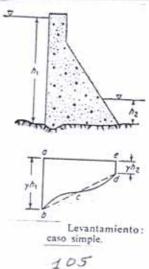
Si la base fuera estratos de pizarras, tobas, arcilla, facilita el deslizamiento.

A fin de no tener agua en la base se emplea muro succionador en la base.

Problemas de deslizamiento

- El agua lubrica a la base y baja el coeficiente de fricción (F).
- El agua puede erosionar la base.

Problemas del levantamiento en las presas de Albañileria



Se produce por la diferencia de fuerza de reacción de la base de la presa aguas arriba y aguas abajo de la presa.

Problema de asentamiento y recuperación

Se tiene dos tipos de suelo:

- Suelo Elástico y Suelo plástico

El primero, recupera su posición al dejar de ejercer la presión (elástico); en el segundo, no recupera su posición al cesar la presión (plástico).

- Ejemplo de suelo elástico, la lutita
- Ejemplo de suelo <u>plástico</u>, el conglomerado, caliza meteorizada desagregada, arena, limo, grava.

El asentamiento se produce por las fuerzas verticales (peso de la presa, peso de agua del embalse, peso del agua de salida).

- Si la base de la presa es un intusivo o volcánico, arenisca, cuarcita, no habrá problema de asentamiento.
- En suelos elásticos como lutita, si hay problema de asentamiento.

La sal es disuelta por el agua, hay oquedad, habrá asentamiento.

Problemas de embalse

Escape y filtraciones del Embalse:

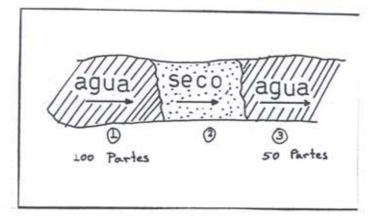
- Podrá realizarse por la base de la presa.
- Podrá realizarse el escape y filtraciones por el estribo.
- Si el terreno es fracturado (estribos), habrá filtración no obstante sea roca buena (intrusivo).

Ensayos de agua a presión en sondeos

me inyecta agua a una presión 0.4 veces el peso del agua de la presa. Ejemplo: para una presa de 200 pies (61 m.) la presión del agua será 80 libras/pulg.2.

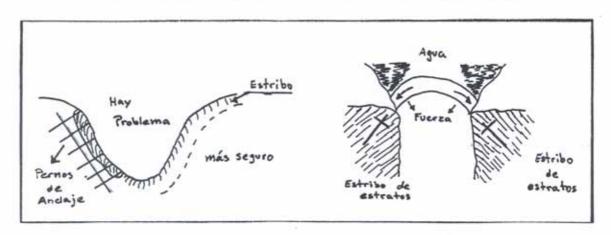
- Si hay filtración se inyecta cemento para impermeabilizar.

Problema del Embalse: filtración parcial en el curso del rio.



Problema del Estribo

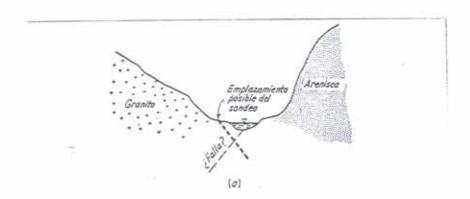
- Colocar pernos de anclaje en la parte con estribos con buzamientos según la ladera del cerro.
- En lo posible, buscar estribos de una sola roca.

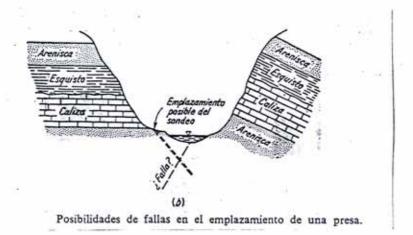


Problema de la sección del Canal

Determinar:

- 1. Profundidad de la roca firme debajo del suelo.
- 2. Determinar antiguos canales a mayor profundidad.
- 3. Hallar fallas a lo largo del río.





Trabajo de cimentación: Cimentación

Preparación de los cimientos de presas

 Remover la base de la presa hasta un horizonte sin filtraciones y sin futuros asentamientos.

Trabajo dental de la zona del embalse.

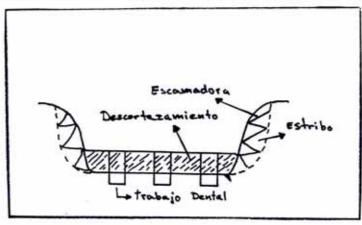
- Es la excavación de la base de la presa.

Escamadura:

Eliminación de masas sueltas de rocas sobre los estribos.

Descortezamiento

Eliminación de masas sueltas de material superficial.



Cementación

Consiste en inyectar mezclas de cemento y agua, en huecos de perforación.

Rellenar con cemento las fallas, las fracturas y asi evitar la percolación de agua, evitar el asentamiento de la presa y evitar el levantamiento.

Material para producir la cimentación

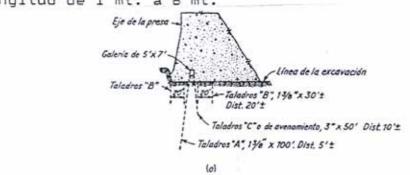
- Cemento puzolánico con agua.

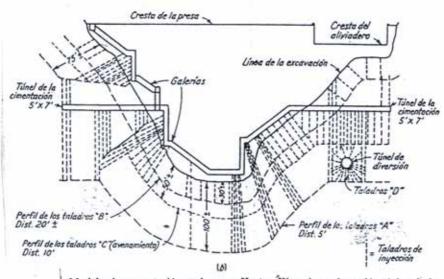
Equipo de inyección

- 1. Mezcladora de cemento.
- Inyectador neumático.
- Manómetro para medir la presión. Previamente se realizará la perforación.

Cementación a baja presión

- Se realiza a baja presión, precede a la cementación a alta presión.
- Se realiza antes de la construcción de la presa para mejorar las propiedades físicas de la base de la presa.
 Longitud de 1 mt. a ó mt.





Cementación a alta presión

Se hace después de la inyección a baja presión y cuando se ha colocado parte de la estructura del hormigón de la presa, se realiza antes del embalse de agua para mejorar la condición física de la base y del estribo (más impermeable, mejor resistencia a la presión, evitará el fenómeno del levantamiento).

Método de Cementación

- 1. Método gradual
- Inyectar cemento en fractura, perforado hasta cierta profundidad.
- Inyecta más cemento en fractura que se halla a mayor profundidad.
- 2. Método de Tapón
- Perforar de frente hasta la profundidad final, inyectar cemento en la falla.
- Pongo tapón y inyecta cemento en la fractura que se ubica a menor profundidad.
- En 1, pongo tapón e inyecto cemento en fractura que se ubica a menor profundidad que la anterior.

Lavado en los agujeros de inyección

Si una fractura o falla tuviera arcilla, esa arcilla se lavará antes de la inyección de cemento.

Pérdida de inyección

Se tapa el lugar superficial por donde hubiera fuga de cemento.

Exploración de aliviaderos

Un aliviadero es igual a la fuga de agua de una presa.

En un aliviadero habrá:

- Erosionabilidad de los materiales de los cimientos
- Las vibraciones por cada caída de agua.
- Presión alta de agua.

Investigaciones geológicas para una presa

de albañilería

Criterios de solución del lugar

- 1. La roca debe ser firme y resistente.
- 2. Las vertientes del valle serán estables.
- La cimentación de la presa no debe permitir deslizamiento de la presa.
- La roca de la cimentación en lo posible debe ser de un solo tipo.
- La cimentación y las paredes del estribo debe ser impermeables.
- 6. Las rocas no deben ser solubles.
- Area alrededor del embalse y debajo del embalse no debe dar lugar a acumulaciones que disminuya la vida del embalse.
- 8. En presa de arco, el estribo debe ser resistente.
- Las condiciones topográficas y geológicas deben dar buen emlazamiento del: a) aliviadero, b) sala de máquinas.
- 10 Materiales de construcción cerca de la presa.

Reconocimiento

Revisar publicación de la geología de la zona en INGEMMET, visita de la zona con un Ing. Civil y un geólogo.

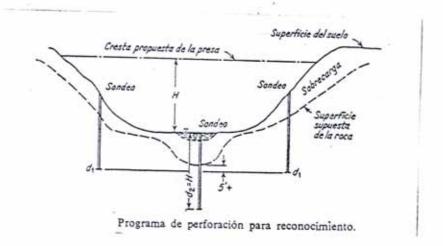
Investigaciones preliminares

- 1. Levantamiento topográfico.
- 2. Levantamiento geológico.
- 3. Tipo de suelo fallas, rocas y filtraciones.

Exploración detallada

- Tipo de roca de la base del estribo
- Futuras filtraciones.
- Si hubiera una falla muy grande y peligrosa, se cambiară el lugar de emplazamiento de la presa.
- La caliza es peligrosa porque a la larga hay solución a lo largo de sus fracturas

- Si hubiera poco agregado de hormigón y mucho material de terraplén es mejor construir una presa de tierra, en caso contrario se construye una presa de albañilería.
- Estudiar la geología con las perforaciones.



d₁=Perforación hasta la base
 de la sobrecarga.
d₂=H (altura de la presa).

Exploración geológica

Método sismico para hallar el espesor del suelo (hallar la sobrecarga).

Estadio inmediatamente anterior a la construcción

Los planos geológicos levantados se compara con los datos de perforación, completar más perforaciones, pedir pruebas geológicas complementarias para soportar las partes pesadas de la presa

Estadio de Construcción

Las perforaciones no se acaban con el final de las investigaciones geotécnicas.

Resumen de las Clases del Profesor Pedro Hugo Tumialan del curso: geología Aplicada Capitulo 15

Movimiento o Remoción de Tierras

Es la extracción de tierra para ser utilizada en terraplenes de carreteras, vías ferreas, pistas de aterrizaje, en las construccion de presas de tierra y material de relleno para edificios.

Terminología General

-Terraplen-Es la construccion de material terreo, tomado de un lugar a otro .La longitud de terraplen es mayor que su ancho y su altura.

Hay dos clases de Terraplen:

- 1.Terraplen de carretera .
- 2. Terraplen de vías ferreas.

Ejemplo:

Relación de la E Coronación
pendiente del talval 1/2: 1 11/2

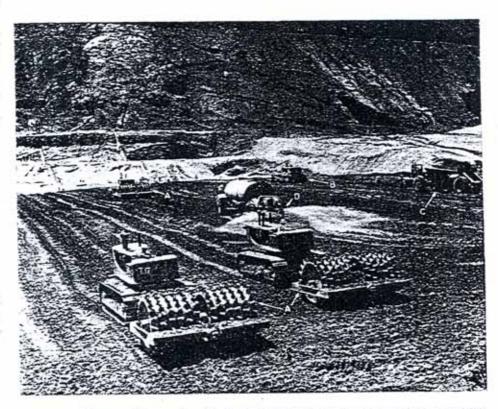
Terraplén.

Equipo de movimiento de Tierras

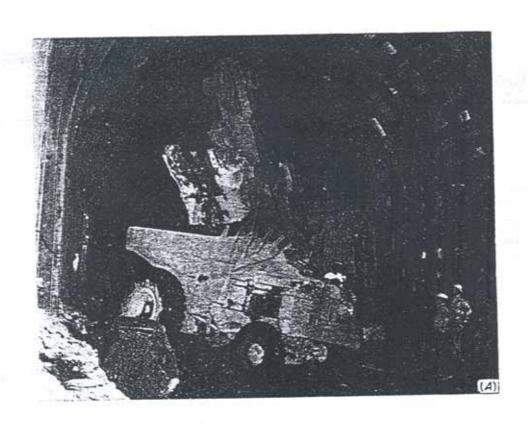
- a.Rodillo de pie de Oveja.
- b.Bulldozer.
- c.Removedor de tierra.

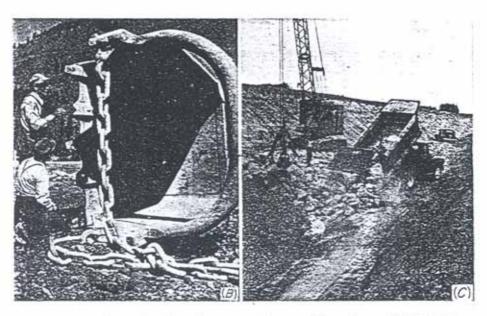
d.Rociador .Además:

e.Excavadora de cucharada, cucharón de excavadora, volquetes y fajas cargadoras.



Compactación y colocación de los materiales en una presa de tierra: A) Rodillo de pie de oveja, B) Bulldozer, C) Removedor de tierra «euc», D) Rociador. (Fot. USBR.)

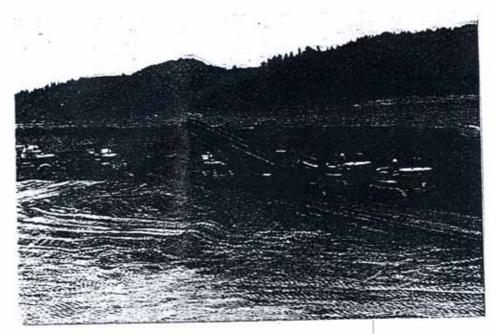




Excavadora de cuchara cargando un camión volquete. (Fot. USBR.)

Cucharón de excavadora. (Fot. USBR.)

Una «Orange peel» colocando un encachado. (Fot. USBR.)



Cargadora «Euclid» cargando camiones-volquetes.

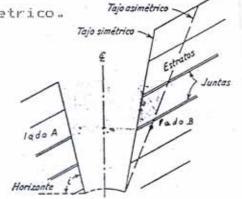
Tajos y Zanjas.-

Son lugares de donde se extrae el material para los terraplenes y otros usos .

- Tajos en roca .- Se requiere voladura . Pendiente de tajos en roca : Fuede ser vertical .

En pizarra y arenisca , pendiente :horizontal /vertical

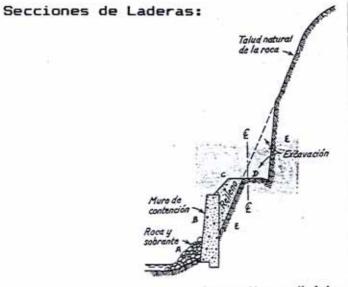
- En roca estratificada .- Tajo asimetrico. * Tajo asimétrico ... * Tajo asimétrico ...



Tajos simétricos y asimétricos.

Pendiente lado B es menor que pendiente lado A , para evitar el deslizamiento.

-Tajos de tierra.- 1/1 , 1 1/4/1 , 1 1/2
/1 y 2/1. Mayor que 45 .



Construcción a media ladera en una región montañosa.

E = Roca

C = Relleno

B= Muro de Contensión.

A= Roca sobrante

D = Excavaciones

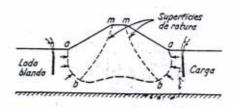
Cimientos de Terraplenes (vias ferreas y carreteras)

Los terraplenes deben de ser de buen material y compacto.

Defecto:

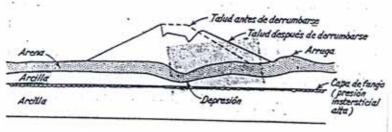
Material blando y alternancia de material blando y duro .

- <u>Cimientos blandos y profundos .- En Śuelos pantanosos , en turbas (carbón reciente en formación) . Recomendación : Remover el material malo y rellenado con buen material.</u>



Voladura para hundir un relleno.

-Cimentación en Estratos alternados duros y blandos:
Hay asentamiento , debe rellenarse dicho asentamiento .



Expansión de un terraplén. (Según Terzaghi.)

-<u>Conservación de Terraplenes</u>.:Debe compactarse.

Equipo de Compactación :

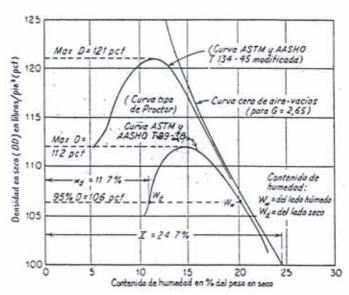
Rodillo de atacado liso y/o rodillo de pie de oveja.



Rodillo liso compactando un relleno. Adviértanse en el tractor las palas del escarificador que se utiliza para rastrillar el relleno. (Fot. USBR.)

-Densidad de Terraplen: Suelos arcillosos y fangosos , densidad 1600 a 1800 kg/m 3 .Suelos arenosos y arcilla gravosa, densidad 1900 a 2000 kg./m 3 .

-<u>Ensayo de Compactación</u> .- Para hallar la *humedad* óptima del terraplén para alcanzar la máxima densidad en seco .



118

-Investigaciones de Terraplen en el Laboratorio. - En el terreno que va a recibir el terraplén no debe sufrir asentamientos .



Ensayo de la densidad en el terreno. (Fot. USBR.)

-Investigaciones de campo, en los terraplenes.-A las muestras para el terraplén si es seco debe adicionarse algo de agua .Si es muy húmedo quitar algo de humedad y en cada muestra realizar pruebas de laboratorio.



Colocación y lavado de un relleno de arena, presa Trenton, Nebraska. (Fot. USBR.)

Presas de Tierra:

-Criterios del Proyecto.- Es un dique o terraplén trapezoidal construido en un valle para retener agua. Debe ser impermeable. El asentamiento de la cresta de la presa debe ser mínimo. Fresa aguas arriba protejer de las del agua del embalse.

Aguas abajo protejer de la lluvia "

Si hay mucho material suelto es preferible construir una presa de tierra.

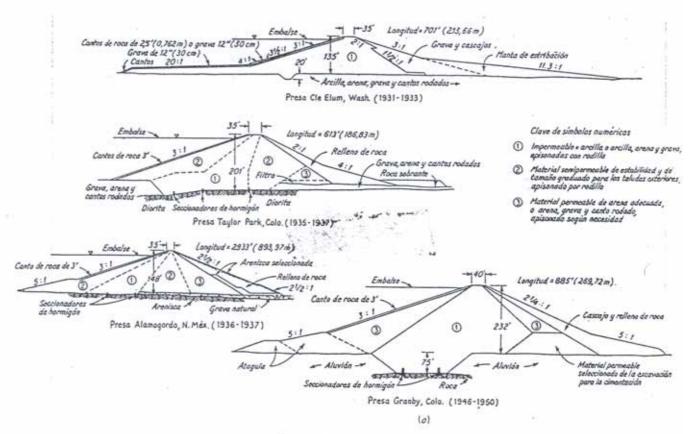
Si los conductos para desviar el agua de presa de tierra fuera cara debe construirse presa de albañilería .

-Permeabilidad del Terraplen de la presa.-Se evita colocando un muro central de hormigón .

-Tipos de presa de Tierra.-Fresa de terraplen Hidráulica.

Relleno de roca Cubierta Múcleo Cubierta

Presa de terraplén hidráulico. Obsérvese lo escarpado de los declives del núcleo.



Presas fajeadas de terraplén apisonado.

-<u>Protección de las caras</u>.- Aguas arriba se proteje con cascajo y aguas abajo con grava .

-<u>Proyecto de la cara</u>.- Aguas arriba 2 vz:1 , 3: 1 .Aguas abajo 2 : 1 .Ambas pendientes incluyen uno o más bermas separadas verticalmente por 15 mt.

En la presa de grano fino pendiente 4:1 , en presas de arcilla 10:1 cerca de la base .

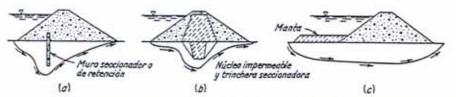
-<u>Formación de canales y escape</u> .- Es la erosión interna de los cimientos o de la presa por escape de agua .



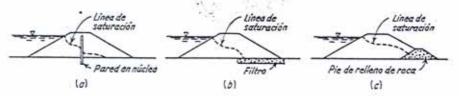
Estadios finales de la formación de canales: a) a través de los cimientos o fundaciones, b) a través del terraplén.

-Medidas contra la formación de Canales.:

- a. Colocar muros seccionador o de retención.
- b. Construir un muro inpermeable .
- c. Construcción de una manta .
- d. Pared en el núcleo .
- e. Filtro en la base.
- f. Pie de relleno de roca .



Métodos para alargar el recorrido del agua infiltrada que se escapa por los cimientos de una presa.



Diversas medidas contra los escapes.

-<u>Presas de relleno Hidráulico</u>.- Construcción de un

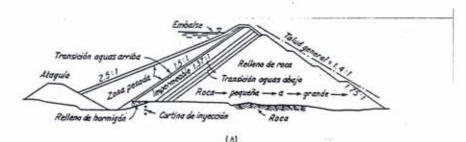
terraplen hidráulico

Saetin Saetin Agua en cabeza
Dique durante la construcción
Muro aguas abajo de material basto
Cimientos Núcleo de material fino

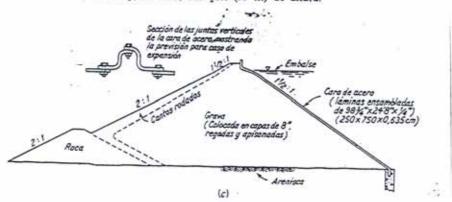
Construcción de un terraplén hidráulico.

El sedimento fino se acumula en el centro "sedimento grueso en la parte lateral.

-Presas de terraplen de roca.



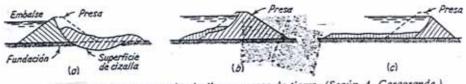
Presa de terraplén de roca, de cara frontal impermeable compactada, Presa Kenney, Canadá, 325 pies (99 m) de altura. 32



. Terraplén de roca con cara frontal de acero, presa de El Vado, Nuevo Méjico, de 170 pies (51,81 m) de altura, construida en 1934-1936. (USBR.)

-Rotura de Presa de tierra:

- 1. Por sobrecarga de la presa.
- 2. Por formación de canales internos .
- 3. Por roturas de cizalla en los cimientos "
- 4. Por deslizamiento de los estribos .
- ♥ípicas roturas de cizallas en presas de tierra ..



Tipicas roturas de cizalla en presas de tierra, (Según A. Casagrande.)

Investigaciones Geotecnicas para la remoción de tierra Informe Geotecnico para una carretera

- 1.¿Que clase de material tiene que excavarse en la zanja ? ¿Cuál debe ser la pendiente de la zanja?
- 2.¿ Soportará o no el suelo sobre el cual descansa el terraplen ?
- 3. Extensión y profundidad de las zonas pantanosas .
- 4. ¿ Cuáles son las condiciones climatológicas?

Informe Geotécnico para una presa de Tierra

- Medidas apropiadas contra el escape de agua por el cimiento.
- 2 . Estudiar la estabilidad de los cimientos .

Trinchera de Retención

- 1. Roca de Trinchera de retención .
- 2. Pendiente de la excavación .
- 3. ¿Es o no necesario explosivos para preparar la zanja ?

<u>Materiales de tajos auxiliares</u>

- 1. Ubicación respecto a la presa .
- 2. Accesibilidad .
- 3. Profundidad y tipo de roca.
- 4. Profundidad de aguas subterráneas.
- 5. Volúmen de la sobrecarga que se sacará.
- 6.Posible inundación.

Canales. --

-Clases:

- 1. Canal de navegación
- 2. Canal de irrigación .

Terminología.:

AB= Desnivel

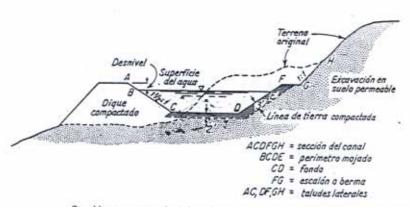
ABCDFGH=Sección del canal.

BCDE=Perímetro mojado .

CD = Fondo

FG = Berma

AC, DF, GH = Taludes laterales



Sección transversal típica de un canal con revestimiento de tierra.

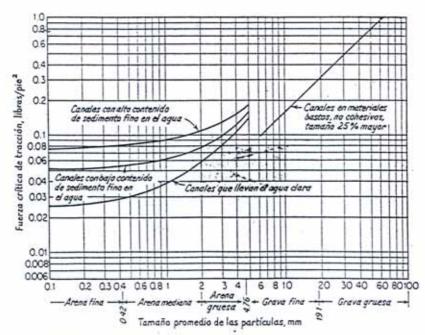
Canales principales toman agua directamente de la presa ...
Canales laterales son secundarios y distribuyen agua al terreno del agricultor.

-Fuerza de Tracción.-

La estabilidad del cauce del canal es la facultad de los materiales de su fondo y de los lados del canal para soportar la erosión. Se evita la erosión si la fuerza de tracción en lb/pie es menor que el valor crítico de la fuerza de tracción para un material dado atravesado por el canal.

Ejemplo:

Suelo del canal tamaño 0.1 mm. fuerza de tracción en lb/pie debe ser menor de 0.025 para canal que lleva agua pura .



Fuerzas de tracción límites recomendadas para canales en materiales no cohesivos. (Según Lane. 45)

Revestimiento de Canales para evitar:

- 1. Evitar perdida de agua por escape ..
- 2. Evitar deslizamiento de los taludes del canal .
- 3. Evitar la formación del fango del canal .

Para lo cual se usa :

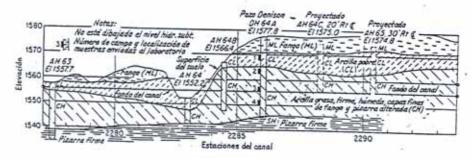
- 1. Revestimiento de hormigón (espesor 1/2044").
- 2. Revestimiento de barro .
- 3. Revestimiento de Tierra compactada (grava graduada trabada con arena arcilla).
- 4. Revestimiento de compuestos de asfalto ..

Investigaciones Geotecnicas del canal

Igual al de vías ferreas y carreteras .

- 1. Sin asentamiento .
- 2. Con taludes estables .
- 3. Con base y talud inpermeable .

Preparar perfiles según ejes de la carretera y transversal al eje de la carretera.



Perfil geológico de una parte del canal.

CAPITULO 16

DESPRENDIMIENTO DE TIERRA Y OTROS DESPLAZAMIENTOS DE LA CORTEZA *

Terminologia - Los desplazamientos estan conformados por:

- Desprendimientos de tierra.
- Deslizamientos.
- Asentamientos.
- Reptacion, o escurrimiento fluencias de masas de tierra.
- Soliflucion.

Deslizamiento .- Visto del plano horizontal

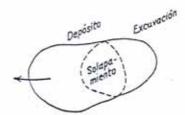


Fig. 17-3. Vista esquemática en un plano de un desprendimiento.

Deslizamiento de losas:

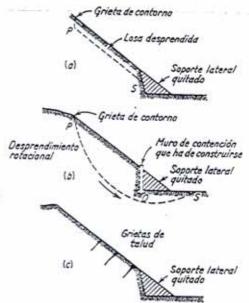


Fig. 17-4. Deslizamiento producido por la traslación del soporte lateral.

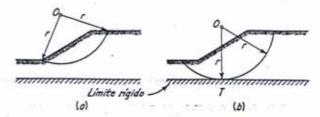


Fig. 17-1. Dos casos teóricos de rotura de talud: a) rotura de talud, b) rotura de base.

Causas del desplazamiento :

- 1.- Disminucion del coeficiente de friccion en la superficie de deslizamiento por el agua.
- 2.- Aumento del peso de la cu\$a a deslizarse.
- 3.- Supresion del soporte que evitara el deslizamiento.

Deslizamiento de losa someros en los materiales de tierra.

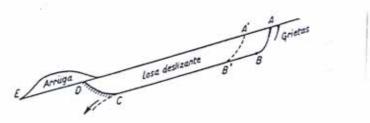


Fig. 17-6 Deslizamiento de losa típico.

Deslizamiento retrogresivo.

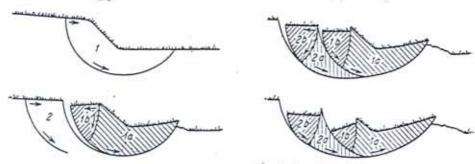


Fig. 17-7. Mecánica de los deslizamientos retrogresivos según la Comisión Geotécnica de los Ferrocarriles del Estado suecos. (De «Géotechnique», vol. 5, n.* 1, 1955.)

Comprobacion de la estabilidad de un talud:

- Se divide la cuna a deslizarse en franjas verticales.
- Veamos la franja 6:

W = peso de la franja 6

T = fuerza tangencial o matriz

N = fuerza normal, perpendicular a la fuerza tangencial.

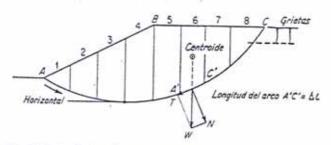


Fig. 17-11. Método de franjas para confrontar la estabilidad de los taludes.

La fuerza tangensial, es igual a T, esta provocara el deslizamiento.

Las fuerzas resistentes, son aquellas que evitaran el deslizamiento.

- 1.- Fuerza de friccion: N x tag@ (tag @ es el coeficiente de friccion en la superficie de desplazamiento).
- 2.- Fuerza de cohesion: A lo largo del arco A'C' es igual a Cx(DL) = Cx(A'C').

La sumatoria algebraica de las fuerzas tangentes de cada franja dividido entre el factor de seguridad debe ser igual o menor que la sumatoria algebraica de las fuerzas resistentes.

Otro metodo de comprobar la estabilidad de un talud:

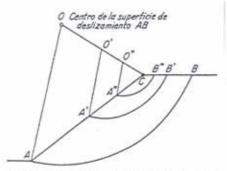


Fig. 17-13. Esfuerzos cortantes críticos en la superficie de deslizamiento A B; ningún esfuerzo cortante crítico dentro de la cuña A B C.

momento matriz=W2 x L2 (provoca deslizamiento)
momento resistente=W1 x L1+AB_xfuerza de cohesion
unitaria (evita deslizamiento)

Si el momento matriz / factor de seguridad es igual o menor que el momento resistente no habrá deslizamiento.

Si se tiene una cuña ABC estable, A'B'C' es menor que ABC, entonces la cuna A'B'C'es mas estable.

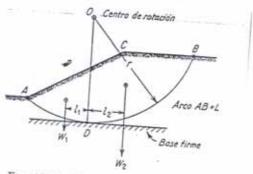


Fig. 17-12. Deslizamiento en suelo cohesivo sostenido por una base firme.

Deslizamientos en materiales casi homogeneos:



Fig. 17-14. Deslizamiento rotacional (hundimiento) de un talud fisurado. (Se-gún Sharpe. 2)

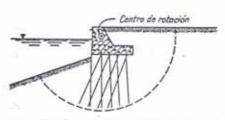


Fig. 17-15. Superficie de deslizamiento

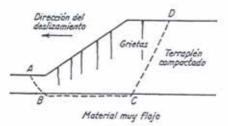


Fig. 17-15. Superficie de deslizamiento Fig. 17-16. Rotura de un talud compacto construido sobre material blando subyacente.

Desprendimiento de rocas.- Rocas que caen en forma caotica, desordenadamente sin superficie de deslizamiento.



Fig. 17-20. Vista panorámica de un deslizamiento de rocas en el Grand Valley Project, Colorado. (Fot. USBR.)

Formas de evitar el desprendimiento:

- Se pone muro de contension.
- Evitar exceso de agua.
- Disminuir el peso.

Escurrimiento y fluencia

Caracteristicas de los movimientos de escurrimientos.

Escurrrimiento es un movimiento lento de estratos superiores respecto a los estratos subyacentes llamado tambien rectacion.

Tipos de Escurrimiento: - Escurrimiento de roca.

- Escurrimiento de talud.

- Escurrimiento del suelo.

Fluencia de tierras.- Es conocido en el Peru como huaico, masa de tierra y bloques de tierra que avanzan con fuerza destructora, se tiene inicio del huaico, mayor dano del huaico y frente final del huaico.

Asentamientos.

- 1.- Debe observarse el descenso del piso de una construccion.
- 2.- Curva de ascentamiento vs. tiempo.

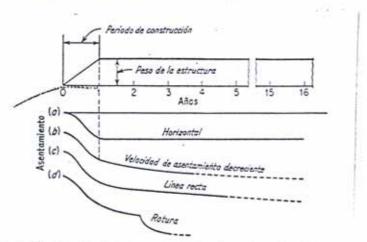


Fig. 17-28. Curvas de tiempo-asentamiento tomadas sobre el terreno.

Causas del asentamiento.

2.9

1.- Supresion del soporte lateral:

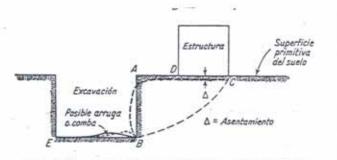
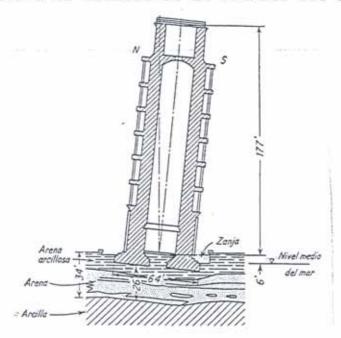


Fig. 17-29. Asentamiento producido por excavación.

2.- Por rotura de cizalla de un estrato del subsuelo.



3.- Asentamiento por variacion del nivel freático.

Causas : - Por bombeo de agua.

- Por disolucion de sales en el subsuelo.
- Por socavamiento de las rib eras del rio Rimac.
- Por socavamiento del litoral en los acantilados de las playas.

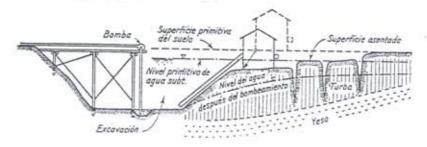


Fig. 17-30. Asentamiento y resquebrajamiento causados por bombeamiento. 21

Hundimiento por mineria.

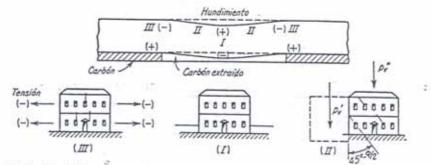


Fig. 17-34. Hundimiento semejante al de losa debido a mineria. (De «Soil Mechanics», por D. P. Krynine, 2.º ed., McGraw-Hill Book Company, Inc., Nueva York, 1947.)

*

CAPITULO 17

Terremotos y proyectos asísmicos *

Problemas Geotécnicos relacionados con los terremotos

- Primero. Establecer la naturaleza del riesgo sísmico:
 - a) Sismicidad de la región.
 - b) Naturaleza y daño de la estructura.
- Segundo.- Establecer ciertas bases del proyecto estructural en regiones sísmicas.

Escala de intensidad del terremoto: Según Mercalli Grado:

I - : No se siente.

II : Pocas personas lo perciben.

III : Se percibe en las casas.

IV : Se mueven platos y ventanas.

V : Todos lo perciben.

VI : Todos lo perciben se asustan y salen a la calle.

VII : Todos corren a la calle, poco daño en buenos

edificios.

VIII : Daño leve en estructura.

IX : Grandes daños en estructuras nobles.

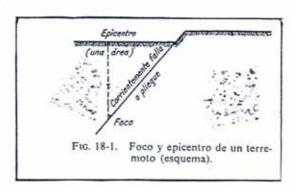
X : Se destruyen algunas estructuras de madera bien

construidas.

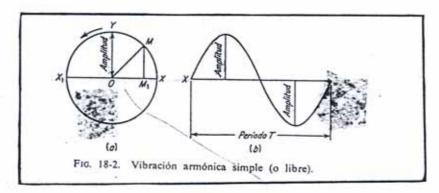
XI : Fisuras en el suelo, casi todo cae.

XII : Daño total.

Epicentro, foco o hipocentro:



Vibraciones del terreno



Ondas Sísmicas y sismógrafos: Las ondas sísmicas pueden ser:

- Ondas longitudinales compresivas P de mayor velocidad y llegan primero al lugar, no son destructivas, llamado Primaria.
- Ondas transversales o de cizalla S, llegan después y son destructivas, llamadas secundarias.
- Las ondas sísmicas se registran en el sismógrafo.

Fuerzas laterales de terremoto

0.015
$$T = periodo natural$$
 de la estructura.

T en seg.

Para un edificio de varios pisos:

Peso de una planta en el nivel del piso es Wx y la altura de ese piso sobre el suelo es hx, la fuerza lateral del terremoto

 Σ Wh, es la suma de los productos Wh de todos los pisos del edificio.

Método práctico: Aceleración horizontal es igual a 1/10 de W (que es el peso de gravedad).

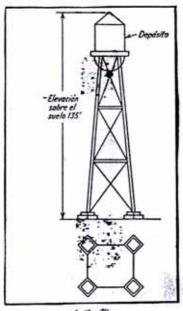
Para las Presas: La aceleración horizontal usado es 0.1 a 0.3 de W (peso de gravedad).

Daños producidos por los terremotos

En los edificios: Las estructuras de acero que soportan la carga de las paredes y suelos es satisfactorio.

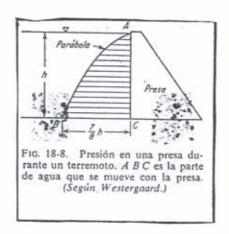
En los cimientos: Cimiento profundo no hay problema, cimiento superficial, si hay problema, si la napa freática es casi superficial si hay problema, si el suelo es poco consolidado, hay problema, si está cerca de un cerro de roca dura, el suelo recibirá rebote de ondas sísmicas y habrá problema.

<u>Depósitos elevados</u>: Si está sobre pie extenso hay problema, si está sobre estribos de hormigón fraguado sobre pilares no habrá problemas.



138

Presas: Presión en una presa durante un terremoto ABC es la parte de H2O que se mueve con la presa.



Tuneles:

Falla en los tuneles son peligrosos.

