

CIMENTACIONES O FUNDACIONES

CONJUNTO DE DISPOSITIVOS QUE RESUELVEN LA TRANSICIÓN ENTRE EL SISTEMA PORTANTE DEL EDIFICIO Y EL SUELO EN EL QUE SE APOYA. GENERALMENTE ESTE ULTIMO ES UN MATERIAL CON MENOR CAPACIDAD PORTANTE QUE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LOS SISTEMAS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO.

EL OBJETIVO ES GARANTIZAR EL EQUILIBRIO GLOBAL DE LA CONSTRUCCIÓN. SE DEBE TOMAR PARTIDO POR UN TIPO O SISTEMA DE FUNDACIÓN.

INCIDEN FACTORES ECONÓMICOS, TIEMPO DE EJECUCIÓN, CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO, DEL SUELO Y OTRAS.

UNA VEZ DECIDIDO UN SISTEMA DE FUNDACIÓN SE PASARÁ A DISEÑAR Y DIMENSIONAR LOS DISPOSITIVOS ESPECIFICOS QUE LO INTEGRAN. DESDE SU FORMA Y DISPOSICIÓN HASTA LA ORGANIZACIÓN DE ARMADURAS.

EN GENERAL LOS DISPOSITIVOS AUMENTAN EL ÁREA DE CONTACTO ENTRE UN ELEMENTO DE MAYOR CAPACIDAD PORTANTE (ESTRUCTURA) Y UNO DE MENOR CAPACIDAD (SUELO) DE FORMA DE TRANSMITIR LAS CARGAS SIN SOBREPASAR LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ELECCIÓN DEL SISTEMA DE FUNDACIÓN

- **ESTRATIFICACIÓN DEL SUELO**

- PROFUNDIDAD DE LAS DISTINTAS CAPAS
- CAPACIDAD PORTANTE

↓
POSIBLES COTAS DE FUNDACIÓN

- **CARACTERÍSTICAS DEL DISPOSITIVO**

- PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN
- POSIBILIDAD DE EJECUTARLO
- SEGURIDAD EN LA EJECUCIÓN

- **VALOR DE LAS DESCARGAS**

↓
COTA Y DISPOSITIVO DE FUNDACIÓN

ROCAS Y SUELOS

ROCAS:

SUELOS:

SALVO EXCEPCIONES LOS SUELOS SON PRODUCTO DE LA EROSION DE LAS ROCAS DE LA CORTEZA TERRESTRE. MEDIANTE EROSION FÍSICA DE UNA ROCA INICIAL SE OBTIENEN LAS ARENAS (Y COMO MÁXIMO GRADO DE FINURA LOS LIMOS). MEDIANTE EROSION QUÍMICA DE ESTOS TROZOS MAS PEQUEÑOS Y VULNERABLES SE OBTIENEN LAS ARCILLAS. LOS AGENTES FISICOS SON INSOLACIÓN, HELADAS, VIENTO, ETC. LOS AGENTES QUÍMICOS SON EL ATAQUE DE ANHÍDRIDO CARBONICO, AGUA, ACCION BIOLÓGICA, ETC. . .

- **COHESIVOS (ARCILLAS)**
- **PULVERULENTOS, NO COHESIVOS (ARENAS)**
- **OTROS (TURBA, TIERRA VEGETAL, LIMO)**

DATOS DEL SUELO

- CORTE (ESTRATIFICACION)
- CAPACIDAD PORTANTE DE LAS DISTINTAS CAPAS
- EXPANSIVIDAD

FUENTES DE DATOS

- BANCOS DE DATOS
- ESTUDIOS ESPECIFICOS, INFORMES DE ESPECIALISTAS

EN GENERAL MEDIANTE UN ENSAYO S.P.T.:


NUMERO DE GOLPES NECESARIO PARA HINCAR EL SACAMUESTRAS 30,5cm
(UN PIE) EN EL TERRENO
PARA ARCILLAS:

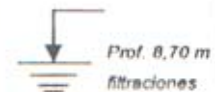
N	CONSISTENCIA	TENSION DE TRABAJO
<2	MUY BLANDA	<0,25
2 - 4	BLANDA	0,25 - 0,50
4 - 8	MEDIA	0,50 - 1,00
8 - 15	FIRME	1,00 - 2,00
15 - 30	MUY FIRME	2,00 - 4,00
>30	DURA	>4,00

- OBSERVACIONES DIRECTAS, POZOS
FACILIDAD DE EXCAVACION
COLOR Y CONSISTENCIA

ENSAYO DE PENETRACIÓN STANDARD
OBRA:
UBICACION:
CATEO N° 1

FECHA:
COTA BOCA: t. natural

PROF. (m.)	EQUIP. PERF.	ENSAYO S.P.T.				N	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES	COTA (m.)
		Nº de golpes /30 cm							
		35	25	15	5				
							Suelo Vegetal		
							Prof. 0,60 m		
1						14	Arcilla marrón		
2						22	Arcilla		
3						22	Arcilla marrón con nódulos oscuros y cal		
4						29	Arcilla limosa		
5									
6									
7						28	Arcilla		
8									
9						34	Arcilla marrón con nódulos oscuros	 Prof. 8,70 m filtraciones	
10							Prof. 9,80 m		
						38	Arcilla		
							Prof. 10,50 m		
11							Fin de la Perforación		
		100	50	0					


PROF. NIV. AGUA : 8,70 m filtraciones

PROF. TECHO ROCA: COTA TECHO ROCA:

PROF. MAX. CATEO: 10,50 m COTA FONDO:

Fecha:
Ref. N°
Hoja N°

4.2 Fundación de Estructuras en General

Del análisis de los valores del ensayo, del comportamiento de las perforaciones, y dependiendo de las características estructurales de la futura obra a construir, podrá optarse por cualquiera de los sistemas de fundación que se indican a continuación:

- a. *Fundación con patines aislados*
- b. *Fundación con pilotes*

- a. Puede proyectarse un sistema de **fundación directa con patines aislados** de hormigón armado en el manto de arcillas y arcillas limosas a una profundidad mínima de 2.00 respecto del terreno natural actual

Para este nivel de fundación se recomienda adoptar como tensión admisible de trabajo el valor $\sigma = 2.00 \text{ kg./cm}^2$.

Se recomienda que los pozos de fundación no queden abiertos y a la intemperie durante tiempo prolongado.

A su vez se sugiere que se ejecute un **hormigón pobre de regularización** y limpieza de 10 cm de espesor mínimo previo a la colocación de las armaduras.

- b. Como solución alternativa, puede proyectarse una fundación con **pilotes** flotantes en el manto de arcillas limosas que tendrán longitudes útiles mínimas de 8.00m.

Para este caso se recomienda la fundación mediante **pilotes perforados**.

A los efectos del predimensionado se recomiendan los siguientes valores:

Diámetro (cm)	Carga (ton)
30	35
40	55
50	90

TENSIONES DE TRABAJO DE SUELOS

ROCAS NO ESRATIFICADAS	más de 30 daN/cm ²
ROCAS ESTRATIFICADAS	de 8 a 15 daN/cm ²
TOSCA	de 5 a 7 daN/cm ²
ARENAS GRUESAS	de 2,5 a 4 daN/cm ²
ARENAS FINAS	de 8 1,5 a 3 daN/cm ²
ARCILLAS DURAS Requieren de la punta del pico para la excavación	4 daN/cm ²
ARCILLAS SEMIDURAS Requieren de la parte plana del pico para la excavación	2 daN/cm ²
ARCILLAS BLANDAS Se excavan a pala	de 1 a 1,5 daN/cm ²

RAZONES TÉCNICAS

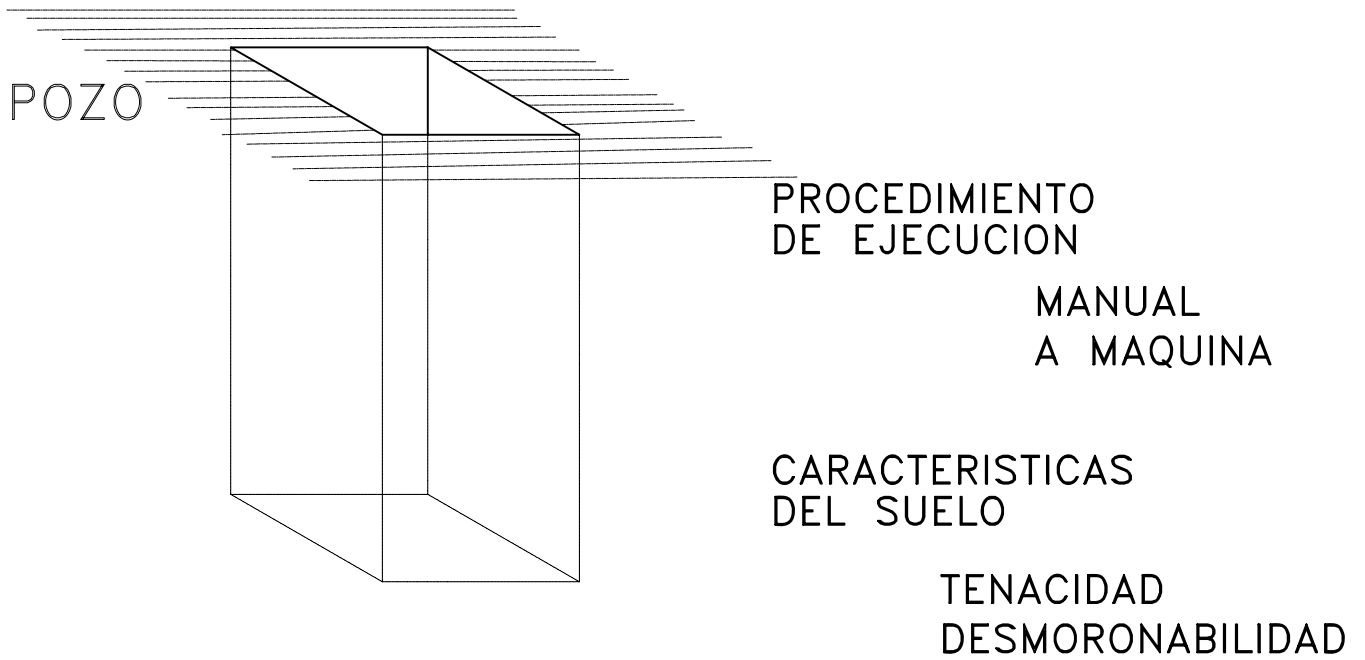
- LA COTA DEBE SER UNICA PARA CADA CUERPO EDIFICADO
- RELACION ENTRE LA CAPACIDAD DEL ESTRATO Y LAS CARGAS A TRANSMITIR
 - EN GENERAL LAS CONDICIONES DEL SUELO MEJORAN CON LA PROFUNDIDAD
- ES NECESARIO COMPROBAR LAS CONDICIONES DEL SUELO POR DEBAJO DE LA PROFUNDIDAD ELEGIDA
 - IMPRESINDIBLE EN ARENAS Y ROCAS

RAZONES ECONOMICAS

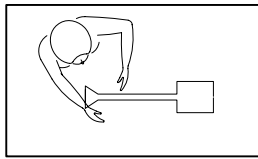
- ECUACION ECONOMICA ENTRE LA MEJORA DE LAS CONDICIONES, QUE GENERA DISPOSITIVOS MAS CHICOS Y LA MAYOR EXCAVACIÓN
- NO SIEMPRE TOMAR UNA MENOR COTA SIGNIFICA UN AVANCE MÁS RÁPIDO DE LA OBRA
- LA PROFUNDIDAD DEL ESTRATO ELEGIDO PARA FUNDAR SE VINCULA CON EL DISPOSITIVO MAS ADECUADO PARA ALCANZARLO CON ECONOMÍA
 - PLAZOS DE EJECUCIÓN
 - UBICACIÓN DE LA OBRA

- CADA DISPOSITIVO IMPLICA UN PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO
 - POSIBILIDAD DE EJECUTARLO DE ACUERDO A LAS CARACTERISTICAS DEL SUELO
 - PROFUNDIDAD DE LA COTA DE FUNDACION QUE PERMITA CONSTRUIRLO CON SEGURIDAD

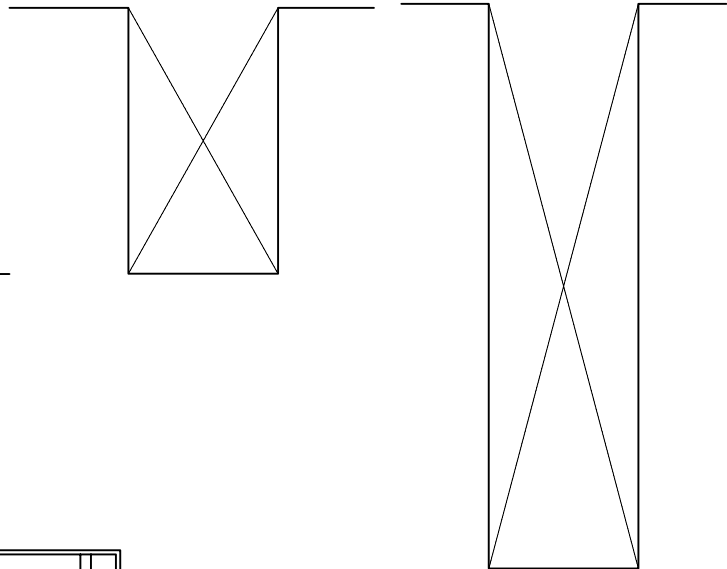
LA CONSTRUCCION DE TODO DISPOSITIVO DE FUNDACION
IMPLICA LA PREVIA REALIZACION DE UN POZO



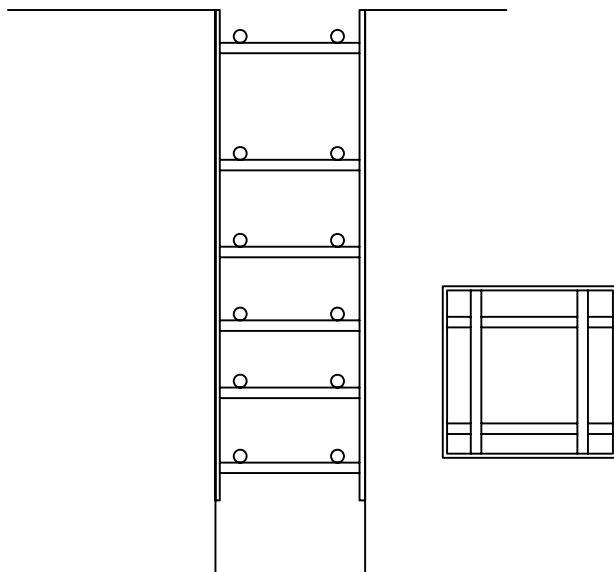
DIMENSIONES MINIMAS

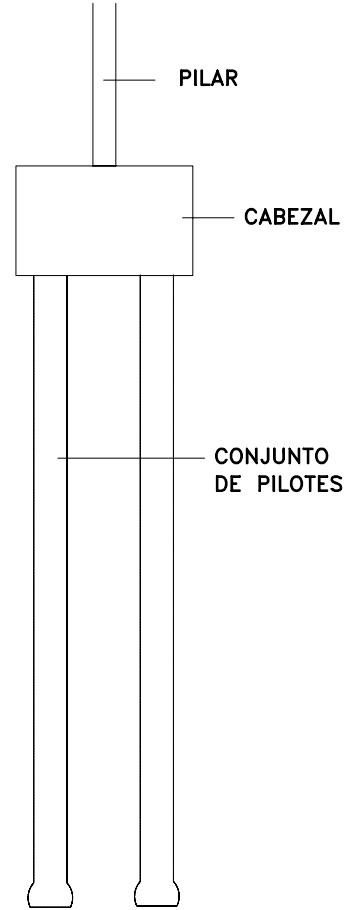
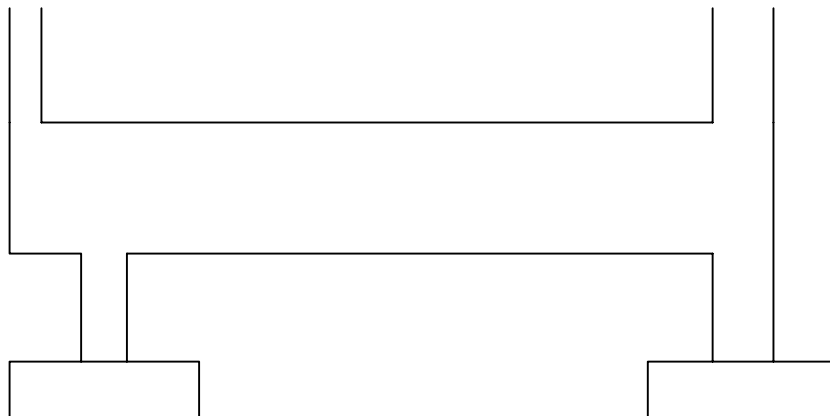
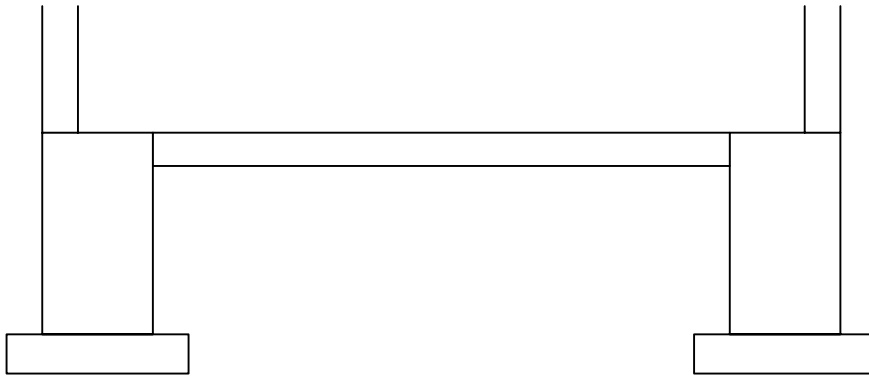
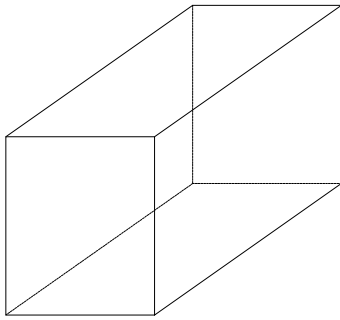
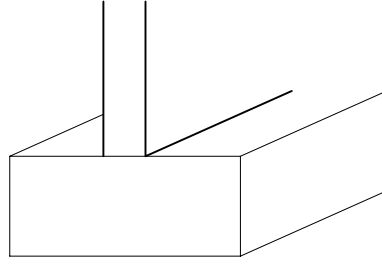
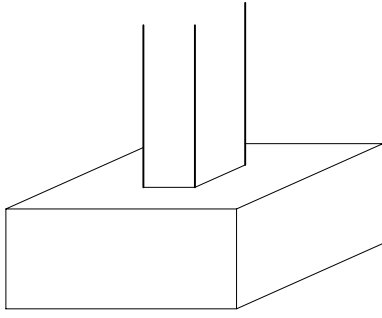


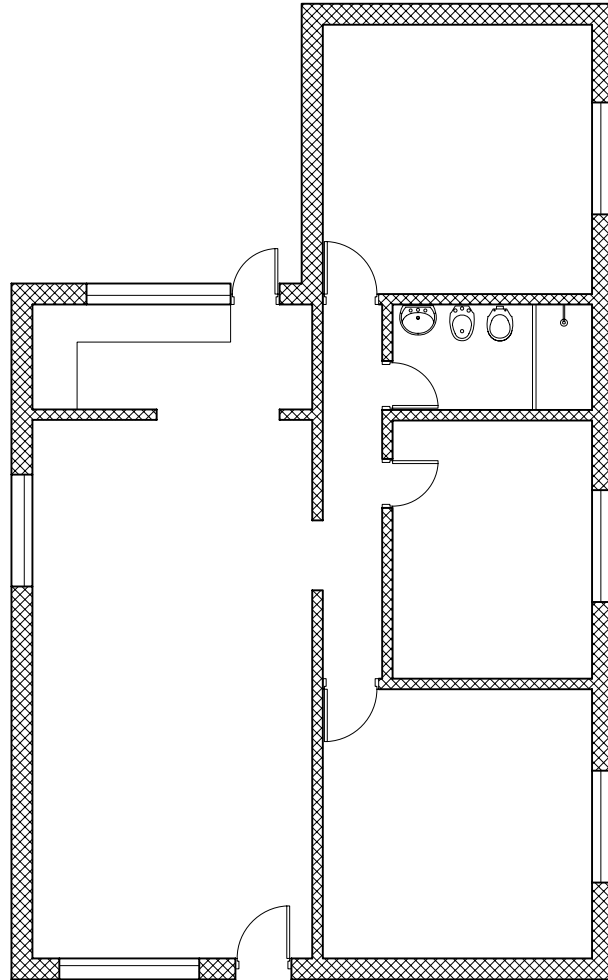
PROPORCION

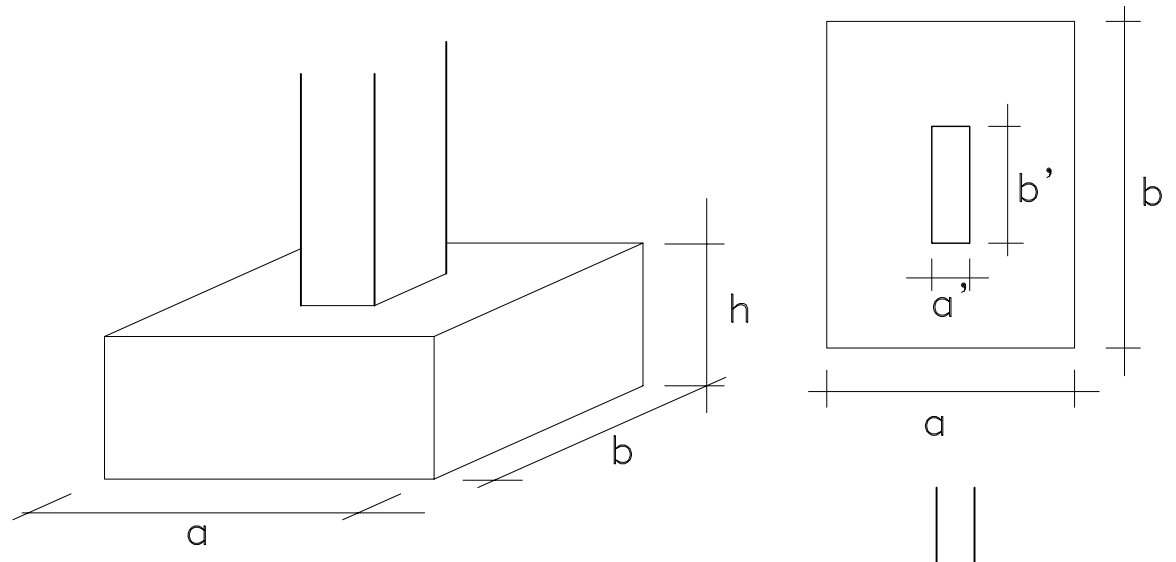


PROFUNDIDAD—SEGURIDAD

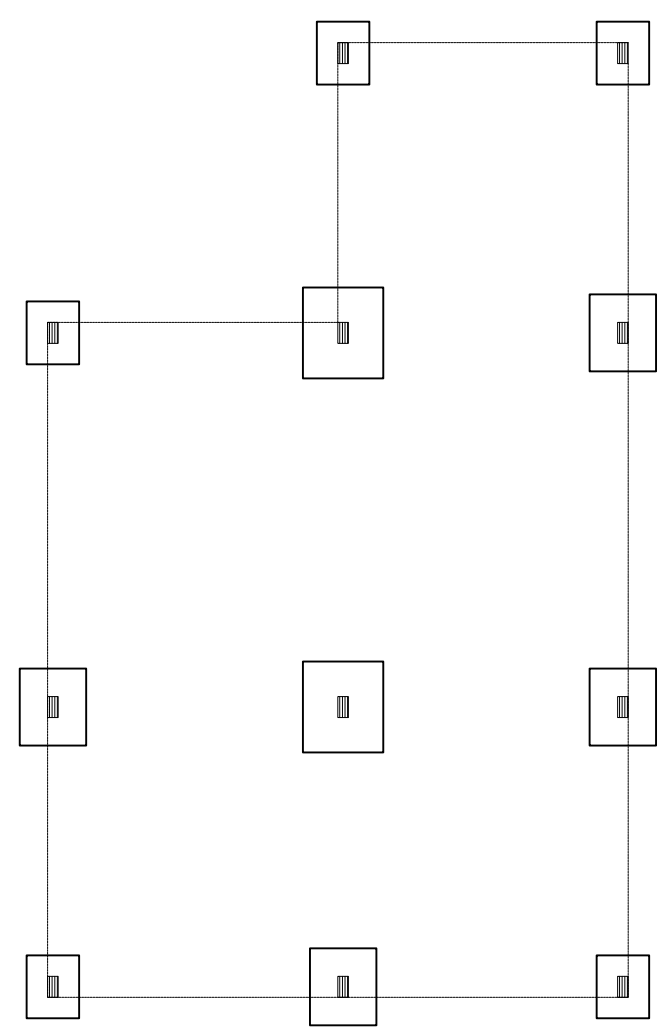
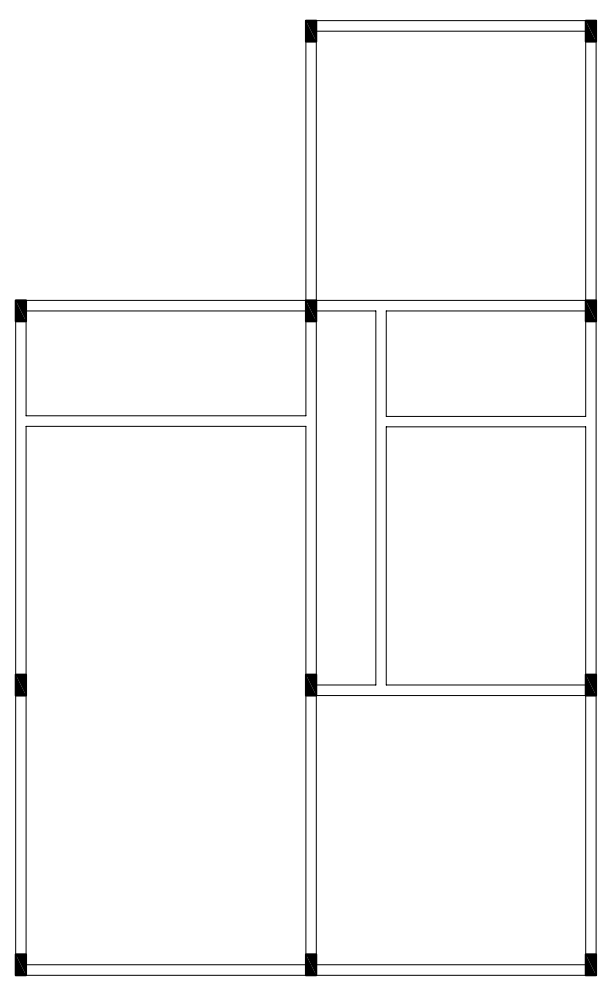
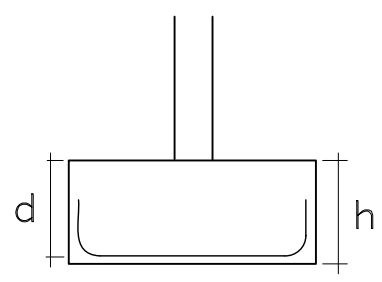


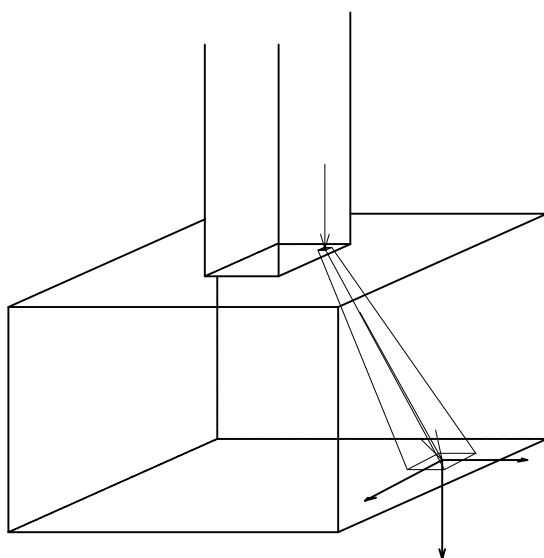
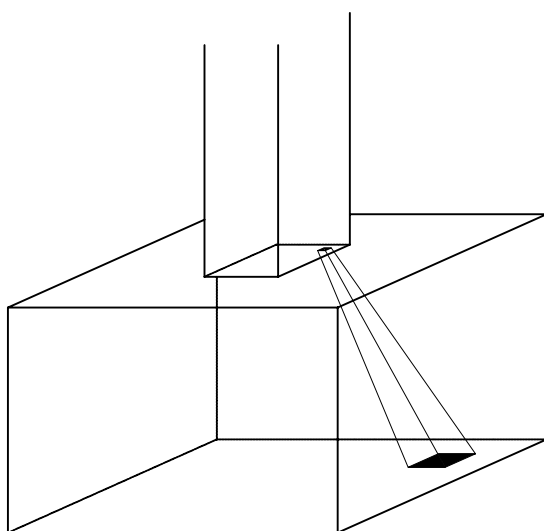
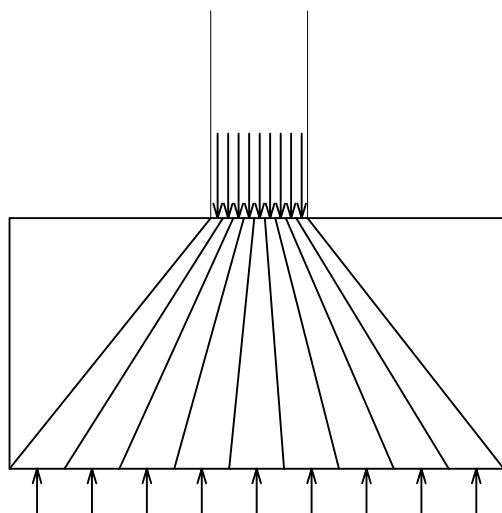


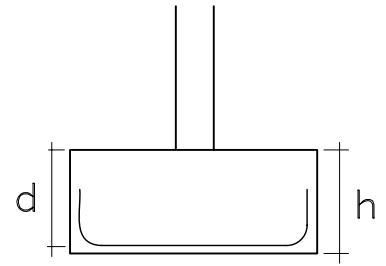
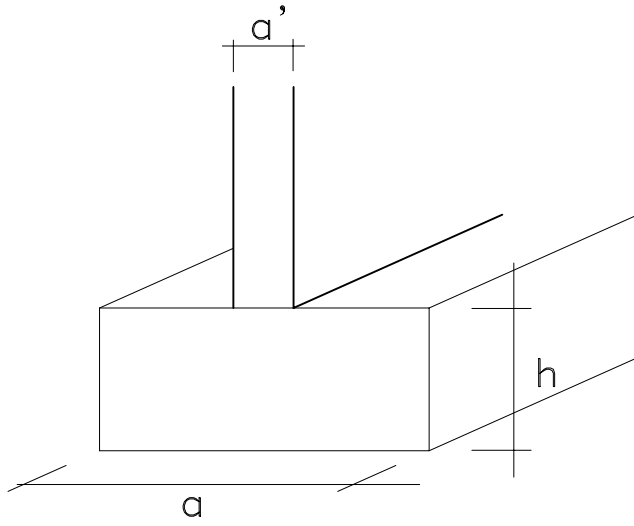




$$a \cdot b = \frac{F}{\sigma_t}$$
$$a - a' = b - b' \quad d = \frac{a - a'}{2}$$



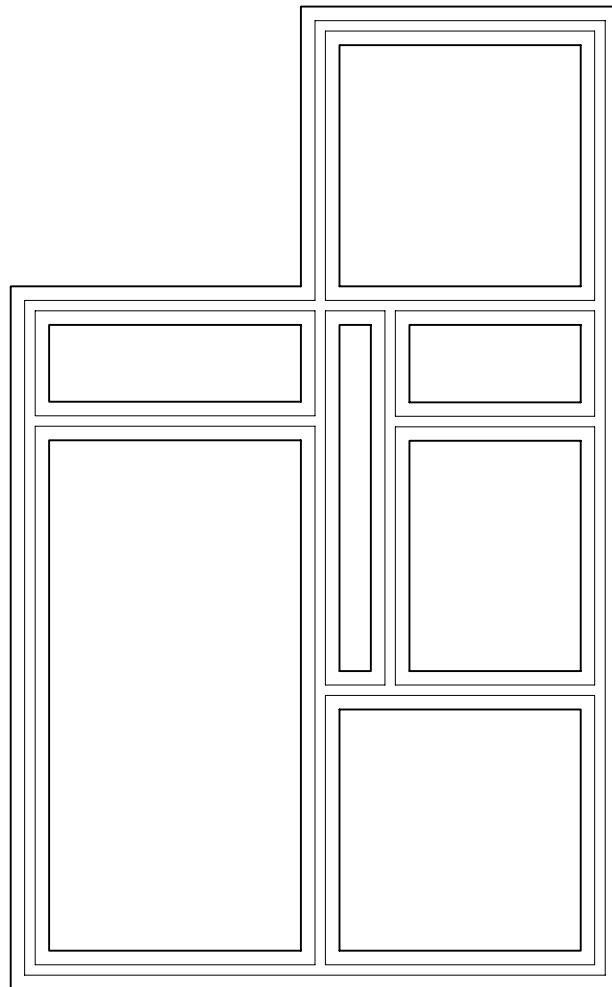


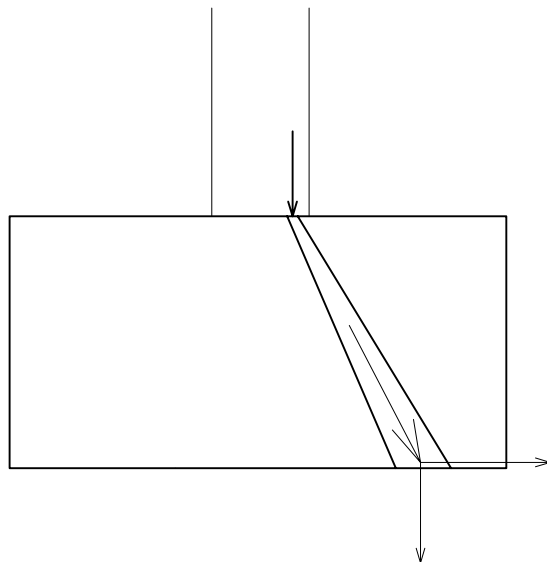
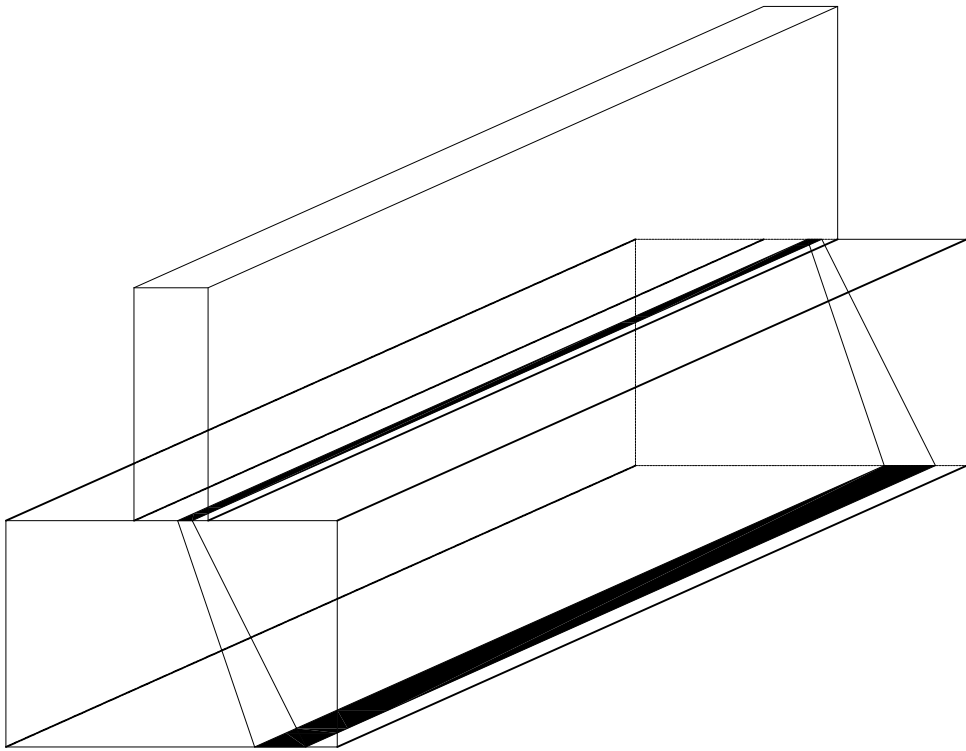
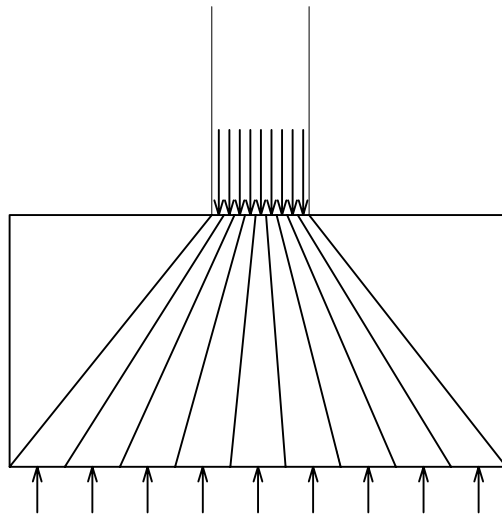


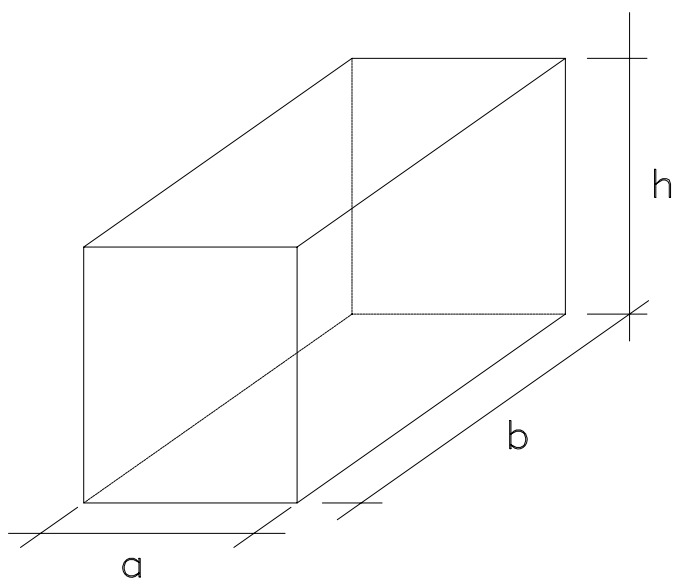
$$a = \frac{F}{1000 \tau}$$

$$a \geq 45$$

$$d = \frac{a - a'}{2}$$





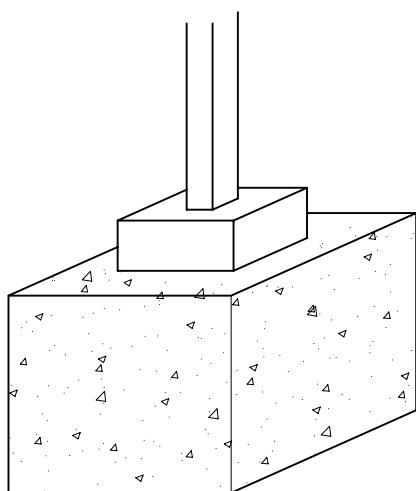
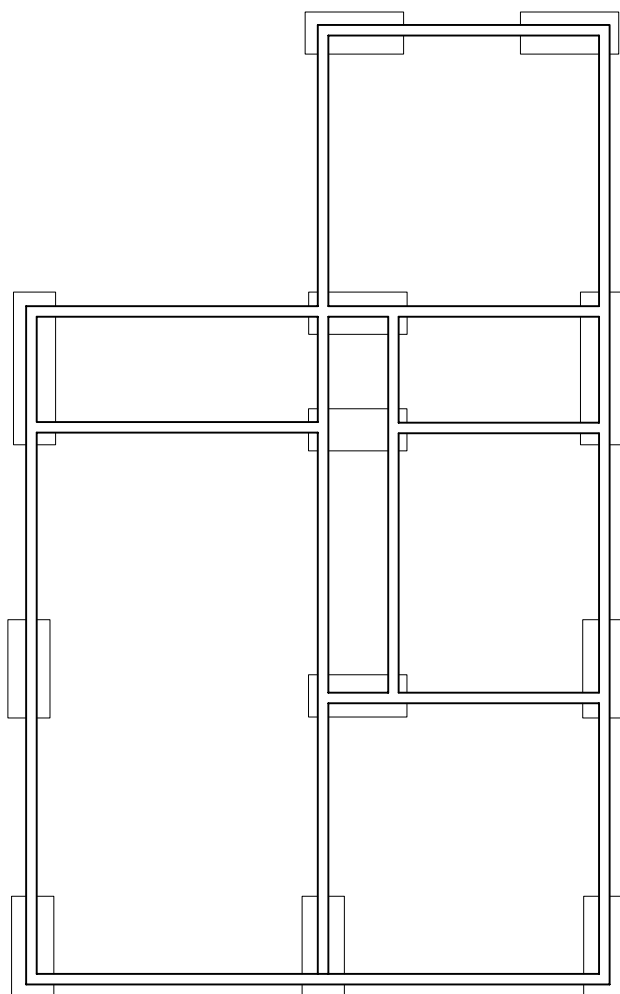


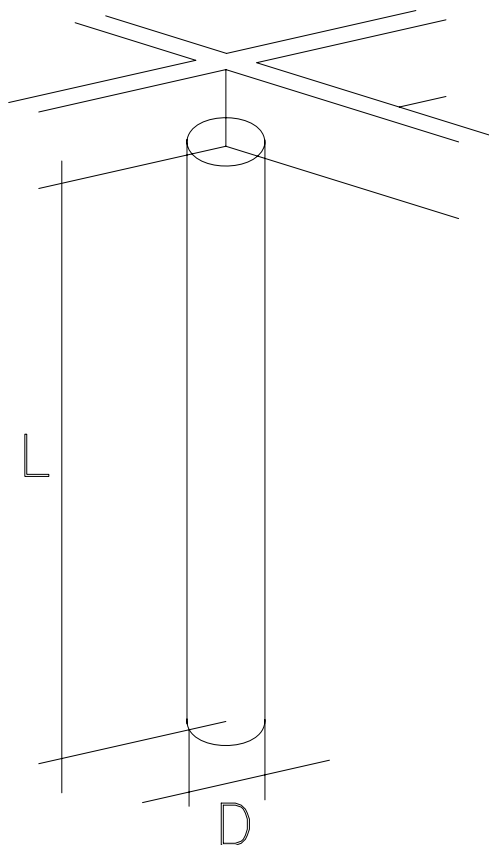
$$a \cdot b = \frac{F}{\sigma_t}$$

$$a \geq 60$$

$$b \geq 120$$

$$h \geq 60$$





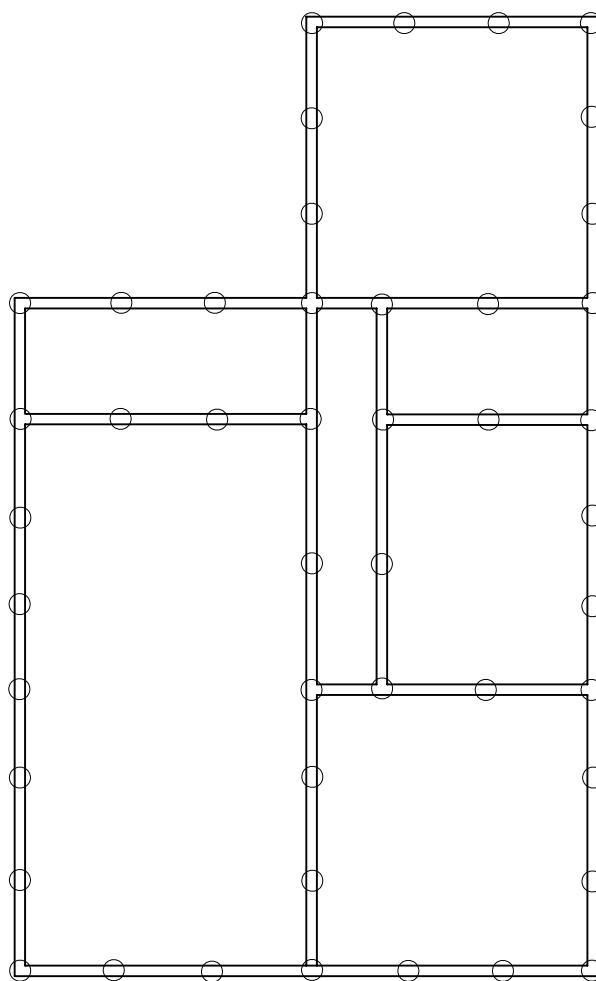
$$F = F_{\text{punta}} + F_{\text{lateral}}$$

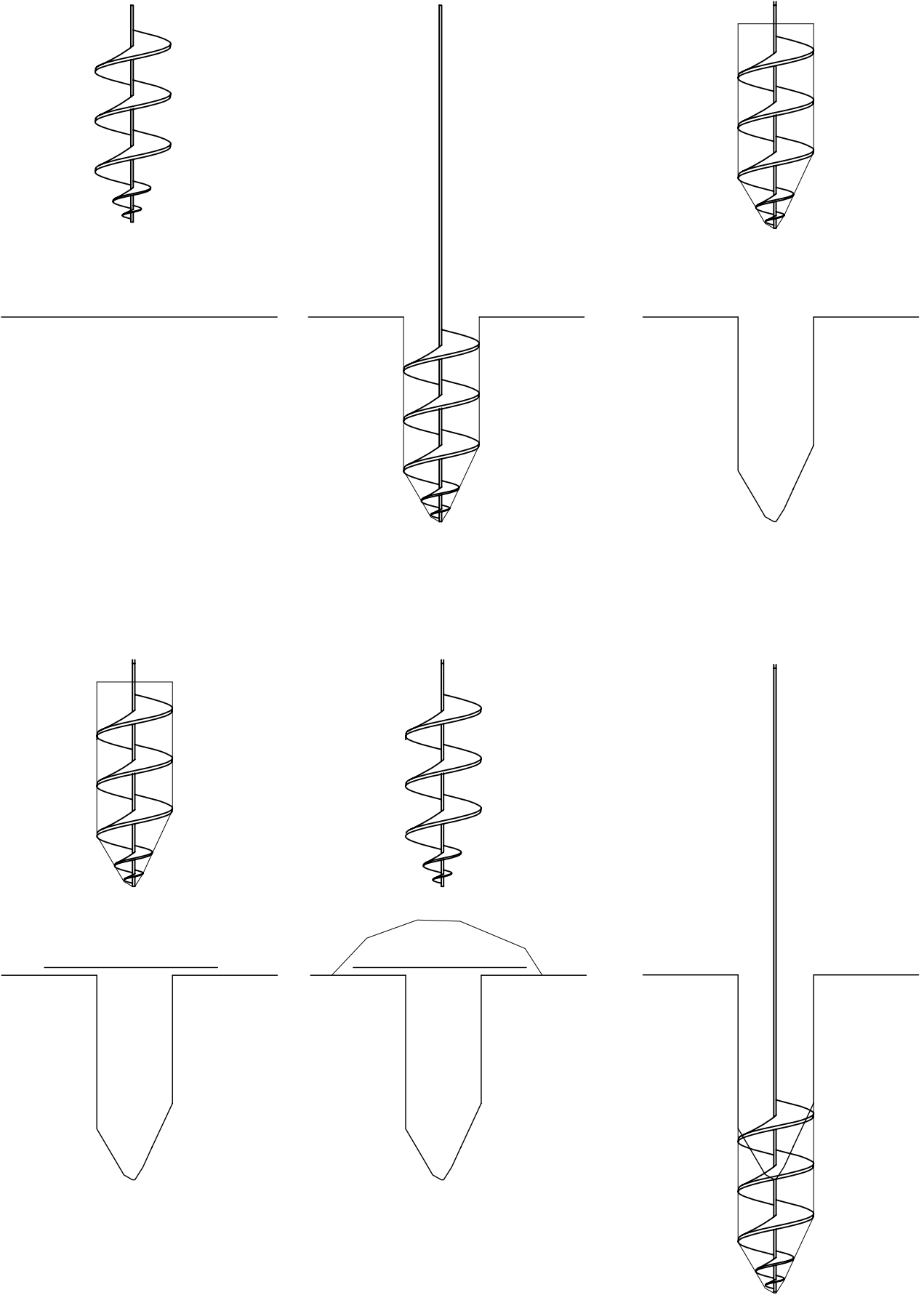
$$F_{\text{punta}} = \frac{\pi D^2}{4} \sigma_{\text{t}}$$

$$F_{\text{lateral}} = \pi D (L - 1) \frac{\sigma_{\text{t}}}{10}$$

$$2 < L < 3 \text{ m}$$

$$20 < D < 30 \text{ cm}$$





PILOTAJES

JUSTIFICACION

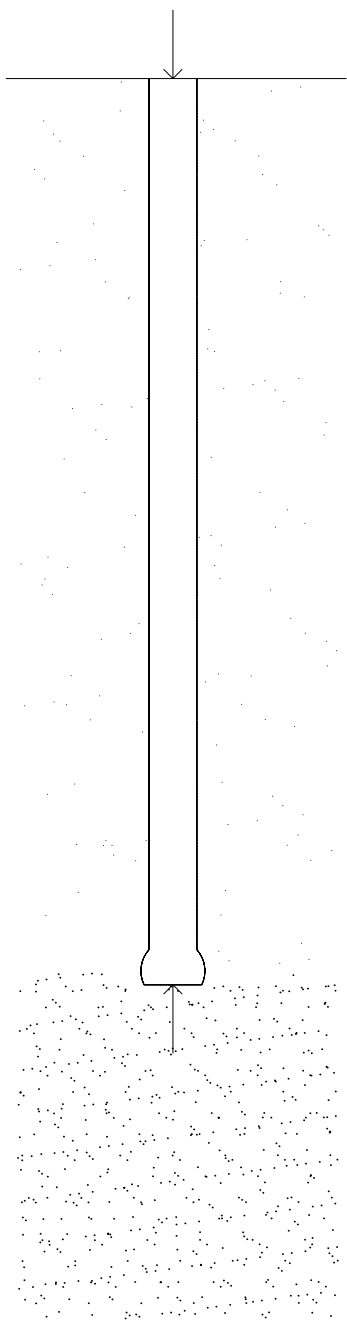
- **ALCANZAR UN ESTRATO DE SUELO DE BUENA CAPACIDAD PORTANTE QUE SE PRESENTA A UNA PROFUNDIDAD TAL QUE NO SE HACE ECONOMICA LA EXCAVACIÓN MANUAL**

EL PILOTE TRABAJA FUNDAMENTALMENTE DE “PUNTA” APOYADO EN DICHO ESTRATO

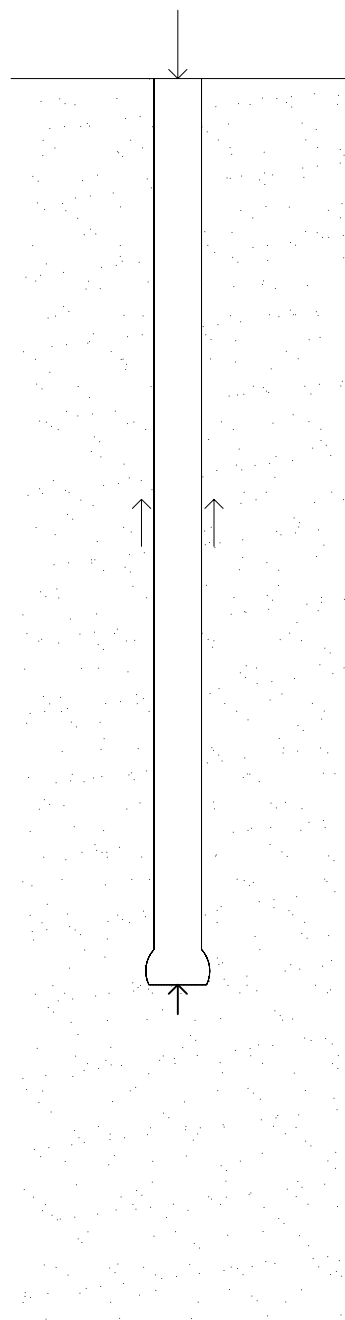
- **AMPLIAR LA SUPERFICIE DE CONTACTO CON UN SUELO DE MEDIANA CAPACIDAD PORTANTE QUE SE EXTIENDE, SIN CAMBIOS, EN PROFUNDIDAD**

EL PILOTE TRABAJA FUNDAMENTALMENTE POR EL ROZAMIENTO DE SU SUPERFICIE LATERAL CON EL SUELO

PILOTAJES

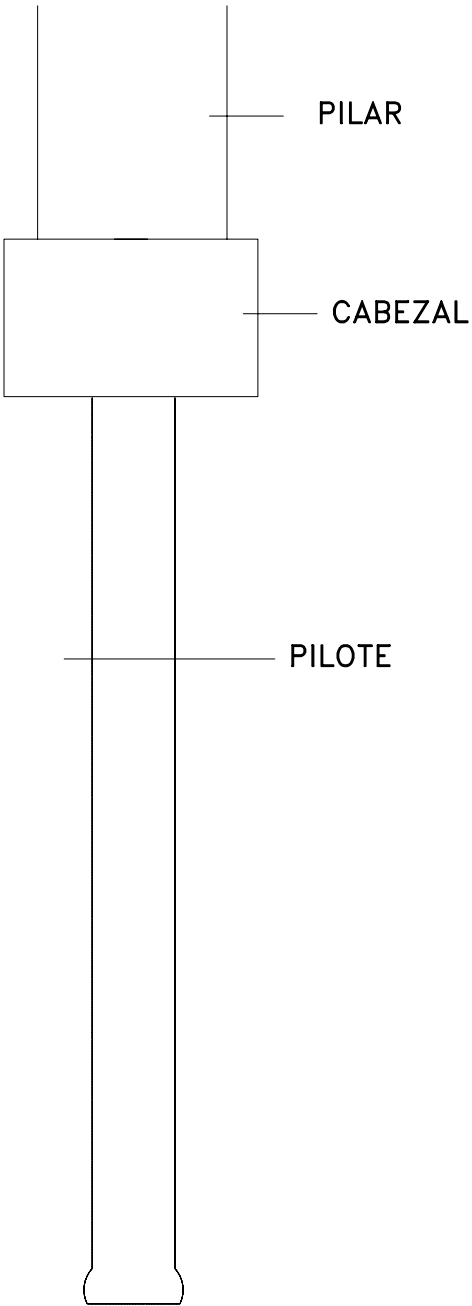


TRABAJO DE "PUNTA"
APOYADO



TRABAJO POR ROZAMIENTO
"FLOTANTE"

COMPONENTES



PILOTAJES

COMPONENTES

- PILOTE

LOS HAY DE DISTINTOS TIPOS Y DIAMETROS

SON REALIZADOS POR EMPRESAS SUBCONTRATISTAS ESPECIALIZADAS QUE TIENEN LA RESPONSABILIDAD TECNICA DE SU PROYECTO

A LOS EFECTOS DE UN PREDIMENSIONADO SE ESTIMA QUE LA CAPACIDAD MAXIMA DE UN PILOTE ES DE 100.000 daN (100 TONELADAS)

POR SER LA CARGA MAYOR A ESTE MAXIMO O POR CONVENIENCIAS DE EJECUCIÓN SE ASOCIAN VARIOS PILOTES PARA SU TRABAJO CONJUNTO

- CABEZAL

ES EL DISPOSITIVO CONSTRUCTIVO QUE HABILITA EL TRABAJO CONJUNTO DE VARIOS PILOTES

SIRVE ADEMAS COMO TRANSICIÓN ENTRE LA FORMA DEL PILAR Y LA DEL PILOTE

PILOTES

TIPOS

- PREFABRICADOS

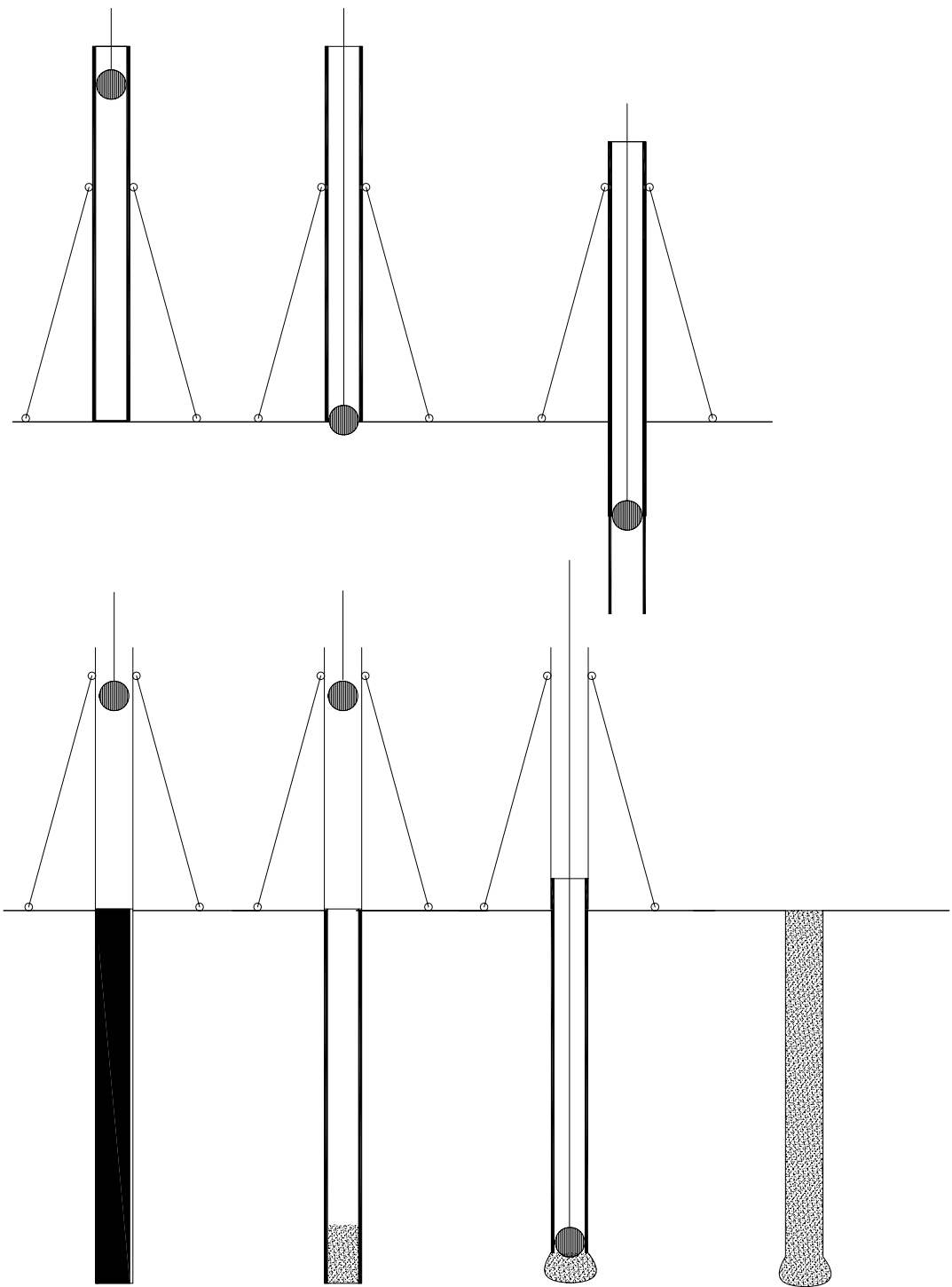
EL PILOTE SE PREFABRICA Y LUEGO DE HINCA (CLAVA) EN EL SUELO MEDIANTE UNA MAQUINA DOTADA DE LA SUFICIENTE ENERGIA
NO EXISTE OFERTA EN EL MEDIO

- DE HINCA DE TUBO

EL PILOTE SE REALIZA EN SITIO
PREVIAMENTE SE HINCA UN TUBO DE ACERO QUE SE VA RETIRANDO A MEDIDA QUE SE VIERTES EL HORMIGON
LA COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN SE REALIZA POR APISONADO
EL ENCAMISADO QUE PRODUCE EL TUBO SE HACE IMPRESCINDIBLE EN SUELOS CON FUERTE PRESENCIA DE AGUA O EN SUELOS DESMORONABLES

- PERFORADOS

EL PILOTE SE REALIZA EN SITIO
PREVIAMENTE SE PERFORA EL SUELO MEDIANTE UNA MECHA QUE VA RETIRANDO EL MATERIAL RESULTANDE DE LA PERFORACIÓN
LA COMPACTACIÓN DEL HORMIGÓN DE REALIZA POR APISONADO O POR VIBRADO.



CABEZALES

- FORMA

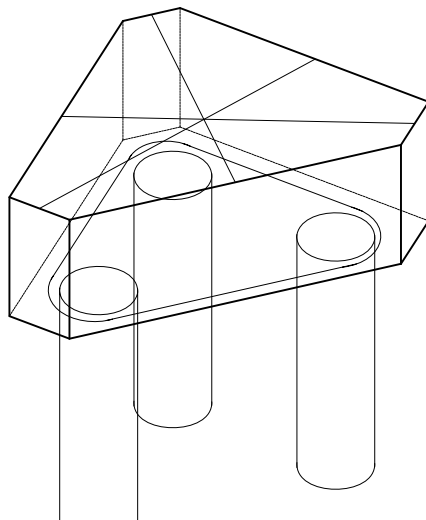
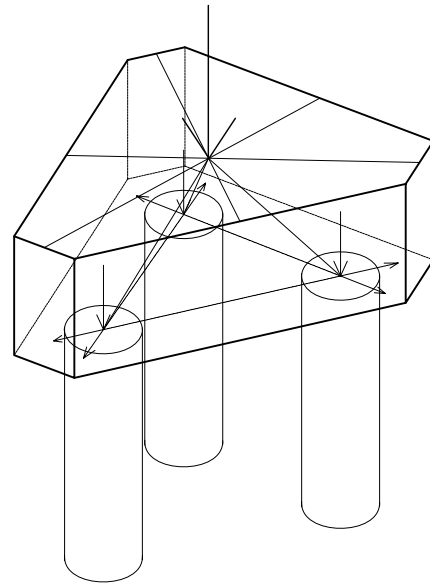
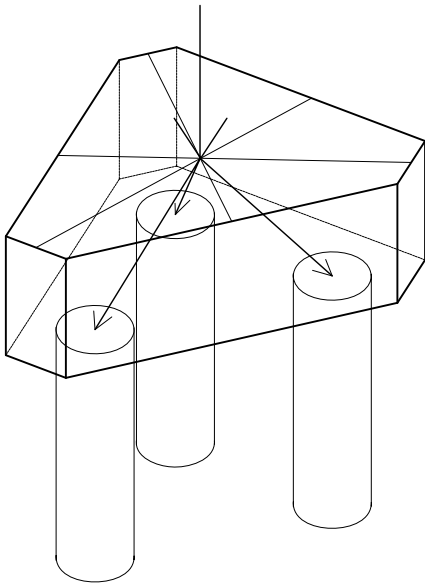
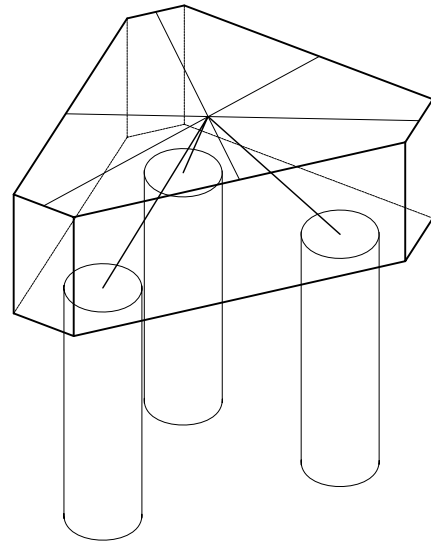
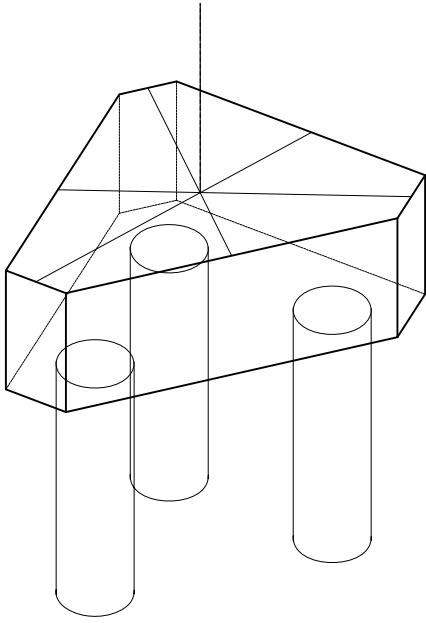
TIENEN FORMA PRISMÁTICA, VARIANDO LA PLANTA DE ACUERDO A LA CANTIDAD DE PILOTES QUE CONECTAN

LA ALTURA DEBE SER TAL QUE ASEGURE QUE POR SU RIGIDEZ DISTRIBUYA LA CARGA EN FORMA IGUAL A CADA PILOTE

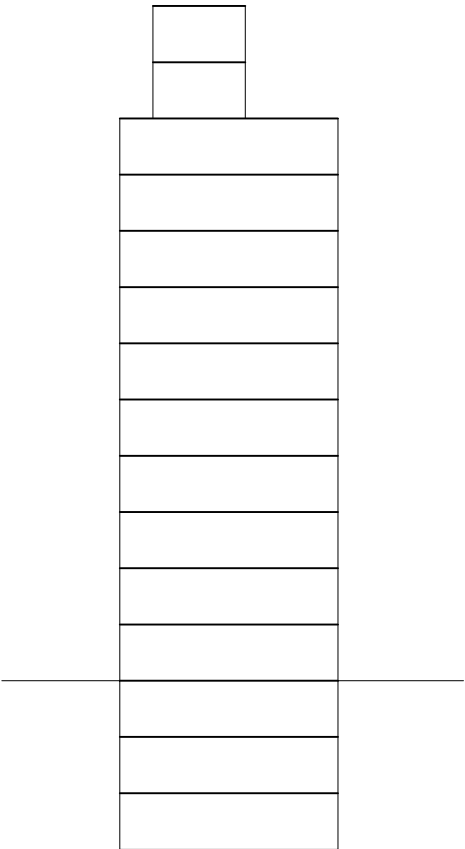
- MODELO DE COMPORTAMIENTO

EL COMPORTAMIENTO DE ESTE DISPOSITIVO SE MODELIZA CONSIDERANDO QUE LA CARGA DEL PILAR SE DIVIDE EN TANTAS COMPONENTES COMO PILOTES EXISTAN

ESTAS FUERZAS INCLINADAS COMPRIMEN EL HORMIGÓN DEL CABEZAL Y GENERAN UN CINTURÓN TRACCIONADO EN LA BASE DEL CABEZAL



PLATEA



PROFUNDA

SUPERFICIAL

PLATEA

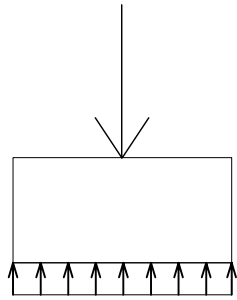
SE JUSTIFICA CUANDO:

$$\frac{F_{\text{TOTAL DEL EDIFICIO}}}{A_{\text{TOTAL DE LA PLANTA}}} \approx \sigma_{\dagger}$$

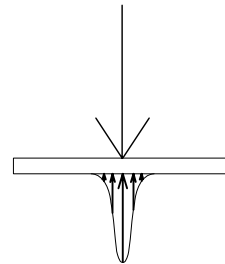
EN GENERAL SON SUELOS DE POCA CAPACIDAD

RESPUESTA DEL SUELO FRENTE A UNA CARGA

DISPOSITIVO MUY RÍGIDO



DISPOSITIVO POCO RÍGIDO



$$\sigma = C \cdot y$$

σ = TENSION PRODUCIDA EN EL SUELO

C = COEFICIENTE DE BALASTO

y = ASIENTO EN CADA PUNTO

APARTARSE DE LA UNIFORMIDAD DE LA RESPUESTA LLEVA A SUPERAR LA TENSION ADMISIBLE PARA EL SUELO

PLATEAS

COMO TODO DISPOSITIVO DE FUNDACIÓN SU ELECCIÓN DEBE RESPONDER A RAZONES TÉCNICAS Y A RAZONES ECONÓMICAS

RAZONES TÉCNICAS

- **LA TENSION ADMISIBLE DEL SUELO ES BAJA Y LA RELACION ENTRE LA CARGA TOTAL Y EL ÁREA DE LA PLANTA SE APROXIMA A ESE VALOR**

COMENTARIO:

TENIENDO EN CUENTA QUE UNA CONSTRUCCIÓN PESA DEL ORDEN DE 1.000 A 1.200 daN POR METRO CUADRADO Y QUE LO MÍNIMO QUE RESISTE UN SUELO ES 1daN/cm² SE REQUIERE DE CONSTRUCCIONES DEL ORDEN DE LAS DIEZ PLANTAS PARA APROXIMARSE A ESE VALOR.

- **LA COTA DE FUNDACIÓN ES COMPATIBLE CON EL PROYECTO**

COMENTARIO:

UNA EXCAVACIÓN TOTAL DE LA PLANTA A MUCHA PROFUNDIDAD PUEDE NO SER ECONÓMICA Y SEGURAMENTE ES RIESGOSA PARA LAS CONSTRUCCIONES VECINAS

NO EXCAVAR, NUNCA ES ADMISIBLE, LA COTA DE FUNDACIÓN **DEBE SER NECESARIAMENTE INFERIOR** AL NIVEL DEL TERRENO CIRCUNDANTE.

- **LA DEFORMABILIDAD DEL SUELO ELEGIDO PARA FUNDAR ES COMPATIBLE CON EL PROYECTO DE ESTRUCTURA**

COMENTARIO:

SI LA BAJA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO ESTA ACOMPAÑADA DE GRAN DEFORMABILIDAD, CASO DE ALGUNOS RELLENOS, LA APLICACIÓN DE ESTE DISPOSITIVO DEBE TENER EN CUENTA NO SOLAMENTE EL POSIBLE DESCENSO DE LA CONSTRUCCIÓN QUE SE FUNDA SINO TAMBIEN LA AFECTACIÓN A LAS CONSTRUCCIONES VECINAS

- **LA CAPA DE SUELO AFECTADO ES DE MAYOR PROFUNDIDAD QUE EN EL CASO DE ZAPATAS AISLADAS**

COMENTARIO:

A IGUAL TENSIÓN LA DISMINUCIÓN DE VALORES SIGNIFICATIVOS DE PRESIÓN ES MAS SIGNIFICATIVA EN UNA ZAPATA QUE EN UNA PLATEA POR LO CUAL EXISTE UNA MAYOR POSIBILIDAD DE QUE LA PRESENCIA DE ZONAS DE MENOR CAPACIDAD AFECTEN A UNA PLATEA Y NO A UNA ZAPATA. ESTO ES MUY SIGNIFICATIVO EN TERRENOS RELLENADOS. NO SIEMPRE UNA FUNDACIÓN POR PLATEA ES MÁS SEGURA

RAZONES ECONOMICAS

- **EL EQUILIBRIO DE CARGAS CUALESQUIERA CON UNA RESPUESTA UNIFORME DEL SUELO EXIGE UN DISPOSITIVO RÍGIDO**

COMENTARIO:

SI POR EJEMPLO SE TOMA UNA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA DENTRO DE UN SISTEMA DE MUROS PORTANTES LA LOSA DE FUNDACIÓN, PLATEA, NO ES SIMÉTRICA DE LA DE TECHO

AUN CUANDO UNA SIMETRIZACIÓN DE FUERZAS ASEGURA EL EQUILIBRIO ESTO NO ES VIABLE YA QUE EL SUELO NO SE DEFORMARÍA LO MISMO BAJO LOS MUROS QUE EN EL CENTRO DE LAS LOSAS

LA DEFORMACIÓN UNIFORME DEL SUELO EXIGE UN ESPESOR PARA LA PLATEA MUY SUPERIOR A LA DE LA LOSA DE TECHO.

- **LAS SOLICITACIONES QUE SE PRODUCEN TOMAN VALORES ALTOS**

COMENTARIO:

LA EXIGENCIA DE LA RIGIDEZ CONSPIRA CONTRA LA ECONOMÍA DE LA SOLUCIÓN PERO RESULTA INEVITABLE CUANDO SE ESTÁ EN EL LIMITE DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO.

- **LA COMPARACIÓN ECONOMICA CON UNA SOLUCION DE PILOTAJE DEBE TENER EN CUENTA NO SOLAMENTE LA INVERSIÓN SINO TAMBIEN LOS TIEMPOS Y LA RELACION CON LAS CONSTRUCCIONES VECINAS**

COMENTARIO:

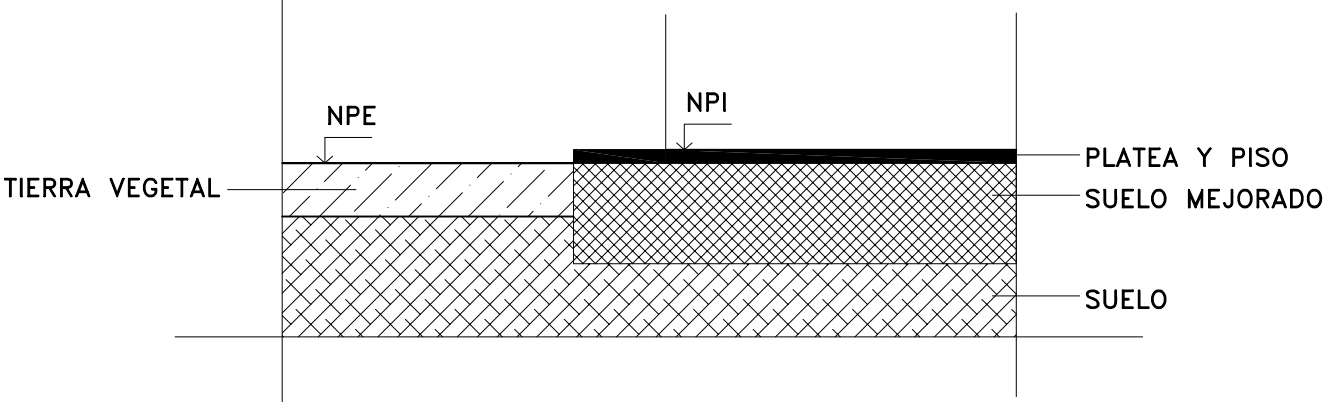
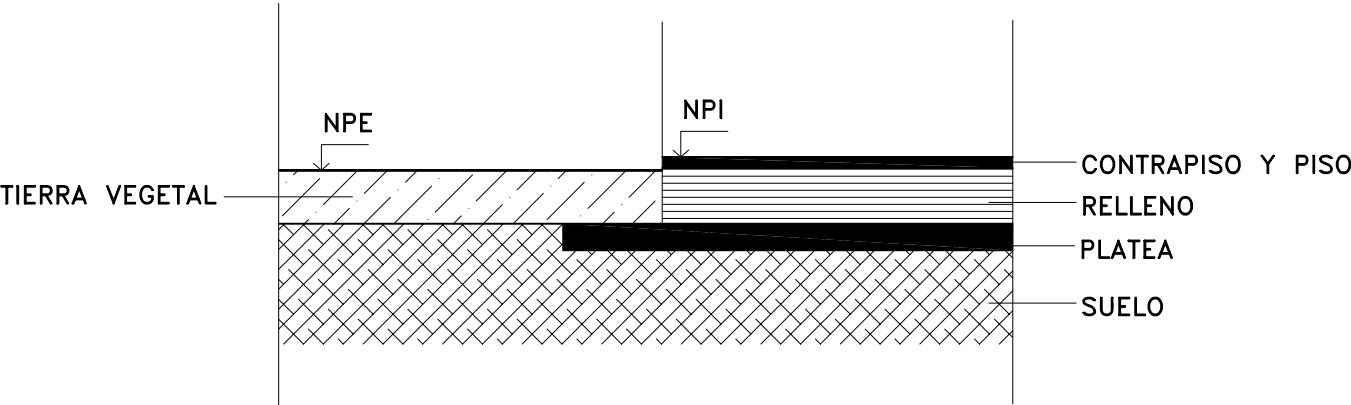
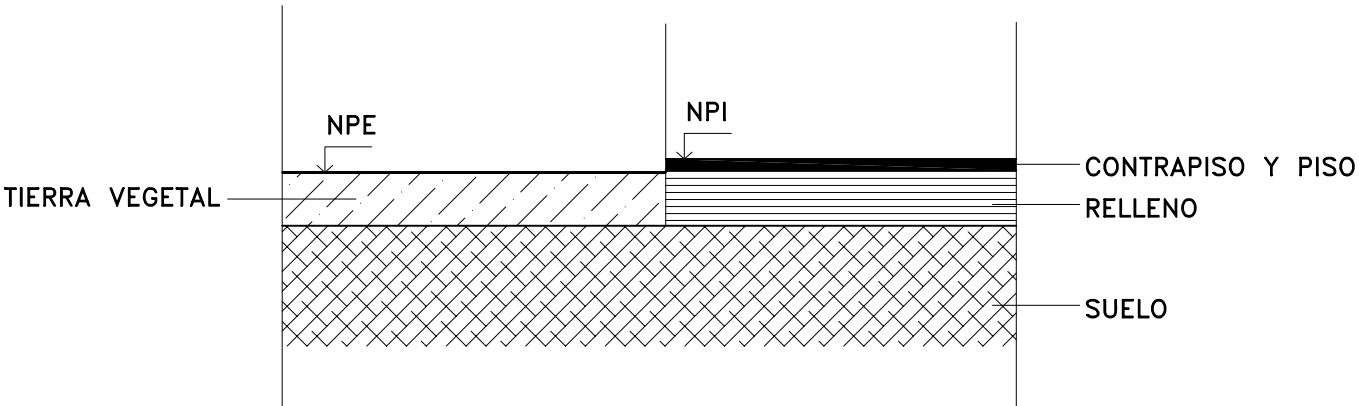
ADEMÁS DEL COSTO DIRECTO DE LOS MATERIALES DEBE CONSIDERARSE LA NECESARIA EXCAVACIÓN Y LAS CONSTRUCCIONES AUXILIARES QUE LA MISMA IMPLICA

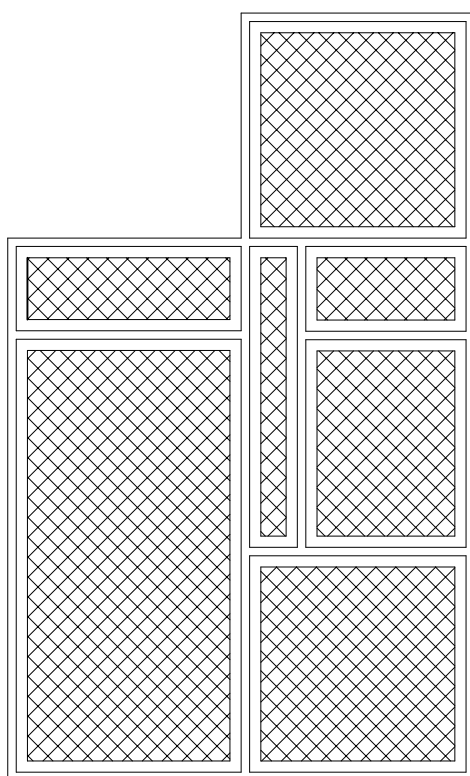
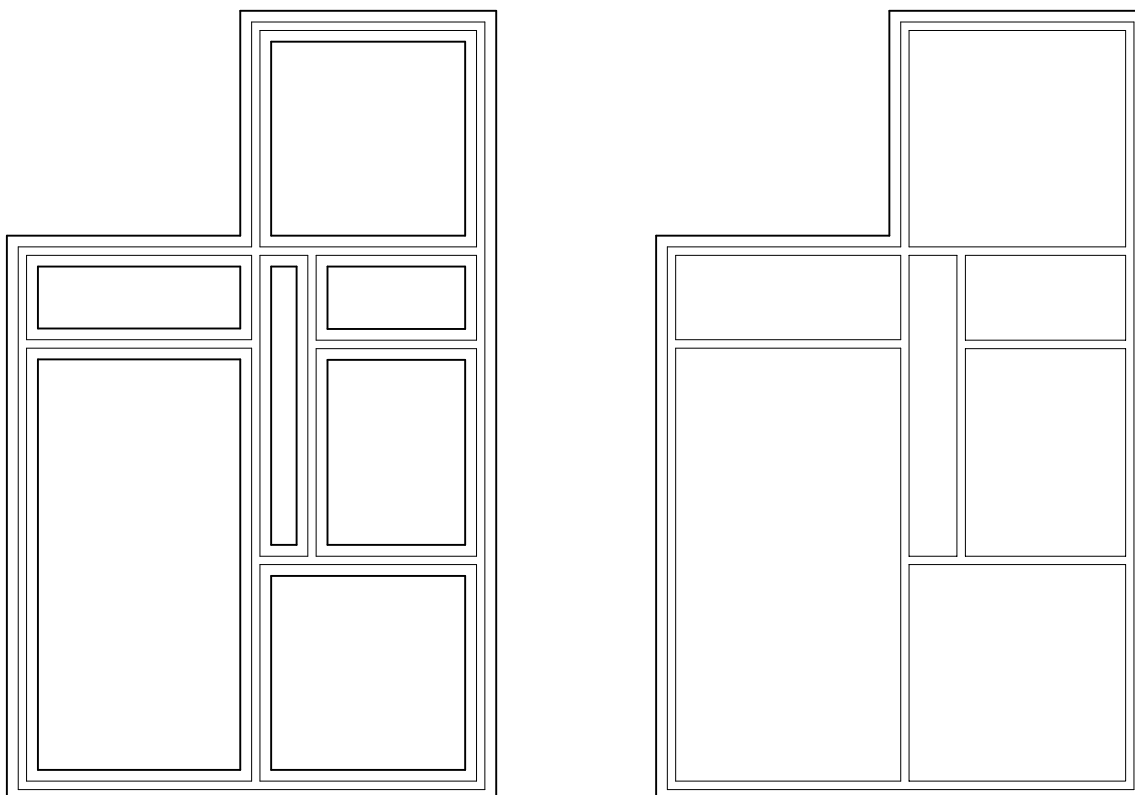
CONCLUSIONES

EL USO DE UNA PLATEA NO ES EL DE UNA LOSA DELGADA CON ESPESORES SIMILARES A LOS DE LAS LOSAS DE LOS ENTREPIOS

TRABAJAR CON VALORES BAJOS DE LA TENSION DE SUELO NO IMPLICA MAYOR SEGURIDAD

SALVO EN UN SUBSUELO UNA PLATEA NO SE CONSTRUYE AL NIVEL DEL PISO TERMINADO





ELECCIÓN DEL SISTEMA DE FUNDACIÓN

ELECCIÓN DEL ESTRATO EN EL QUE SE FUNDARÁ

ELECCIÓN DE LA COTA DE FUNDACIÓN

ELECCIÓN DEL DISPOSITIVO DE FUNDACIÓN

- **RAZONES TÉCNICAS**

LA RAZONABLE RELACIÓN ENTRE LA CAPACIDAD DEL ESTRATO ELEGIDO Y LA MAGNITUD DDE LAS CARGAS A TRANSMITIR

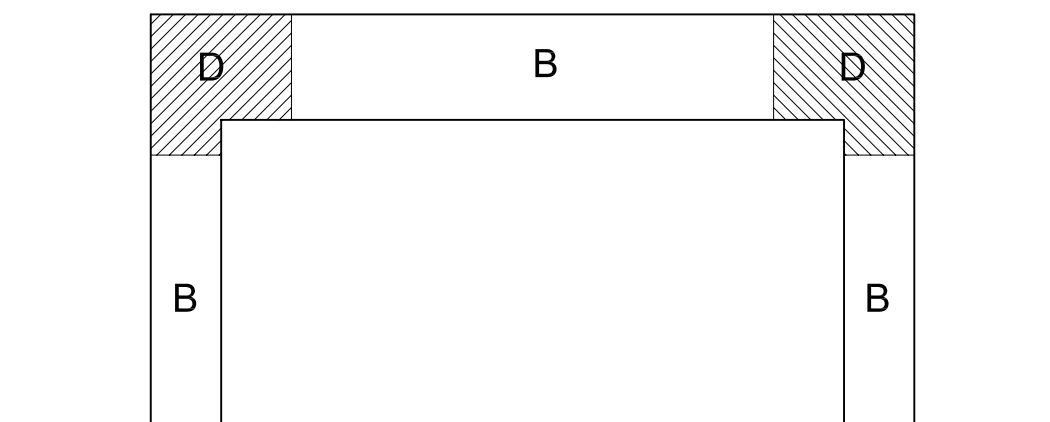
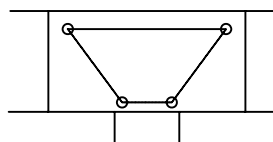
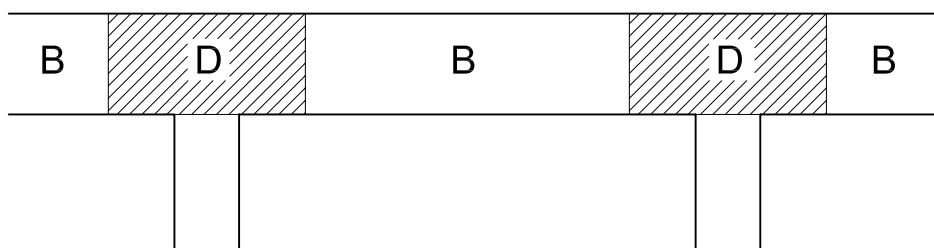
- **RAZONES ECONÓMICAS**

LA RAZONABLE RELACIÓN ENTRE EL COSTO DE LA OBRA Y EL COSTO DE LA FUNDACIÓN

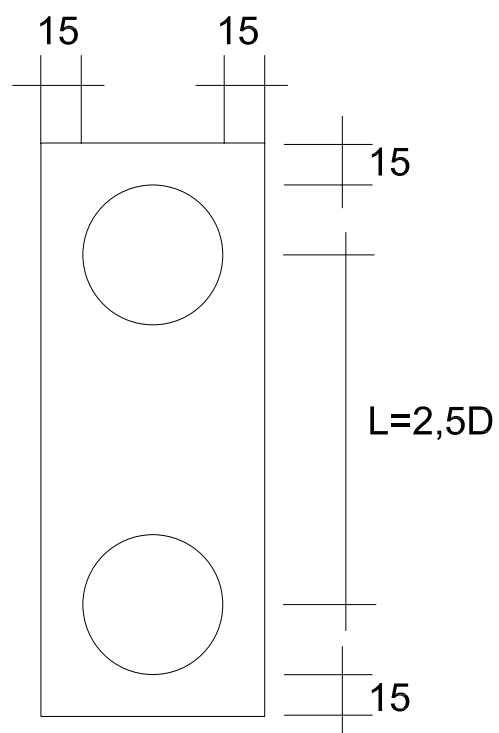
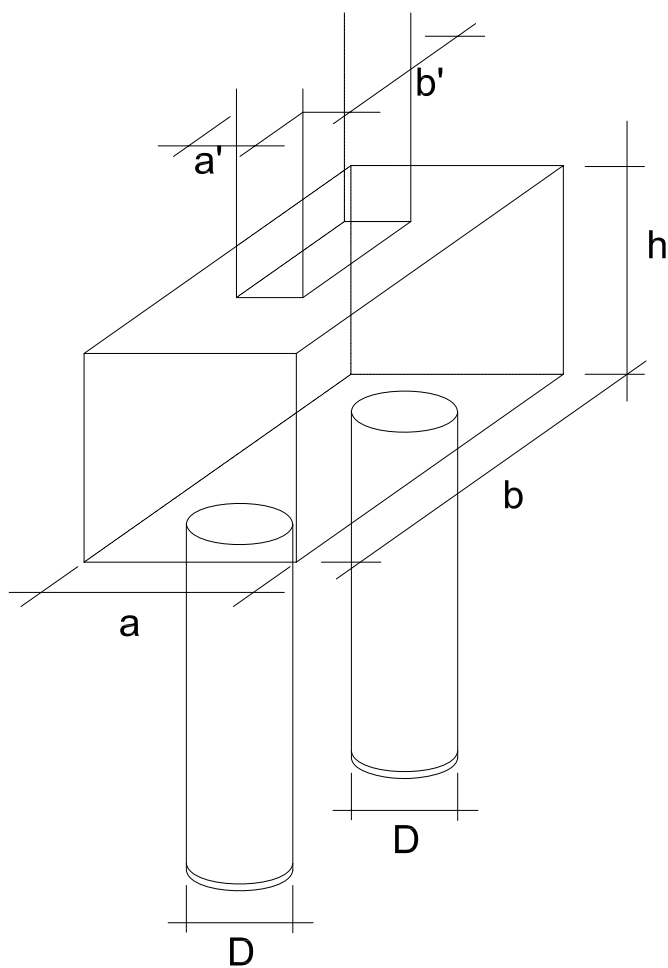
ZONAS DE DISCONTINUIDAD

ZONAS D

SON ZONAS DE LA ESTRUCTURA EN LAS
CUALES NO SE CUMPLE LA HIPOTESIS
DE BERNOUILLI

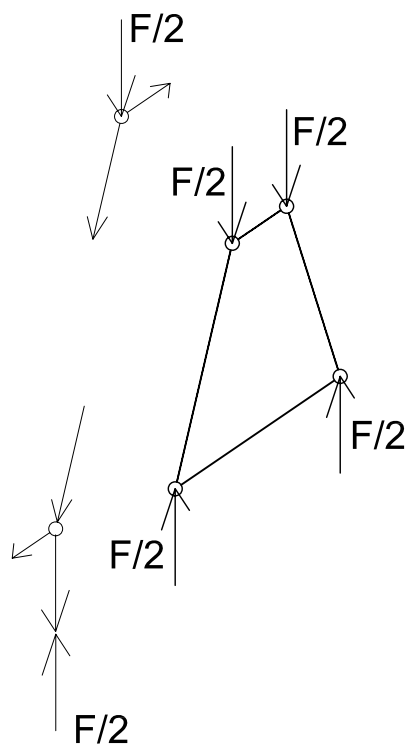
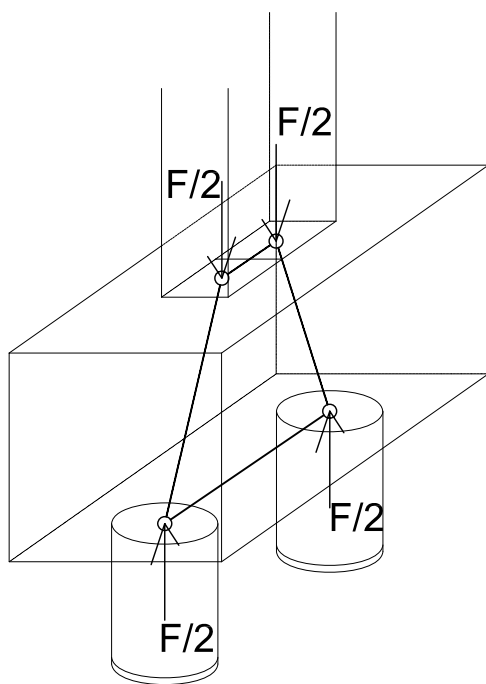


CABEZAL DE DOS PILOTES

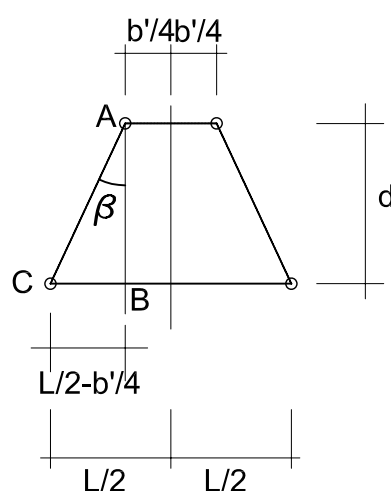
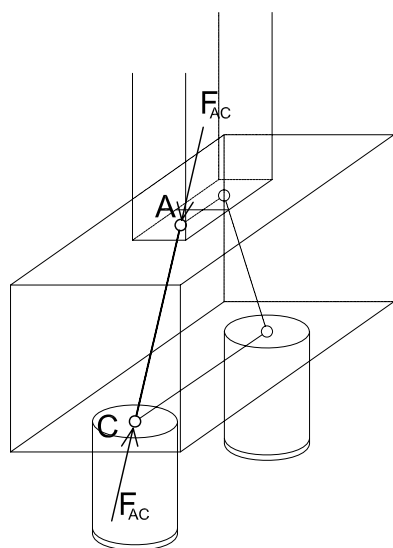


$$a = D + 30 \quad (\text{cm})$$

$$b = 3,5D + 30 \quad (\text{cm})$$



ESTUDIO DE LA BIELA DE COMPRESION AC



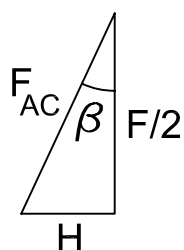
$$AB=d$$

$$BC= L/2-b'/4$$

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 = d^2 + (L/2-b'/4)^2$$

$$\widehat{BAC} = \beta$$

$$\cos^2 \beta = \frac{AB^2}{AC^2} = \frac{d^2}{d^2 + (L/2-b'/4)^2} = \frac{d^2}{d^2 + \left(\frac{2L-b'}{4}\right)^2} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2L-b'}{4d}\right)^2}$$

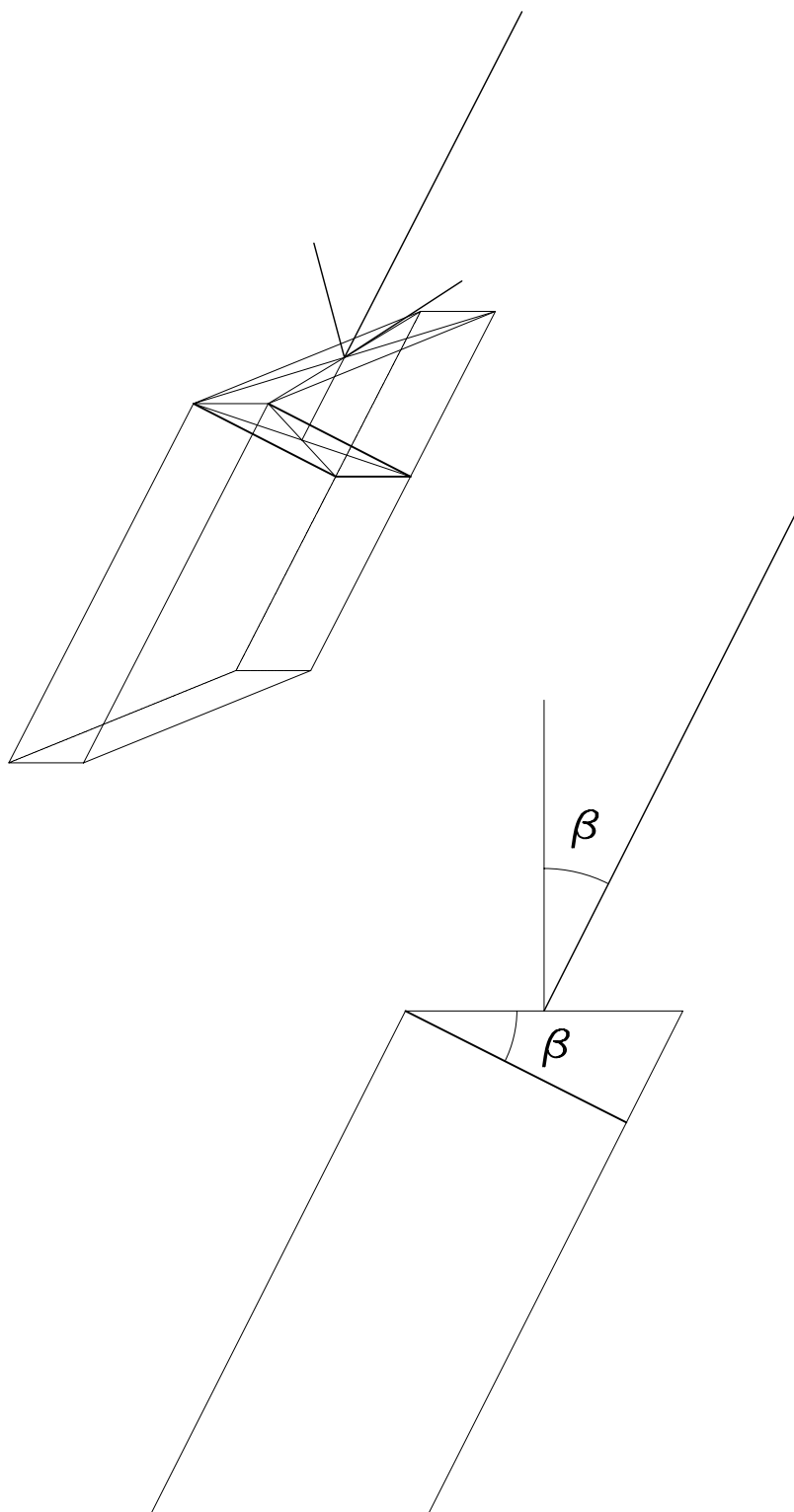


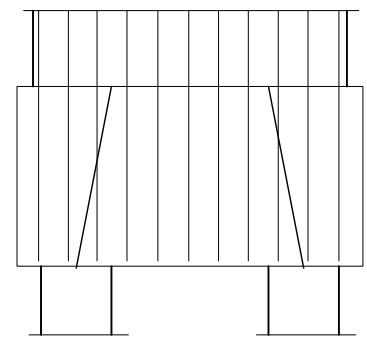
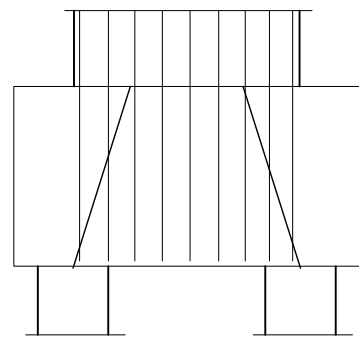
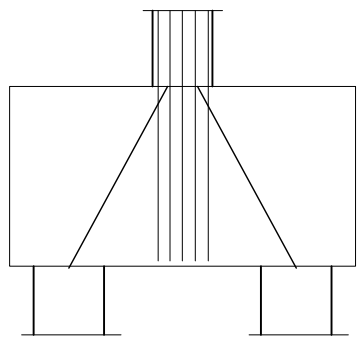
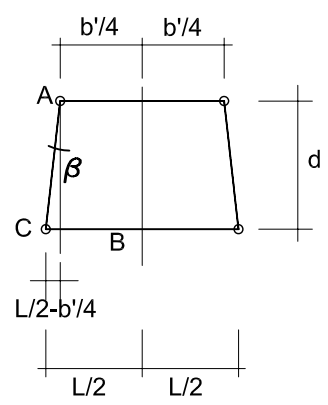
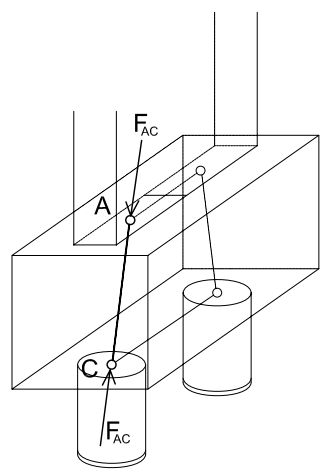
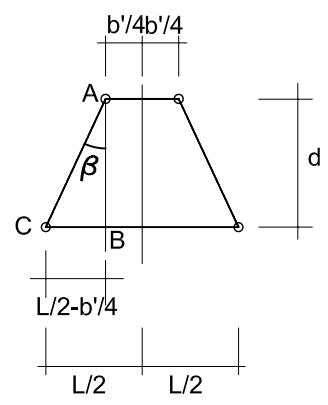
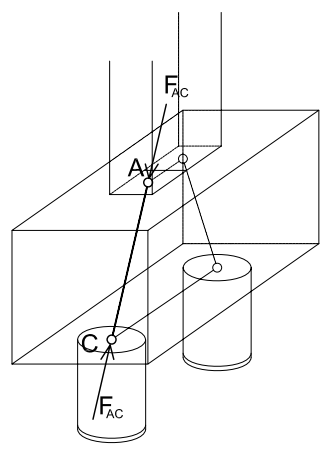
$$F_{AC} = \frac{F}{2} \frac{1}{\cos \beta}$$

$$\text{área AC} = \frac{a' \cdot b'}{2} \cos \beta$$

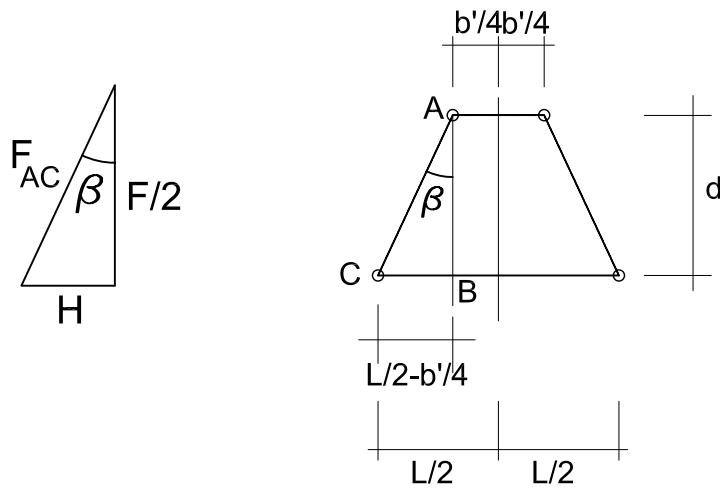
$$\sigma_c = \frac{\frac{F}{2 \cos \beta}}{\frac{a' \cdot b'}{2} \cos \beta} = \frac{F}{a' \cdot b' \cos^2 \beta} = \frac{F}{a' \cdot b'} \left[1 + \left(\frac{2L-b'}{4d} \right)^2 \right]$$

$$\frac{1,6F}{a' \cdot b'} \left[1 + \left(\frac{2L-b'}{4d} \right)^2 \right] \leq f_{cd}$$





ESTUDIO DE LA BIELA DE TRACCION



$$\frac{H}{F/2} = \frac{BC}{AB}$$

$$AB = d$$

$$BC = L/2 - b'/4$$

$$\frac{H}{F/2} = \frac{L/2 - b'/4}{d}$$

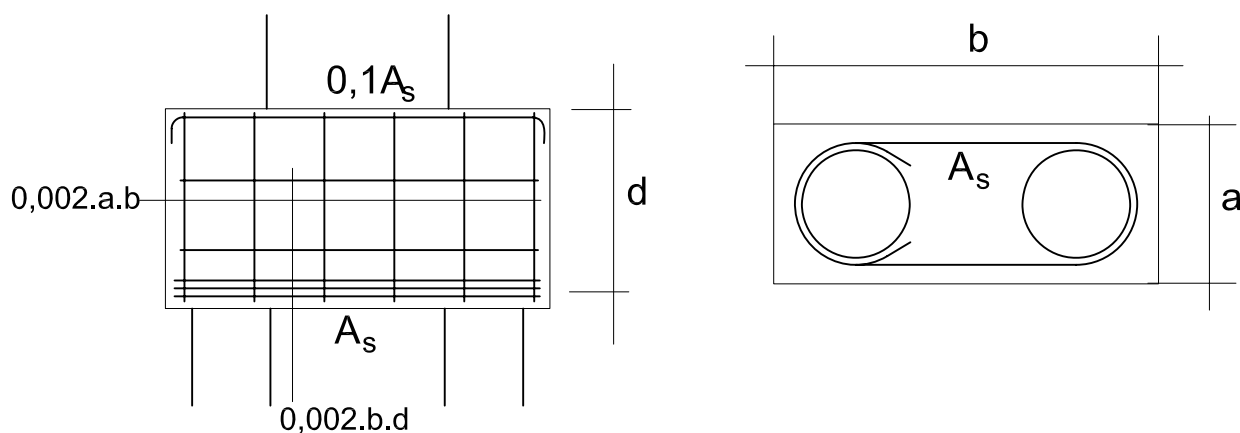
$$H = F/2 \frac{L/2 - b'/4}{d}$$

$$H = F \frac{L - b'/2}{4d}$$

$$A_s = \frac{1,6F \frac{L - b'/2}{4d}}{f_{yd}}$$

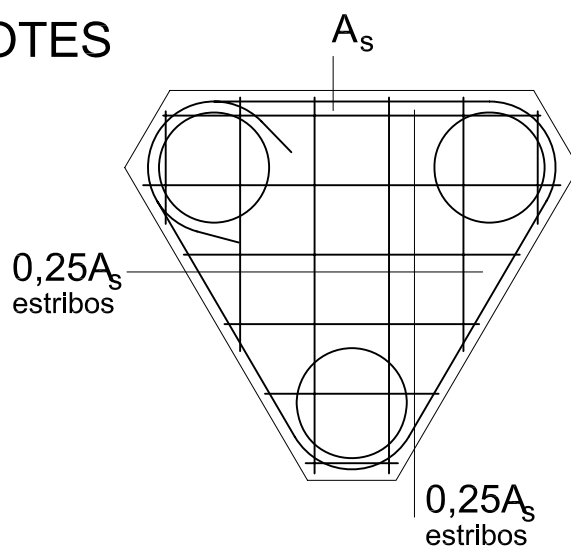
DETALLES DE ARMADURAS

CABEZAL DE DOS PILOTES



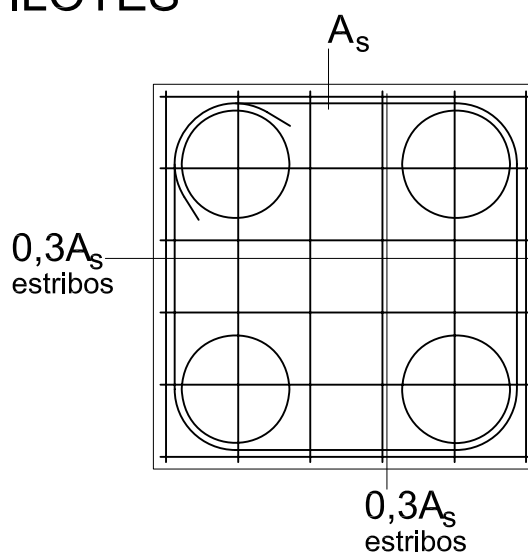
CABEZAL DE TRES PILOTES

$$A_s = \frac{1,6F \frac{L-b'/2}{9d}}{f_{yd}}$$



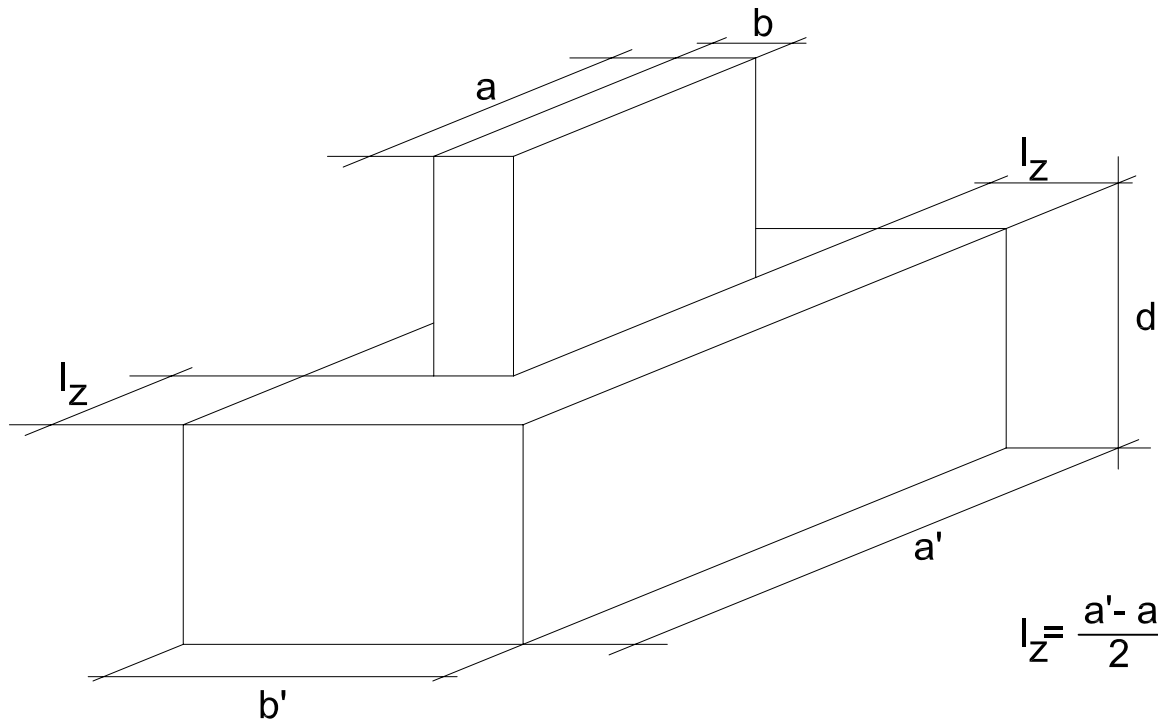
CABEZAL DE CUATRO PILOTES

$$A_s = \frac{1,6F \frac{L-b'/2}{8d}}{f_{yd}}$$



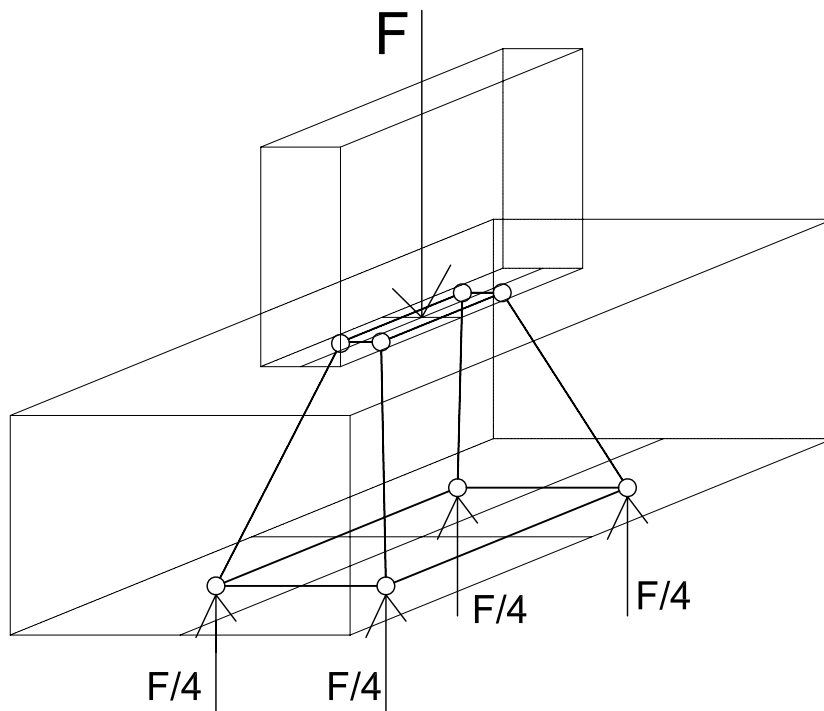
PATIN DE ZARPAS IGUALES

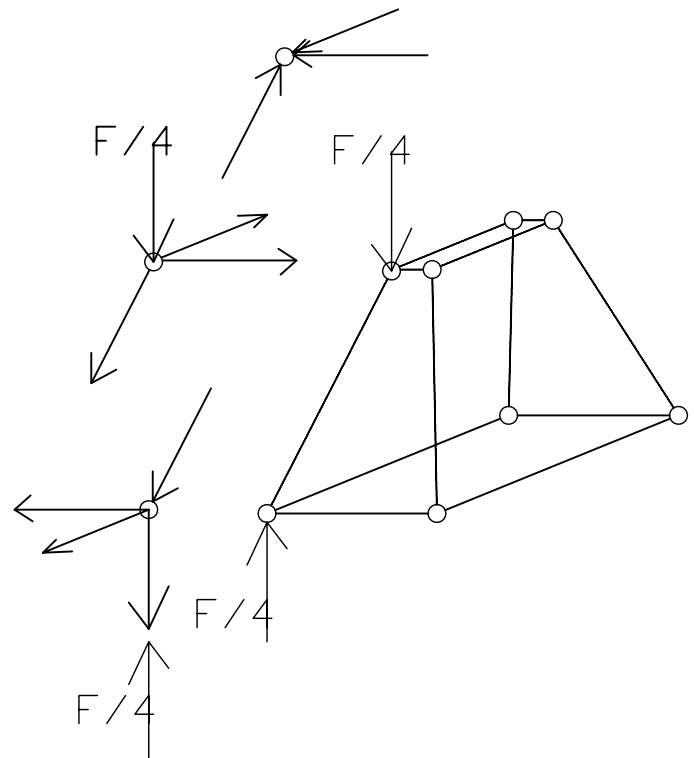
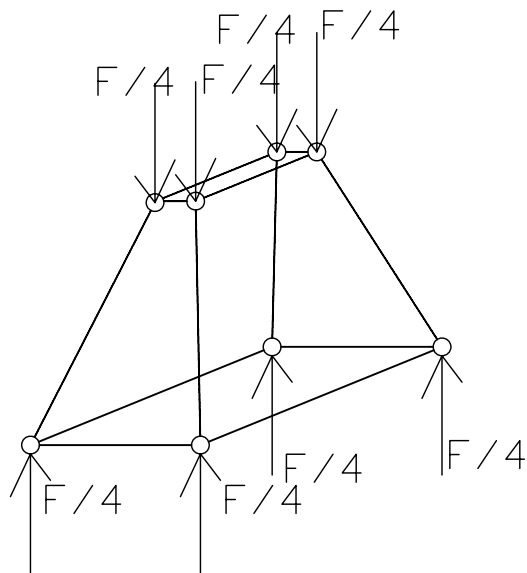
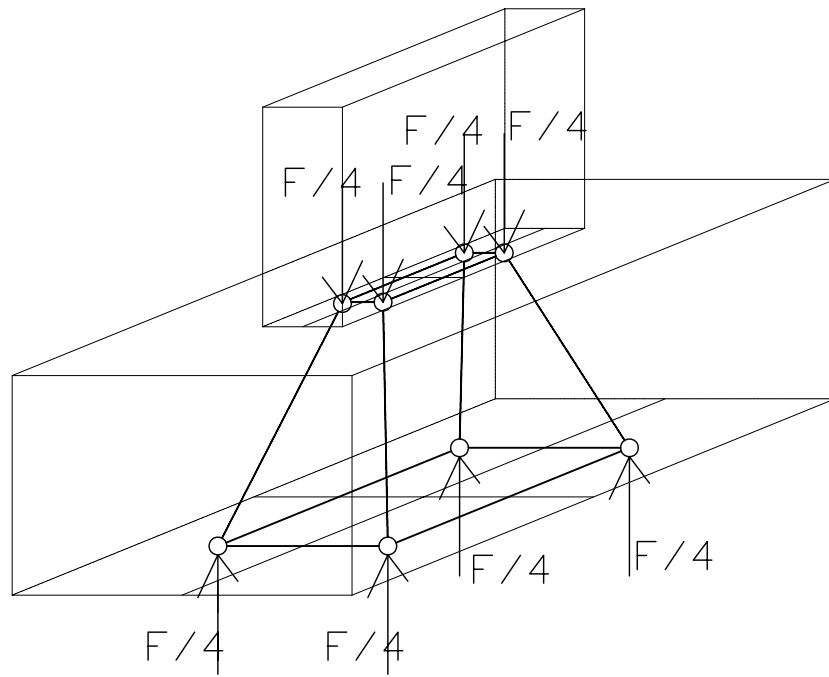
DIMENSIONES



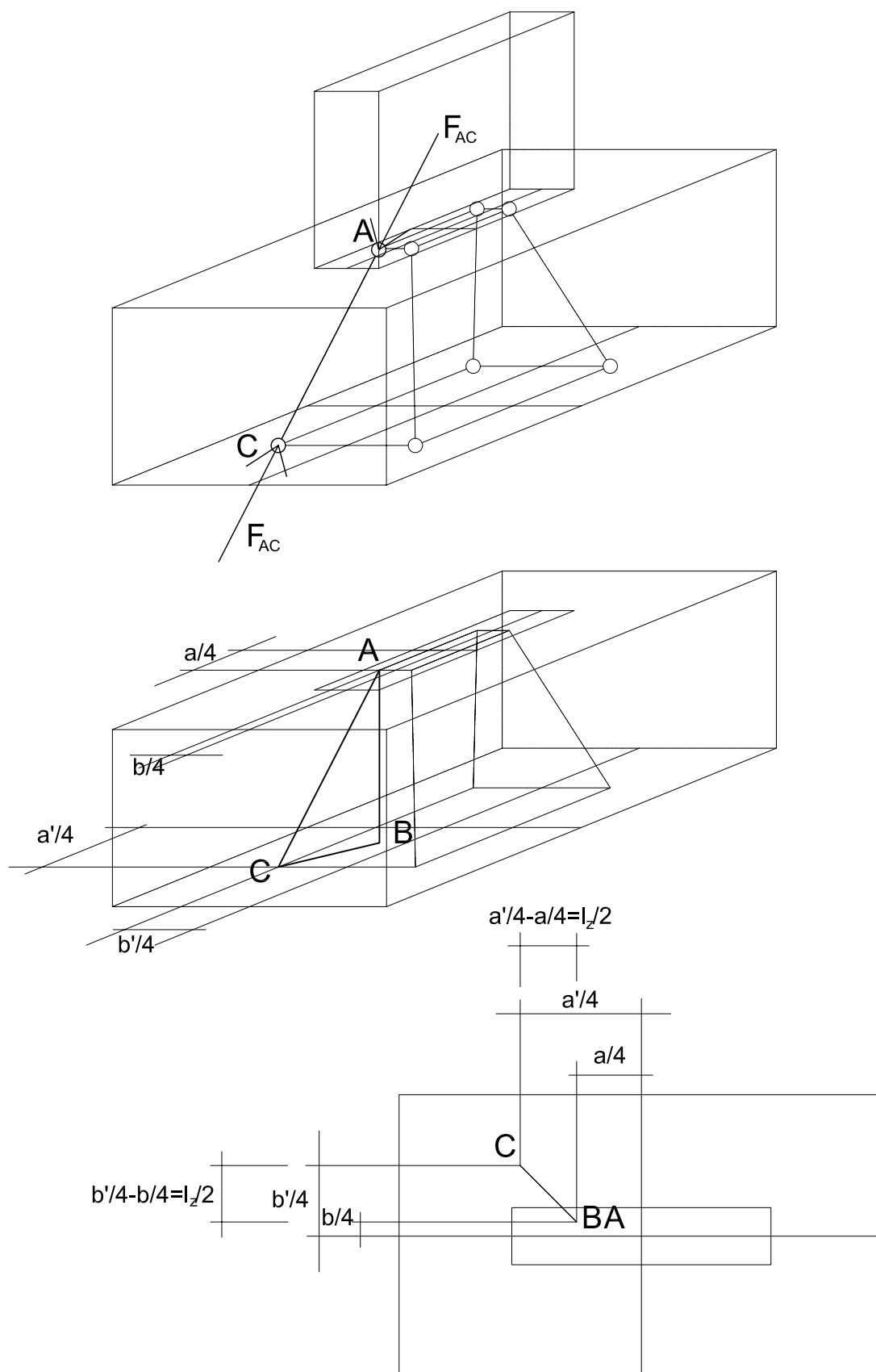
$$l_z = \frac{a' - a}{2} = \frac{b' - b}{2}$$

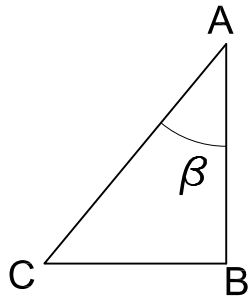
MODELO COMO ZONA D





ESTUDIO DE LA BIELA DE COMPRESION AC





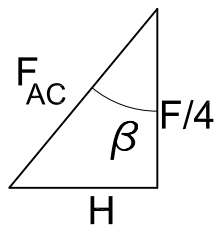
$$AB=d$$

$$BC= \frac{\sqrt{2} l_z}{2}$$

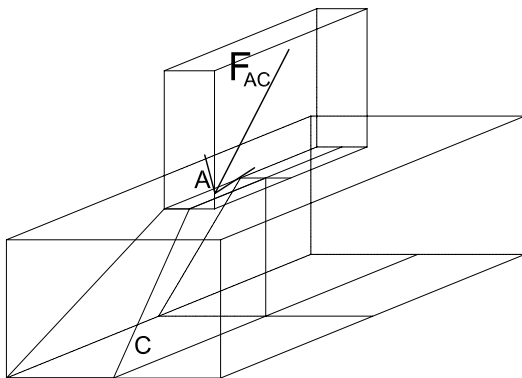
$$AC^2 = AB^2 + BC^2 = d^2 + \frac{2 l_z^2}{4}$$

$$\widehat{BAC} = \beta$$

$$\cos^2 \beta = \frac{AB^2}{AC^2} = \frac{d^2}{d^2 + \frac{l_z^2}{2}} = \frac{1}{1 + \frac{l_z^2}{2d^2}}$$



$$F_{AC} = \frac{F}{4} \frac{1}{\cos \beta}$$



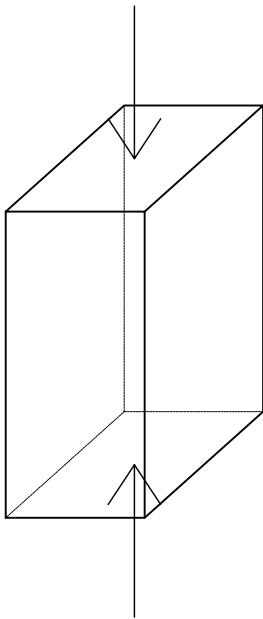
$$\text{área } AC = \frac{a.b}{4} \cos \beta$$

$$\sigma_c = \frac{\frac{F}{4 \cos \beta}}{\frac{a.b}{4} \cos \beta} = \frac{F}{a.b \cos^2 \beta} = \frac{F}{a.b} \left(1 + \frac{l_z^2}{2d^2} \right)$$

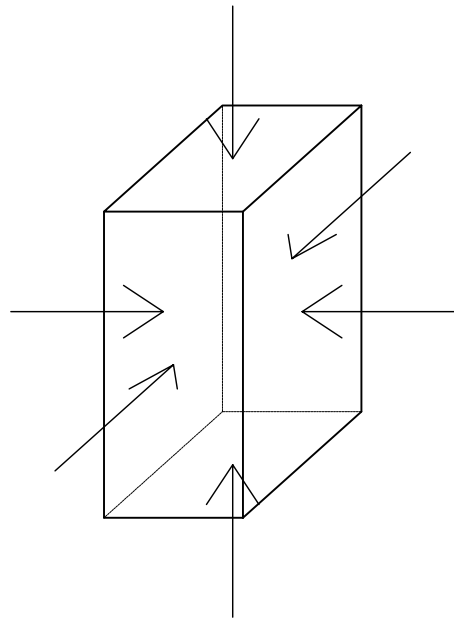
$$\sigma_c = \frac{F}{a.b} \left[1 + \frac{(a' - a)^2}{8d^2} \right]$$

$$\frac{1,6F}{a.b} \left[1 + \frac{(a' - a)^2}{8d^2} \right] \leq 3,3 f_{cd}$$

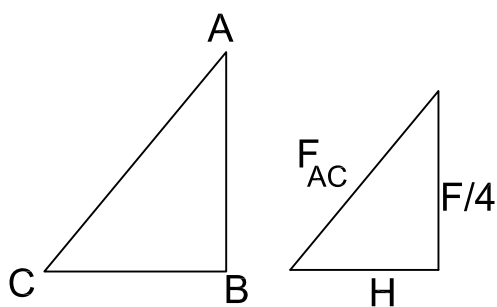
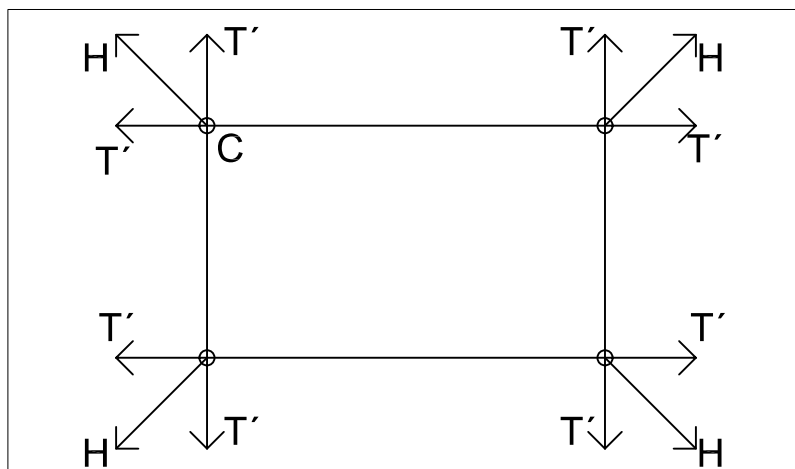
COMPRESSION
MONOAXIAL



COMPRESSION
TRIAxIAL



ESTUDIO DE LAS BIELAS DE TRACCION



$$\frac{H}{F/4} = \frac{BC}{AB}$$

$$AB = d$$

$$BC = \frac{\sqrt{2} l_z}{2}$$

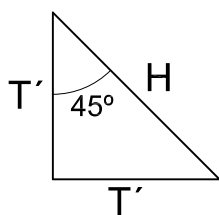
$$\frac{H}{F/4} = \frac{\frac{\sqrt{2} l_z}{2}}{d}$$

$$H = \frac{F \sqrt{2} l_z}{8d}$$

$$T' = \frac{H}{\sqrt{2}} = \frac{F \cdot l_z}{8d}$$

$$T = 2T' = \frac{F \cdot l_z}{4d} = \frac{F(a' - a)}{8d}$$

$$l_z = \frac{a' - a}{2}$$



$$A_s = \frac{\frac{1,6F(a' - a)}{8d}}{f_{yd}}$$

EJEMPLO

$$F = 80.000 \text{ daN}$$

$$\text{suelo } 4 \text{ daN/cm}^2$$

$$A = a' \cdot b' = \frac{80.000}{4} = 20.000 \text{ cm}^2$$

$$a' - 70 = b' - 20$$

$$a' - b' = 50 \quad a' = 50 + b'$$

$$(50 + b')b' = 20.000$$

$$b'^2 + 50b' - 20.000 = 0$$

$$b' = \frac{-50 + \sqrt{50^2 + 4 \times 20.000}}{2} = 118,5 \text{ (120 cm)}$$

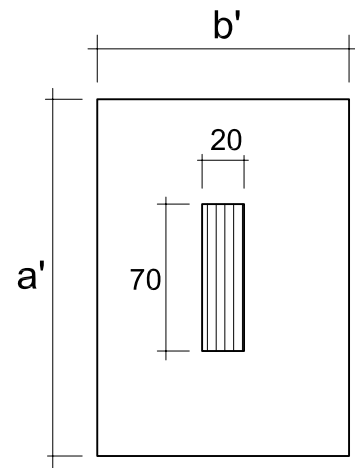
$$a' = 50 + 120 = 170 \text{ cm}$$

$$h = \frac{120 - 20}{2} + 5 = 55 \text{ cm}$$

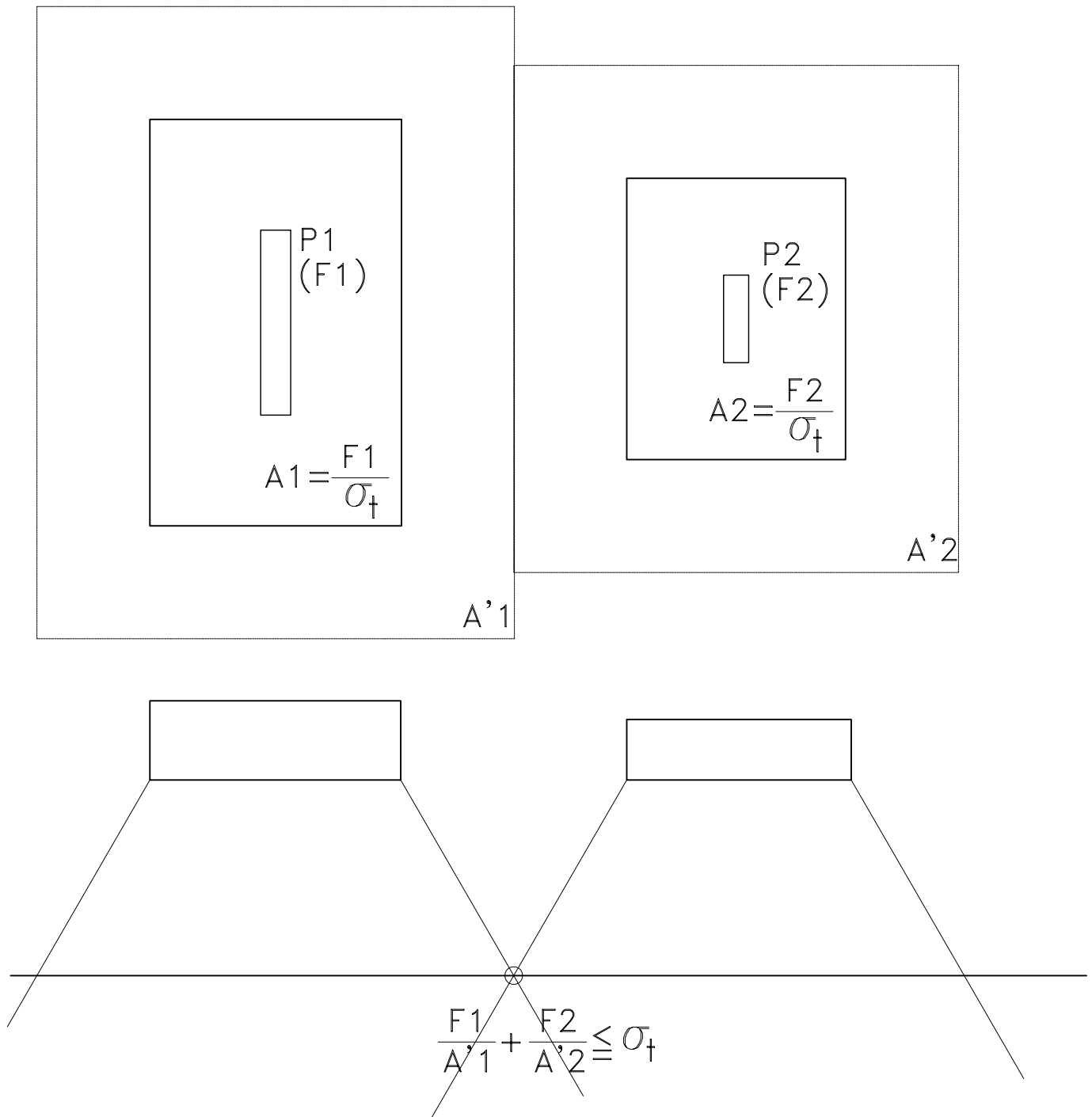
$$h \geq 1,44 \sqrt{\frac{80.000}{100}} + 5 = 46 \text{ cm}$$

$$A_s = \frac{\frac{1,6 \times 80.000 \times (120 - 20)}{8 \times 50}}{3.650} = 8,76 \text{ cm}^2 \text{ (8} \times \text{Ø12)}$$

$$\frac{1,6 \times 80.000}{70 \times 20} \left[1 + \frac{(120 - 20)^2}{8 \times 50^2} \right] = 137 \text{ daN/cm}^2 \leq 3.3 f_{cd}$$



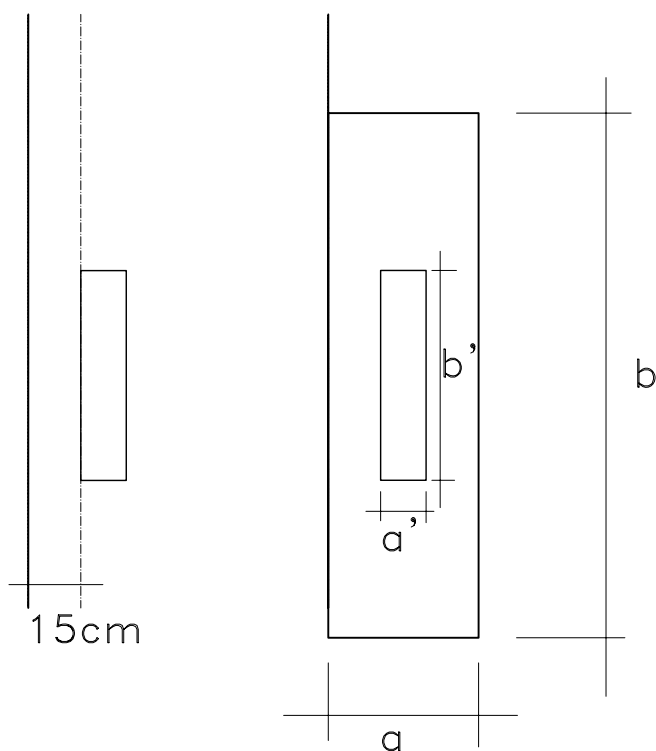
PROXIMIDAD DE BASES



SI LA TENSION NO VERIFICA SE REDIMENSIONAN LAS BASES PERDIENDOSE LA CONDICION

$$a - a' = b - b'$$

PROXIMIDAD DE LA MEDIANERA



$$A = \frac{F}{\sigma_T}$$

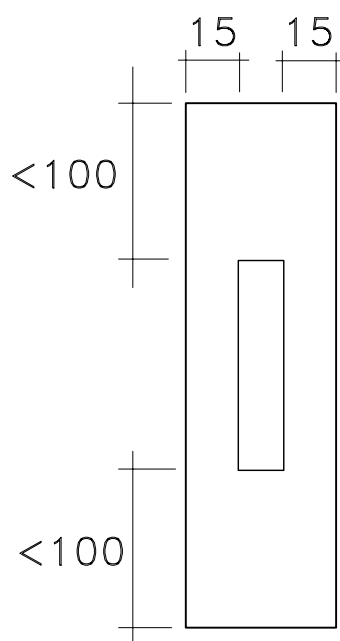
$$A = a \cdot b$$

$$a = a' + 30 \text{ cm}$$

$$a - a' = 30 \text{ cm}$$

$$a - a' \neq b - b'$$

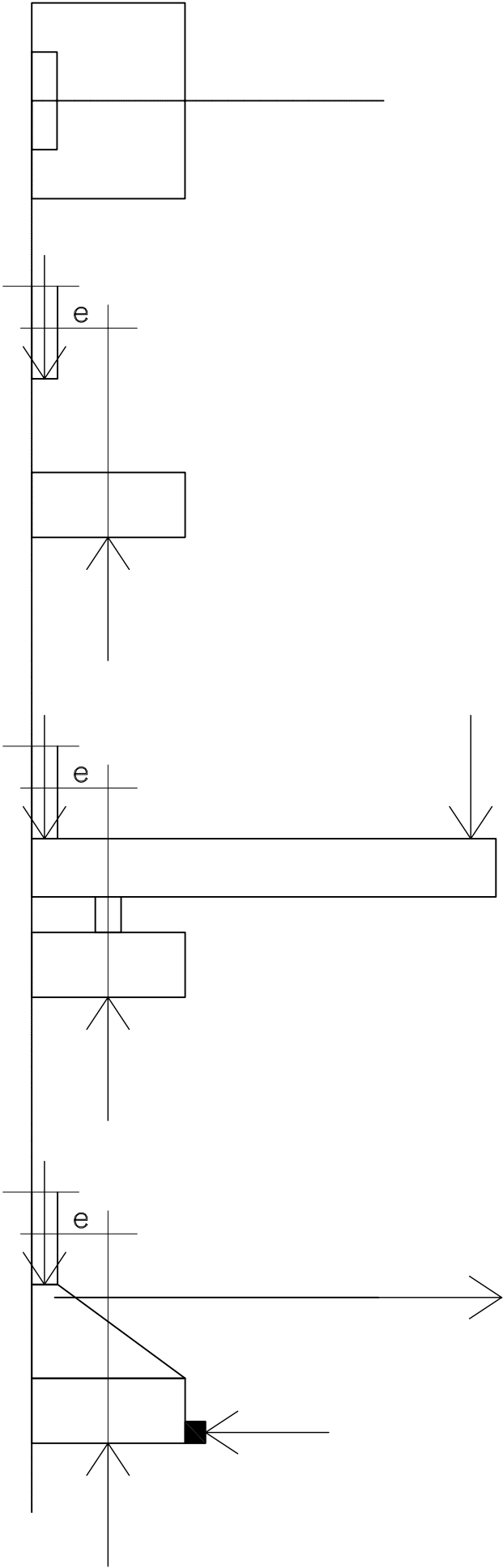
$$b - b' < 200 \text{ cm}$$

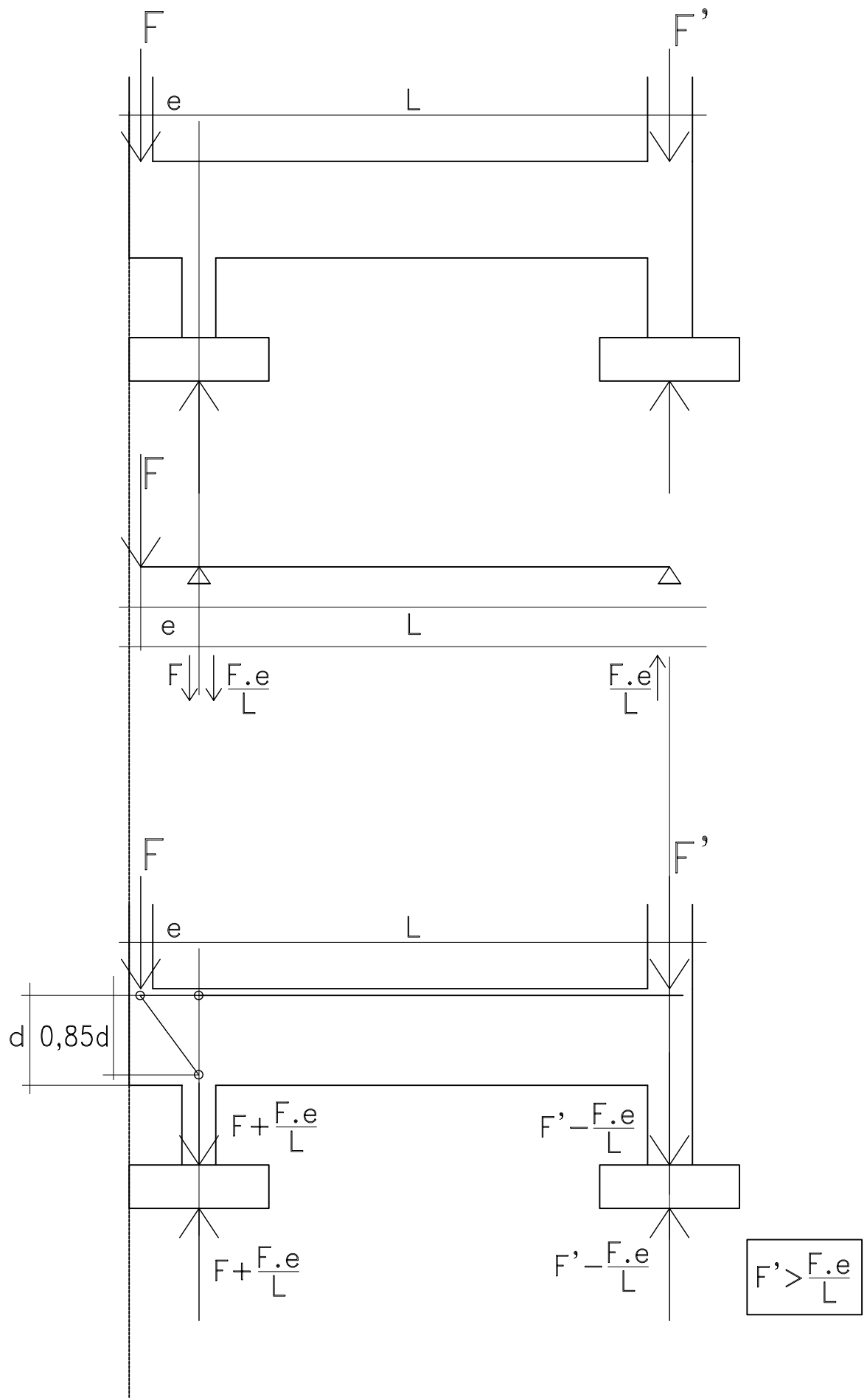


$$A_{Sx} \geq \frac{A_{Sy}}{4}$$

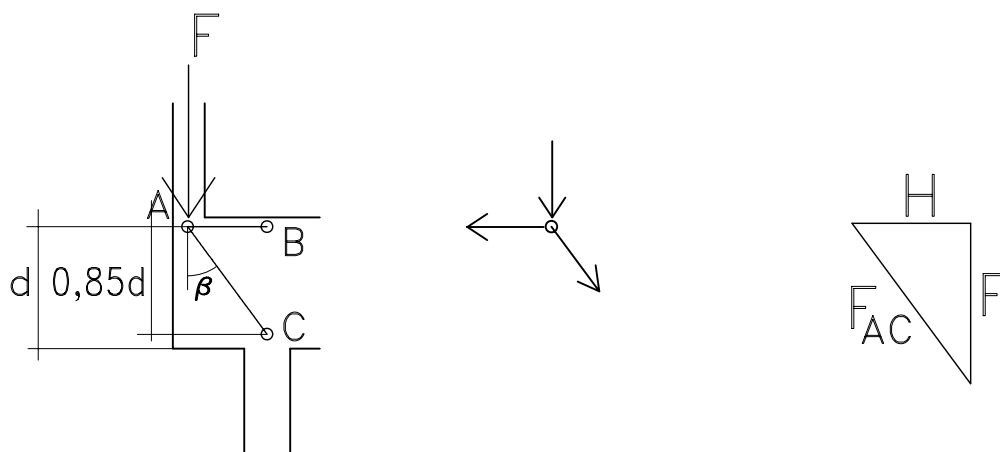
$$A_{Sx} = \frac{\frac{1,6F(a' - a)}{8d}}{f_{yd}}$$

$$A_{Sy} = \frac{\frac{1,6F(b' - b)}{8d}}{f_{yd}}$$





BIELA DE TRACCION



$$\frac{H}{F} = \frac{AB}{BC}$$

$$AB = e$$

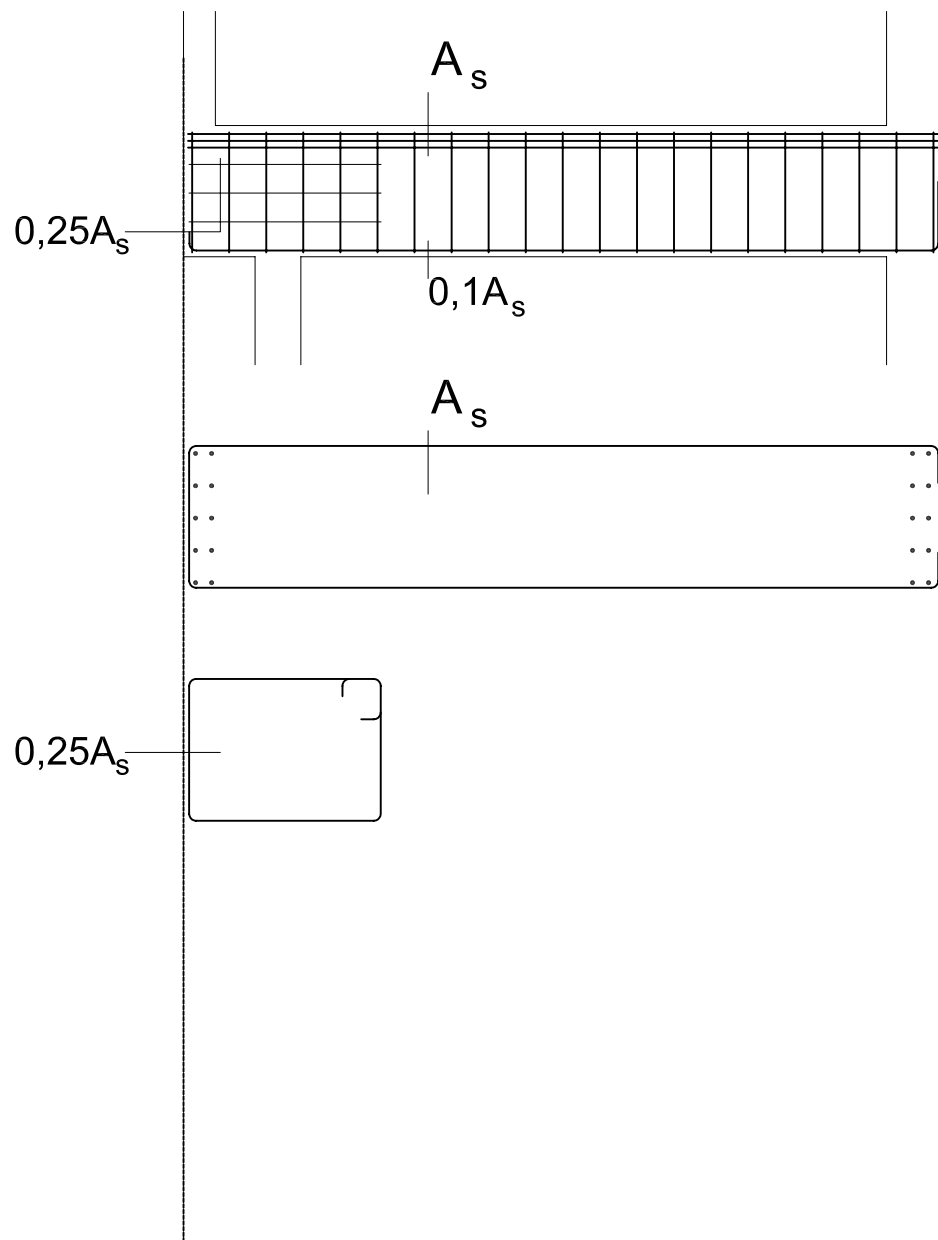
$$BC = 0,85d$$

$$\frac{H}{F} = \frac{e}{0,85d}$$

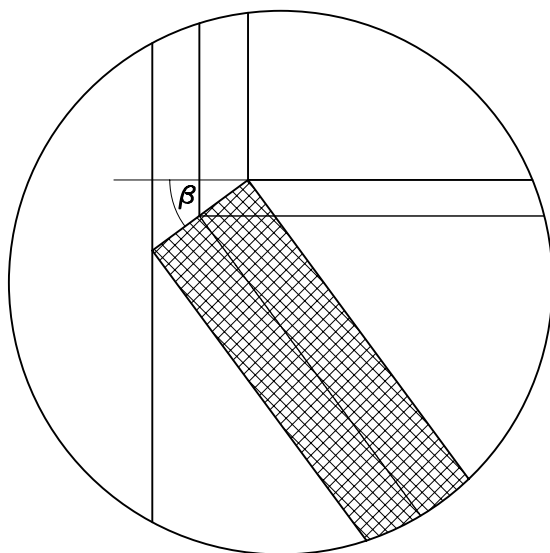
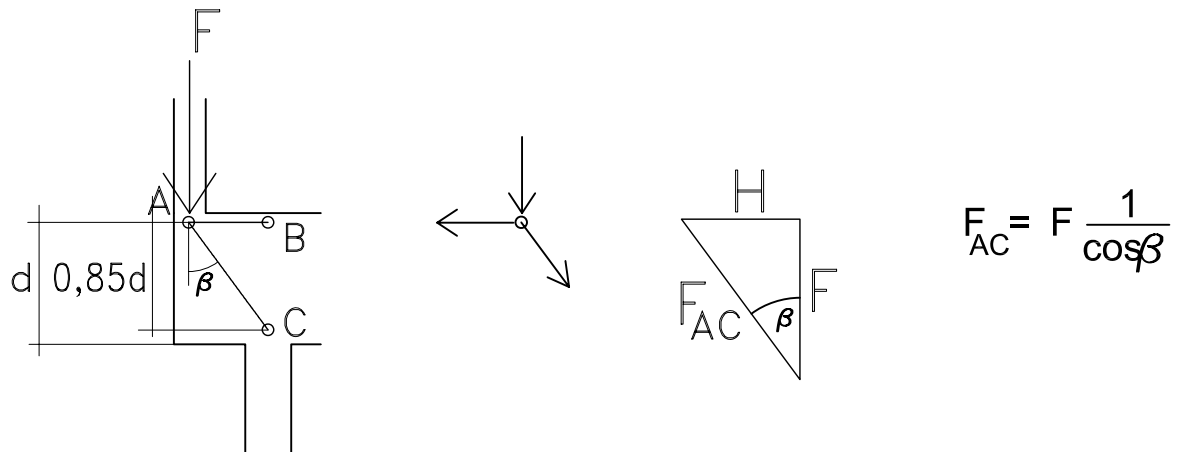
$$H = F \frac{e}{0,85d}$$

$$A_s = \frac{1,6F \frac{e}{0,85d}}{f_{yd}}$$

DETALLES DE ARMADURAS



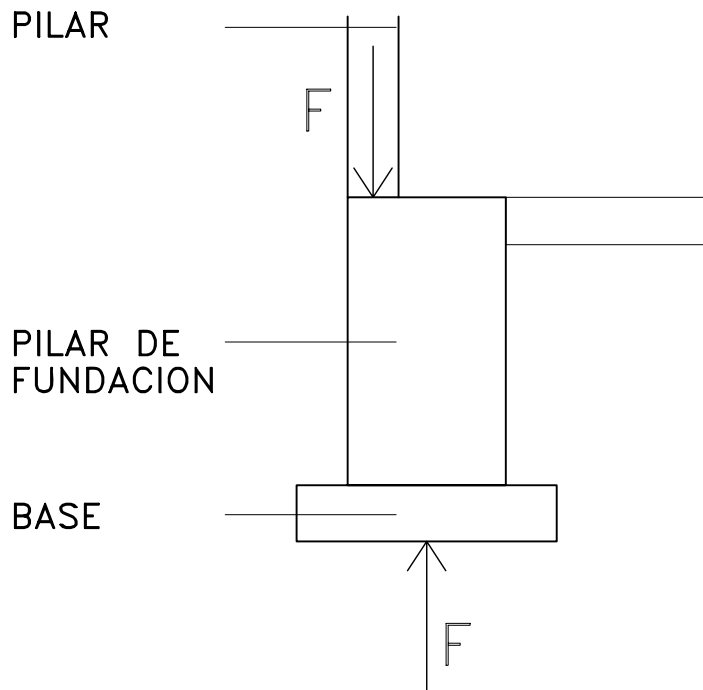
BIELA DE COMPRESION



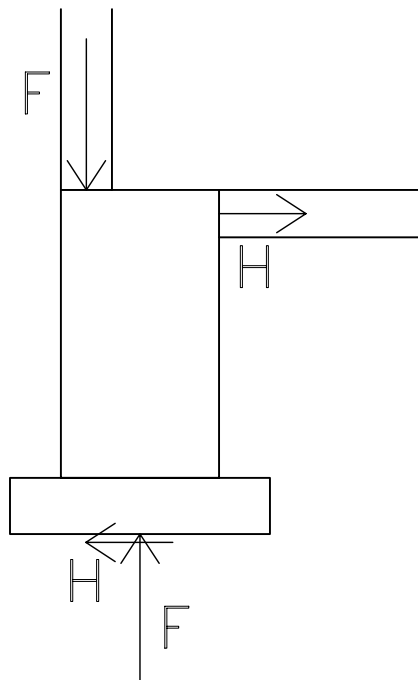
$$\text{área AC} = a.b. \frac{1}{\cos \beta}$$

$$\sigma_c = \frac{F \frac{1}{\cos \beta}}{a.b. \frac{1}{\cos \beta}} = \frac{F}{a.b}$$

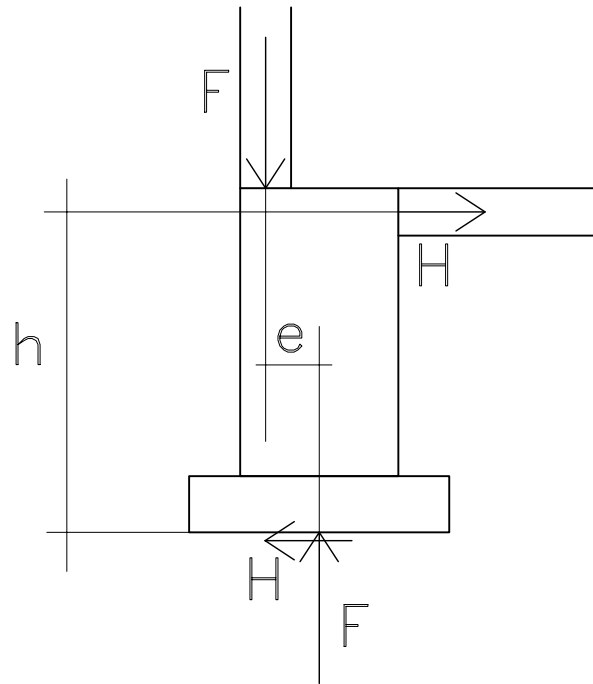
$$\frac{1,6F}{a.b} \leq f_{cd}$$



DESCARGA DEL PILAR = REACCION DEL SUELO
SIN EMBARGO NO HAY EQUILIBRIO, GIRA



EL ARRIOSTRAMIENTO AL NIVEL SUPERIOR DEL PILAR
DE FUNDACION Y EL ROZAMIENTO EN LA BASE
IMPIDEN EL GIRO



EL EQUILIBRIO SEÑALA

$$F.e = H.h$$

$$\frac{e}{h} = \frac{H}{F}$$

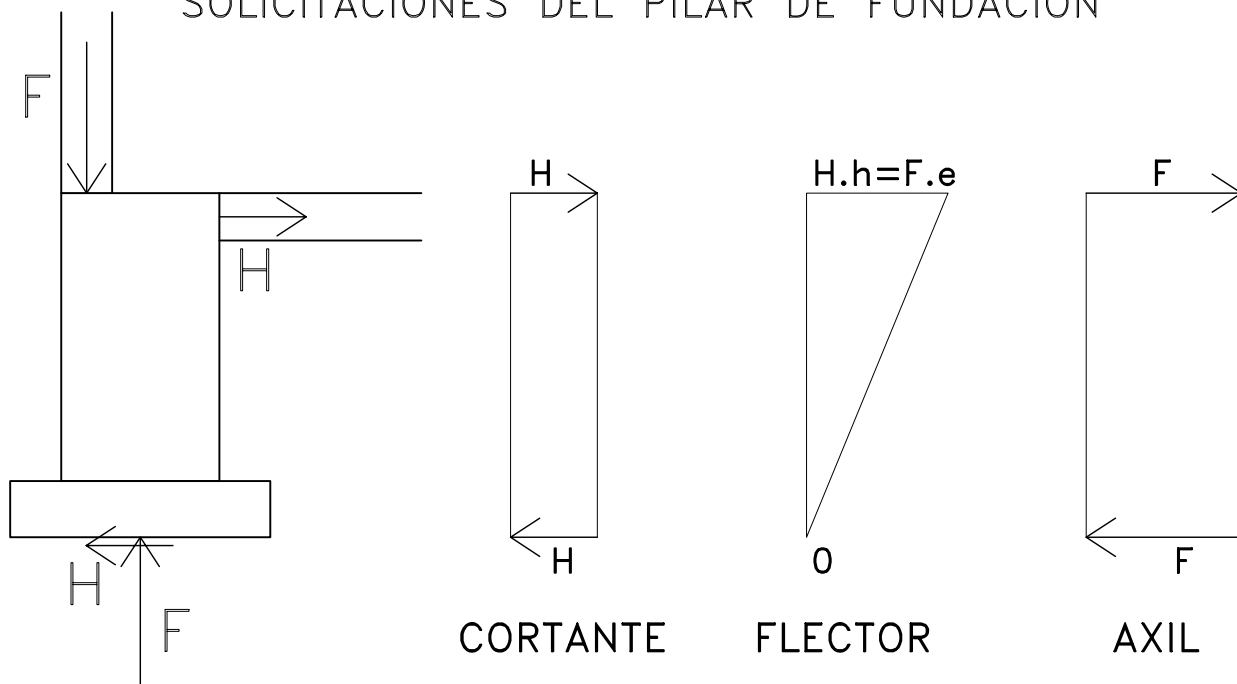
LA FRICCION ES SEGURA SI:

$$\frac{H}{F} \leq 0,4$$

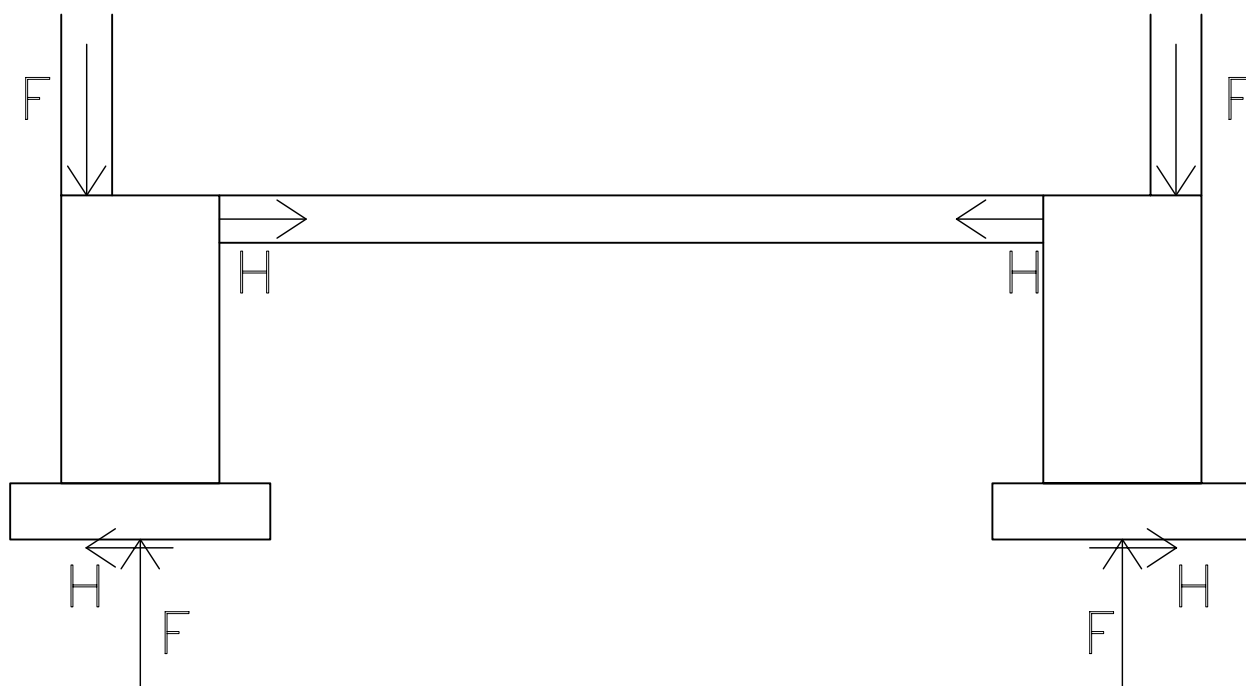
POR LO TANTO

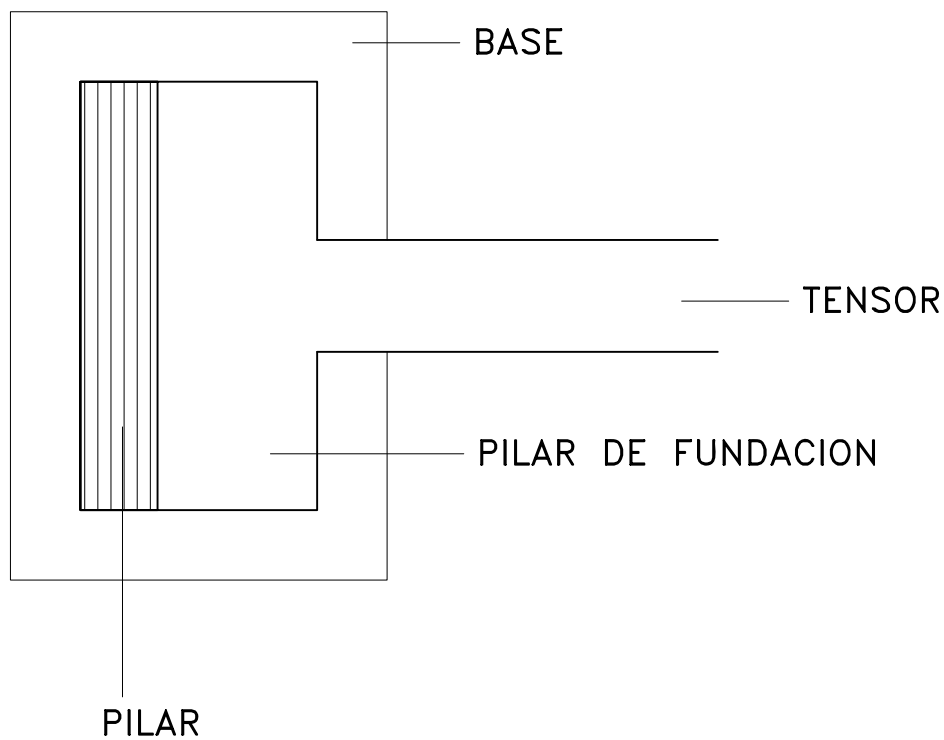
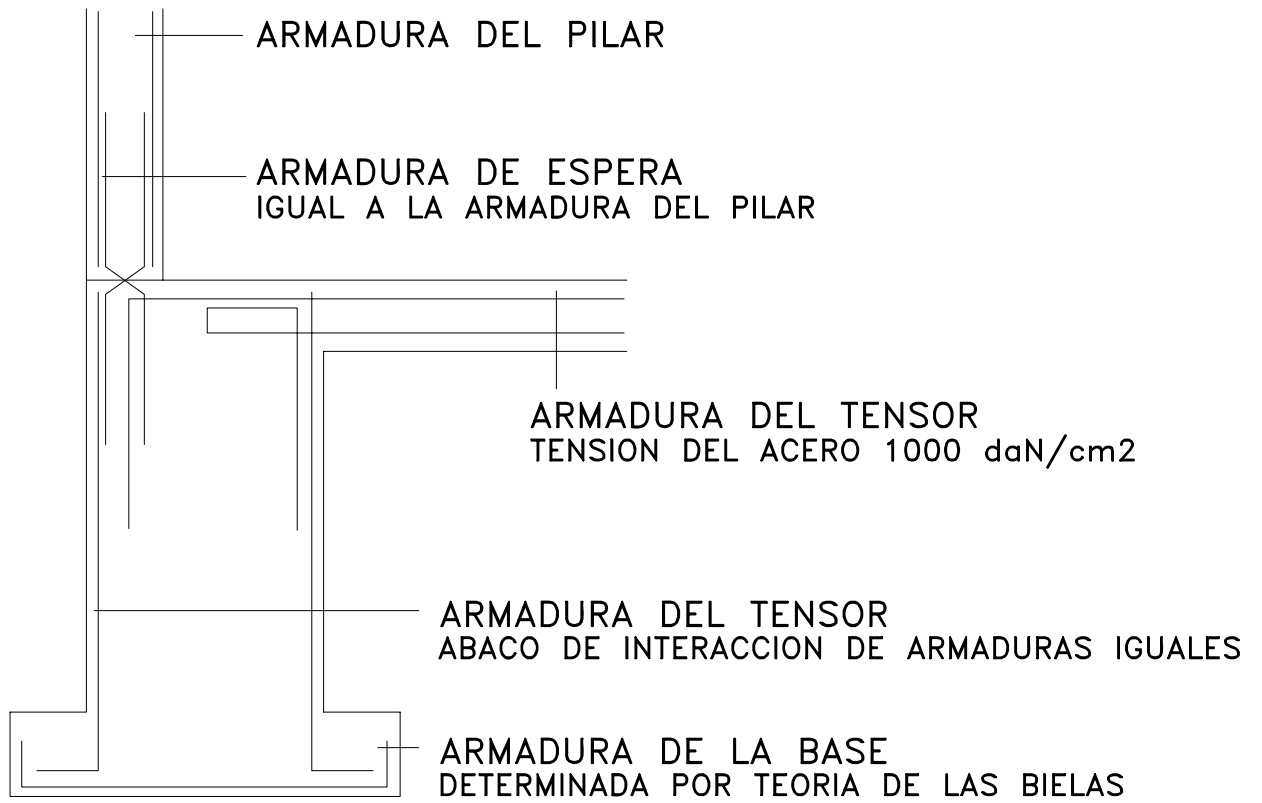
$$\frac{e}{h} \leq 0,4 \quad h \geq 2,5.e$$

SOLICITACIONES DEL PILAR DE FUNDACION



SOLICITACIONES DE LA RIOSTRA





DIMENSIONADO DEL TENSOR

$$\sigma_s = 1000 \text{ daN/cm}^2$$

$$\varepsilon = \frac{\sigma_s}{E_s} = \frac{1.000}{2:100.000} = 0,00048 = 0,48\%$$

1.- SOLO SE TRACCIONA EL ACERO

$$A_s = \frac{T}{1000}$$

2.- EL HORMIGON NO DEBE ESTAR FISURADO

$$\sigma_c \leq f_{cd_TRACCION}$$

$$T = T_c + T_s$$

$$T = A_c f_{cd_T} + A_s \sigma_s$$

$$\varepsilon \leq 0,1 \text{ o/o} \quad \varepsilon \leq 0,0001$$

$$\sigma_s = E_s \varepsilon = 2:100.000 \times 0,0001 = 210 \text{ daN/cm}^2$$

$$T = A_c f_{cd_T} + A_s \sigma'_s \quad A_s = \frac{T}{1000}$$

$$T = A_c f_{cd_T} + A_s \sigma'_s = 1000 A_s$$

$$A_c f_{cd_T} = 1000 A_s - A_s \sigma'_s$$

$$A_c = A_s \frac{1000 - \sigma'_s}{f_{cd_T}}$$

$$A_c = A_s \frac{1000 - 210}{6} \cong 130 A_s$$