

# Fundaciones

2024

# Objeto del estudio de fundaciones



Falla pilotes en tracción (China)



Falla pilotes en tracción (China)



Recalce de fundación



Excavación 8 subsuelos (Santiago de Chile)



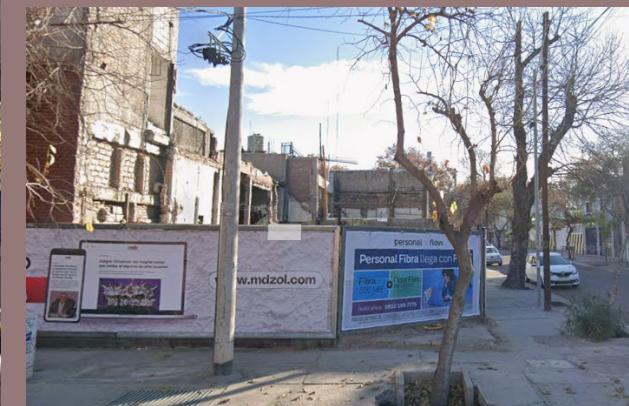
Simulación tensiones de suelos

# Situación local

2022



HOY

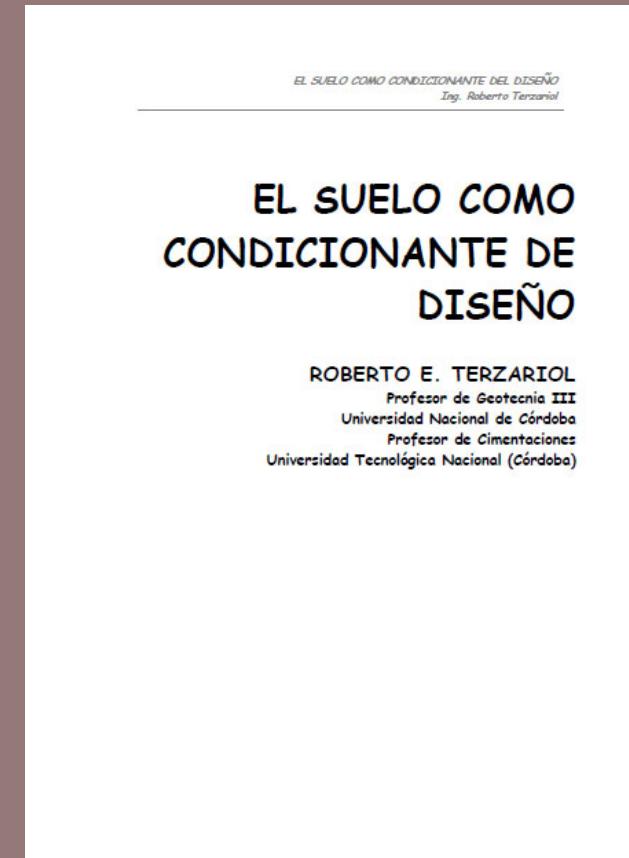
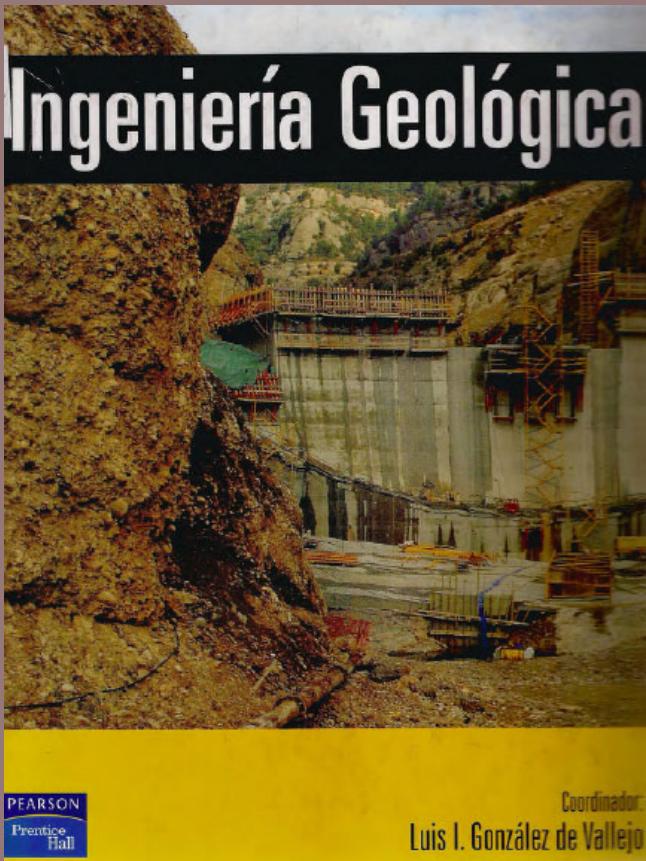


Corrientes y Federico Moreno

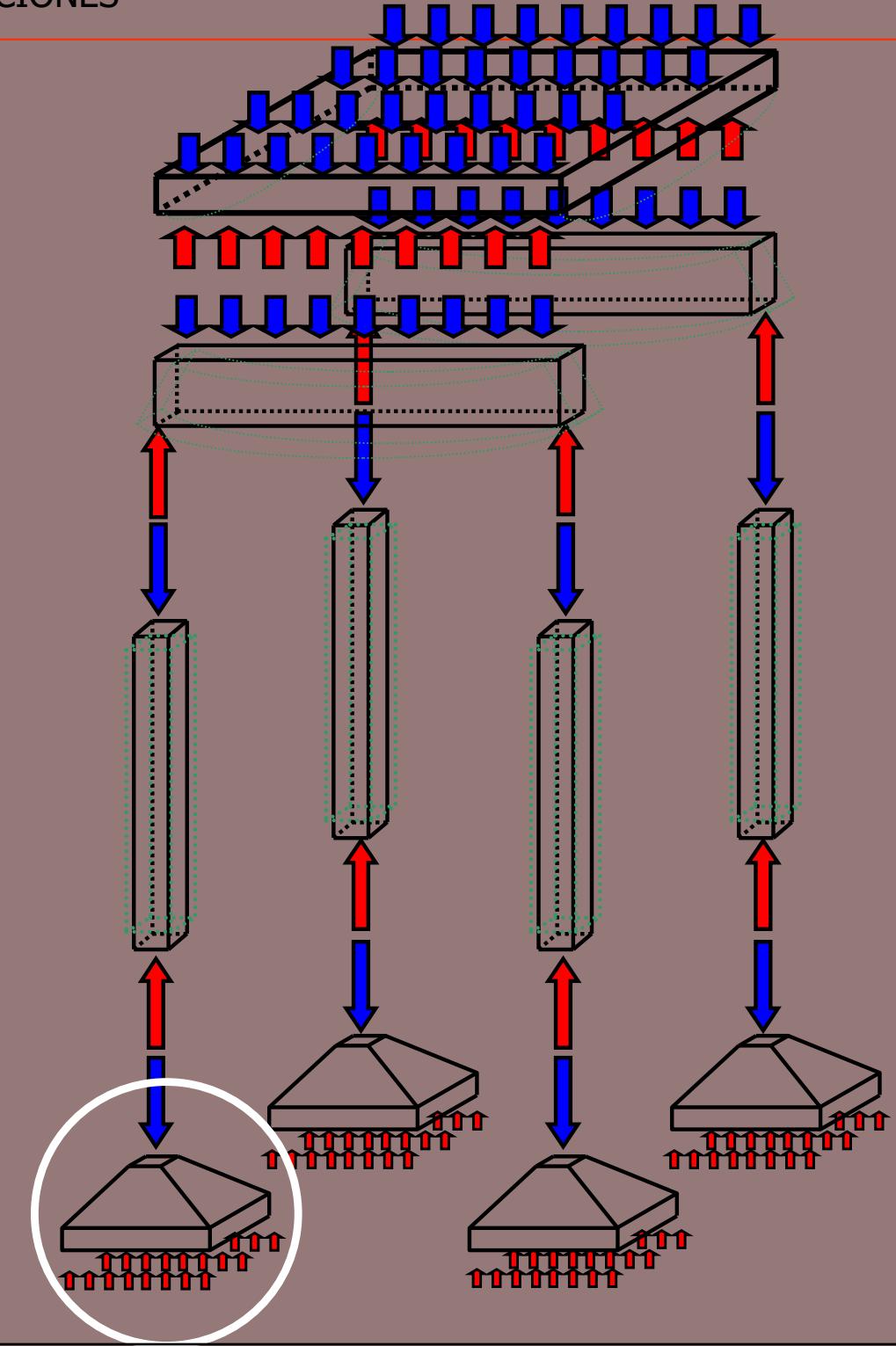
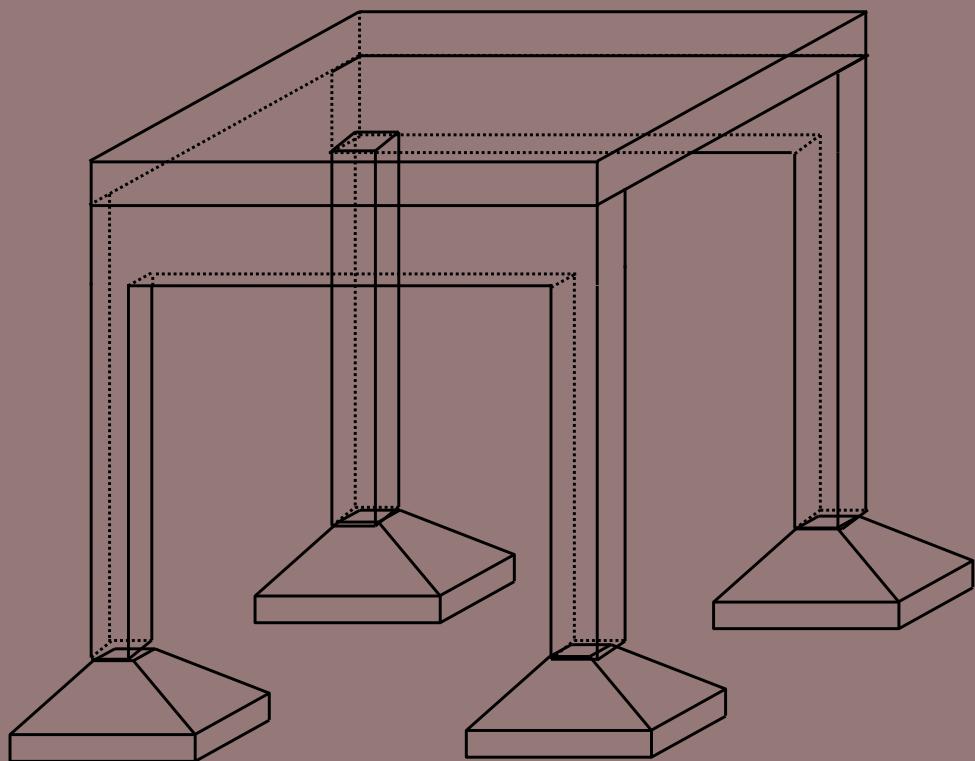
Alberdi y Federico Moreno

Salta y Entre Ríos

# BIBLIOGRAFÍA



# Transferencia de Cargas



# Tipos de fundaciones

- Mampostería
  - Hormigón ciclópeo
  - Zapatas
  - Bases
  - Plateas
  
  - Pilotes
  - Pozos de fricción
  - Especiales
- }
- Aisladas (Puntual)
  - Corridas (Cimientos)
  - Superficie (Plateas)

## Características de la Estructura

Cargas transmitidas (concentradas, distribuidas, excéntricas, verticales, horizontales), SU valor y características.  
Influencia de las estructuras próximas.

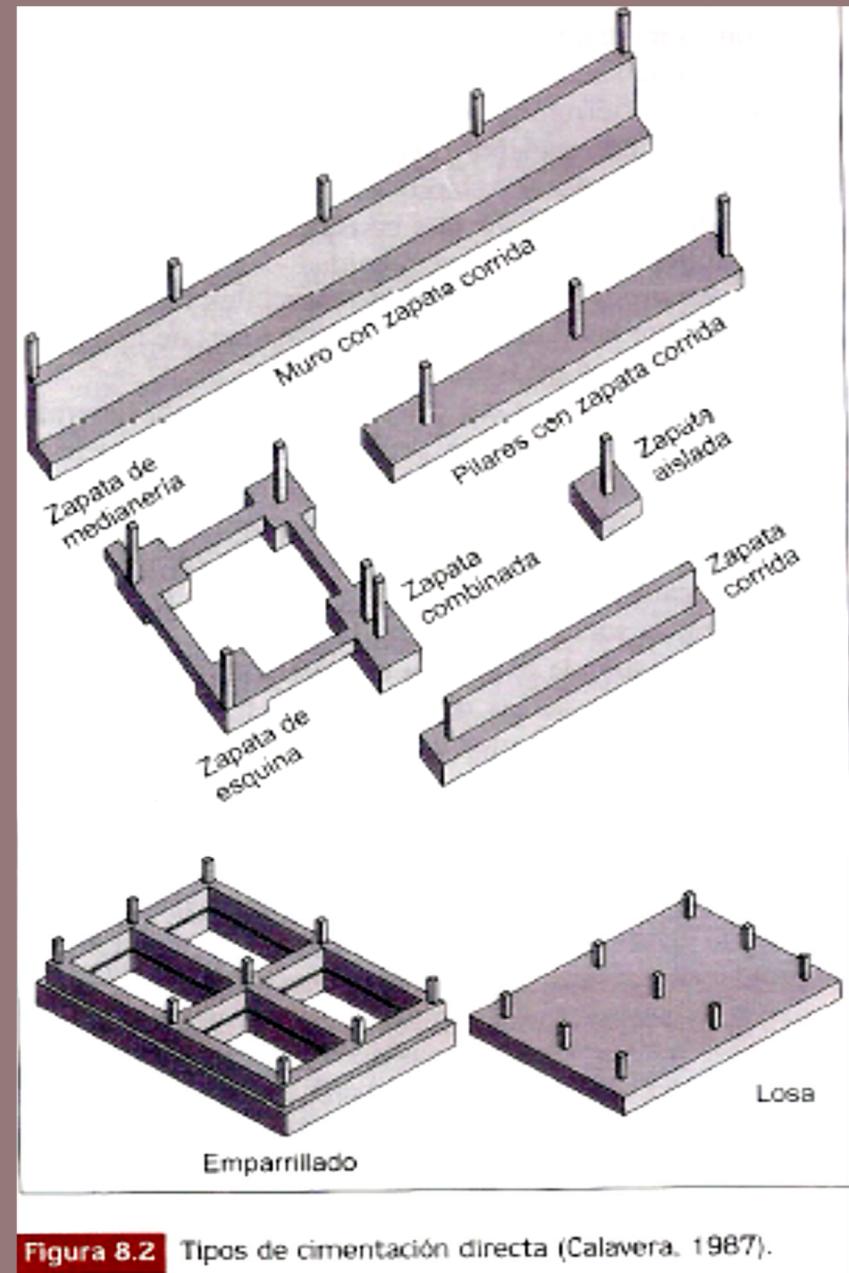


Figura 8.2 Tipos de cimentación directa (Calavera, 1987).

## CLASIFICACIONES

### Profundidad

- Superficiales
- Profundas

### Transmisión de acciones

- Aisladas (Puntual)
- Corridas (Cimientos)
- Combinadas.
- de Superficie (Plateas)

### Relación de aspecto

- Rígidas
- Flexibles

### Geometría en planta

- Rectangulares
- Cuadradas
- Circulares
- Poligonales

## CLASIFICACIÓN s/ PROFUNDIDAD

### SUPERFICIALES

B y D<sub>f</sub> igual magnitud (1 a 3 veces)

- Cimientos
- Zapatas corridas
- Bases aisladas
- Bases combinadas
- Plateas

### PROFUNDAS

D<sub>f</sub> mayor que B (más de 3 veces)

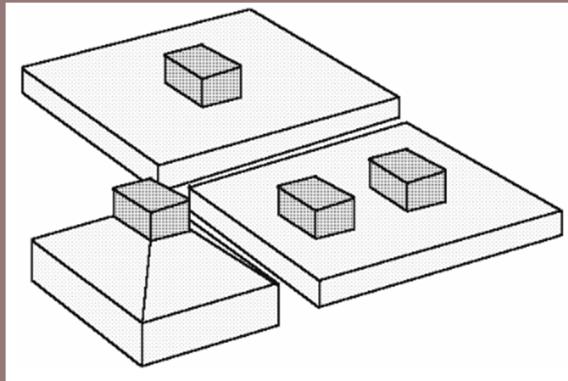
- Cajones
- Pilotes
  - Hincados: H<sup>o</sup>A<sup>o</sup>, H<sup>o</sup>P<sup>o</sup>, acero, mad.
  - Perforados (in situ)
    - Manual o equipo
    - Camisa perdida
    - Camisa recuperada
  - Lodos bentoníticos

# Tipos de fundaciones

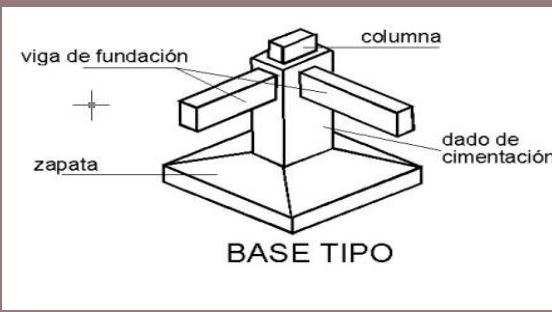
## SUPERFICIALES

Son aquellas que se apoyan en las capas superficiales o poco profundas del suelo, por tener éste suficiente capacidad portante o por tratarse de construcciones de importancia secundaria y relativamente livianas.

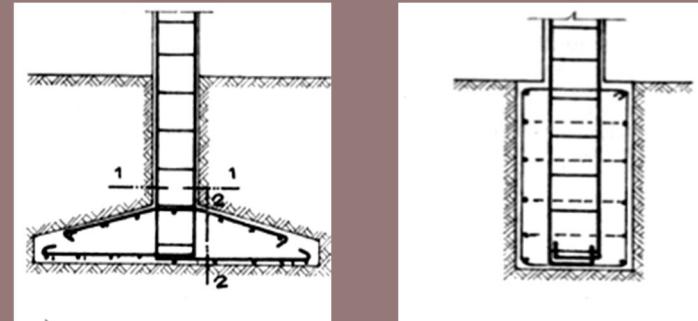
# **SUPERFICIALES: Bases Aisladas**



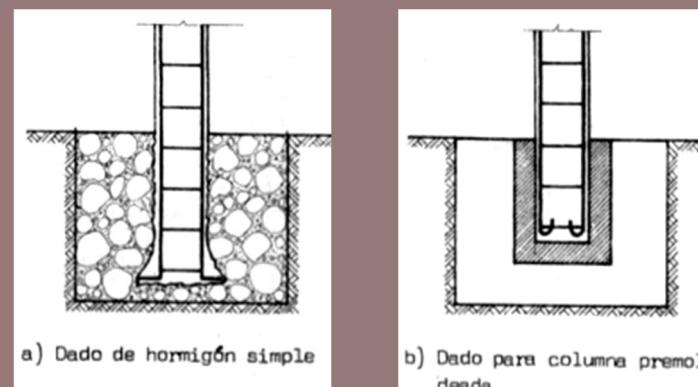
# Centradas



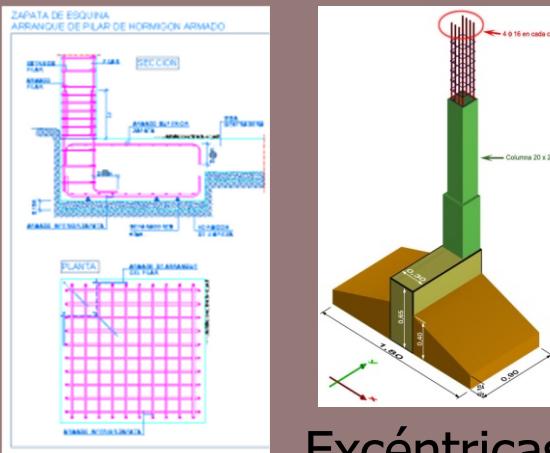
BASE TIPO



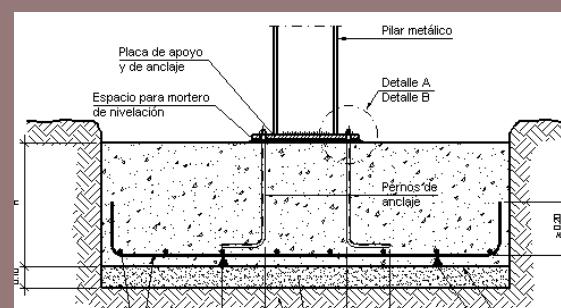
c) Base común de hormigón armado



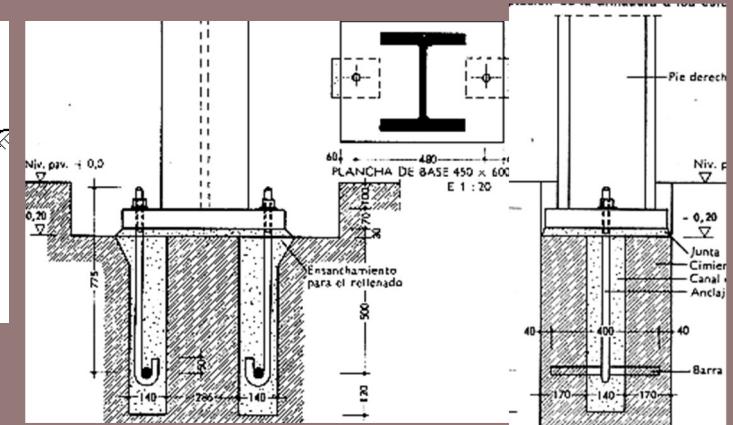
c) Pantalla vertical de hormigón armado



# Excéntricas



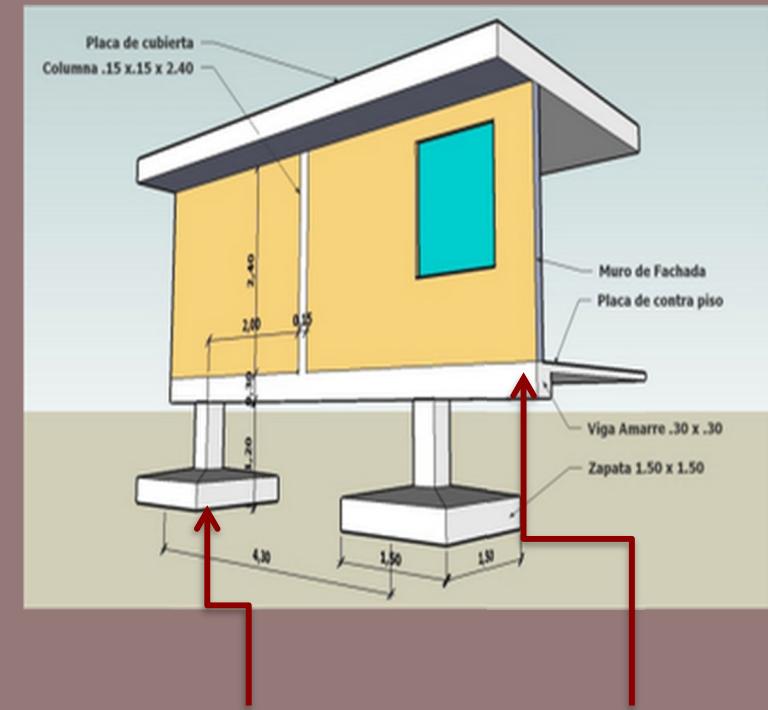
# Bases para columnas de acero



## SUPERFICIALES: Bases Aisladas



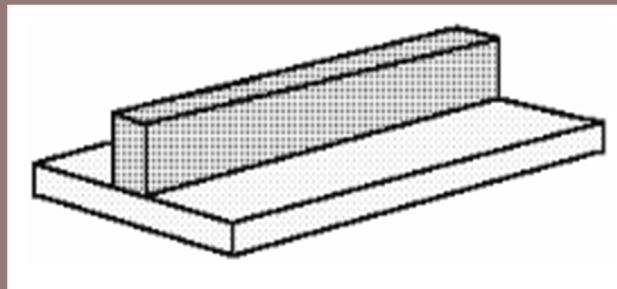
Bases aisladas escalonadas arriostradas



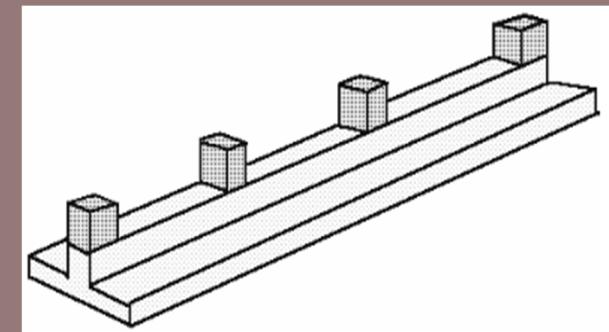
Bases aisladas Viga portamuro

Bases aisladas con viga portamuro

## SUPERFICIALES: Bases corridas



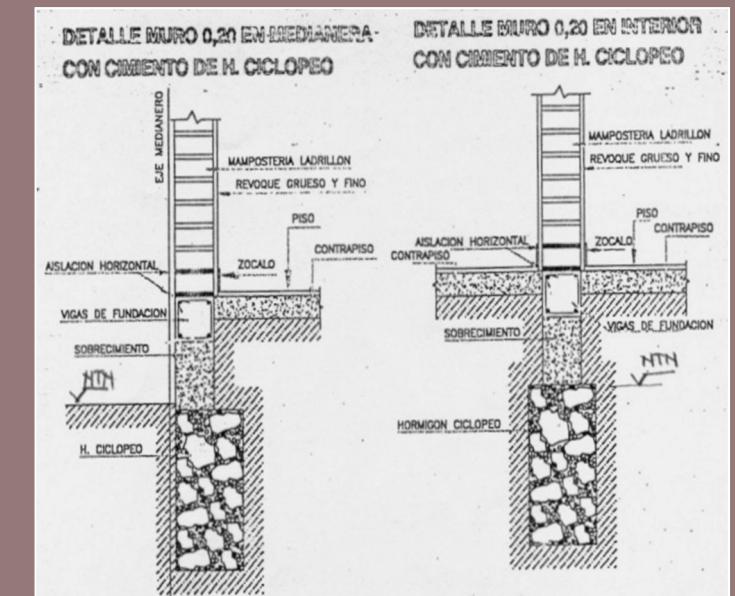
Bajo Muro



Bajo Columnas

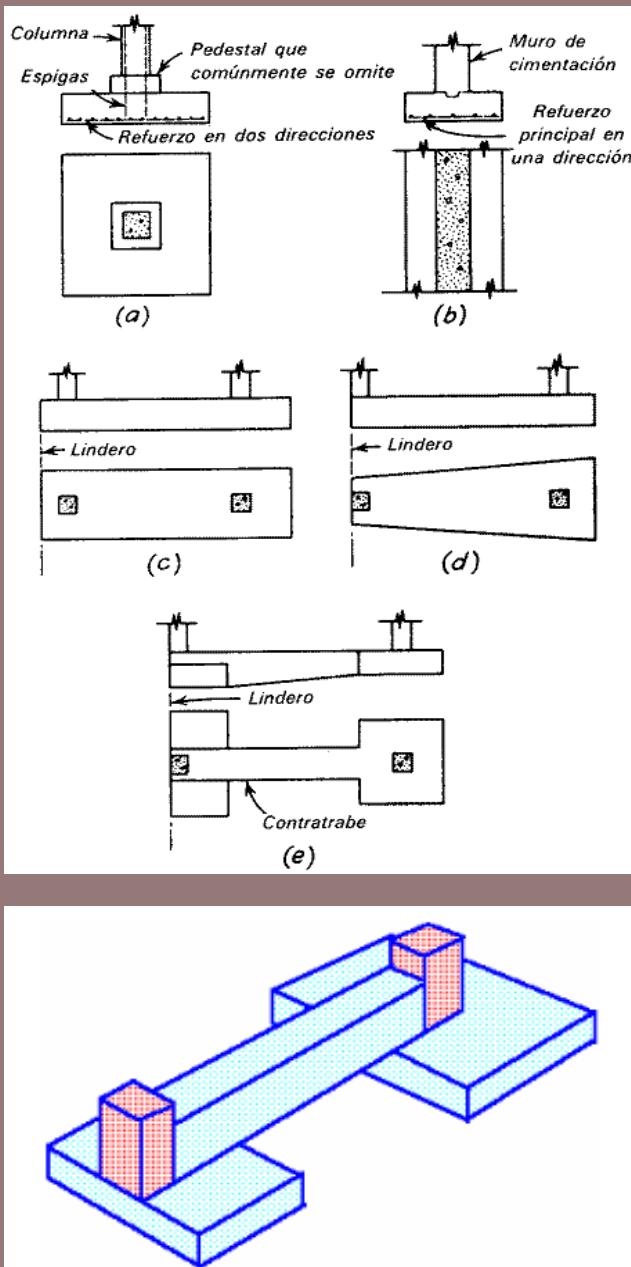


Zapata corrida

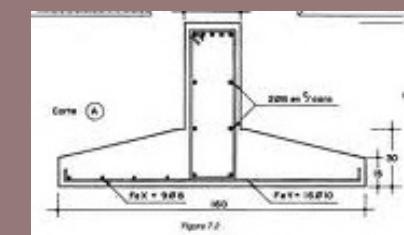
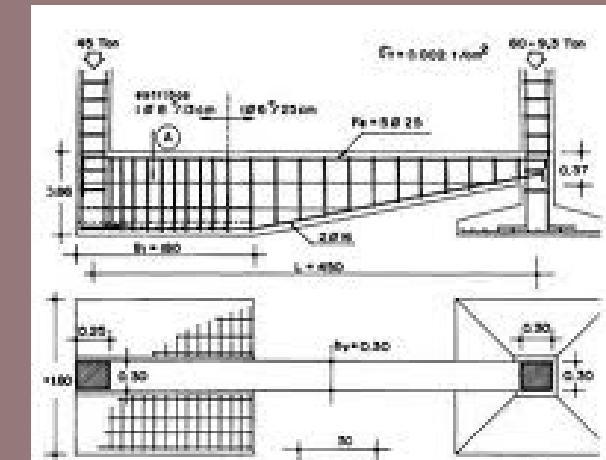
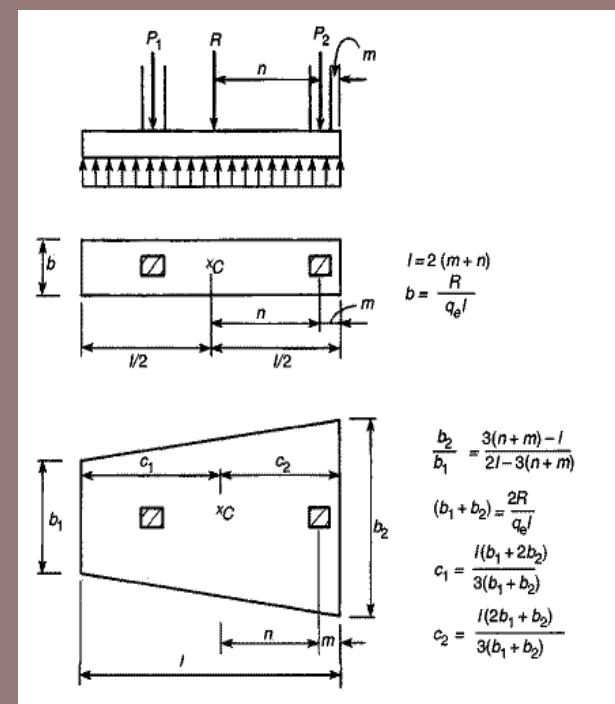


Cimientos

# **SUPERFICIALES: Bases combinadas**

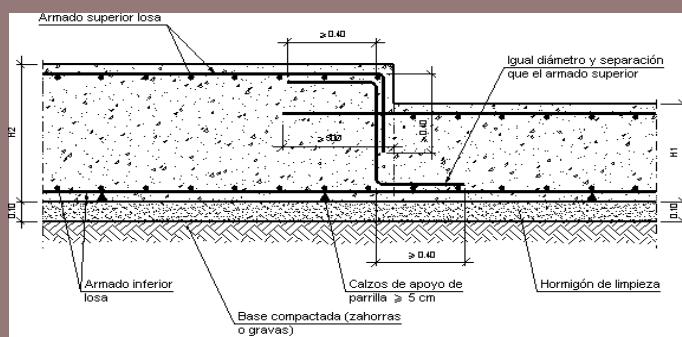
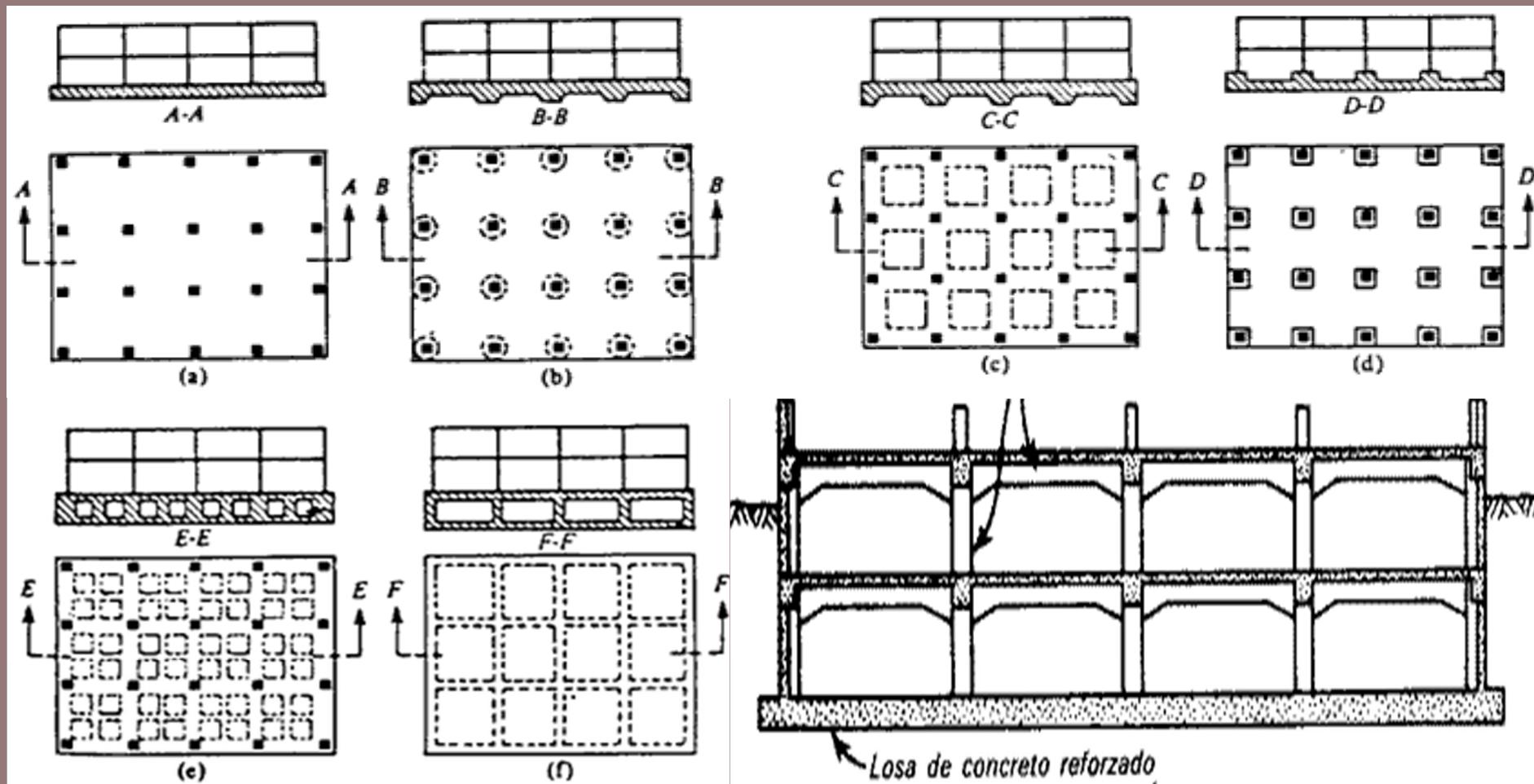


# Geometría

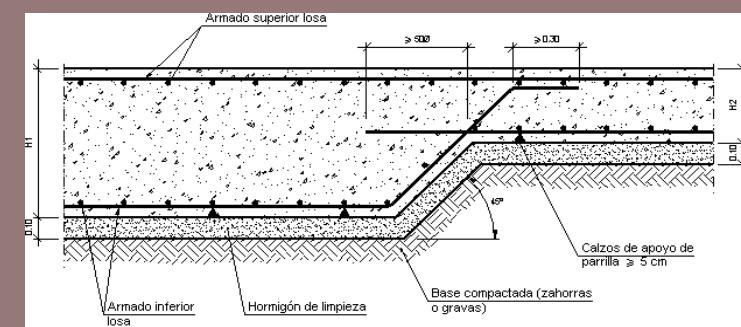


# Armado

# SUPERFICIALES: Plateas



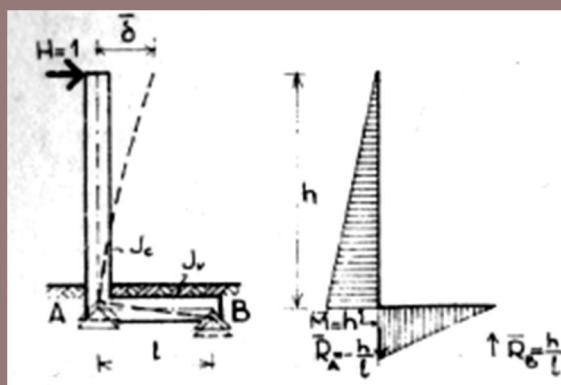
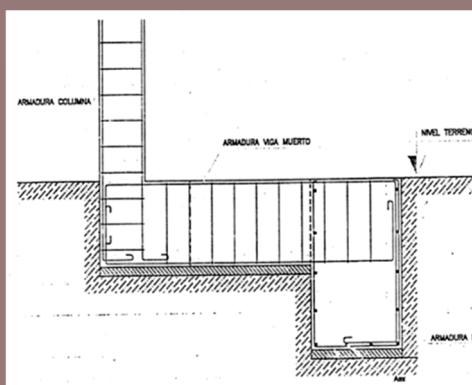
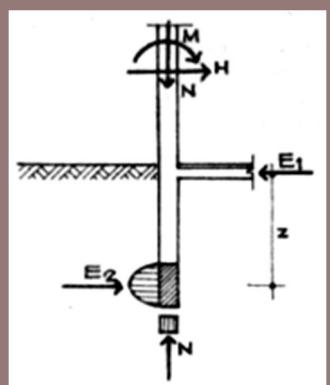
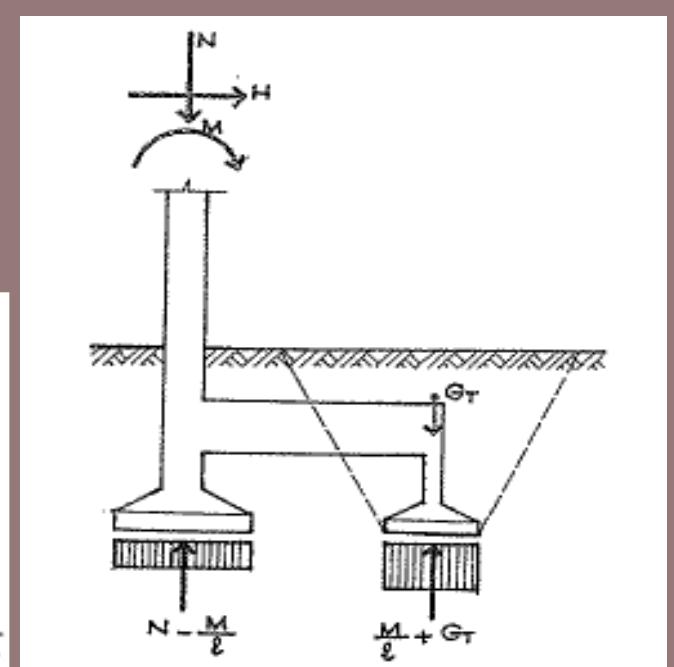
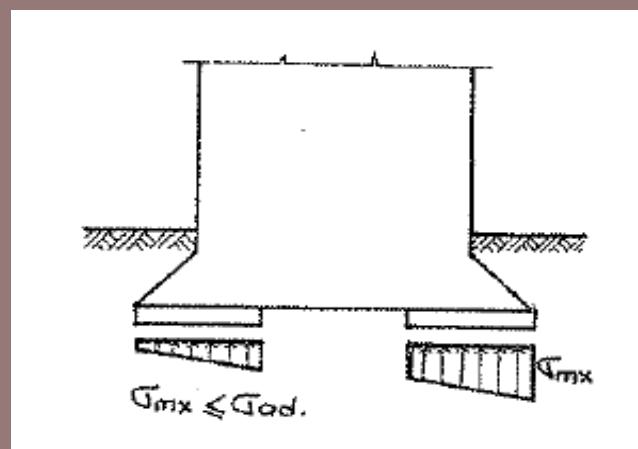
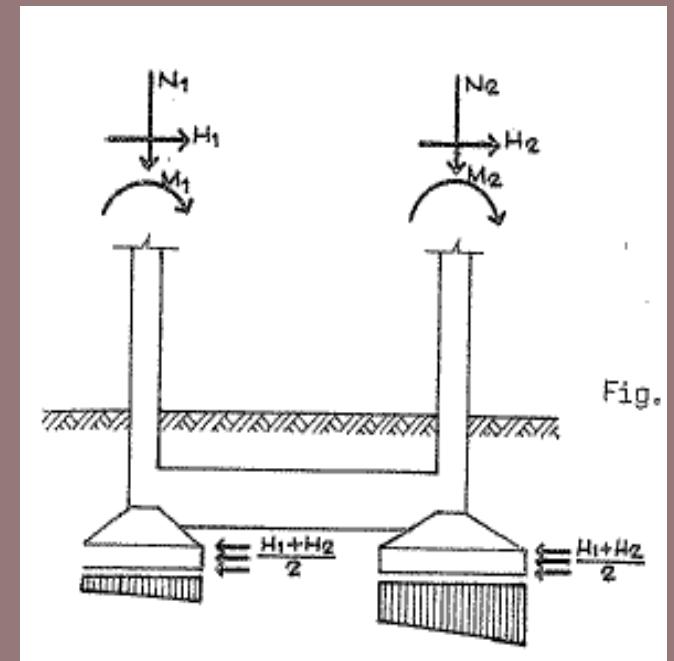
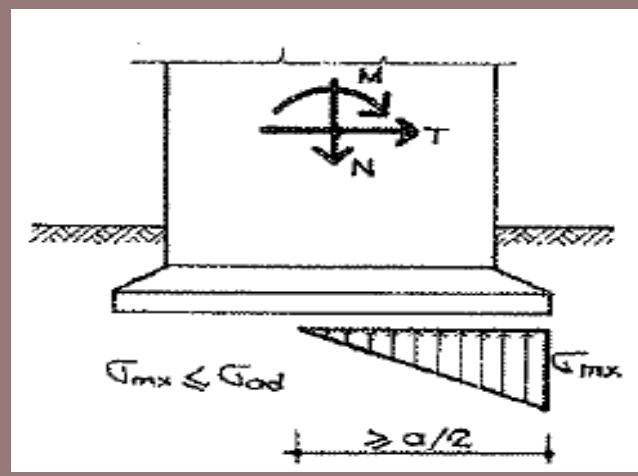
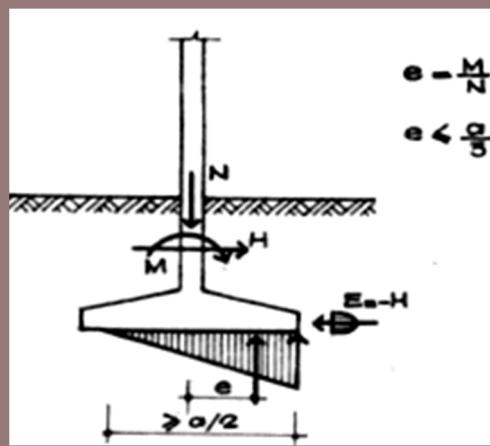
Detalles



## SUPERFICIALES: Plateas



# **SUPERFICIALES: Con Momento**



## COMPONENTES

### Suelo

- Ensayos de caracterización del suelo: físicos, químicos, SPT
- Clasificación: densidad ( $\gamma$ ), cohesión (c), ángulo de fricción interna ( $\phi$ ). Casagrande
- Profundidad de fundación ( $D_f$ )
- Nivel Freático
- Presiones nominales o admisibles
- Presiones de Diseño sobre el Terreno:  $D+L$ ,  $D+f_1 L+E$

### Hormigón

- Flexión
- Corte
- Punzonado

# FUNDACIONES

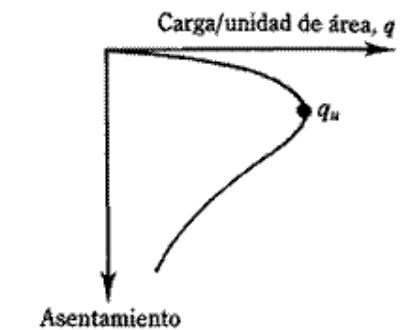
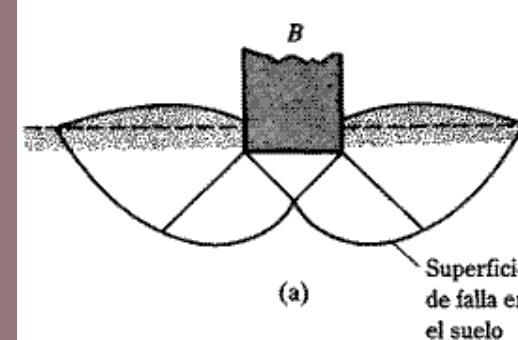
# CLASIFICACIÓN DE SUELOS

## Sistema USCS de Clasificación de Suelos

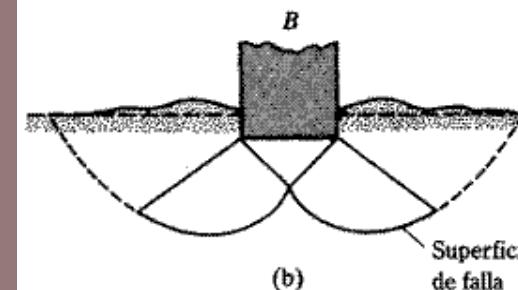
IDENTIFICACION EN EL CAMPO			SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TIPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRUESO - MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL ES RETENIDO POR EL TAMIZ # 200	GRAVAS - MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA ES RETENIDA POR EL TAMIZ # 4	AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	<b>GW</b>	GRAVA BIEN GRADUADA, MEZCLA DE GRAVA Y ARENA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	$C_t = \frac{D_{40}}{D_{10}}$ MAYOR DE 4 ; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{40}}$ ENTRE 1 Y 4	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GW		
ARENAS - MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR EL TAMIZ # 4	GRAVAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	<b>GP</b>	GRAVAS MAL GRADUADAS, MEZCLAS DE ARENA Y GRAVA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA "A" O Ip MENOR QUE 4	POR ENCIMA DE LA LINEA "A", CON Ip ENTRE 4 Y 7 CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES		
ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)	GRAVAS CON FINOS (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)	FRACCION FINA NO PLASTICA (PARA LA IDENTIFICACION VER EL GRUPO ML, MAS ABAJO)	<b>GM</b>	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO	LIMITES DE ATTERBERG POR ENCIMA DE LA LINEA "A" O Ip MAYOR QUE 7			
ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)	ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO)	<b>GC</b>	GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	$C_v = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR DE 6 ; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ ENTRE 1 Y 6	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GC		
ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)	ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	AMPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	<b>SW</b>	ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	MENOS DEL 5%	LIMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA "A" O Ip MENOR QUE 4		
ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)	ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS	<b>SP</b>	ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	MAS DEL 12%	MAS DEL 12% AL 12%	LIMITES DE ATTERBERG POR ENCIMA DE LA LINEA "A" O Ip MAYOR QUE 7	POR ENCIMA DE LA LINEA "A", CON Ip ENTRE 4 Y 7 CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES
ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)	ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	FINOS NO PLASTICOS (PARA IDENTIFICACION VER EL GRUPO ML MAS ABAJO)	<b>SM</b>	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO MAL GRADUADAS				
ARENAS CON FINO (CANTIDAD APRECIABLE DE FINOS)	ARENAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICACION VER EL GRUPO CL MAS ABAJO)	<b>SC</b>	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE ARENAS O ARCILLAS				
METODOS DE IDENTIFICACION PARA LA FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 40								
SUELOS DE GRANO FINO - MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL PASA POR EL TAMIZ # 200	LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (A LA DISgregacion)	DILATANCIA (REACTION A LA AGITACION)	TENACIDAD (CONSISTENCIA CERCA DEL LIMITE PLASTICO)				
LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	NULA A LIGERA	RAPIDA A LENTA	NULA	<b>ML</b>	LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLAS CON LIGERA PLASTICIDAD			
LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	MEDIA	<b>CL</b>	ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS			
LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	LIGERA A MEDIA	LENTA	LIGERA	<b>OL</b>	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD			
LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	LIGERA A MEDIA	LENTA A NULA	LIGERA A MEDIA	<b>MH</b>	LIMOS INORGANICOS, SUELOS LIMOSOS O ARENOSOS FINOS MICAECOS O CON DIATOMAEAS, LIMOS ELASTICOS			
LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	ALTA A MUY ALTA	NULA	ALTA	<b>CH</b>	ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD ELEVADA, ARCILLAS GRASAS			
LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	LIGERA A MEDIA	<b>OH</b>	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA			
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	FACILMENTE IDENTIFICABLES POR SU COLOR, OLOR, SENSACION ESPONJOSA Y FRECUENTEMENTE POR SU TEXTURA FIBROSA		<b>Pt</b>	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS				
UTILICESE LA CURVA GRANULOMETRICA PARA IDENTIFICAR LAS FRACCIONES DE SUELO INDICADAS EN LA COLUMNA DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO								
LINEA A: $Ip = 0.73(WL - 20)$								
COMPARANDO CON SUELOS CON EL MISMO LIMITE LIQUIDO								
INDICE DE PLASTICIDAD								
UTILICESE LA CURVA GRANULOMETRICA PARA IDENTIFICAR LAS FRACCIONES DE SUELO INDICADAS EN LA COLUMNA DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO								
GRAFICO DE PLASTICIDAD PARA LA CLASIFICACION EN LABORATORIO DE SUELOS DE GRANO FINO								

# MODOS DE FALLA

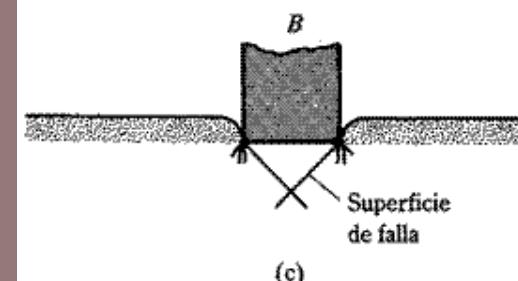
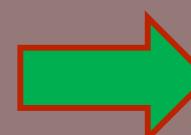
- Suelos compactos  
(falla corte general)



- Suelos intermedios  
(falla local)



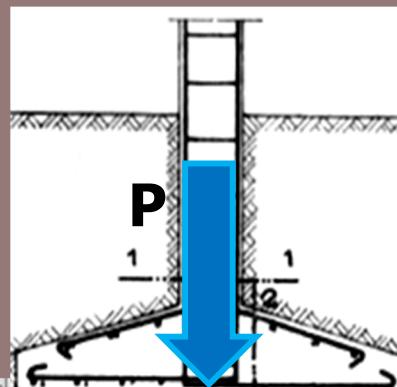
- Suelos sueltos  
(falla por punzonado)



Nº GOLPES "N"	DENSIDAD RELATIVA
0-4	Muy suelta
4-10	Suelta
10-30	Medianamente densa
30-50	Densa
>50	Muy densa

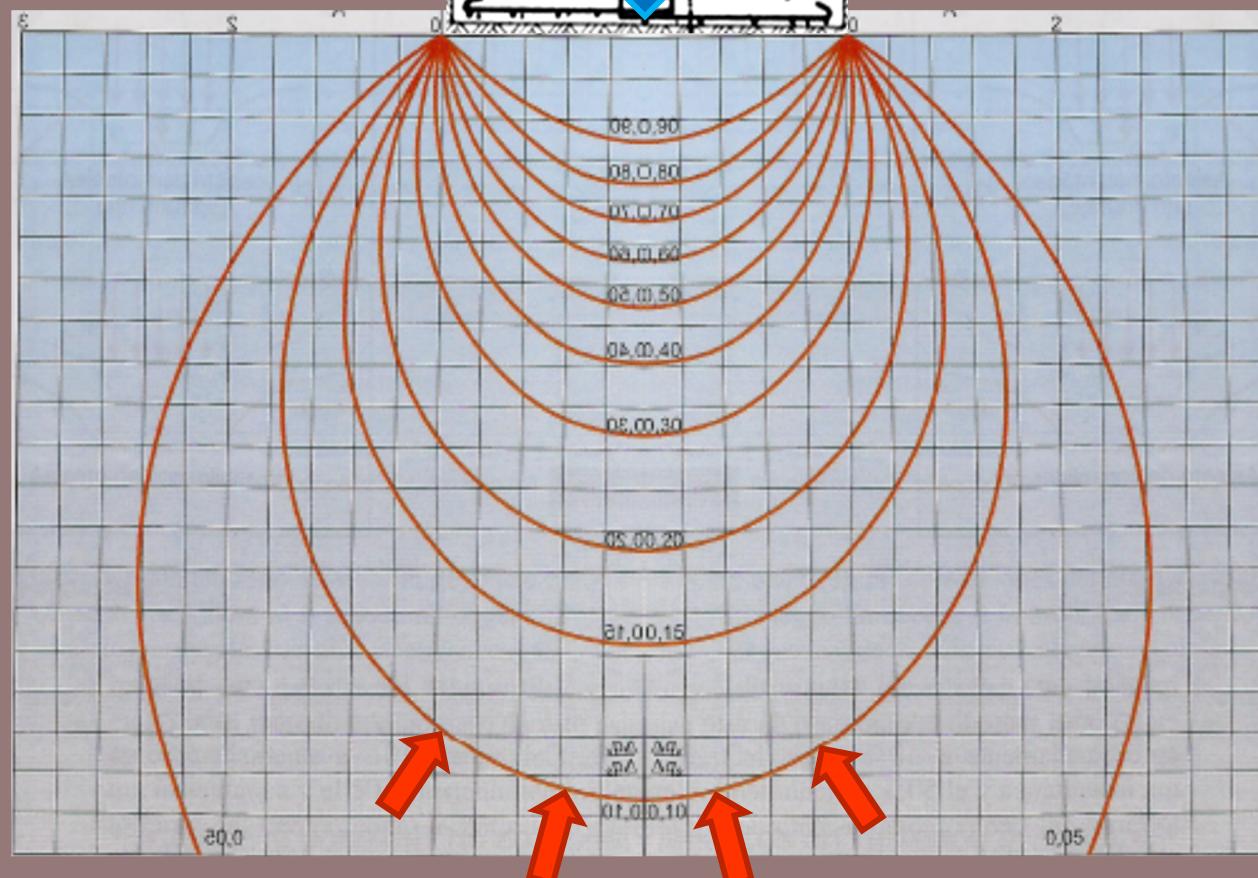


# BULBOS DE PRESIÓN

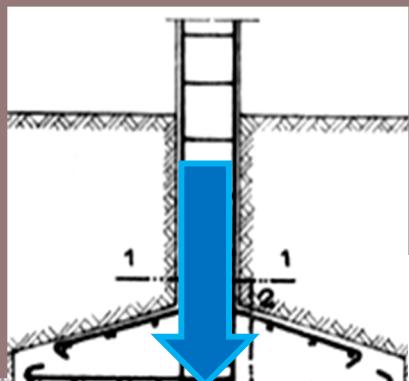


$$\sum F_Y = 0 \rightarrow P = \sum P_y$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow \sum P_x = 0$$

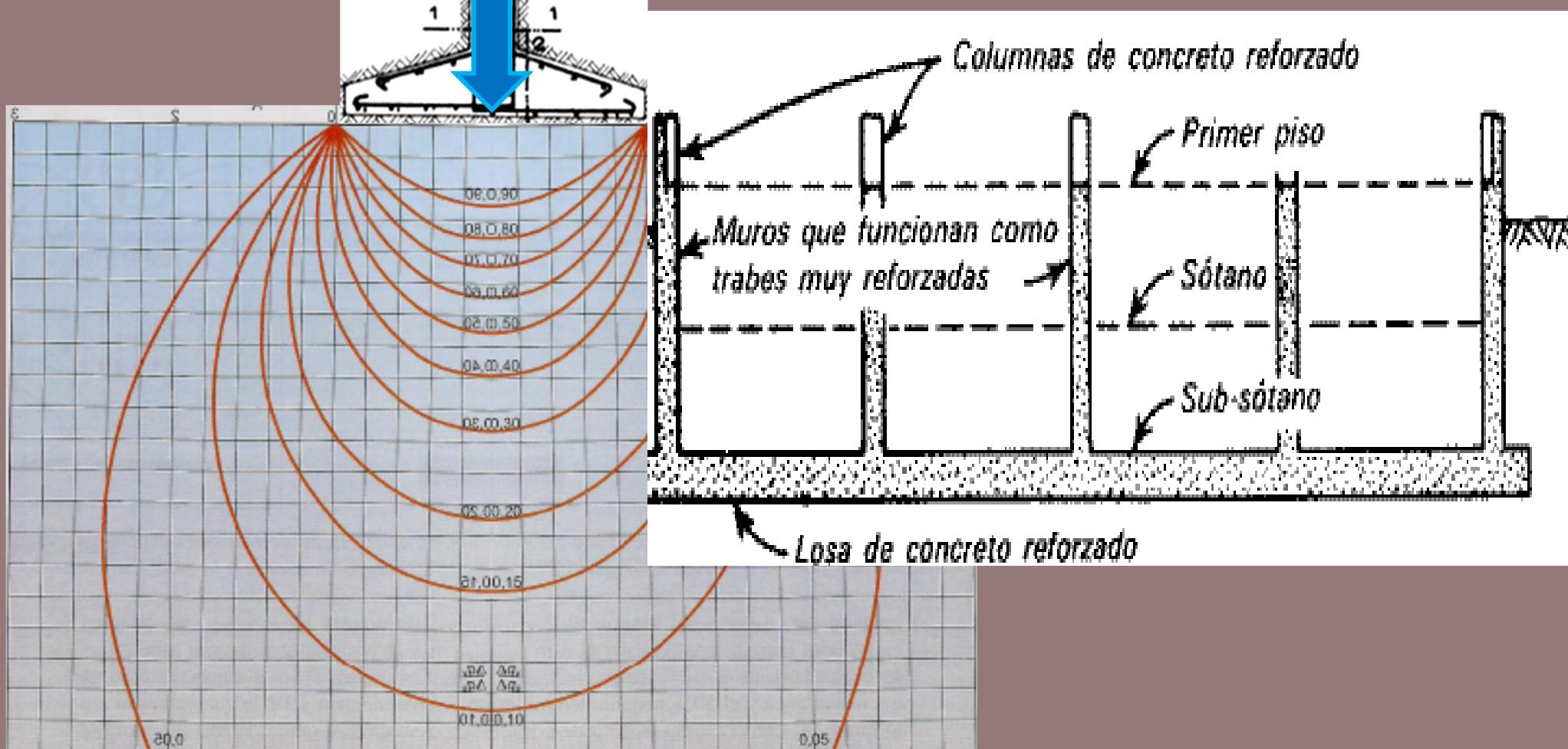


# CORTE DE BULBOS DE PRESIÓN



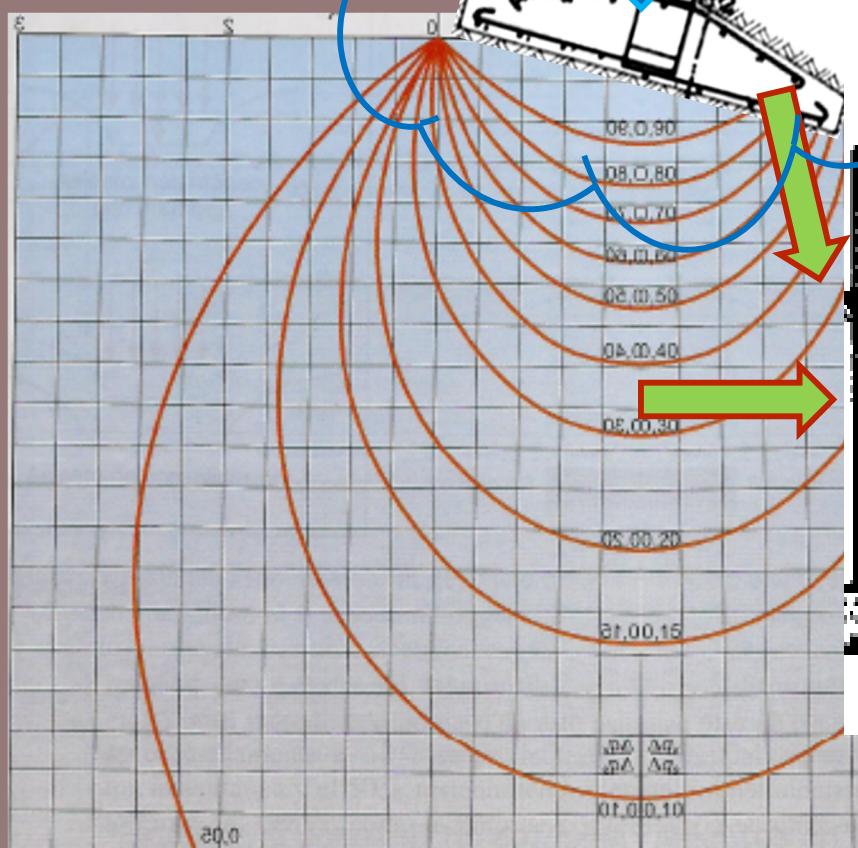
$$\sum F_Y = 0 \rightarrow P = \sum P_y$$

$$\sum F_X = 0 \rightarrow \sum P_x = 0$$



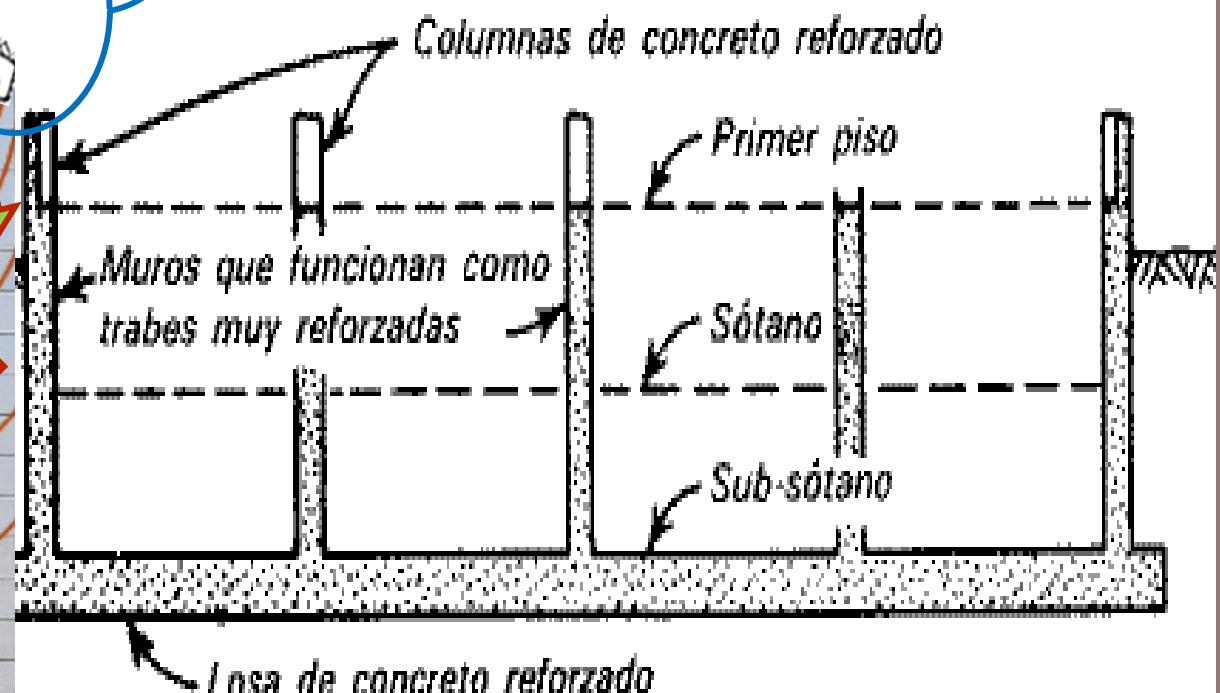
# CORTE DE BULBOS DE PRESIÓN

Colapso !!



$$\sum F_y = 0 \rightarrow P \neq \sum P_y$$

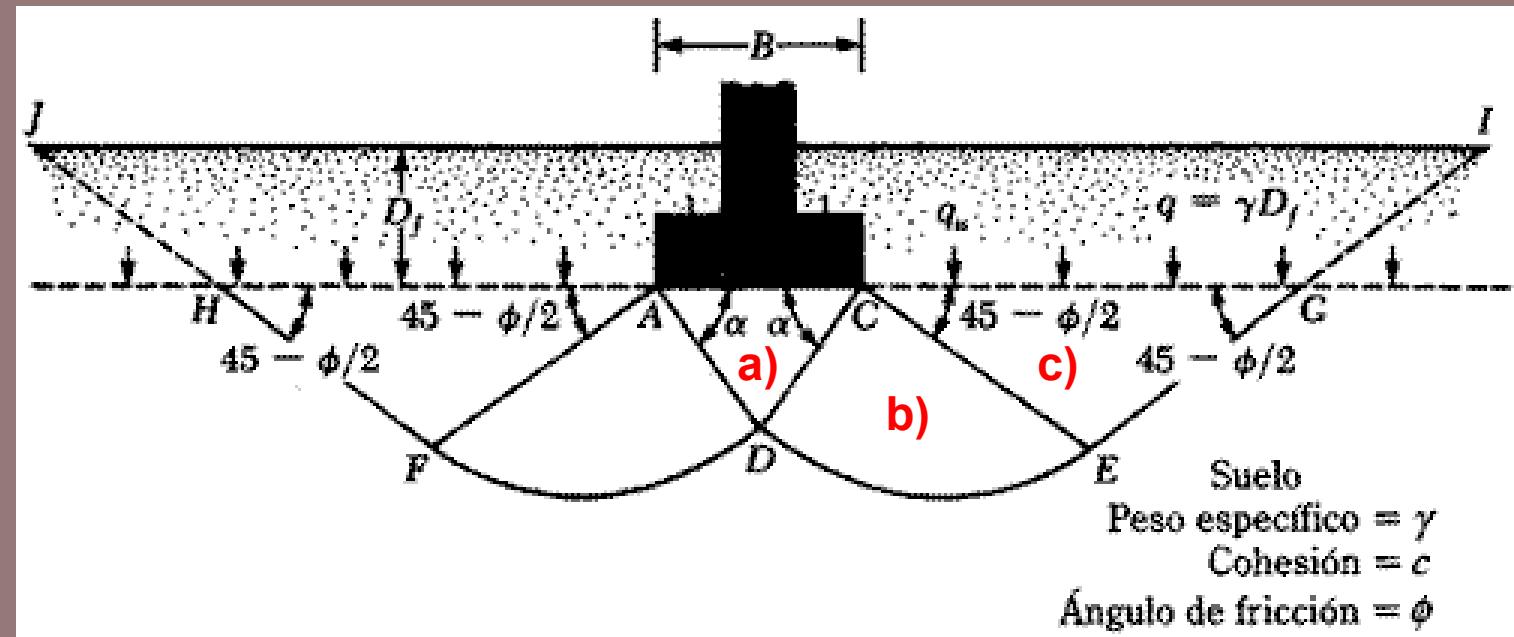
$$\sum F_x = 0 \rightarrow \sum P_x \neq 0$$



# CAPACIDAD DE CARGA TEORIA DE TERZAGHI

## Zonas de falla

- a) Zona triangular  $\alpha = \phi$
- b) Zona corte radial con curvas espiral
- c) Zonas triangulares pasivas de Rankine  $\alpha = 45^\circ - \phi/2$



## Ecuación de Capacidad de Carga

(Ancho B y L →  $\infty$ ) Teórica

$$q_u = C \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.50 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

## Capacidad de Carga (Falla General)

$\alpha=0.40$  (cuadradas);  $\alpha=0.30$  (circulares)

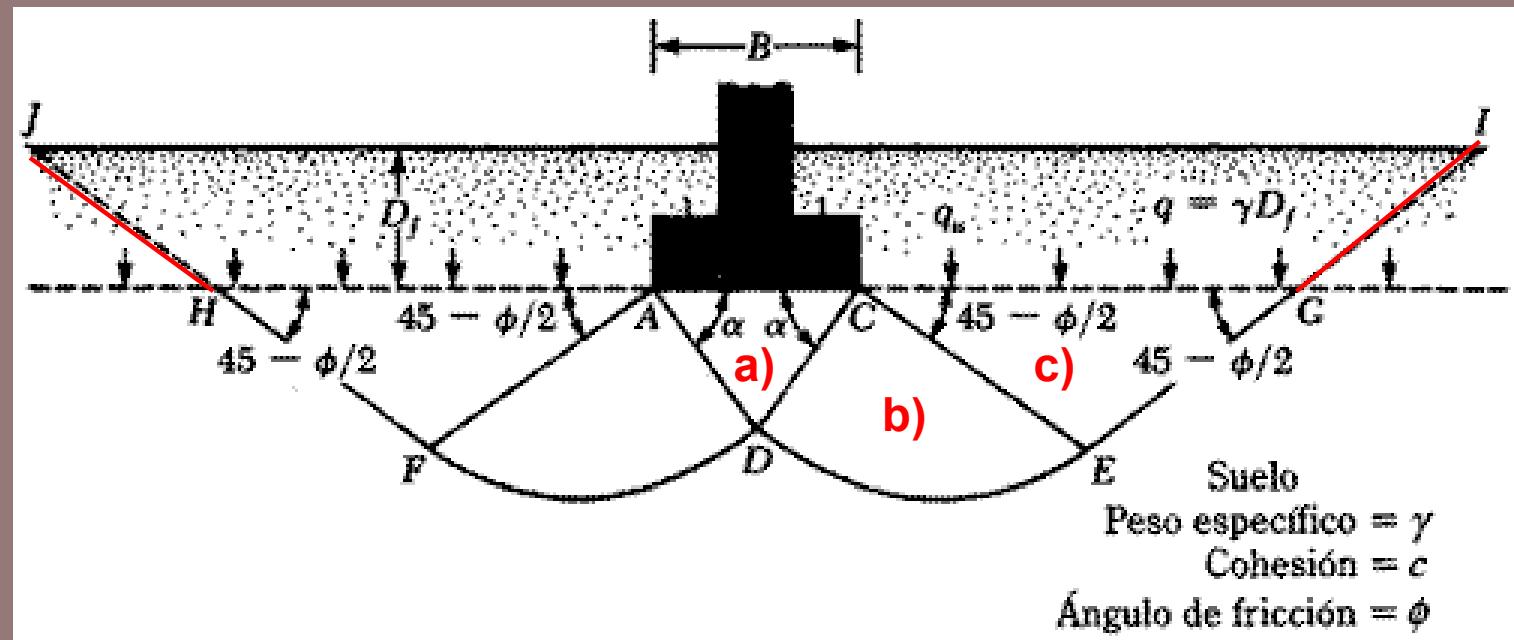
$$q_u = 1.3 C \cdot N_c + q \cdot N_q + \alpha \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

donde  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$  son factores adimensionales

# TEORIA DE MEYERHOF - BRINCH HANSEN

## Zonas de falla

- a) Zona triangular  $\alpha = 45^\circ + \phi/2$
- b) Zona corte radial con curvas espiral
- c) Zonas triangulares pasivas de Rankine  $\alpha = 45^\circ - \phi/2$



$$q_u = c N_c F_s^c F_i^c F_d^c + q N_q F_s^q F_i^q F_d^q + 0.5 \gamma B N_\gamma F_s^\gamma F_i^\gamma F_d^\gamma$$

Factor de forma ( $F_s$ ): para cimentaciones rectangulares  
 Factor de inclinación ( $F_i$ ): cargas no verticales  
 Factor de profundidad ( $F_d$ ): considera zona superior ( $D_f$ )

donde  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$  son factores adimensionales

Terzaghi

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
10	9.6	2.6	0.6
20	17.7	7.4	3.6
30	37.1	22.4	19.1
40	95.6	81.2	115

Meyerhof

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$
10	8.3	2.4	1.2
20	14.8	6.4	5.3
30	30.1	18.4	22.4
40	75.3	64.2	109

# TEORIA DE MEYERHOF - BRINCH HANSEN

$$q_u = c N_c F_s^c F_i^c F_d^c + q N_q F_s^q F_i^q F_d^q + 0.5 \gamma B N_\gamma F_s^\gamma F_i^\gamma F_d^\gamma$$

Factor de forma ( $F_s$ ): para cimentaciones rectangulares

Factor de inclinación ( $F_i$ ): cargas no verticales

Factor de profundidad ( $F_d$ ): considera zona superior ( $D_f$ )

**Table 16.4** Meyerhof's Shape, Depth, and Inclination Factors for a Rectangular Footing<sup>a</sup>

## Shape factors

For  $\phi = 0^\circ$ :

$$\lambda_{cs} = 1 + 0.2 \left( \frac{B}{L} \right)$$

$$\lambda_{qs} = 1$$

$$\lambda_{\gamma s} = 1$$

For  $\phi' \geq 10^\circ$ :

$$\lambda_{cs} = 1 + 0.2 \left( \frac{B}{L} \right) \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$\lambda_{qs} = \lambda_{\gamma s} = 1 + 0.1 \left( \frac{B}{L} \right) \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

## Depth factors

For  $\phi = 0^\circ$ :

$$\lambda_{csd} = 1 + 0.2 \left( \frac{D_f}{B} \right)$$

$$\lambda_{qsd} = \lambda_{\gamma sd} = 1$$

For  $\phi' \geq 10^\circ$ :

$$\lambda_{csd} = 1 + 0.2 \left( \frac{D_f}{B} \right) \tan \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

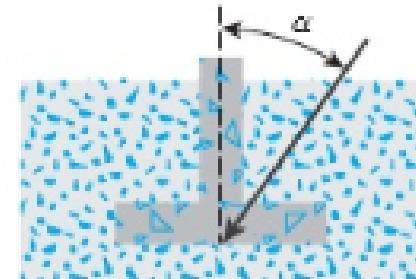
$$\lambda_{qsd} = \lambda_{\gamma sd} = 1 + 0.1 \left( \frac{D_f}{B} \right) \tan \left( 45 + \frac{\phi'}{2} \right)$$

## Inclination factors

$$\lambda_{ci} = \left( 1 - \frac{\alpha^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$\lambda_{qi} = \left( 1 - \frac{\alpha^\circ}{90^\circ} \right)^2$$

$$\lambda_{\gamma i} = \left( 1 - \frac{\alpha^\circ}{\phi'^\circ} \right)^2$$



<sup>a</sup>  $B$  = width of footing;  $L$  = length of footing

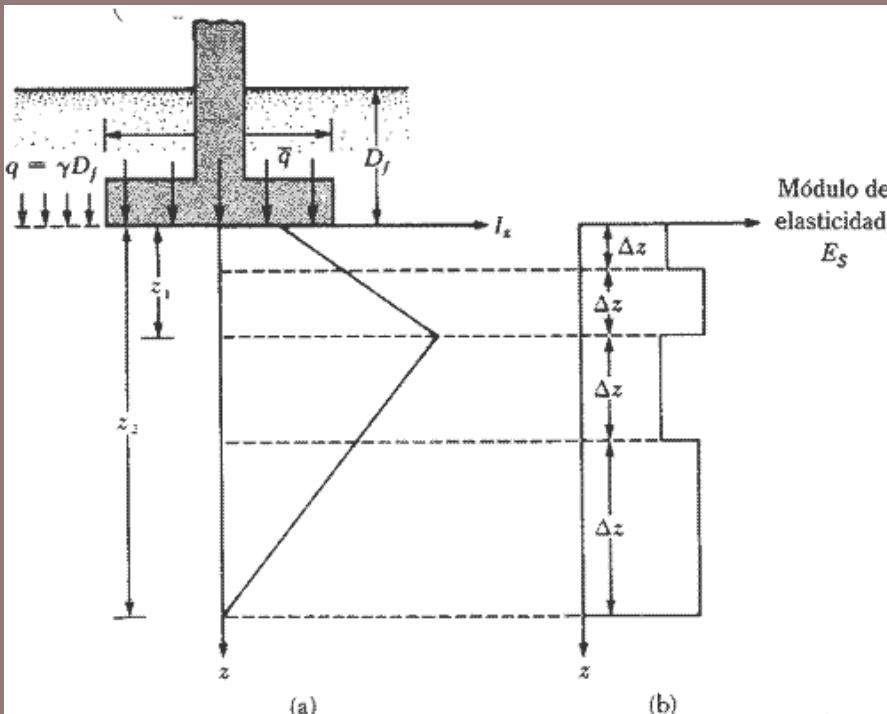
# CONDICIÓN DE DEFORMACIÓN

## Métodos

Suelos granulares: Método de Schmertmann  
 Suelos cohesivos: Método de Jambú (Inmediatos)  
 edométricos (Diferidos)

Comportamiento bajo carga  $q$   
 para asentamientos  $\Delta z$

$$S_e = C_1 C_2 (\bar{q} - q) \sum_0^{z_2} \frac{I_z}{E_s} \Delta z$$



Asentamiento máximo admisible  
 de la superestructura

Tipo de estructura	Arena Compacta	Arcilla plástica
Retícula de H.A. o acero arriostrada	2,5	4,0
Retícula hiperestática de H.A. ó Acero	3,0	5,0
Estructura isostática de H.A. ó Acero	5,0	8,0
Muros de carga simples	2,5	4,0
Muros de carga zonchados	3,0	5,0

## PRESIONES DE DISEÑO

### Estados Límites

- Seguridad ante falla generalizada  
**(Condición de Resistencia)**
- Control de Deformaciones Excesivas  
**(Condición de Deformación)**

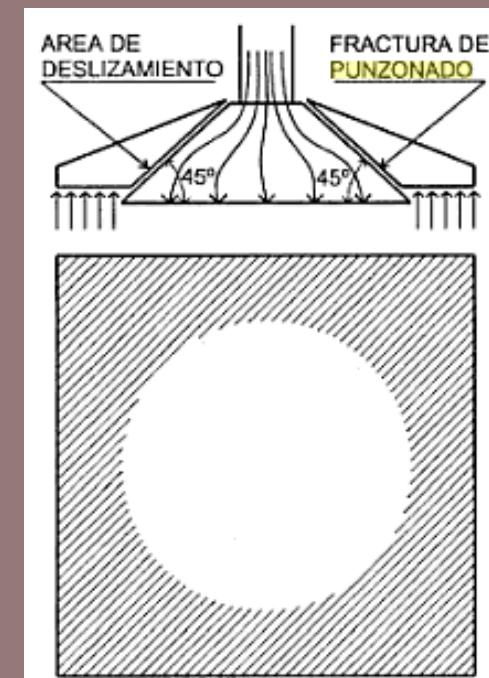
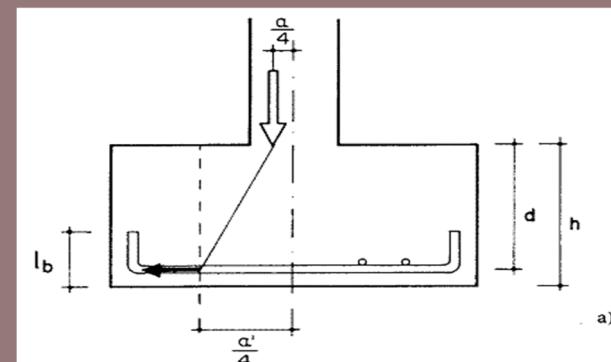
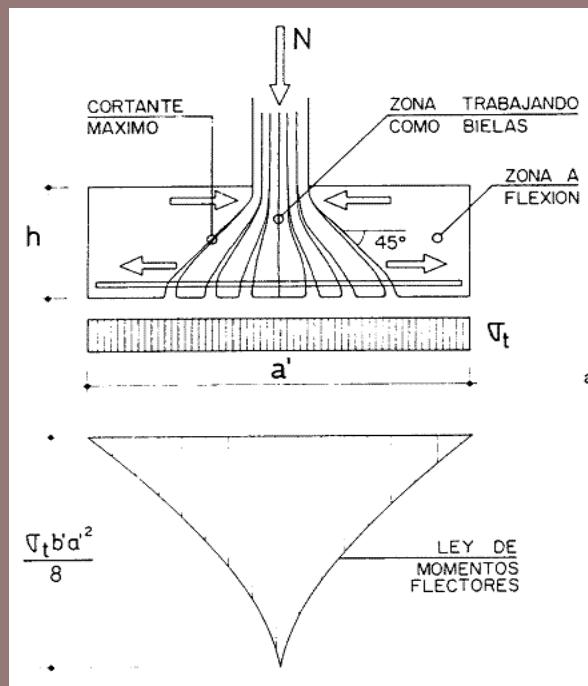
### Factores de Carga y Resistencia

$$\left\{ \begin{array}{l} S_u \leq S_d \\ S_u \leq \phi_s \cdot S_n = \phi_s \cdot q_u \\ \phi_{s(D+L)} = 0.40 \\ \phi_{s(D+f1L+E)} = 0.70 \end{array} \right.$$

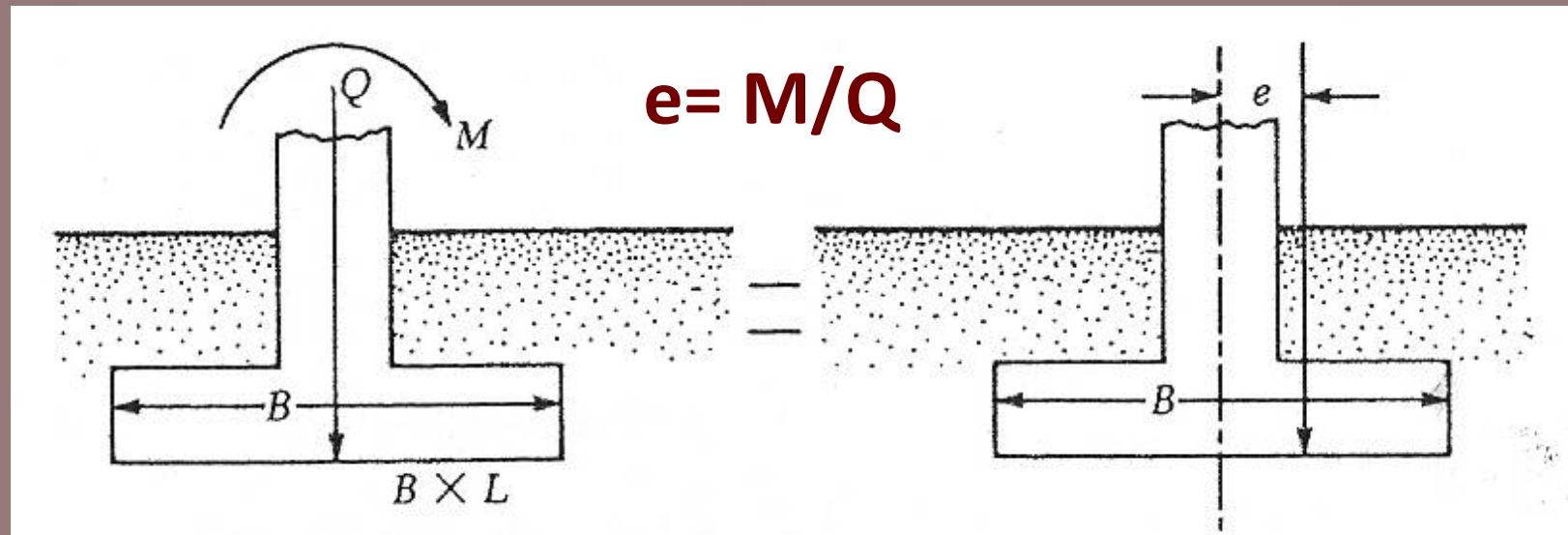
# HORMIGÓN

## Estados Límites

- Flexión
- Corte
- Punzonado

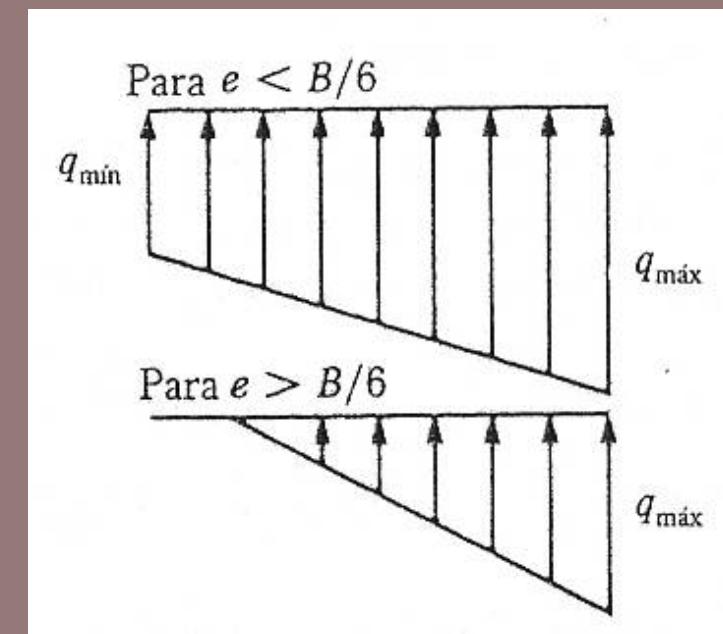


# BASES CON MOMENTOS

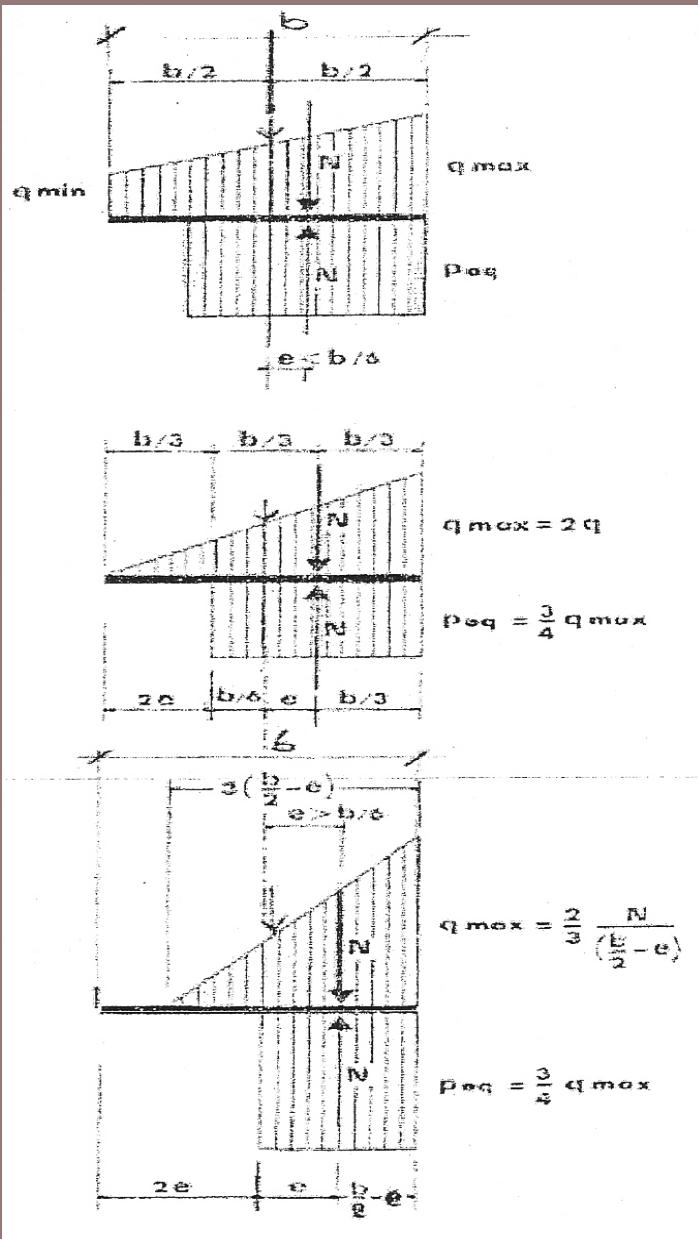


a) Excentricidad  $< B/6$

b) Excentricidad  $> B/6$

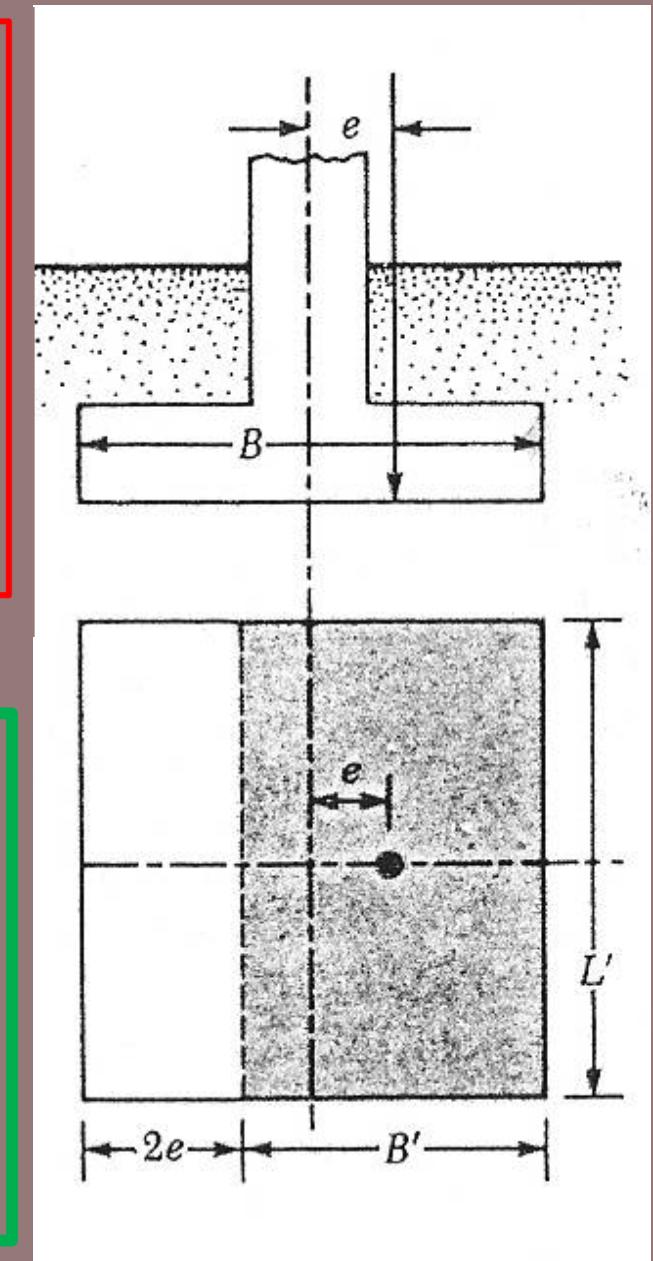


# ÁREA EFECTIVA

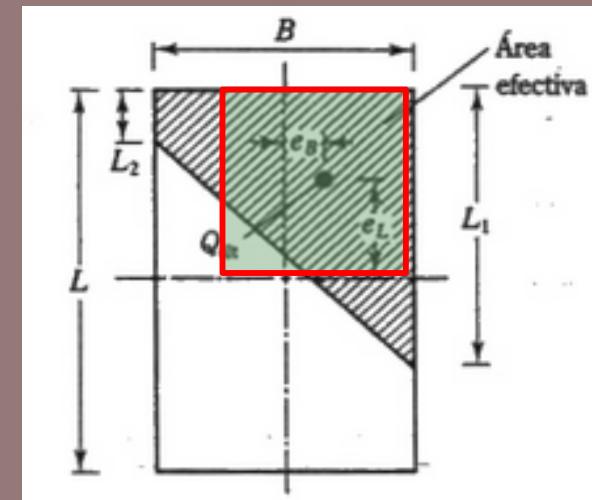
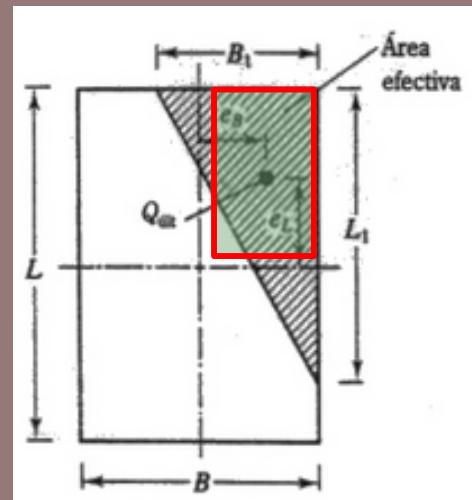
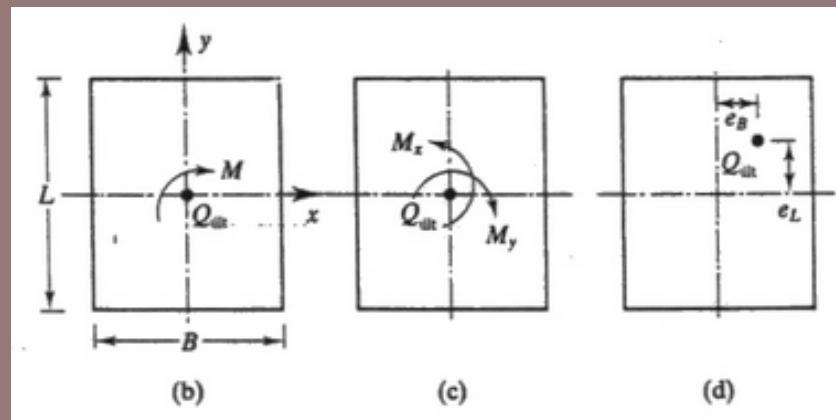
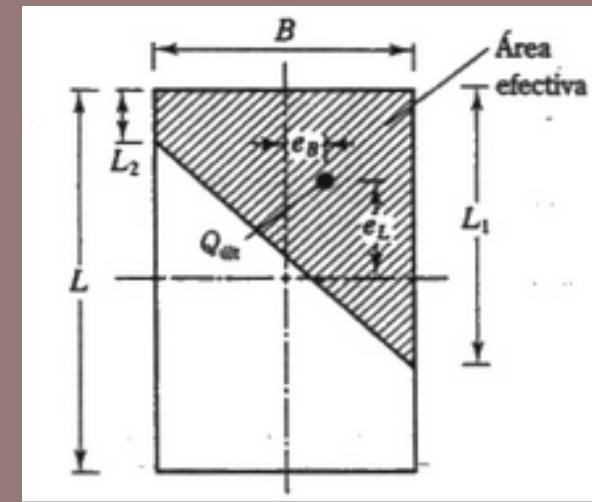
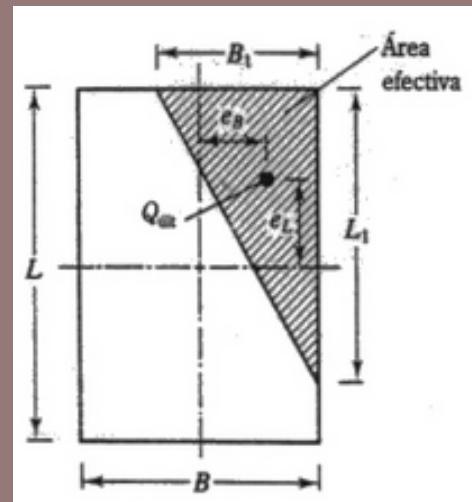
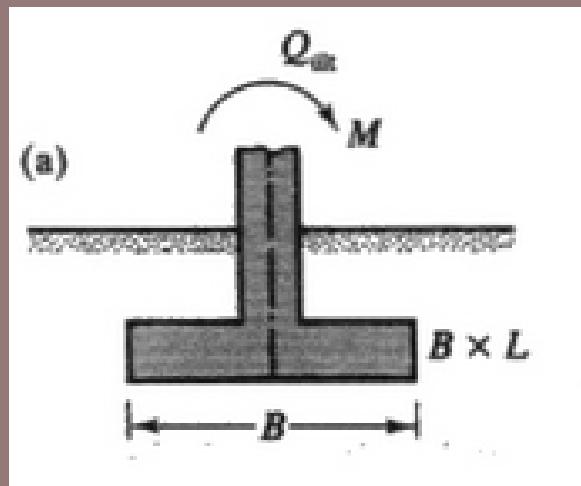


**Área parcial de la fundación cuyo baricentro es coincidente con la resultante de las acciones**

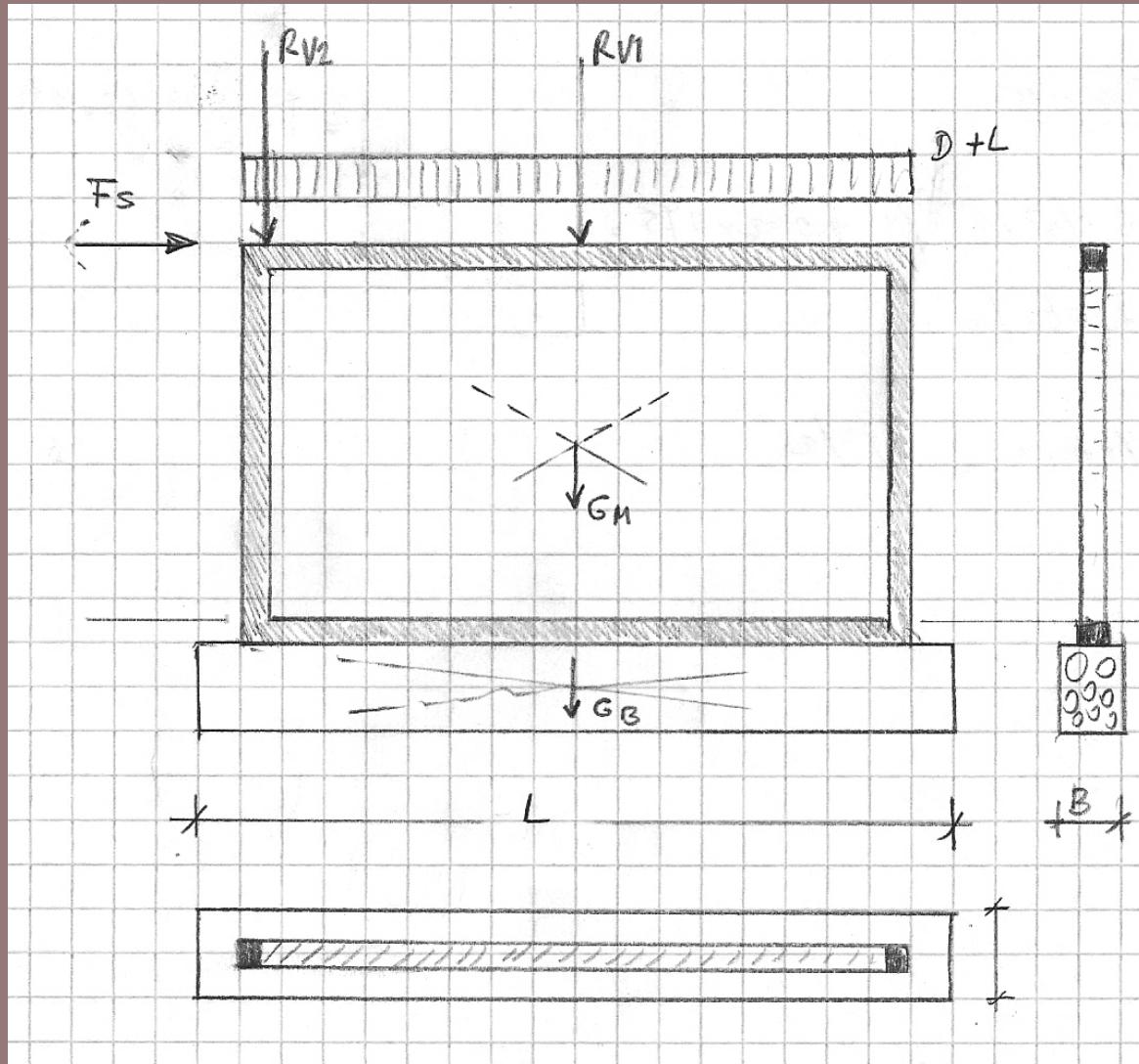
**Dentro del área efectiva se considera distribución uniforme de tensiones**



# ÁREA EFECTIVA: Dos direcciones

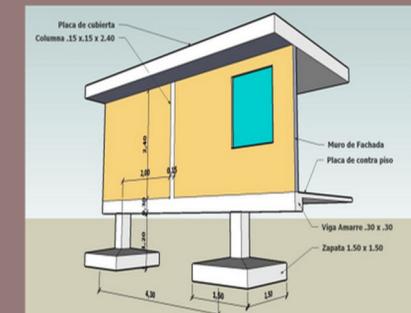


# MUROS SISMORRESISTENTES



## Opciones

- Cimientos de Hormigón Ciclópeo
- Bases o zapatas corridas de Hormigón Armado
- Bases Aisladas de Hormigón Armado
  - En este caso debe preverse viga portamuro



# MUROS SISMORRESISTENTES: Área Efectiva

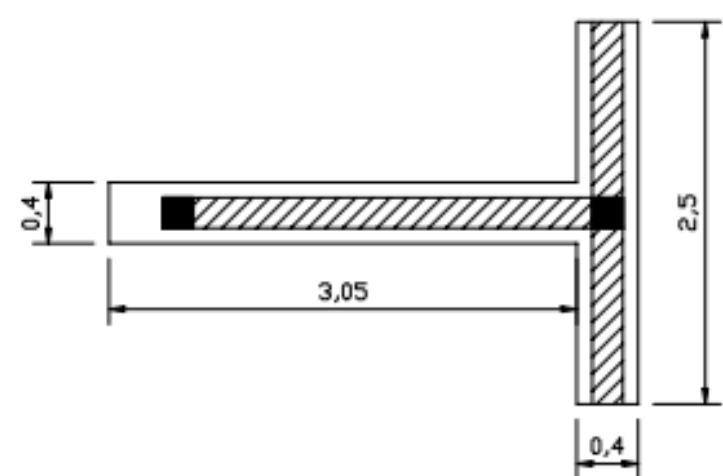
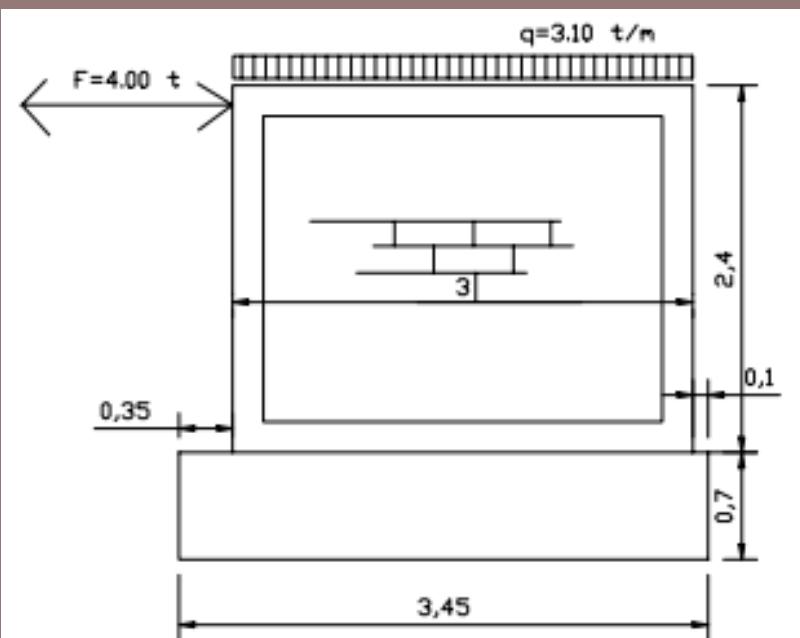


Figura 3: muro para verificar la fundación.

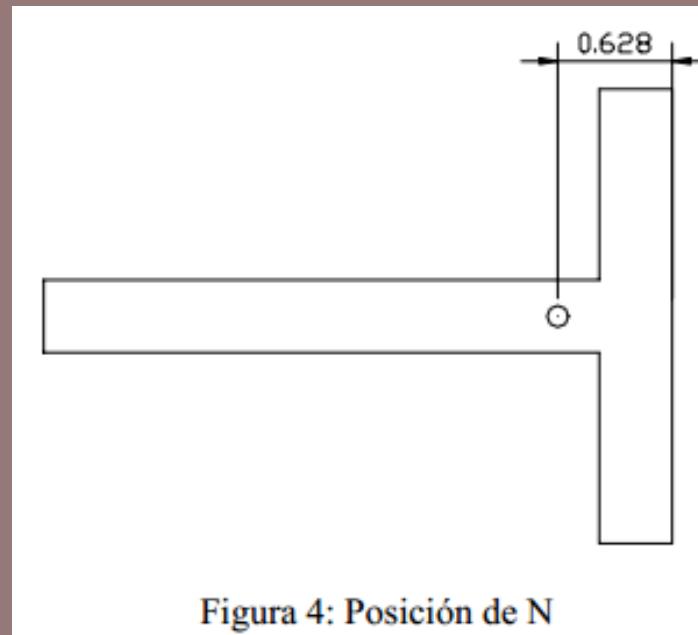


Figura 4: Posición de N

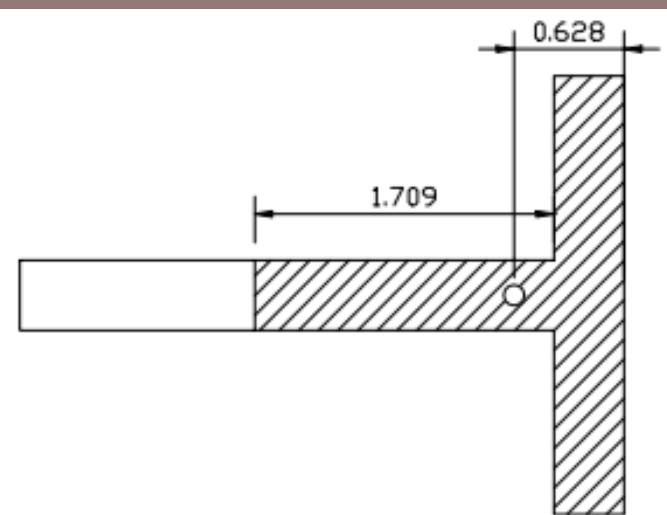
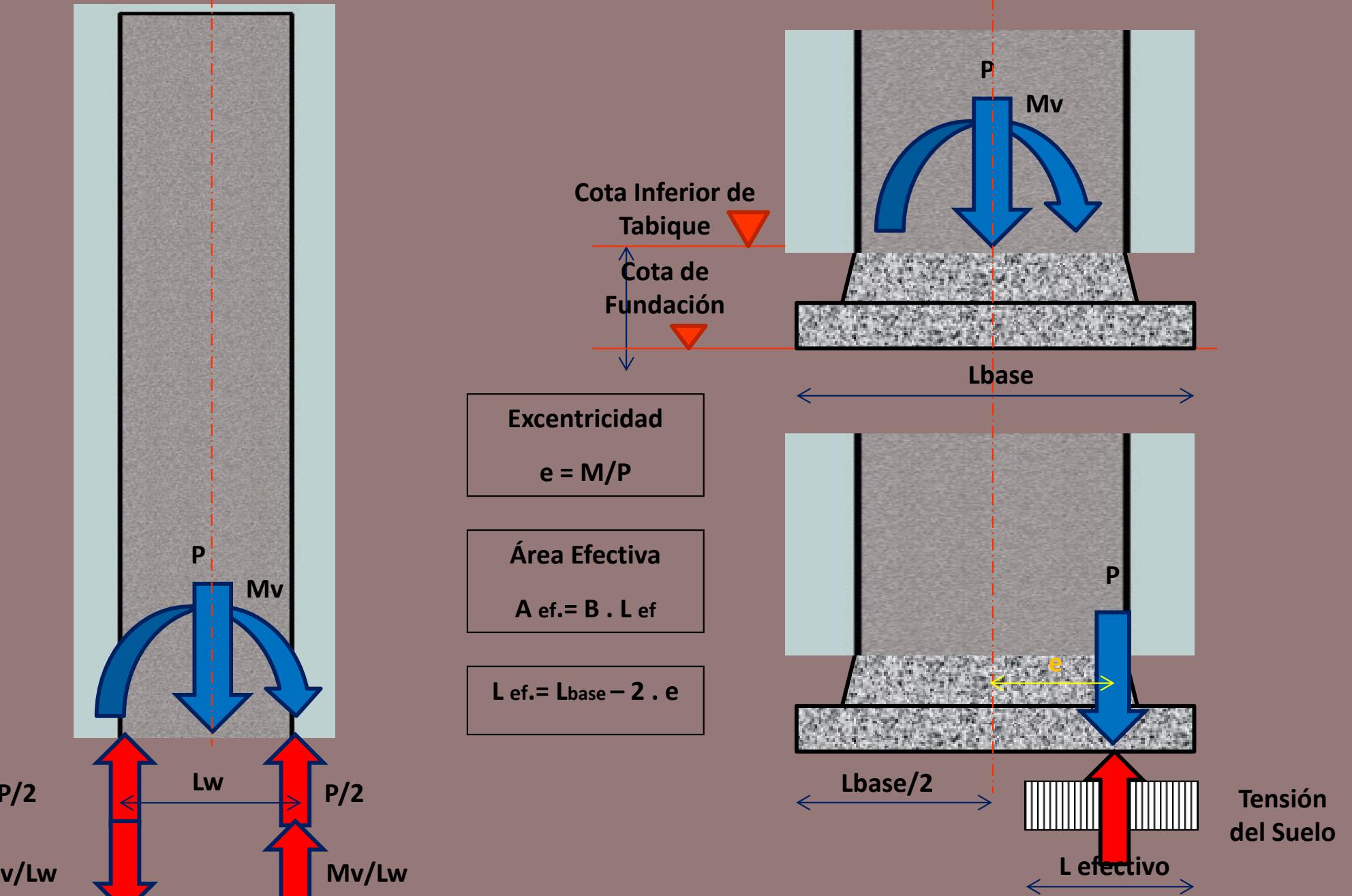


Figura 5: Área efectiva para sismo de izquierda.

# Fundaciones Superficiales: Bases



# Fundaciones Profundas

2024

# CLASIFICACIÓN s/ PROFUNDIDAD

## SUPERFICIALES

B y D<sub>f</sub> igual magnitud (1 a 3 veces)

- Cimientos
- Zapatas corridas
- Bases aisladas
- Bases combinadas
- Plateas

## PROFUNDAS

D<sub>f</sub> mayor que B (más de 3 veces)

- Cajones
- Pilotes
  - Hincados: H<sup>o</sup>A<sup>o</sup>, H<sup>o</sup>P<sup>o</sup>, acero, mad.
  - Perforados (in situ)
    - Manual o equipo
    - Camisa perdida
    - Camisa recuperada
  - Lodos bentoníticos

# Tipos de fundaciones

## PROFUNDAS

Son aquellas que se apoyan en las capas profundas del suelo donde éste posee suficiente capacidad portante o por tratarse de construcciones de mucha importancia.

# Fundaciones Profundas: Excavación

## PROFUNDAS

- Pilotes o pilas

- Cargas mayores
- Capacidad de carga más profundas.
- Distintos materiales.



Forma de transmisión de carga:

- De punta (fondo)
- Por rozamiento lateral paredes (fricción)
- Mixtos



## Fabricación

- Prefabricados
- In situ



# Fundaciones Profundas: Excavación



**Figura 8.23** Colocación de armaduras en pilotes hormigonados *in situ* (cortesía de Grupo Terratest).

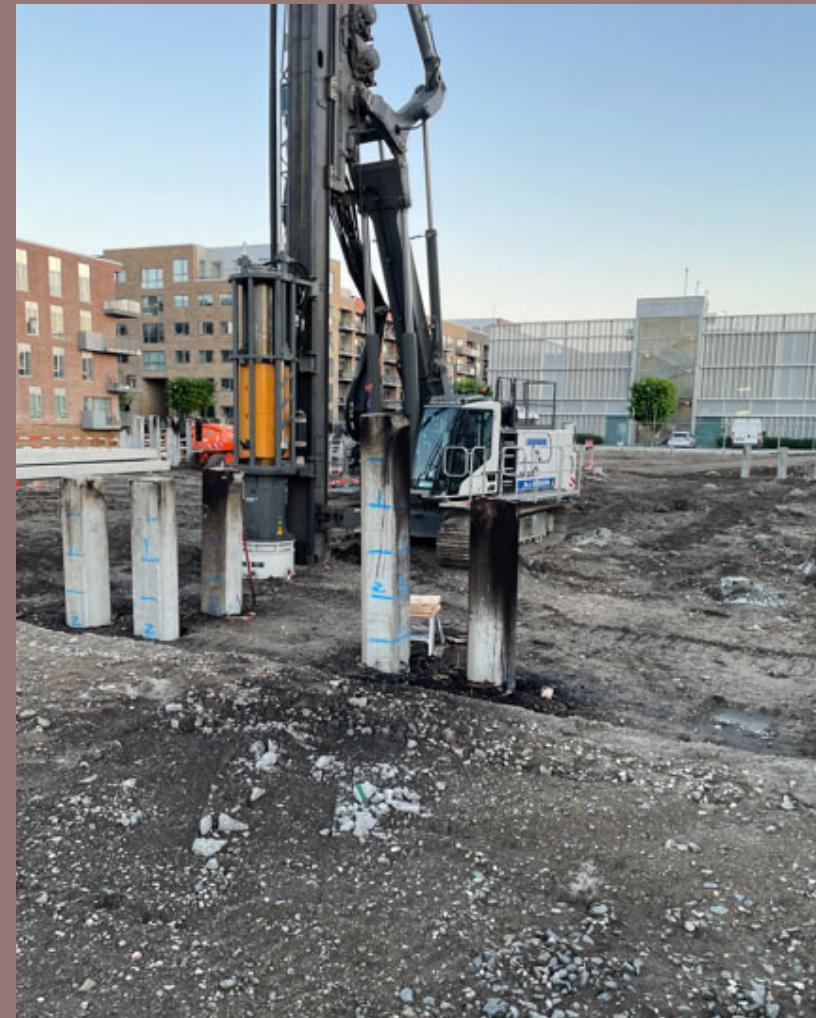
# Fundaciones Profundas: Ejecución

Pilotes hincados: con martinetes



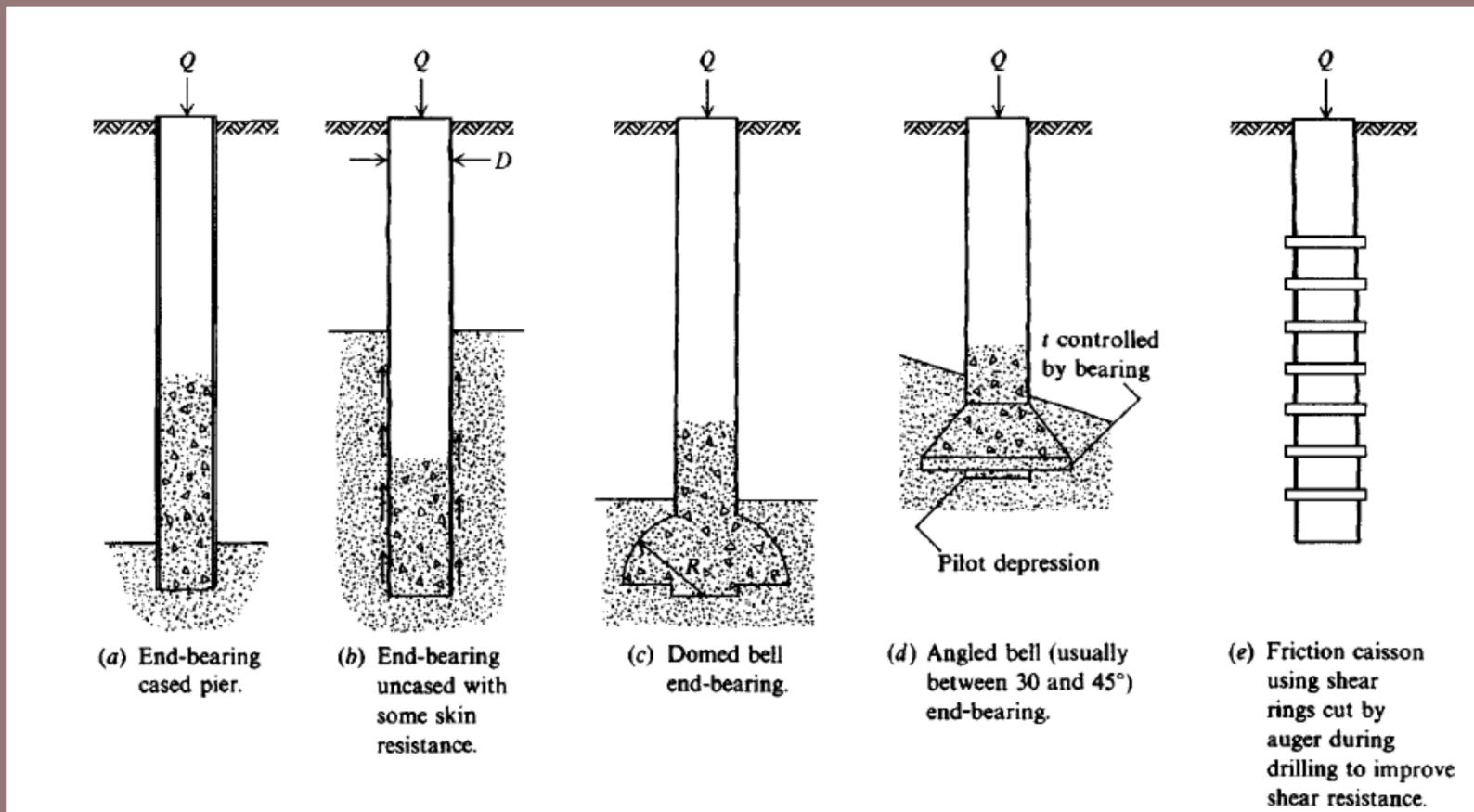
# Fundaciones Profundas: Ejecución

Pilotes hincados: con martinetes



# Fundaciones Profundas: Ejecución

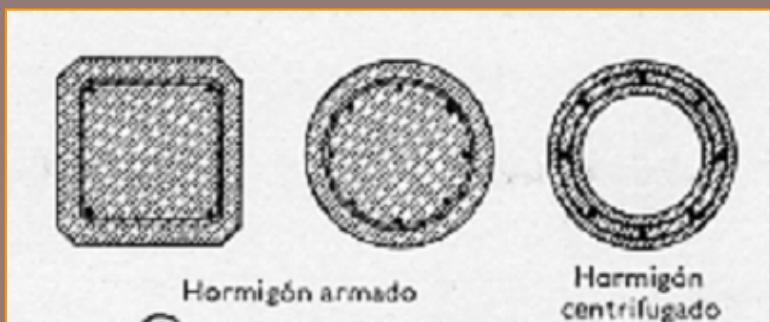
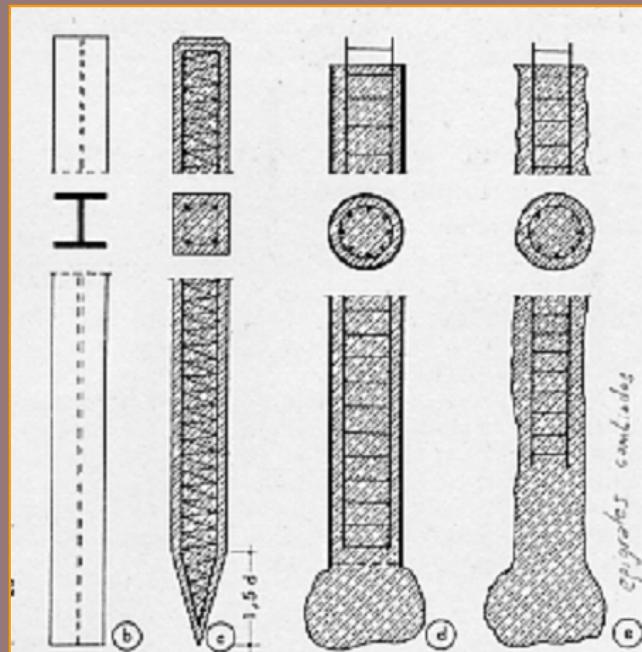
Pilas excavadas y hormigonadas



# Fundaciones Profundas: Pilotes y pilas



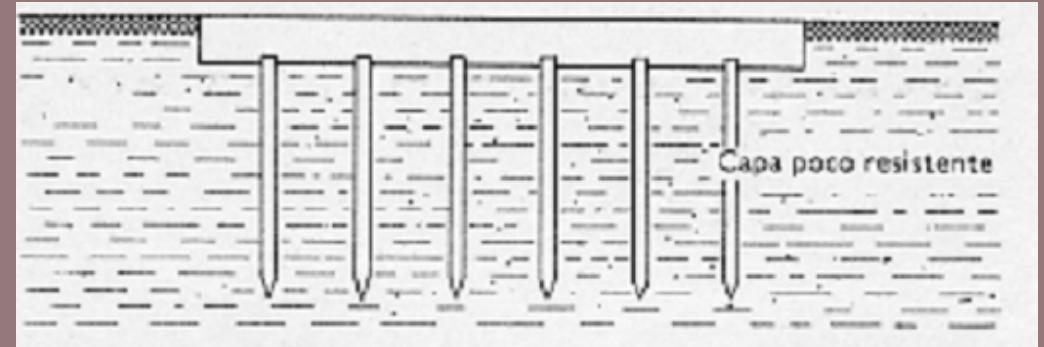
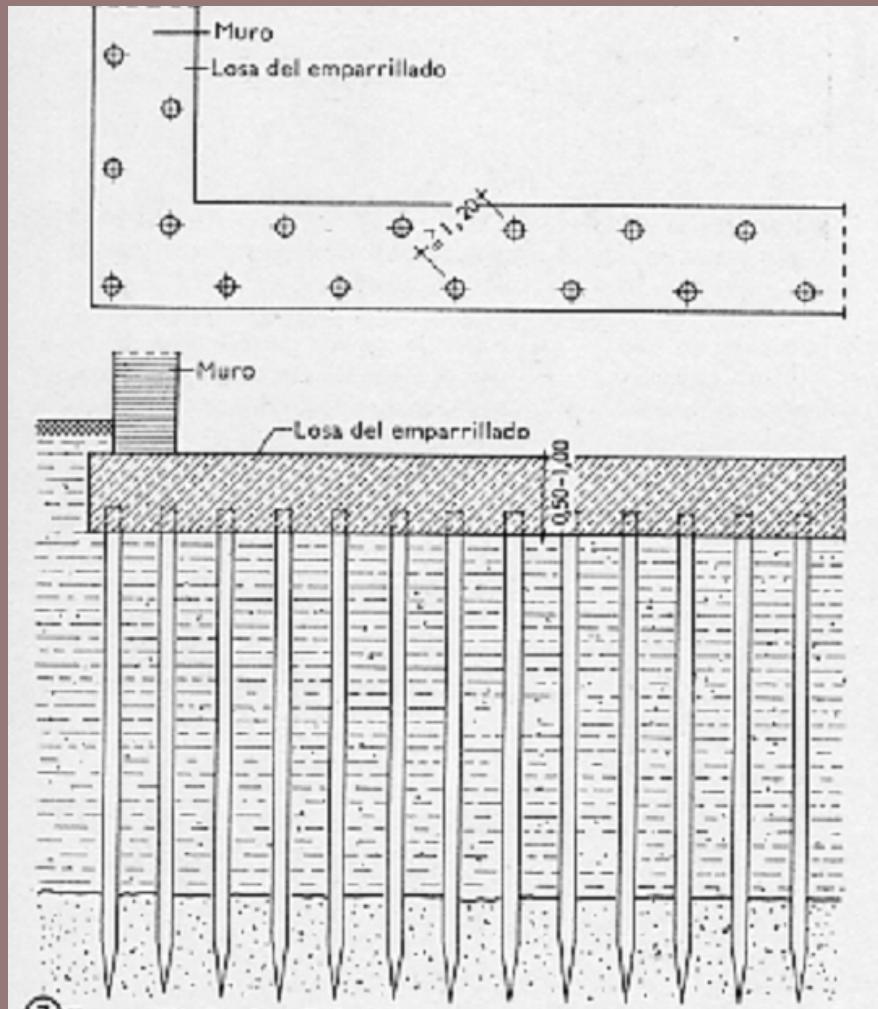
**Pilotes de acero:** diferentes secciones transversales, según los fabricantes. Dimensiones desde unos 25x30 hasta 80x80cm. Longitud hasta 35m. Carga admisible: compresión 90t, tracción 50t. Son preferibles los perfiles cerrados



**Pilotes de hormigón armado:** resistencia de rotura de 225 kg/cm<sup>2</sup>. Dimensiones normales hasta 34x34 cm. Longitud de pilotes macizos hasta 20m; de sección hueca hasta 50m. Carga admisible: compresión 60t, tracción 40t.

**Pilotes con carga de punta:** los pilotes penetran en la capa de terreno firme. Son favorables los pilotes de base ensanchada hormigonados in situ. La capacidad de carga del pilote está determinada sólo por la resistencia de la punta.

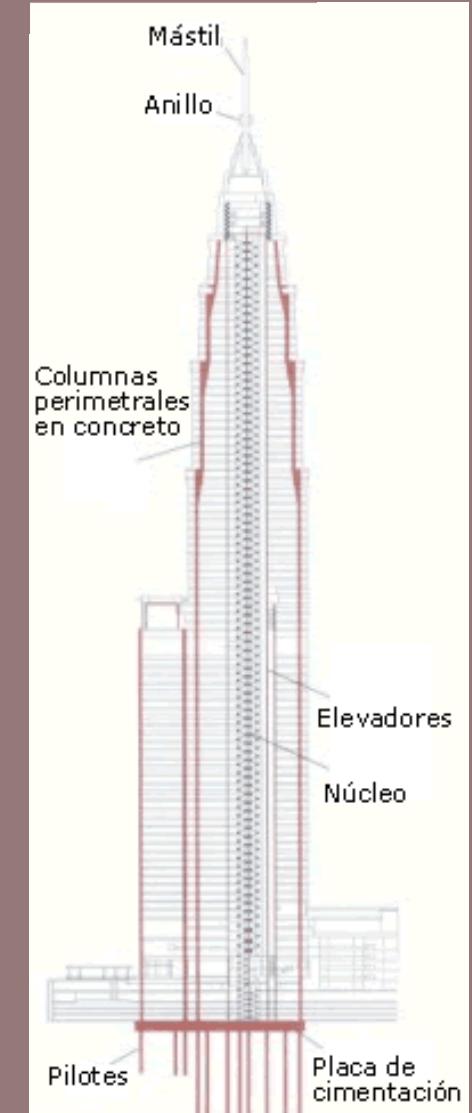
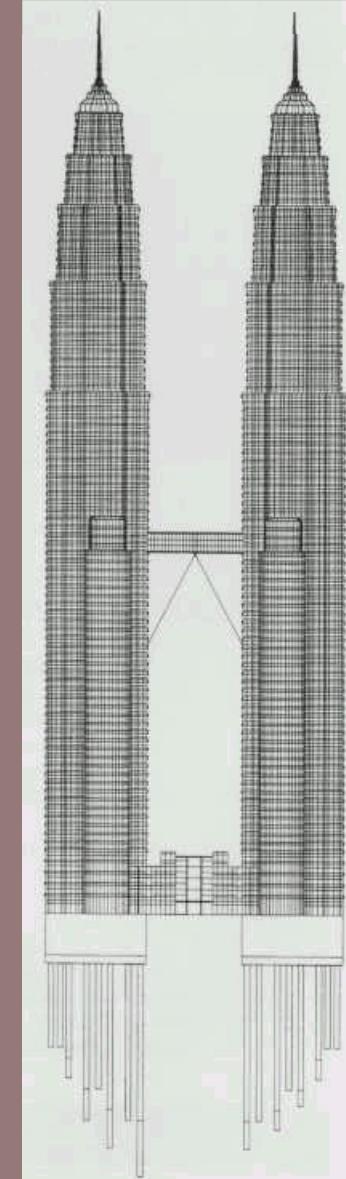
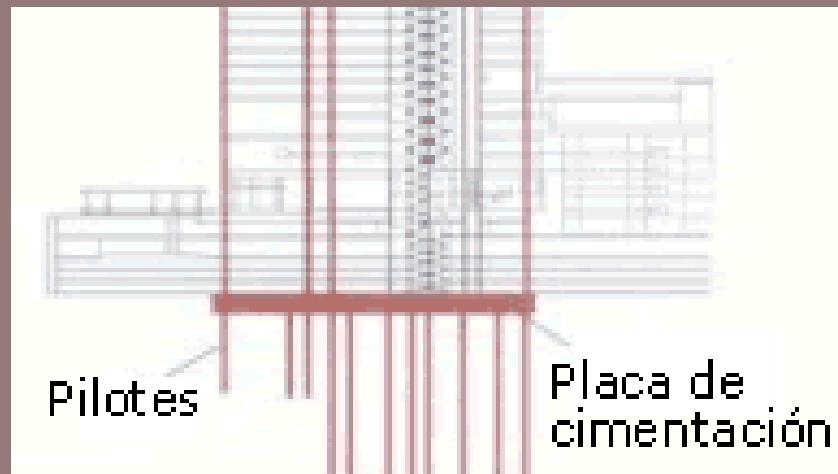
# Fundaciones Profundas: Pilotes y Losas



**Pilotes de rozamiento:** la punta de los pilotes no apoya en terreno firme y la capacidad de carga es debida exclusivamente al efecto producido por el rozamiento de la superficie lateral del pilote con el terreno

**Emparrillado de pilotes:** los pilotes se distribuyen uniformemente, a tresbolillo, bajo las paredes de la obra y sobre ellos se coloca una losa de  $H^{\circ}A^{\circ}$ .

# Fundaciones Profundas: Pilotes y Losas



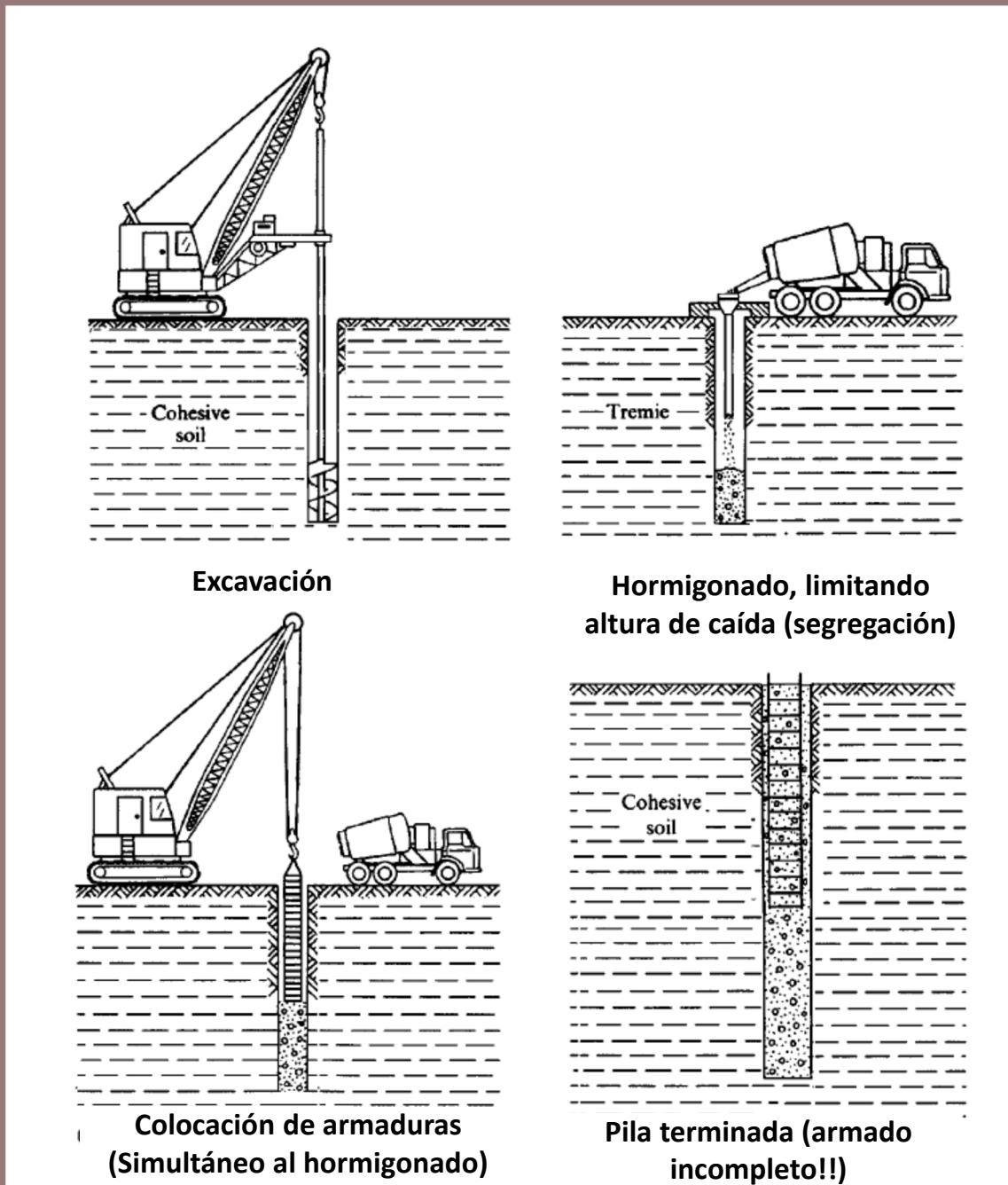
# Fundaciones Profundas: Pilas



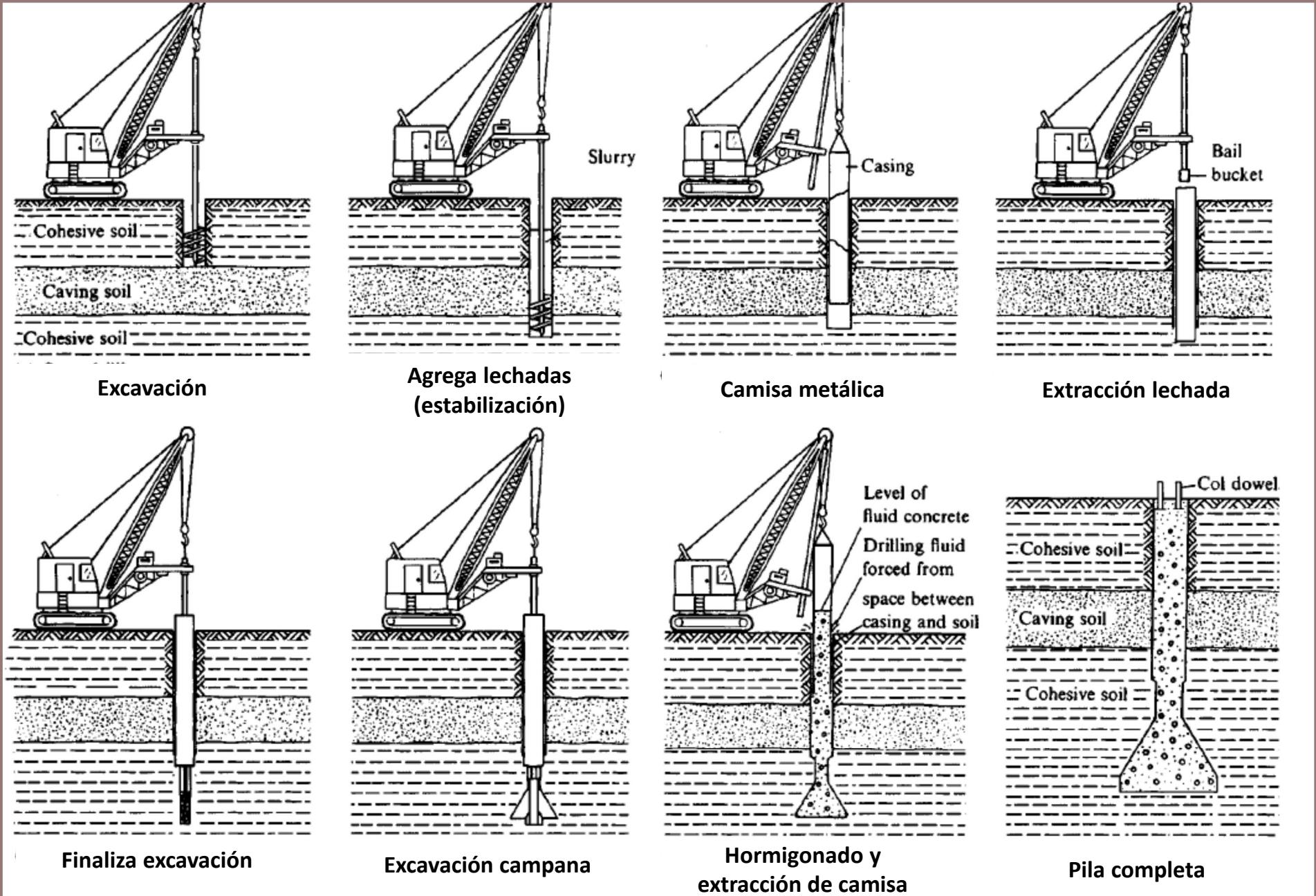
# Fundaciones Profundas: Pilas



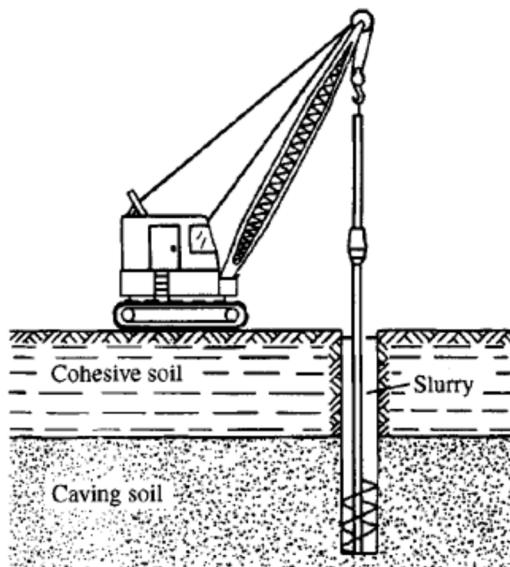
# Fundaciones Profundas: Pilas en suelo seco



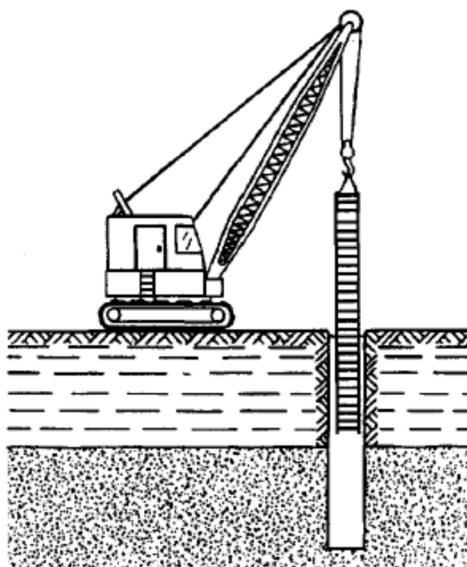
# Fundaciones Profundas: Pilas con camisa, suelo desmoronable



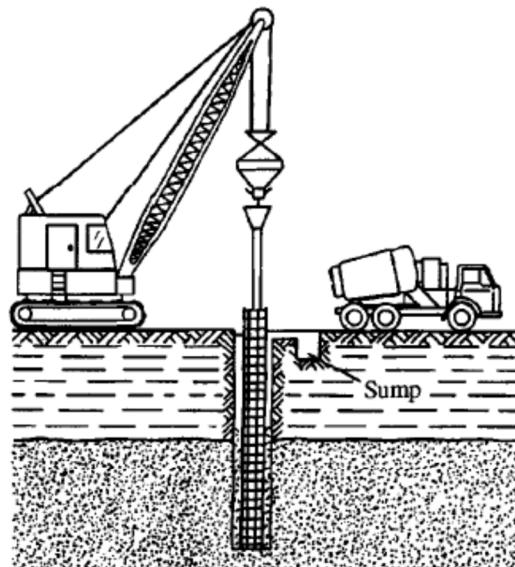
# Fundaciones Profundas: Pilas en suelo saturado



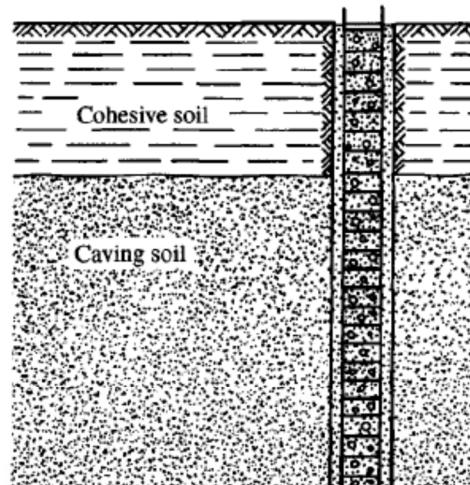
Excavación con lechada  
(bentonita = slurry)



Colocación de armaduras  
(sumergida en bentonita)

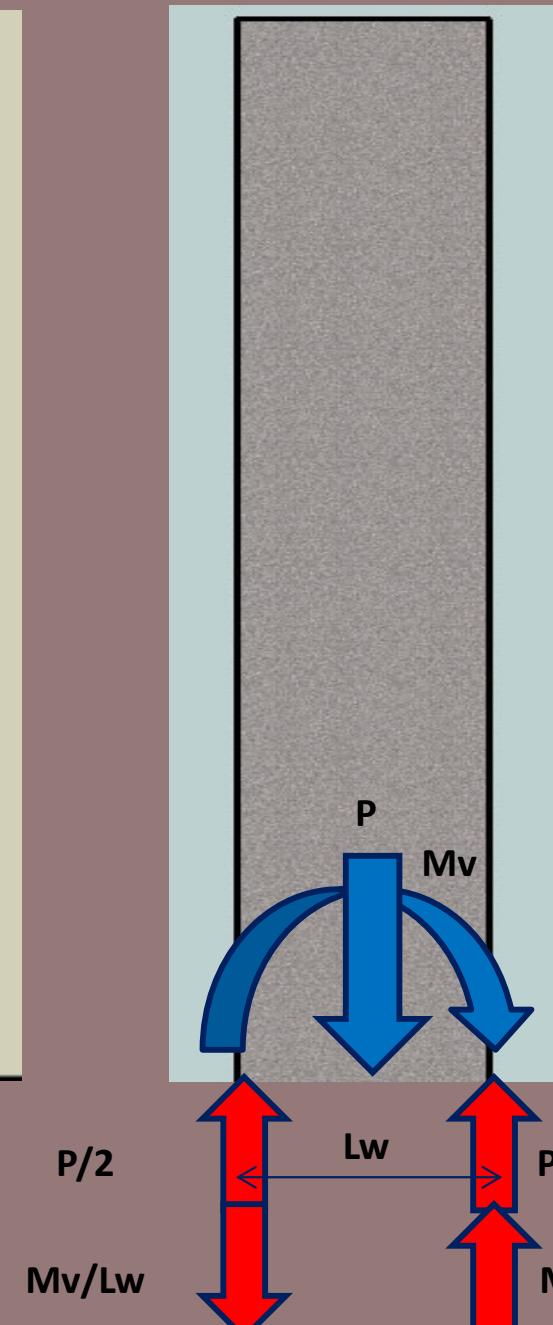
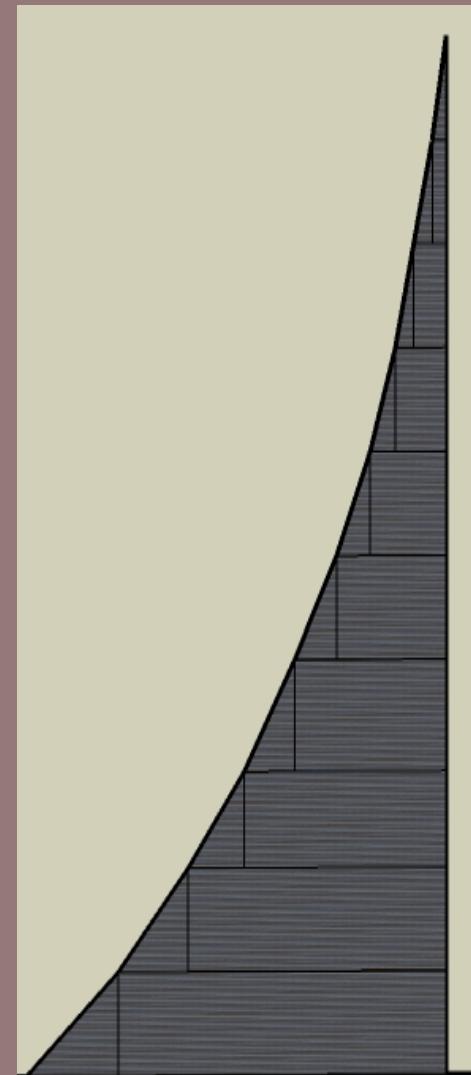
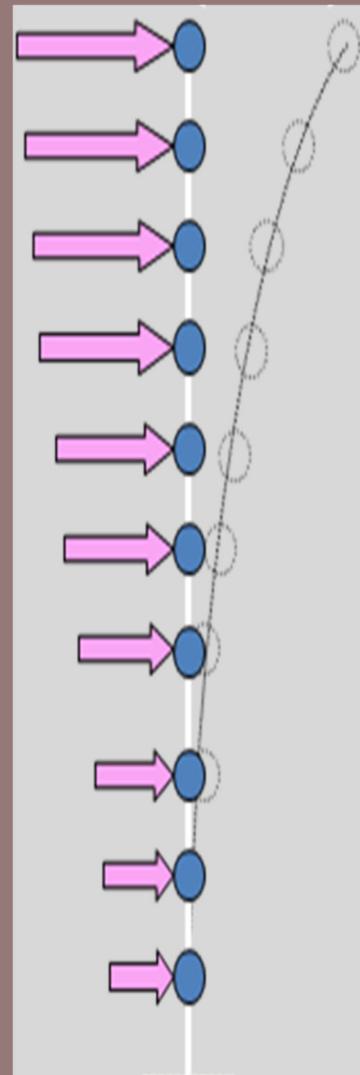
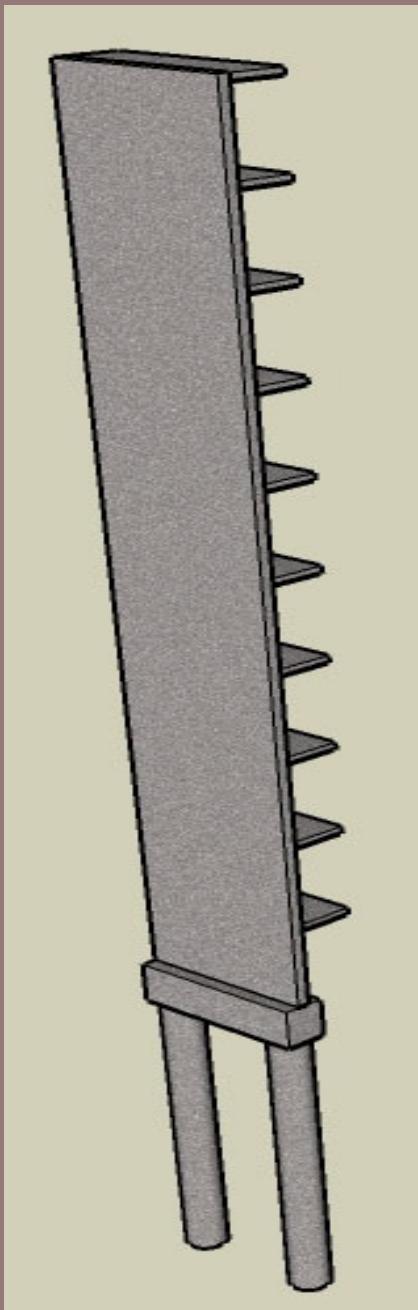


Hormigonado y extracción de  
bentonita

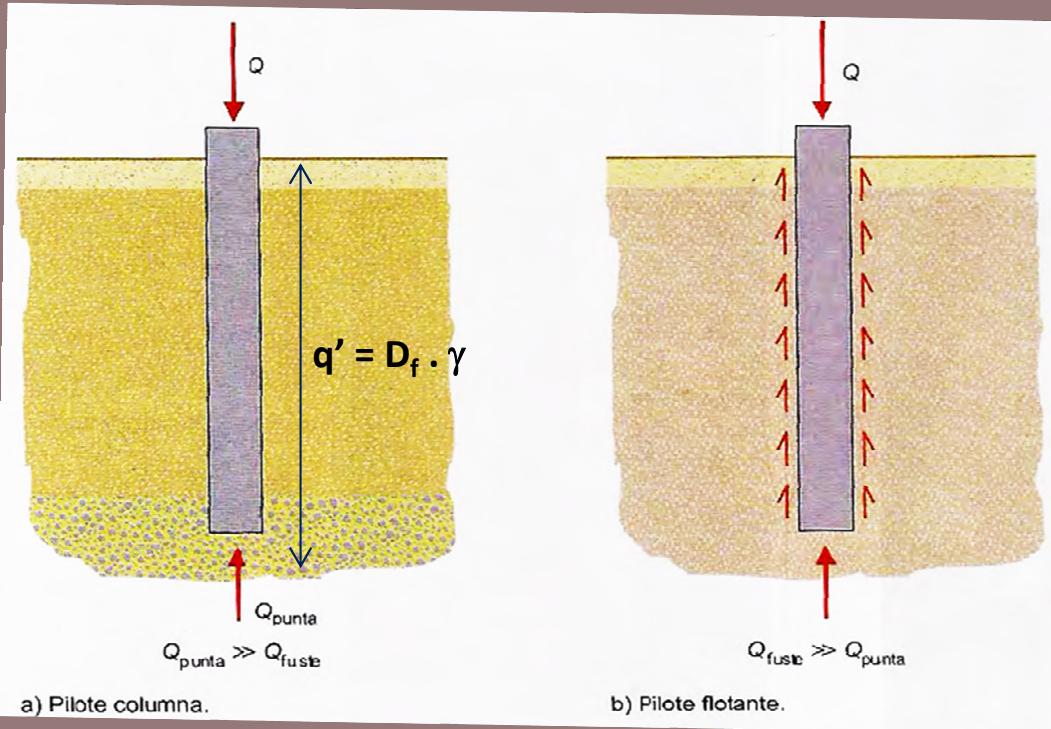


Pila terminada

# Fundaciones Profundas: Pilas

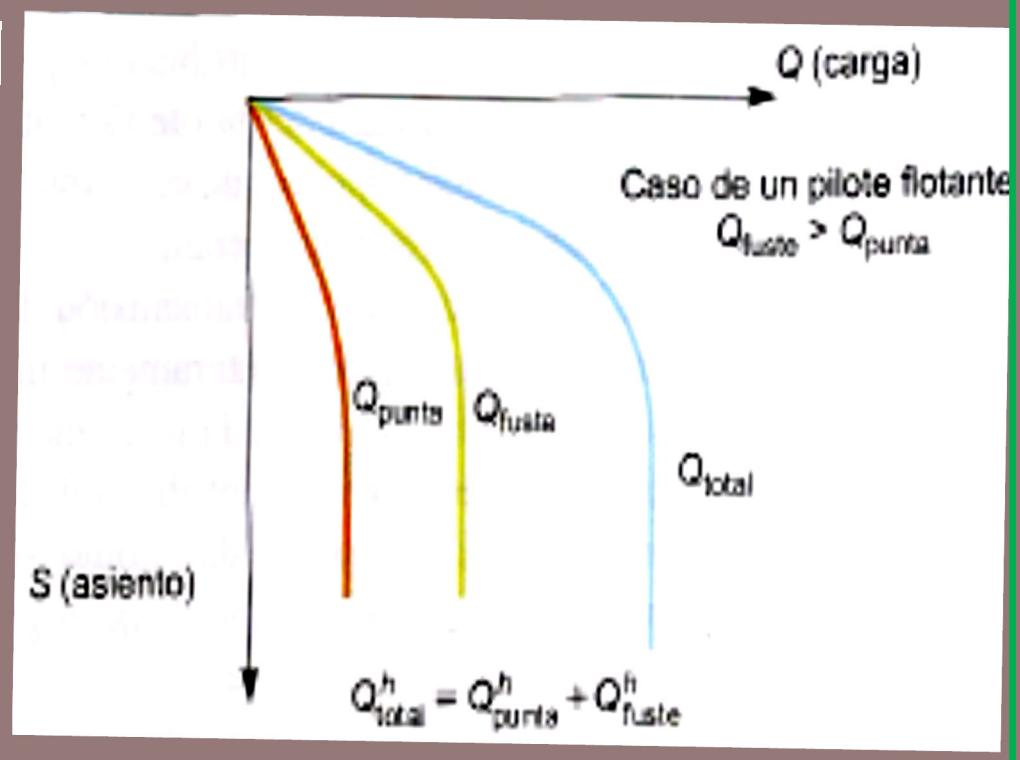


# Fundaciones Profundas: Capacidad de Carga



a) Pilote columna.

b) Pilote flotante.

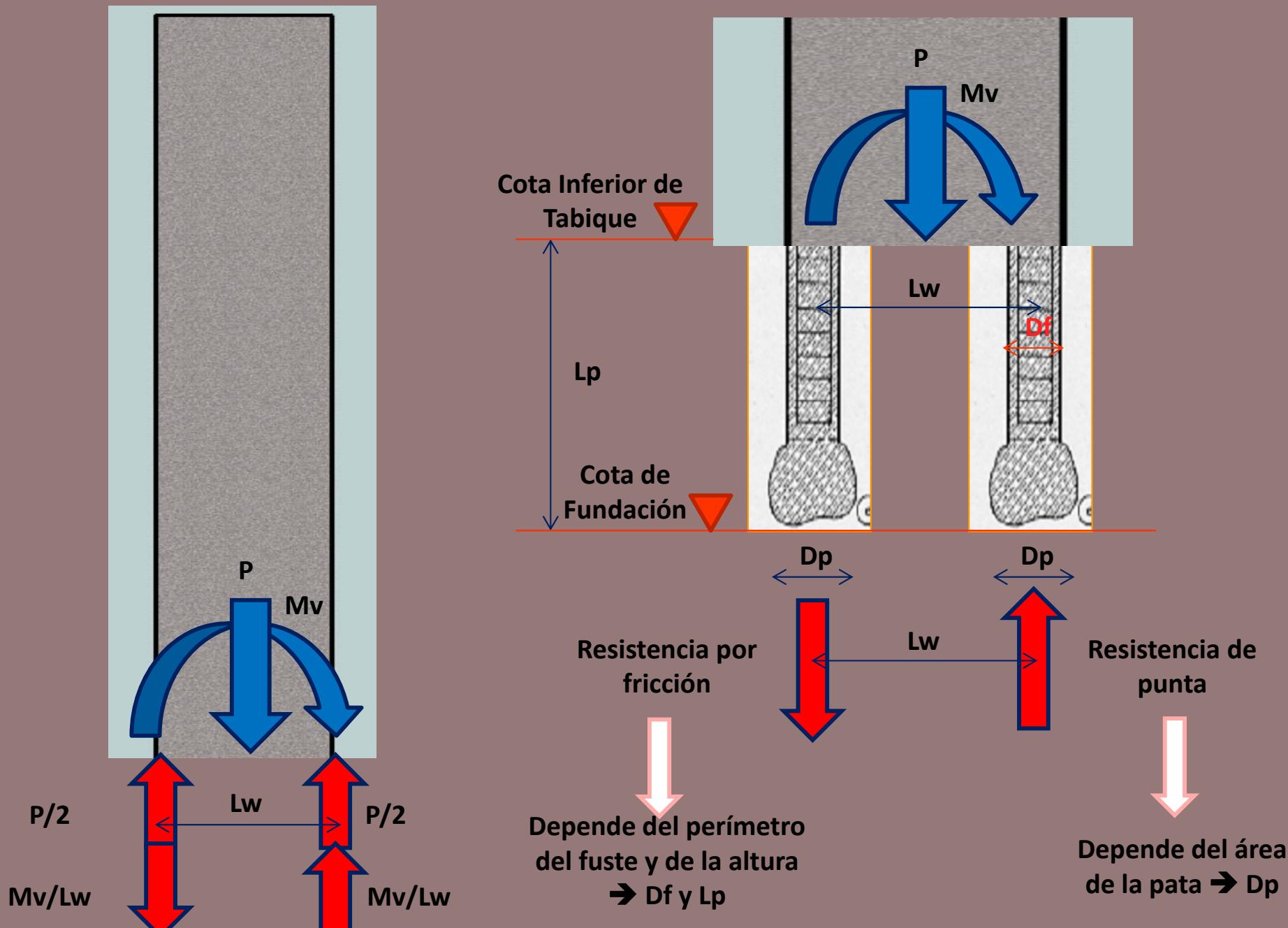


$$Q_{\text{TOTAL}} = Q_{\text{PUNTA}} + Q_{\text{FUSTE}}$$

$$Q_{\text{PUNTA}} = A_{\text{PUNTA}} \cdot q_{u\text{ PUNTA}}$$

$$q_{u\text{ PUNTA}} = C \cdot N_c + q' \cdot N_q$$

# Fundaciones Profundas: Pilas



# EJERCICIO

# FUNDACIONES

## Fundaciones profundas

$$L_w = 5,00m$$

$$N_D = 480t = 16 \text{ pisos} \times 30t$$

$$N_{Viga} = (7,00 \times 1,20 \times 1,20) \cdot 2,4 \frac{t}{m^3} \cong 24t$$

$$N_{tabique} = (5,00 \times 0,30 \times 48) \cdot 2,4 \frac{t}{m^3} \cong 174t$$

$$M_v = 1907tm$$

$$V_0 = 78t$$

### Estrato 1

$$\text{Fricción} = 0,50 \frac{t}{m^2}$$

$$T_{adm} = 100 \frac{t}{m^2} \quad \text{Cota -4,00m}$$

### Estrato 2

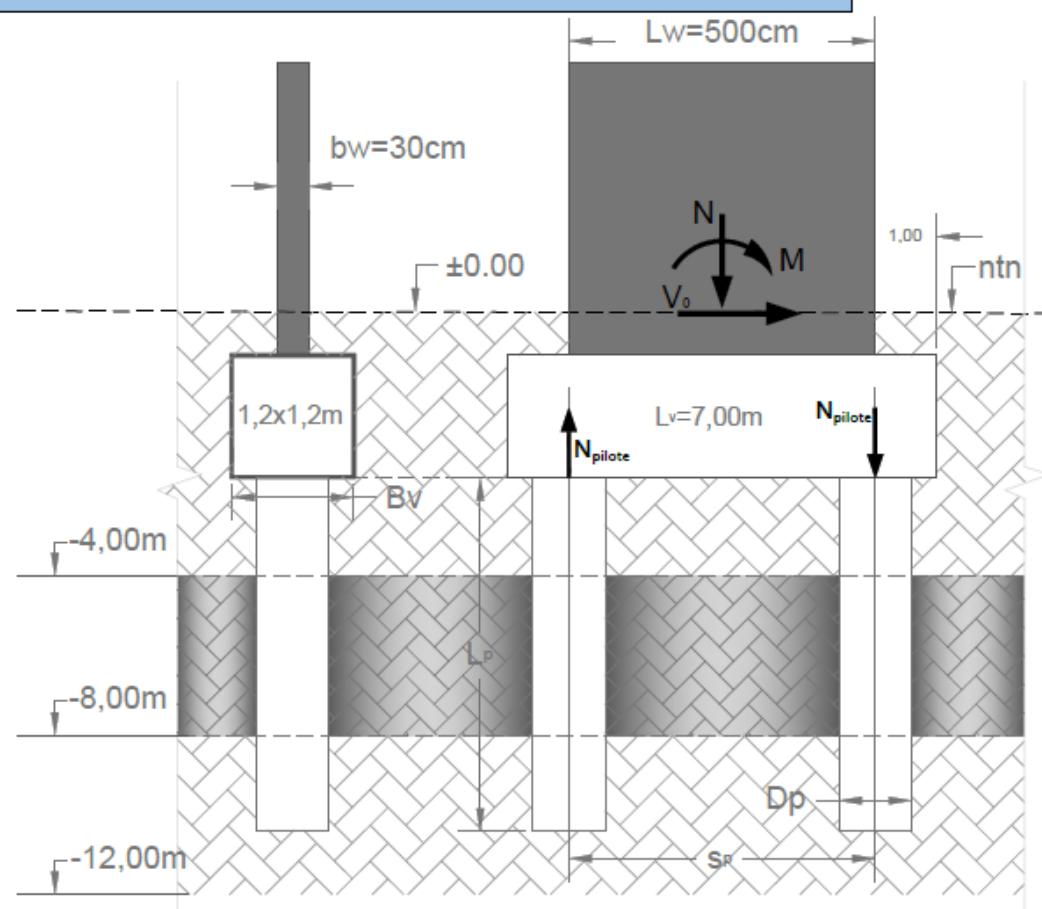
$$\text{Fricción} = 1,00 \frac{t}{m^2}$$

$$T_{adm} = 180 \frac{t}{m^2} \quad \text{Cota -8,00m}$$

### Estrato 3

$$\text{Fricción} = 1,50 \frac{t}{m^2}$$

$$T_{adm} = 210 \frac{t}{m^2} \quad \text{Cota -12,00m}$$



# Fundaciones Profundas: Pilas

## Solución 1:

fundar a – 8.00m Dp = 2.30m Df= 1.30m (Df =1.40m conveniente). Vol = 12.2 m<sup>3</sup>

**Solución 2:** fundar a – 12.00m Dp = 2.10m Df= 1.10m. Vol = 12.0 m<sup>3</sup>

Las dos soluciones arrojan prácticamente el mismo volumen de hormigón. Hay que evaluar las armaduras para concluir cuál es la más conveniente.

Un pilote se arma de la misma manera que si se tratara de una columna circular. El área de armadura debe cumplir dos condiciones: respetar una cuantía mínima de acero y además se debe verificar que se transmita y resista el esfuerzo de tracción.  
1) En nuestro caso la tracción resulta igual a 19 t. Se considera un factor de reducción de resistencia de 0.90.

**FUERZA TRACCIÓN RESISTENTE** = 0.90 (Área de acero . f<sub>y</sub>)

Se despeja el área de acero. → As <sub>necesaria</sub> = 19 t / (0.90 . 4,2 t/cm<sup>2</sup>) = **5.02 cm<sup>2</sup>**.

# Fundaciones Profundas: Pilas

## 6.6.2. Armadura

**6.6.2.1.** La cuantía mínima de la armadura longitudinal  $\rho_t$  deberá ser no menor que:

(a) **2,40 /  $f_y$**  para pilotes con un área bruta de la sección  $A_g$  igual o menor a  $0,50 \times 10^6 \text{ mm}^2$ .

(b) **1,20 /  $f_y$**  para pilotes con un área bruta de la sección  $A_g$  igual o mayor que  $2,00 \times 10^6 \text{ mm}^2$ .

$$(c) \rho_{t,min} = \frac{2400}{f_y \sqrt{2 A_g}} \quad (6 - 1)$$

para pilotes con un área bruta de la sección comprendida entre  $0,50 \times 10^6 \text{ mm}^2$  y  $2,00 \times 10^6 \text{ mm}^2$ .

**a) 0.0057**  $(A_g \leq 0,50 \text{ m}^2, f \leq 80 \text{ cm})$

**b) 4,05 / raiz ( $A_g$ )**  $(0,50 \text{ m}^2 < A_g < 2,0 \text{ m}^2)$

**c) 0.0028**  $(A_g \geq 2,0 \text{ m}^2, f \geq 160 \text{ cm})$

# Fundaciones Profundas: Pilas

## Solución 1:

$$Ag = 1.53 \times 10^6 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{corresponde 6.1. (c)}$$

$$\text{Cuantía mínima} = 2400 / [f_y \cdot \text{RAIZ}(2 \cdot Ag)] = 2400 / [420 \cdot \text{RAIZ}(2 \cdot 1.53 \times 10^6 \text{ mm}^2)] = 0.0032$$

$$\begin{aligned} \text{Área acero} &= 0.0032 \times 1.53 \times 10^6 \text{ mm}^2 = 4998 \text{ mm}^2 = \mathbf{49.98 \text{ cm}^2} \\ \rightarrow & \quad 16 \phi 20 \quad (50.24 \text{ cm}^2) \end{aligned}$$

$$\text{Peso de acero} = (8.20 \text{ m} - 0.20 \text{ m}) \cdot 16 \cdot 2,46 \text{ kg/m} = 315 \text{ kg}$$

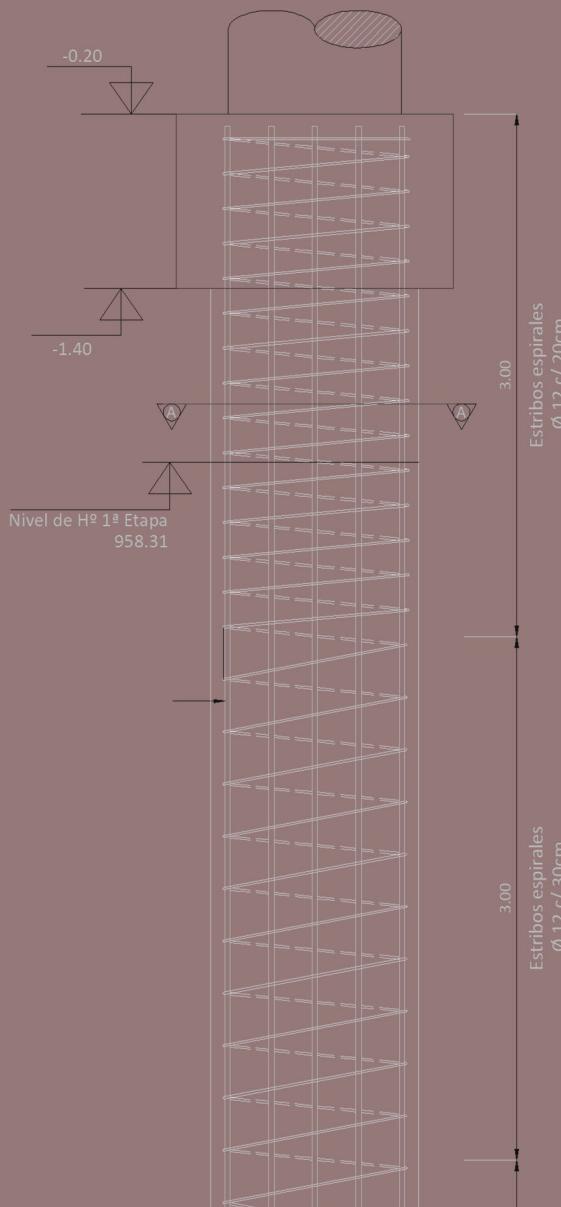
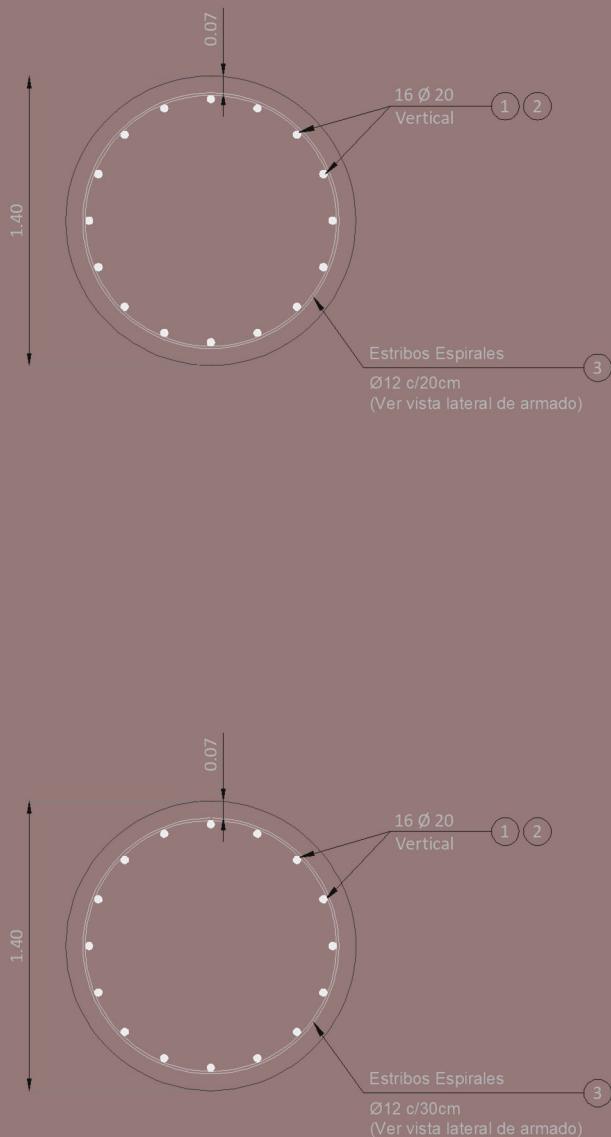
$$\text{Solución 2: } Ag = 0.95 \times 10^6 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \quad \text{corresponde 6.1. (c)}$$

$$\text{Cuantía mínima} = 2400 / [f_y \cdot \text{RAIZ}(2 \cdot Ag)] = 2400 / [420 \cdot \text{RAIZ}(2 \cdot 0.95 \times 10^6 \text{ mm}^2)] = 0.0041$$

$$\begin{aligned} \text{Área acero} &= 0.0041 \times 0.95 \times 10^6 \text{ mm}^2 = 3939 \text{ mm}^2 = \mathbf{39.39 \text{ cm}^2} \\ \rightarrow & \quad 8 \phi 25 \quad (40.0 \text{ cm}^2) \end{aligned}$$

$$\text{Peso de acero} = (12.20 \text{ m} - 0.20 \text{ m}) \cdot 8 \cdot 3,85 \text{ kg/m} = 370 \text{ kg}$$

# Fundaciones Profundas: Pilas



**FIN**

2024