

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SECCIONAL DE MEDELLÍN

FACULTAD DE MINAS



LECCIONES DE ESTRUCTURAS PARA
ARQUITECTOS Y CONSTRUCTORES

Autor

LUIS GONZALO MEJÍA C.

Centro de Publicaciones U.N.

1.983

LECCIONES DE ESTRUCTURAS PARA ARQUITECTOS Y CONSTRUCTORES

Ing. Luis Gonzalo Mejía C. – Ingeniero Civil de la Facultad de Minas, Universidad Nacional, Medellín. Estudios de especialización en la Universidad de Karlsruhe (Alemania). Asesor estructura I y profesor de cátedra de la Univesidad Nacional. Vinculado a Luis Gonzalo Mejía C. y Cía. Ltda.

INTRODUCCION

Estas notas fueron escritas para ayudar un poco al Arquitecto, que no es, ni tiene por qué ser un experto en estructuras.

El objeto de ellas es el de tratar por medio de figuras, algunos aspectos del vasto campo del Ingeniero Estructural, ya que muchas veces se convierten en tema de discusión en las etapas iniciales de los proyectos. Con la figura, la cual debe hablar por sí sola, y palabras o frases claves, la persona interesada debe cuestionarse y comprender intuitivamente el comportamiento de las estructuras, desarrollando un sentido común estructural.

El texto está dividido en 11 capítulos y al final de algunos de ellos se complementó la parte gráfica con algunas fórmulas o aclaraciones para aquellos que por alguna razón quisieran profundizar en cualquiera de los temas.

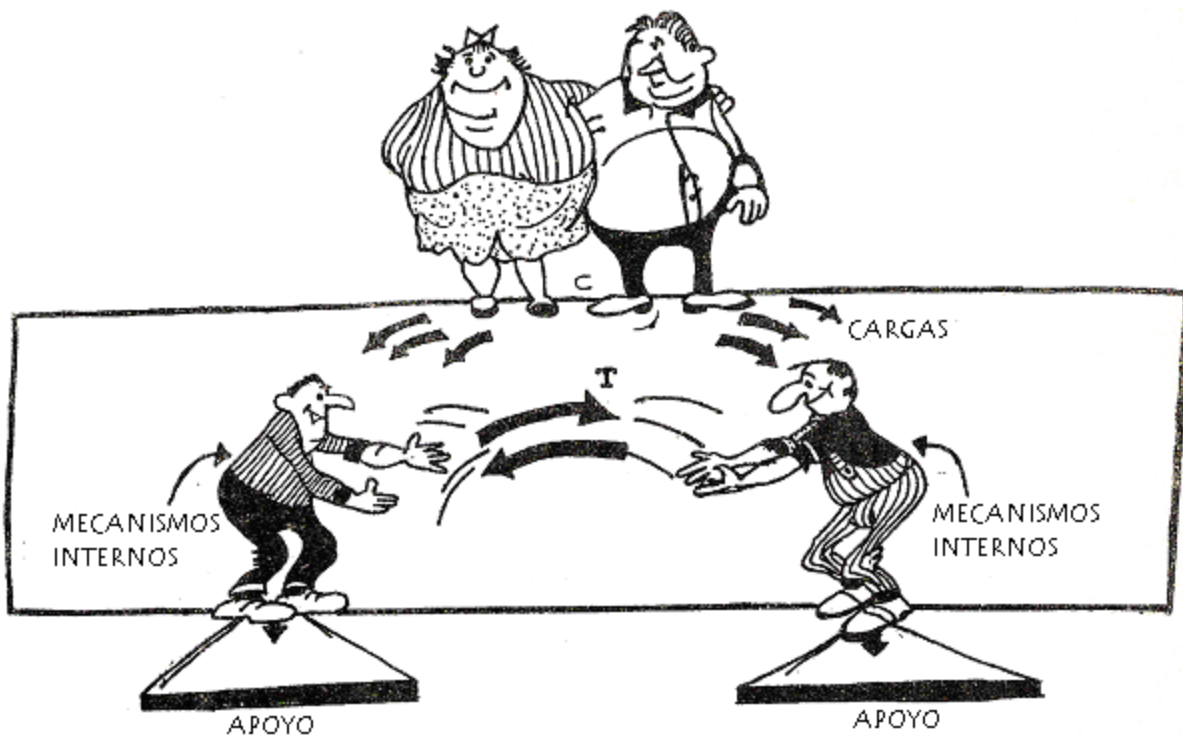
El texto no tiene referencias pues surgió durante los años de práctica docente 1978 a 1983 y casi en su totalidad fueron tomados de los trabajos presentados por los estudiantes de la materia estructuras I de la Universidad Nacional y su intención era la de ser un compañero de clase, por lo cual se dejaron renglones para poder tomar nota y complementar la información. Es de anotar que durante la clase se proyectaban diapositivas referentes al tema que se estaba tratando.

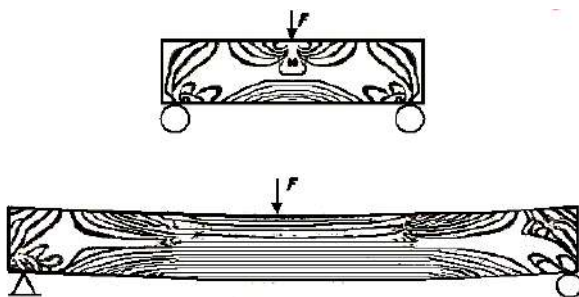
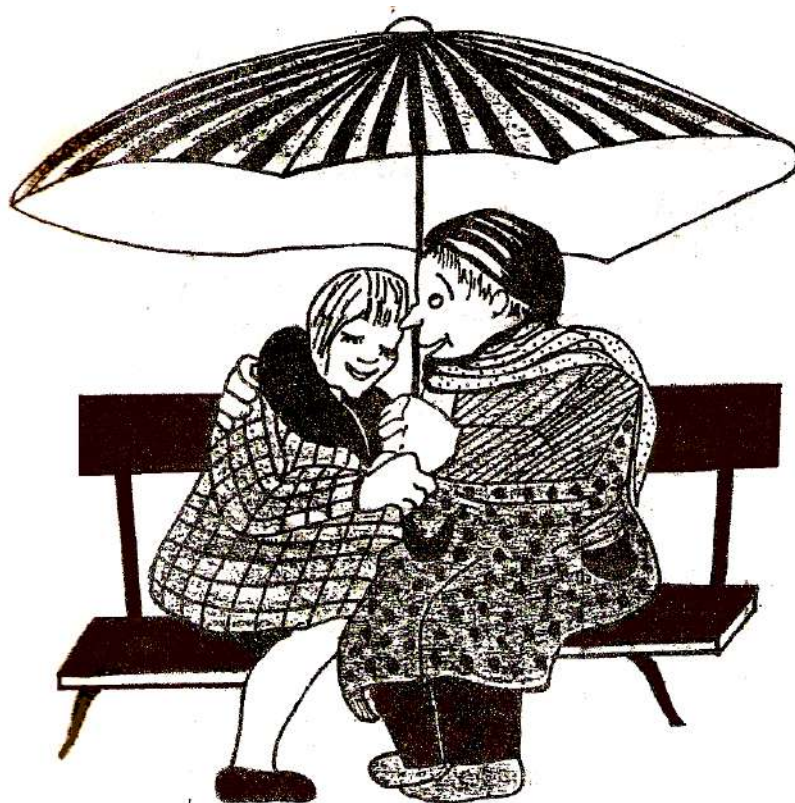
Por último, este trabajo no tiene interés de ser nada original o excepcional, es una recopilación de la información existente presentada en forma diferente a lo tradicional.

LUIS GONZALO MEJIA C.

Medellín, 1983.

1 FUNCION DE UNA ESTRUCTURA





Líneas isóclinas en un modelo transparente sometido a la luz polarizada

En la sollicitación plana la *fotoelasticidad* permite hacer visible esta vida interna suscitada por las fuerzas que sollicitan la materia y su palpitar al unísono con las variaciones de las mismas, al hacer aparecer, en modelos especiales de material transparente por medio de la luz polarizada, las líneas a lo largo de las cuales las direcciones principales tienen la misma orientación (*líneas isóclinas*) de las que es fácil deducir directamente las dos familias de isostáticas.

1. FUNCION DE UNA ESTRUCTURA

La función de una estructura es transportar cargas

Tipos de fuerzas:

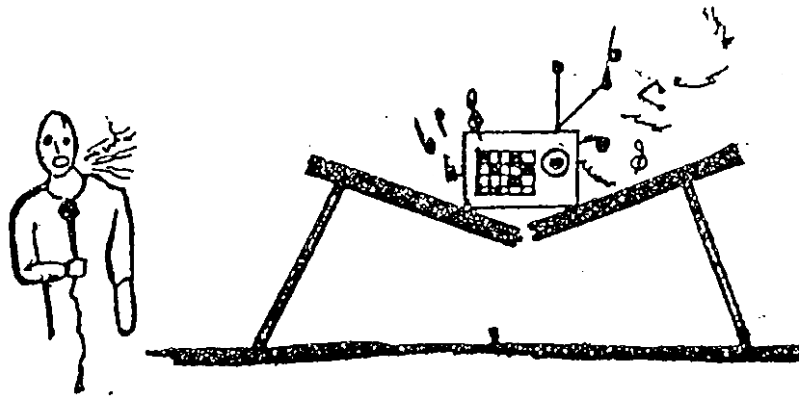
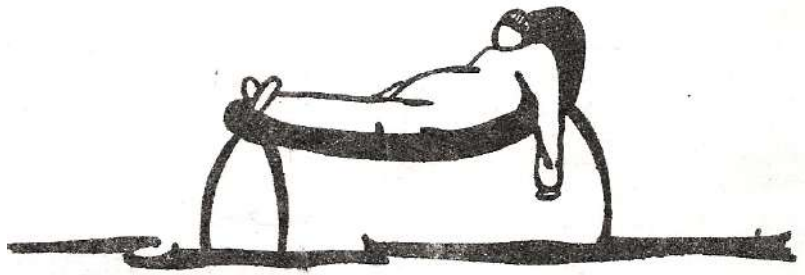
Externas

Internas

Existen fuerzas internas de diferentes tipos

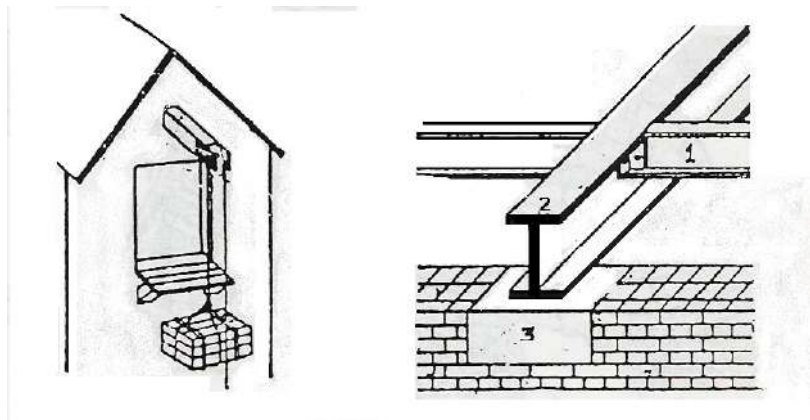
"Vida interior de las estructuras"

El transporte de la carga debe hacerse con "seguridad" y de la forma más directa



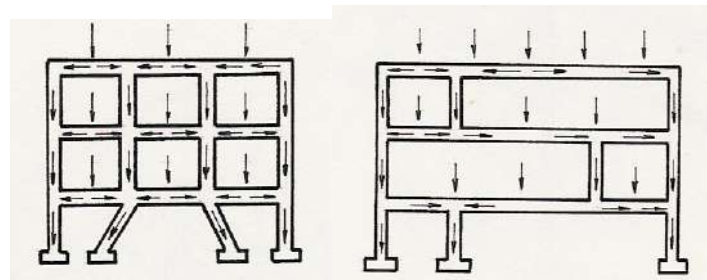
2. REQUISITOS DE UNA ESTRUCTURA

1. Seguridad
2. Servicialidad
3. Economía
4. Estética



Trayectoria de cargas

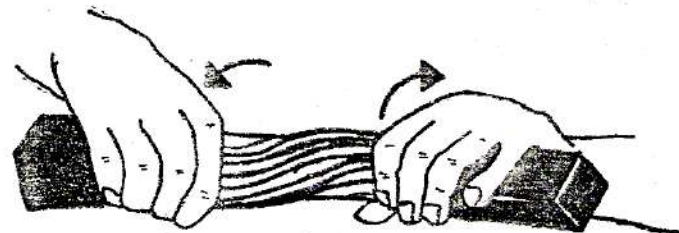
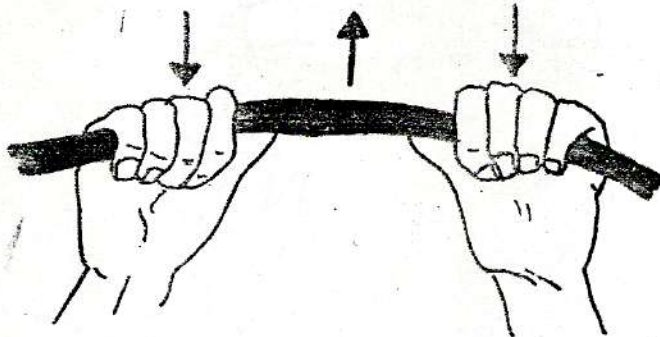
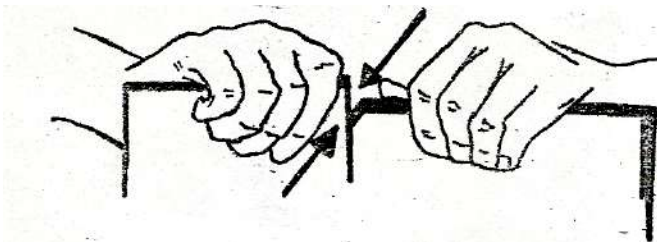
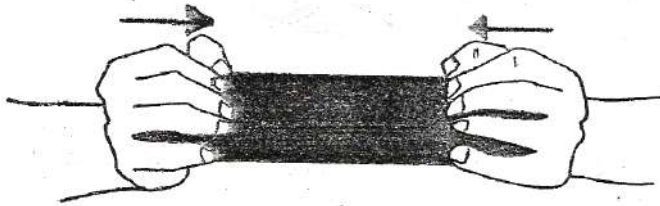
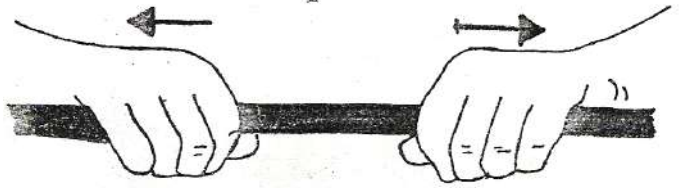
TRANSMISIÓN DE CARGAS



(a)

(b)

La transmisión de cargas en **a** es más directa, lógica y clara que en **b** (por esta razón es más económica que **b**)



3. FUERZAS INTERNAS

Se encargan de llevar las fuerzas externas a los apoyos (mantienen el equilibrio)

CINCO TIPOS

TRACCION

COMPRESION

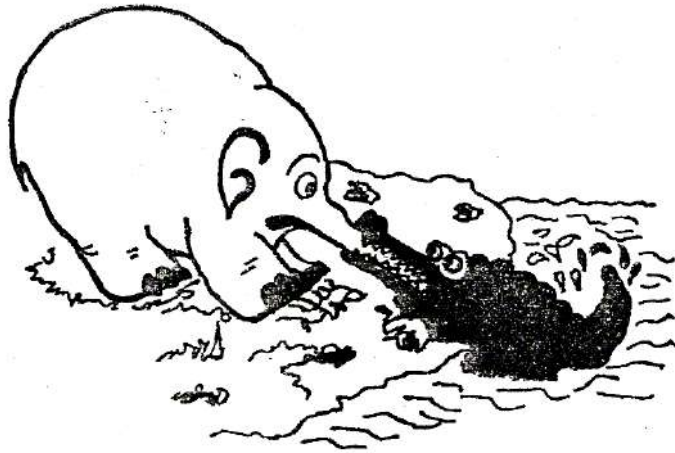
CIZALLADURA

FLEXION

TORSION

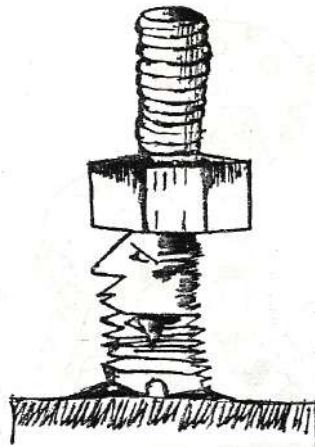
3.1 Tracción

Produce un alargamiento en la misma dirección del eje de la estructura.



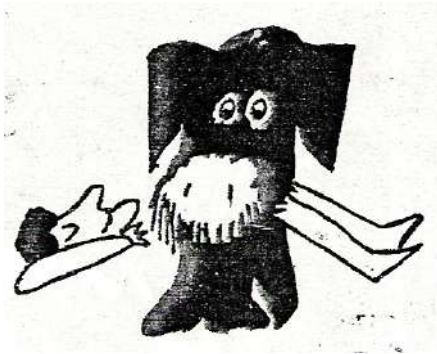
3.2 Compresión

Produce un acortamiento en la misma dirección del eje de la estructura.



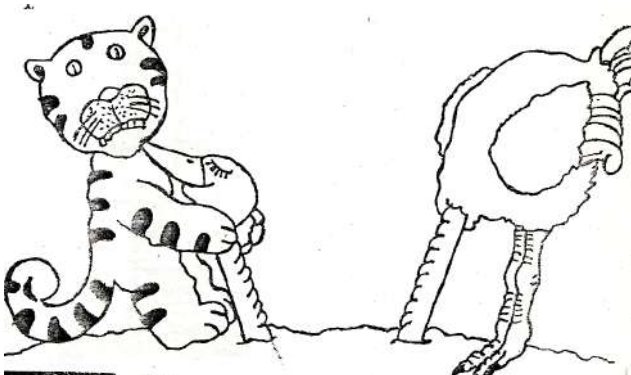
3.3 Cizalladura

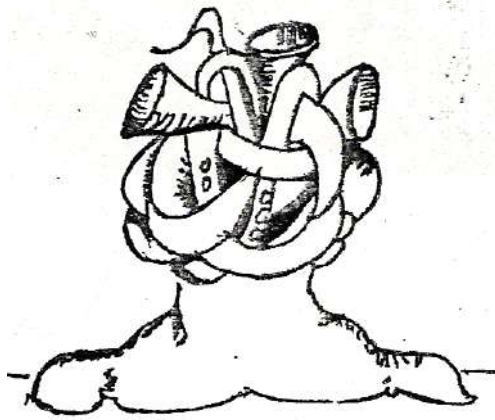
Fuerza cortante, produce un desplazamiento perpendicular al eje de la estructura



3.4 Flexión

Produce en una misma sección acortamientos en unas fibras y alargamientos en otras





VIGA: FLEXION, CIZALLADURA Y A VECES TORSION



COLUMNA:
COMPRESION
FLEXION



3.5 Torsión

Produce giros alrededor del eje de la estructura

Cada estructura emplea uno o más de estos mecanismos para el transporte de cargas

Puente indígena de Avirama Cauca
Un bello ejemplo de una estructura

4. EQUILIBRIO

Se debe cumplir siempre que:

$$\sum F_e = \sum F_i$$

Fuerzas externas ($\sum F_e$)

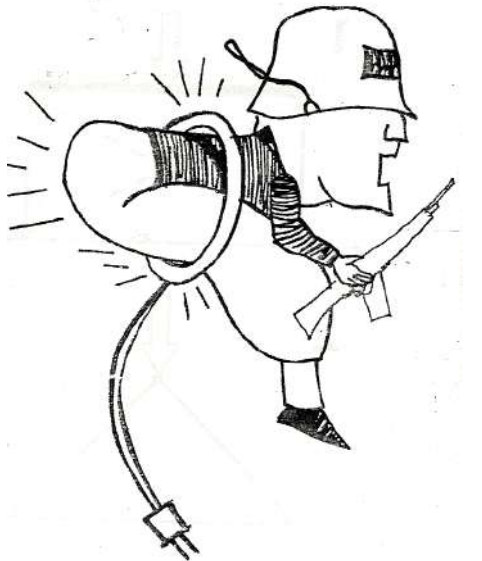
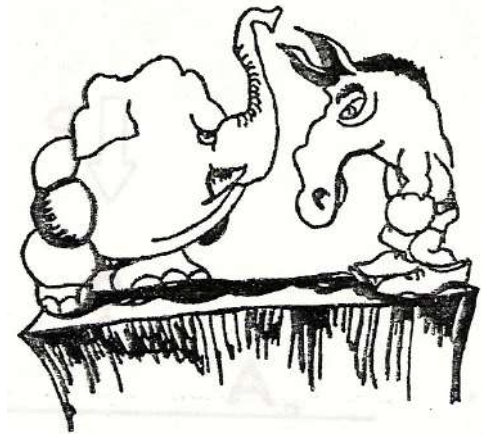
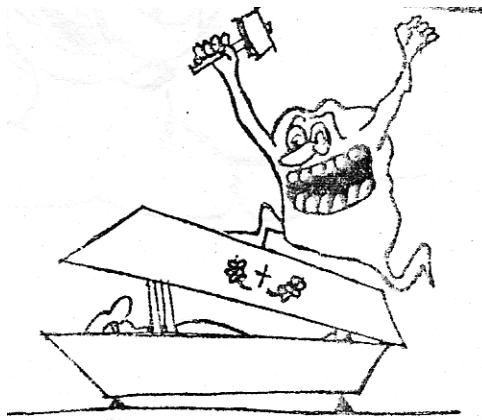
Fuerzas internas ($\sum F_i$)

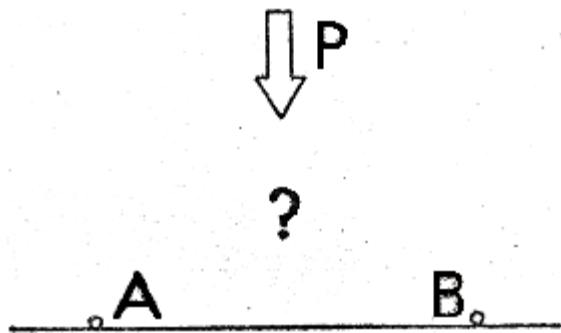
"El equilibrio como resultado del
enfrentamiento entre dos fuerzas"

La relación entre la fuerza y el área
donde se aplica, nos determina el
esfuerzo.

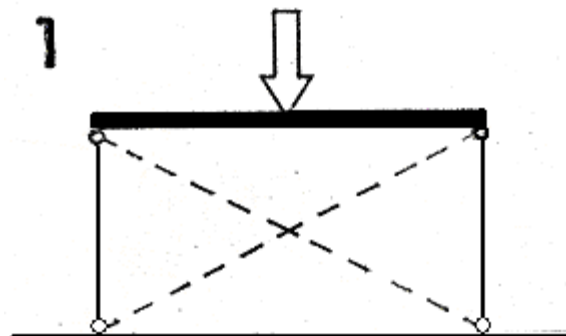
$$\sigma = P/A$$

"¡Esfuerzo máximo!"

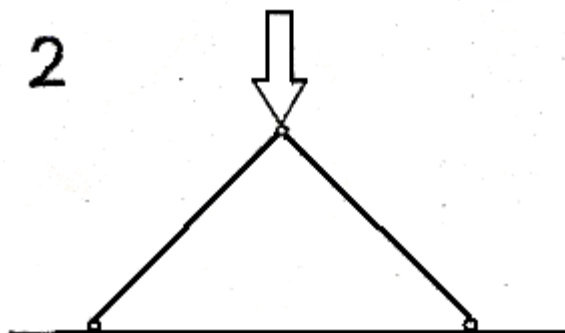




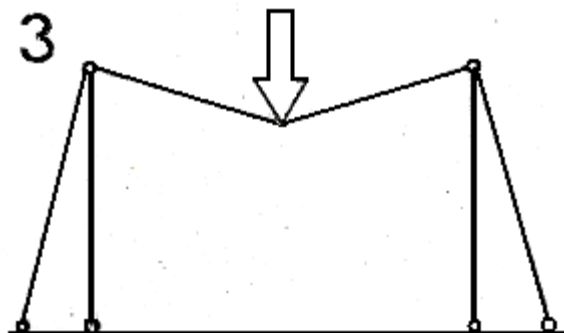
1



2



3



5. FUNCION DE UNA ESTRUCTURA

Problema: La carga P debe ser trasladada a los apoyos A y B

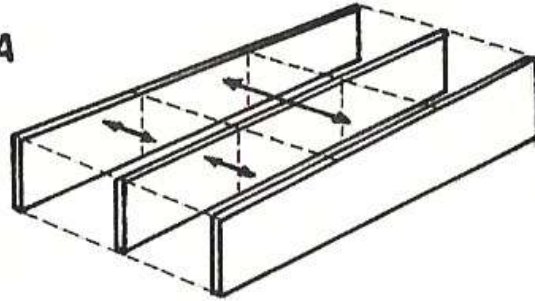
Siempre existen varias alternativas que es necesario evaluar desde un punto de vista técnico y económico.

A manera de ejemplo se presentan 3 alternativas.

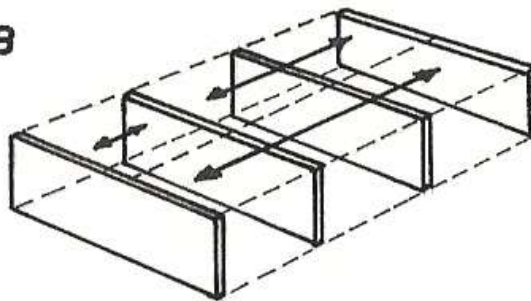
6. POSIBILIDADES PARA EL TRANSPORTE DE CARGAS

A y B - Estructura que transmite la carga en una dirección
(Losas en una dirección)

A

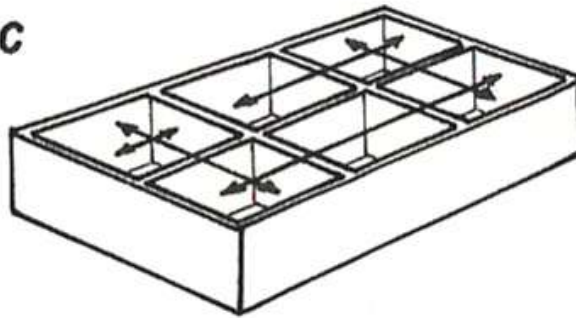


B

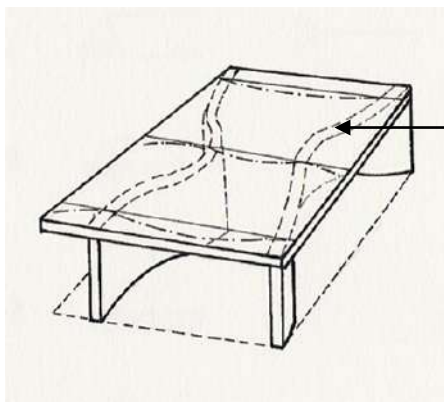
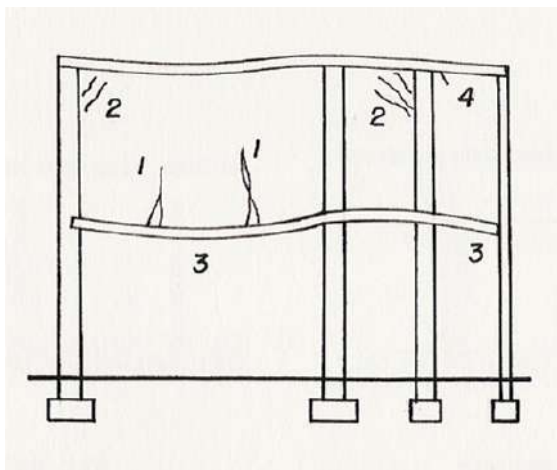
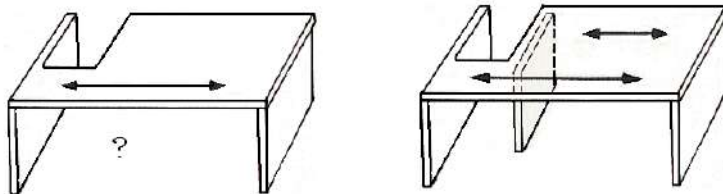


C - Estructura que transmite la carga en dos direcciones
(Losas en dos direcciones)

C



Para definir cuál solución es la óptima para un proyecto, se debe efectuar un prediseño y evaluarlo.



Deflexiones no uniformes

7. SITUACION

Problemas de apoyo

8. OTROS ASPECTOS

8.1 Deflexiones excesivas

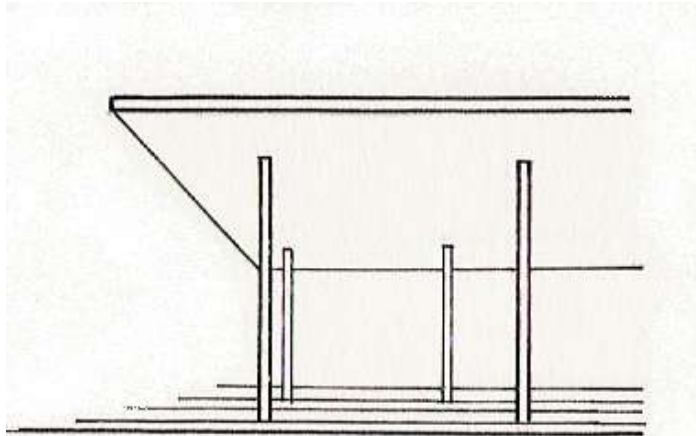
(Serviciabilidad)

- 1) Grietas en paredes divisorias que no son de carga, debidas a
- 2) grietas en paredes debidas a cubierta térmica mal aislada
- 3) curvaturas excesivamente grandes en techos
- 4) grietas en techos debidas a curvatura impedida en techo voladizo.

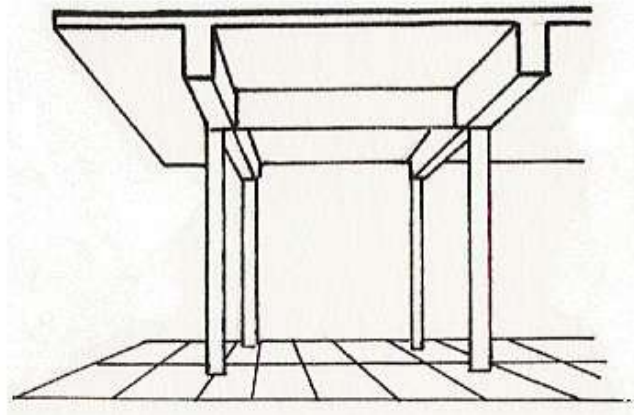
8.2 Apoyos "poco claros"

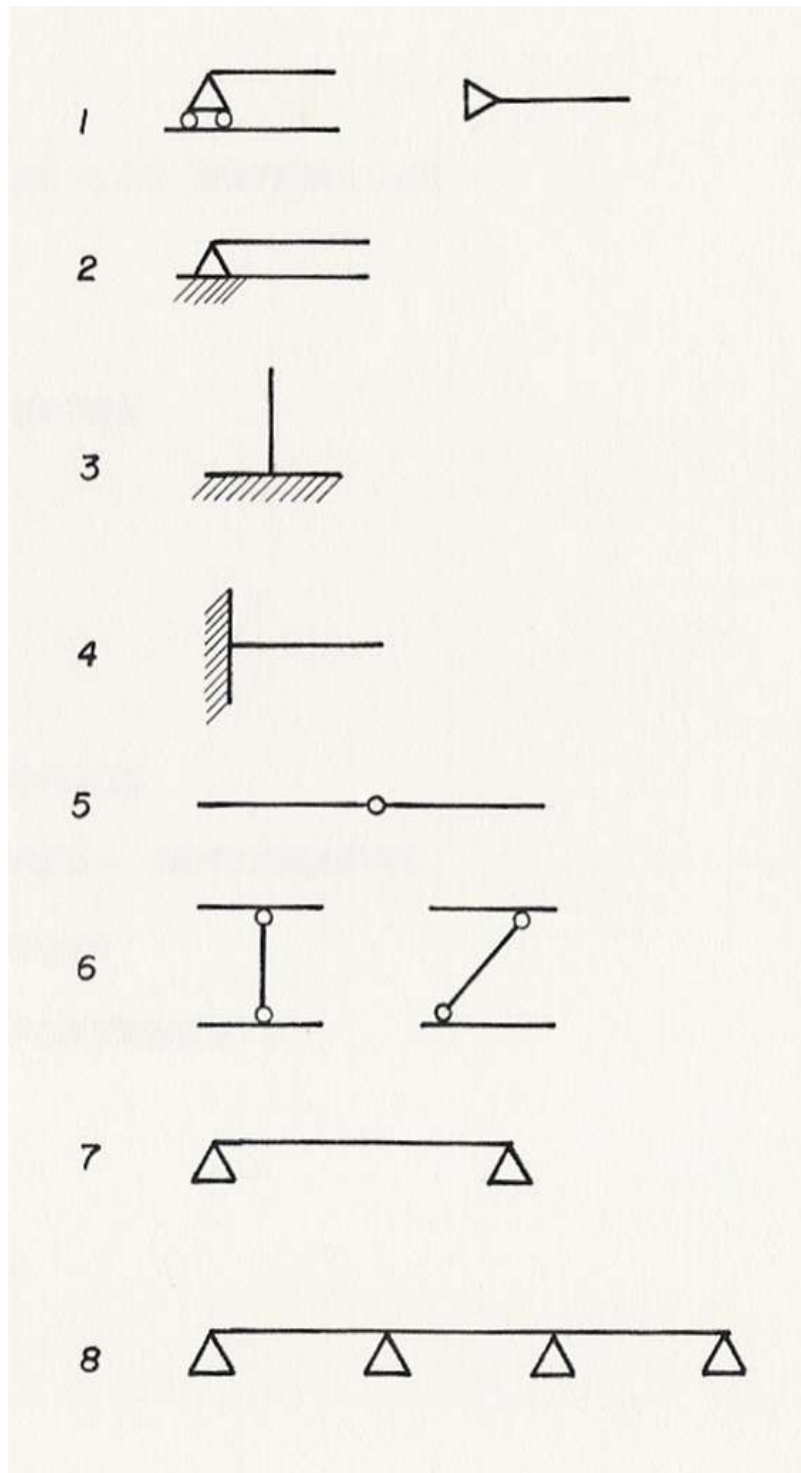
9. INICIACIÓN A LA COMPOSICIÓN DE UNA ESTRUCTURA

9.1 Losas fungiformes: (flap slab, flat plate)



9.2 Losas sobre vigas Losas en una dirección





10. TIPOS DE APOYO

APOYO DESLIZANTE

APOYO NO DESLIZANTE

EMPOTRAMIENTOS

APOYO VERTICAL

VOLADIZO

ARTICULACION

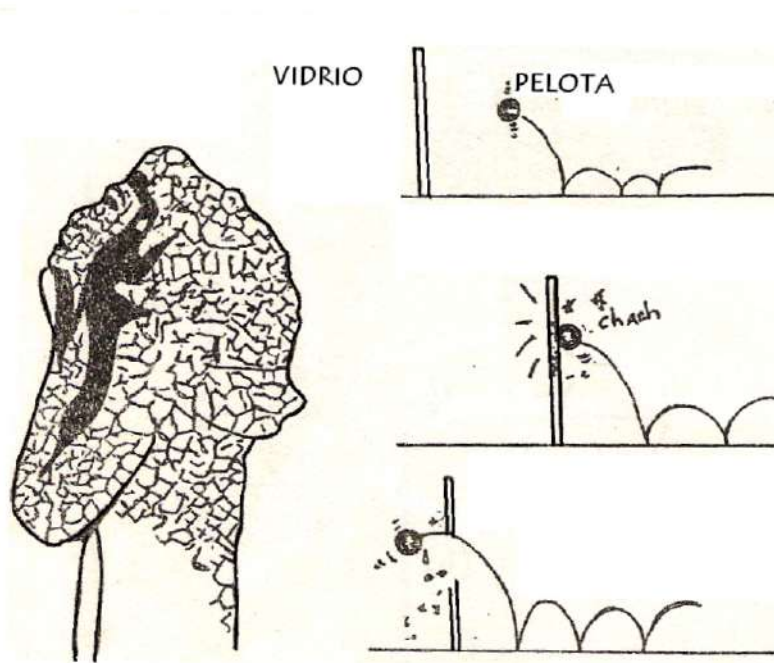
APOYO VERTICAL EN
ARTICULACION
(APOYO EN FORMA DE
PENDULO)

VIGA DE UN SOLO TRAMO

VIGA CONTINUA Ó
VIGA DE VARIOS TRAMOS

2

MATERIALES



1.1 MATERIAL FRAGIL



1.2 MATERIAL DUCTIL

1. CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

1.1 Frágiles

No existe deformación gradual, su rotura es instantánea.

(Ver curva σ -E en página 2.3)

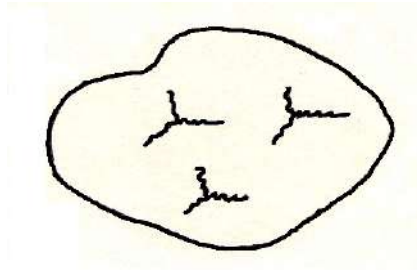
1.2 Dúctiles

Existe deformación gradual, avisa la falla.

2. ALGUNOS CONCEPTOS

2.1 Homogeneidad

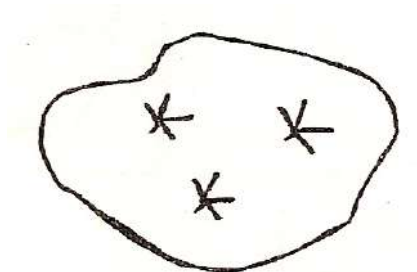
Materiales cuyas propiedades son idénticas.



2.1 HOMOGENEIDAD

2.2 Isotropía

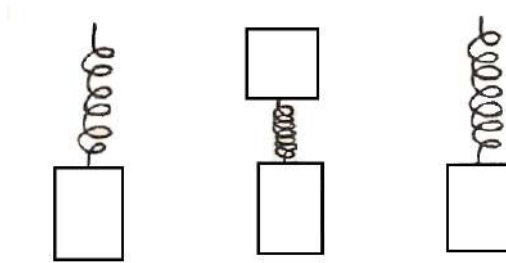
Material cuyas propiedades son idénticas en toda dirección.



2.2 ISOTROPIA

2.3 Elasticidad

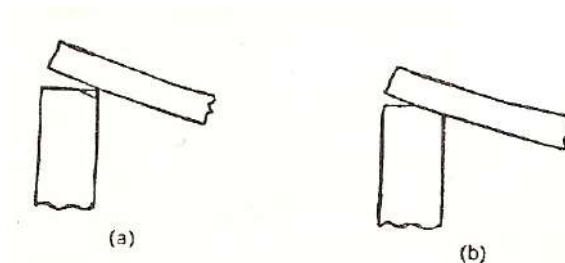
La deformación desaparece al quitar la carga.



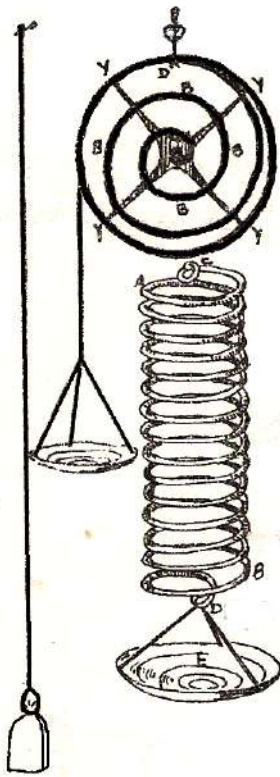
2.3 ELASTICIDAD

2.4 Plasticidad

La deformación permanece después de quitar la carga.



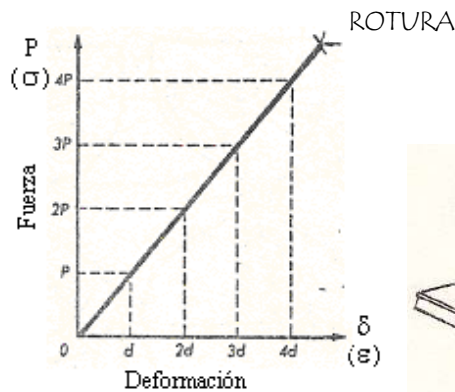
2.4 PLASTICIDAD



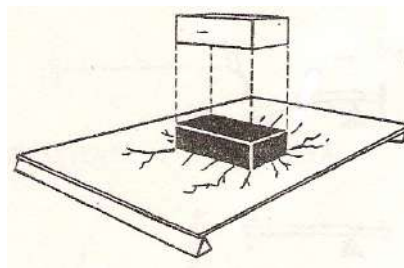
HOOKE



GALILEO



CURVA (σ - ϵ) P- δ
Carga-Deformación de
un material frágil (Ref. 4)



COMPORTAMIENTO FRÁGIL
(Ref. 4)

3. PRIMEROS ESTUDIOS CIENTÍFICOS ACERCA DEL COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES Y TEORÍA ESTRUCTURAL

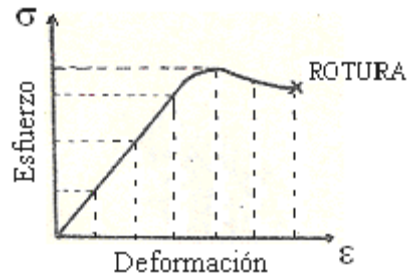
4. CURVAS ESFUERZO-DEFORMACION

4.1 Materiales frágiles:

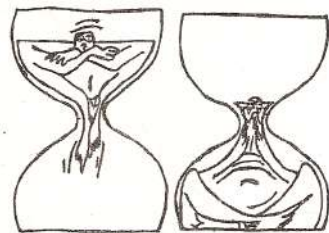
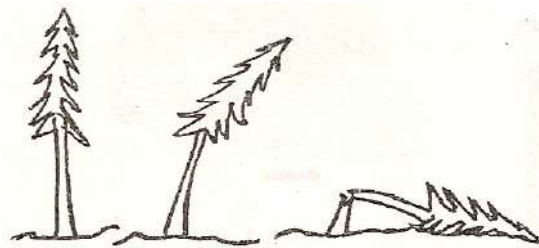
- No avisan la falla
- No resisten impactos

4.2 Materiales dúctiles

Avisan la falla



CURVA ESFUERZO-DEFORMACION
PARA UN MATERIAL DUCTIL

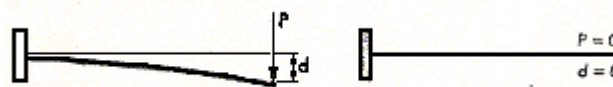


$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

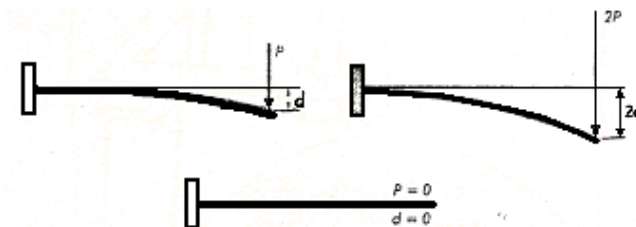
σ = ESFUERZO
 ϵ = DEFORMACION
UNITARIA

MODULO DE ELASTICIDAD E

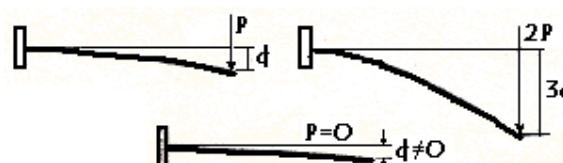
MODULO DE ELASTICIDAD E



COMPORTAMIENTO ELASTICO



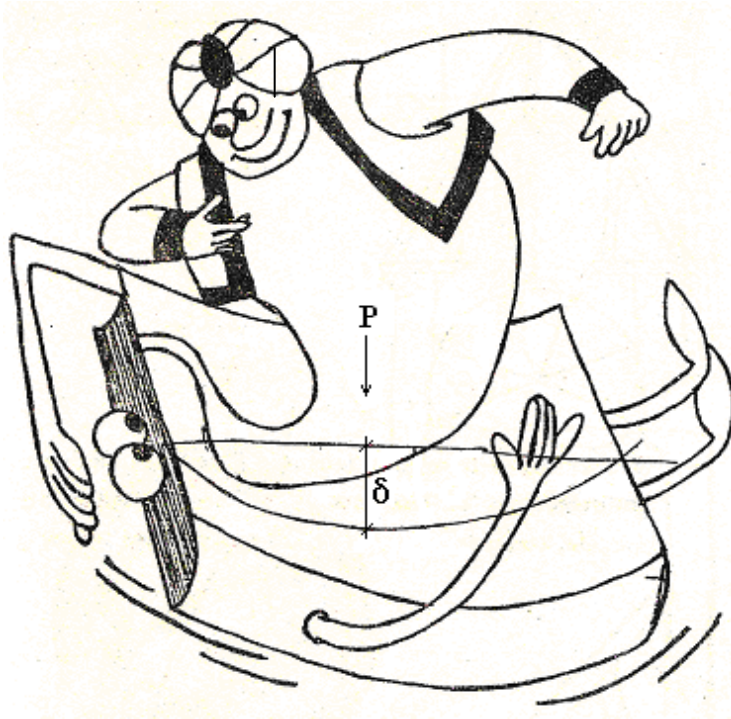
COMPORTAMIENTO ELASTICO LINEAL



COMPORTAMIENTO PLASTICO (Ref. 4)

Las deformaciones son directamente proporcionales a la carga aplicada:

LEY DE HOOKE $P=K\delta$



7. LEY DE HOOKE

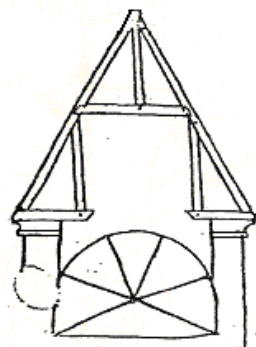
P = Carga

δ = Deflexión

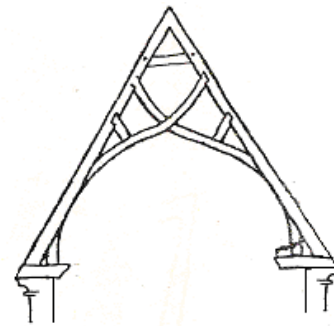
K = Constante que depende del material

8. MATERIALES

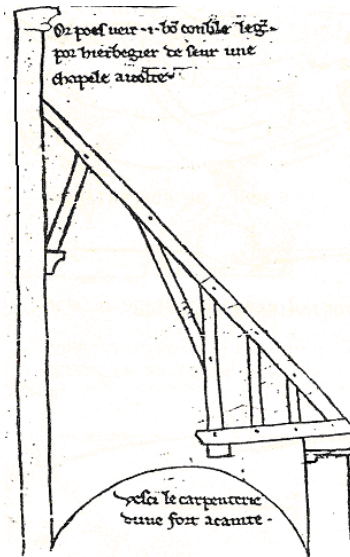
8.1 La madera



Oz poef ueir .i. bō conble leg.
 poi hieebegier de leur une
 chapele auoitee



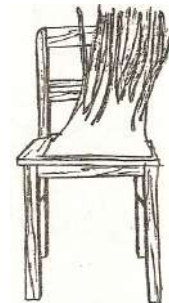
z leu uolef ueir .i. bon
 conble legier auoitee de fust
 prendes a luec garb.



Oz poef ueir .i. bō conble leg.
 poi hieebegier de leur une
 chapele auoitee

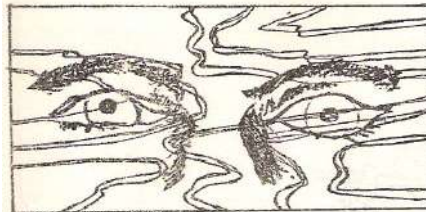
zela le carpentier
 d'une fort acamte

zela une estoile q'bonne
 est amoncel poi loz candele
 porter argans faire le poe
 le u fauel torues

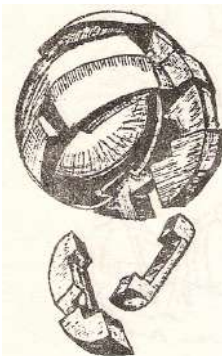


8.1.1 Propiedades de la madera

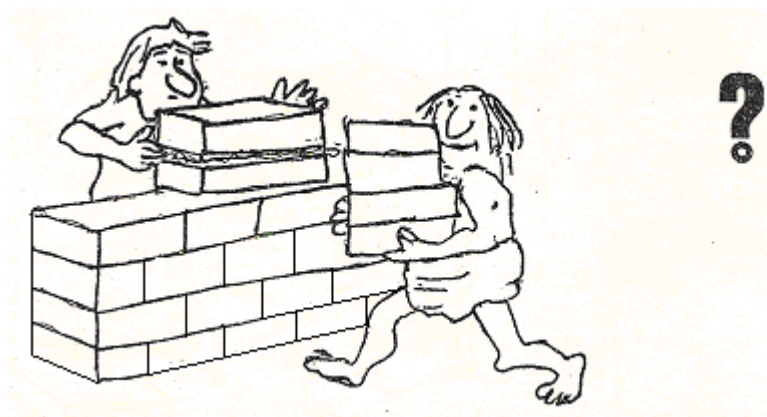
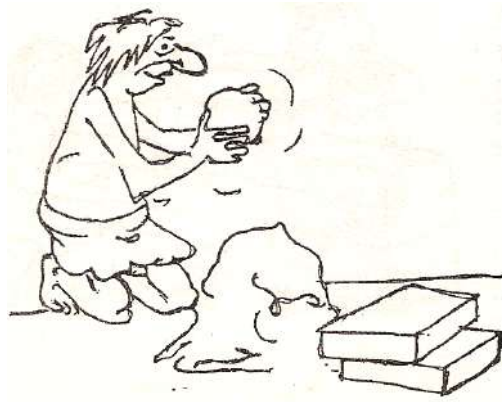
Débil al medio ambiente y al fuego



ANISOTROPIA



ENSAMBLES Y EMPATES



8.2 LADRILLO

Trabajo del ladrillo

Calidad de la arcilla

AMASADO - LADRILLO

COCCIÓN - LADRILLO

Cocimiento uniforme a 1000 °C

ARGAMASA - MEZCLA

PRECAUCIONES ESPECIALES

1. Cargas concentradas
2. Presiones de esquina
3. Utilización en edificios de varios pisos sin refuerzo

8.3 ACERO

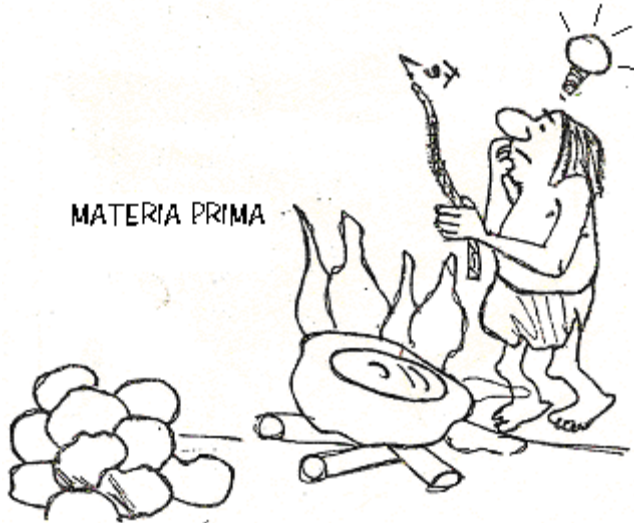
8.3.1 Trabajo del acero

Hierro (en el lenguaje común)



Obtención

MATERIA PRIMA



Dos tipos de acero



Uno se puede soldar (estructuras y cerchas en metal)





Otro se debe amarrar (en el hormigón)

8.3.2 Propiedades del acero

Gran resistencia a tracción

Tracción

8.3.3 Trabajo estructural

Presenta un comportamiento dúctil en comparación con otros materiales frágiles

8.4 Concreto – Hormigón

8.4.1 Clases

Concreto simple

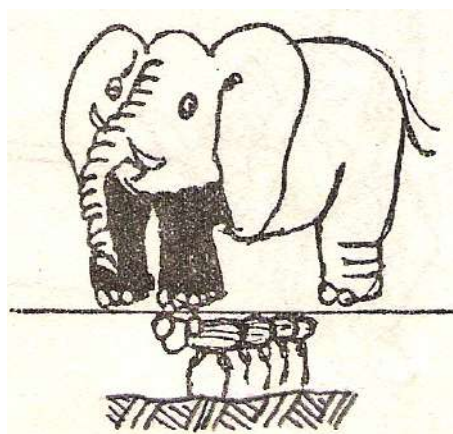
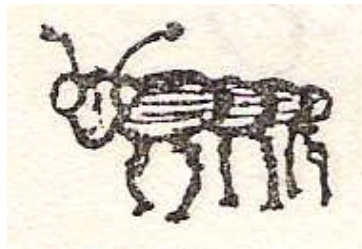
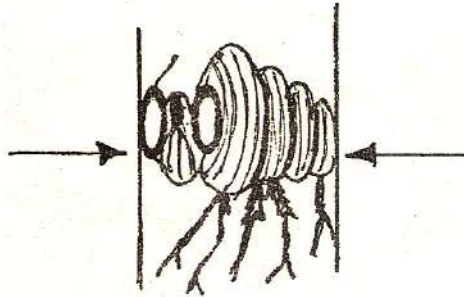
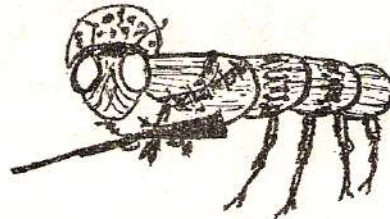
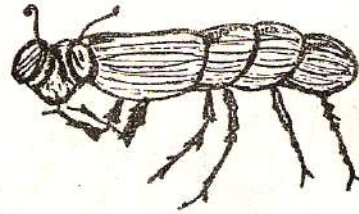
Concreto armado

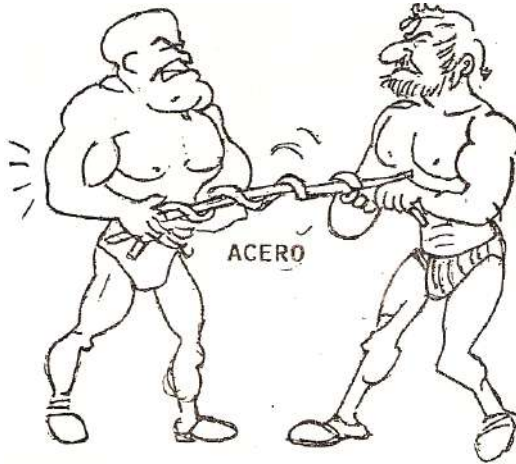
Concreto Pretensado

Usualmente y de acuerdo a si el tensionamiento se efectúa antes o después de endurecido el Concreto se habla de pretensado o postensado (ver pág. 2.11)

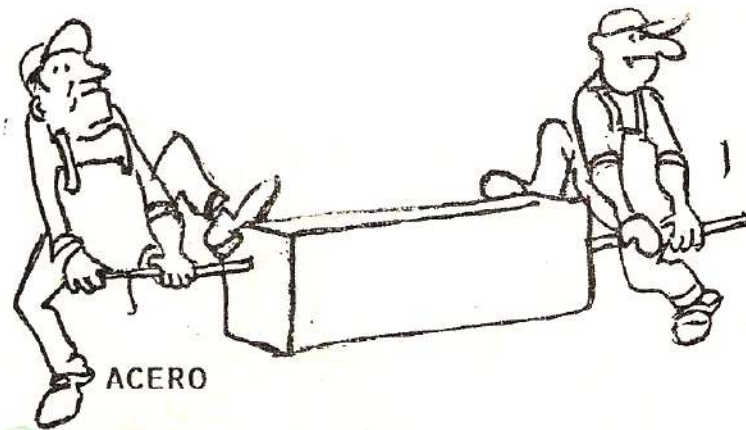
8.4.2 Propiedades del hormigón

Alta resistencia a compresión

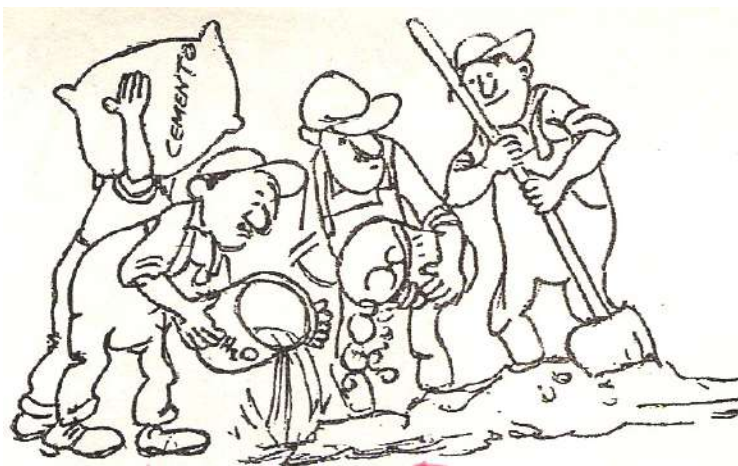




PRETENSADO



POSTENSADO



8.4.3. Tipos de acero utilizados en estructuras de concreto

1. Acero de refuerzo común
2. Acero para tensionamiento
3. Malla electrosoldada

Acero de pretensado

El acero es tensado con anterioridad al vaciado del concreto

Acero para postensado

El acero se tensa después de endurecido el concreto

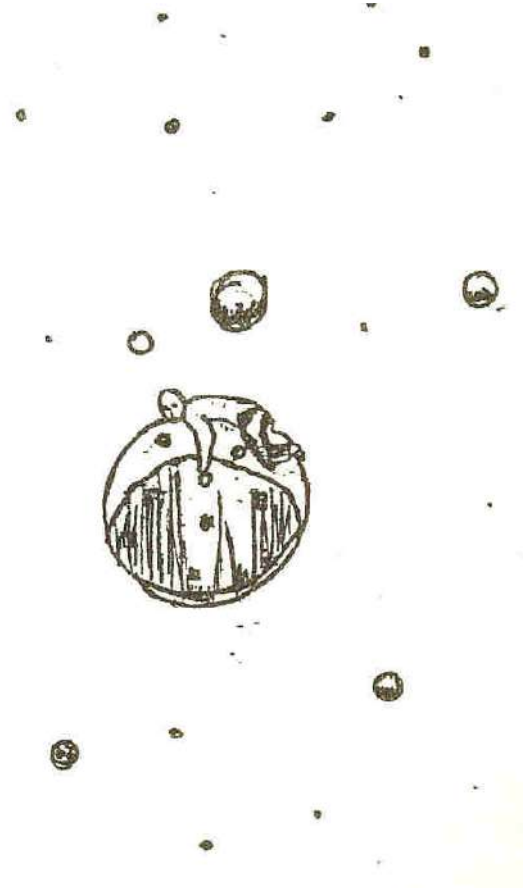
Elaboración

Precauciones

3

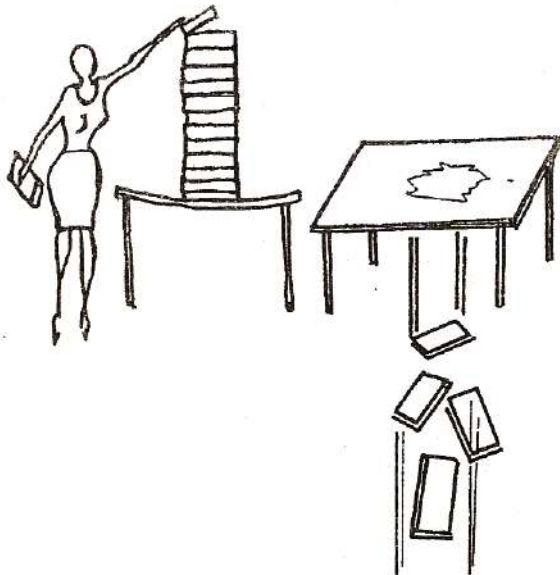
CARGAS

(Fuerzas externas)



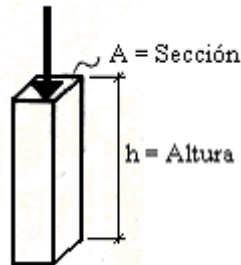


CARGA PUNTUAL



Determinación del peso de una
Columna de concreto

$$Peso = 2,4 \left[\frac{t}{m^3} \right] \times A[m^2] \times h[m] = [t]$$



1. TIPOS DE CARGA:

De acuerdo a su aplicación

1.1 Carga puntual

El área de aplicación de la carga es muy pequeña

Concepto de punzonamiento:

Crítico en losas macizas,
(Flat Slabs, Flat Plates)

"Vida interior de las estructuras"

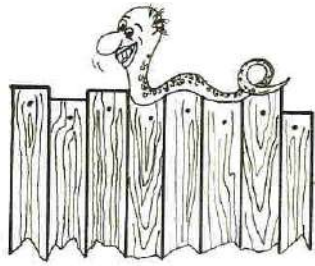
γ = densidad del concreto 2,4 t/m³

1.2 Carga lineal $\left[\frac{t}{ml} \right]$

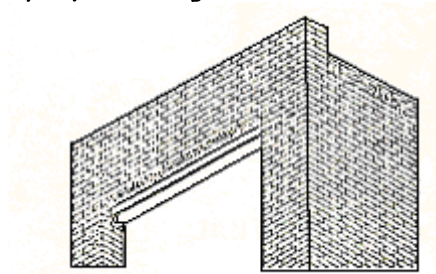
La carga se distribuye a lo largo de una línea

Por ejemplo: debida a un muro de 20 cm, altura h , revocado por ambas caras

$$0,32 \left[\frac{t}{m^2} \right] \times h[m] = \left[\frac{t}{ml} \right]$$

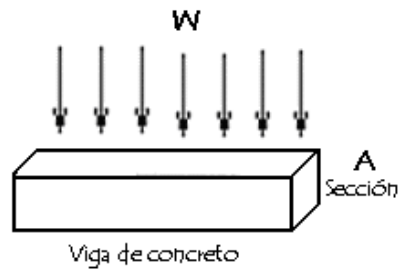


Ejemplo de carga lineal



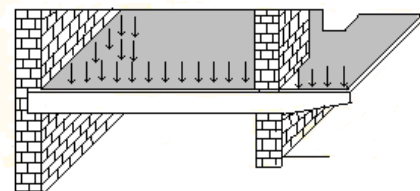
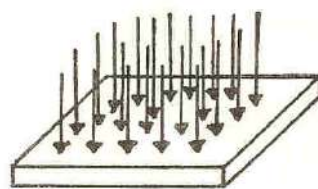
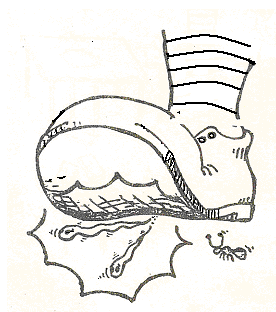
Carga lineal debida al pesos propio de la viga

$$W = 2,4 \left[\frac{t}{m^3} \right] \times A[m^2]$$

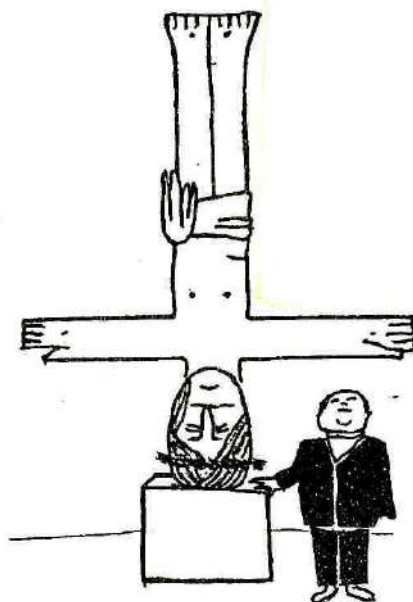


1.3 Carga de superficie

La carga se supone distribuida en una superficie



Ejemplo de carga de superficie



CARGA MUERTA

Cargas de superficie kg/m^2

1.3.1 Superficie horizontal

Acabados	130 a 150
----------	-----------

Particiones	150
-------------	-----

Techos (teja de barro)	150
------------------------	-----

1.3.2. Superficie vertical

Muro 0,2 (revoque dos caras)	320
------------------------------	-----

Muro 0,2 (sin revoque)	260
------------------------	-----

Muro 0,1 (revoque dos caras)	320
------------------------------	-----

Muro 0,1 (sin revoque)	115
------------------------	-----

1.4 Cargas por volumen t/m^3

Concreto reforzado	2,4
--------------------	-----

Acero	7,8
-------	-----

Madera	0,6
--------	-----

2. CLASIFICACION DE CARGAS DE ACUERDO A SU NATURALEZA

2.1 Carga muerta

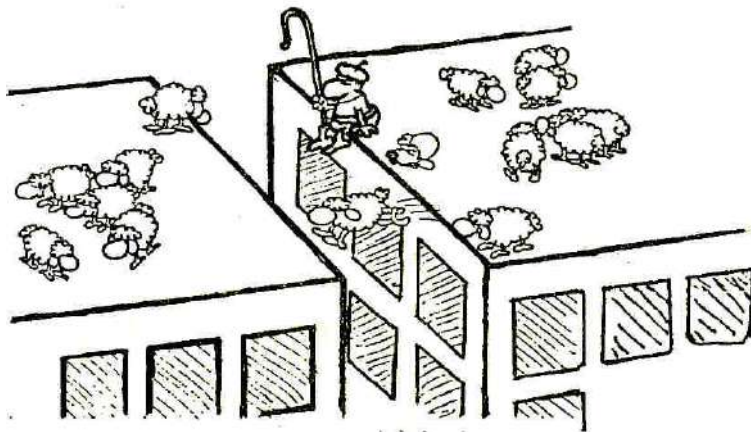
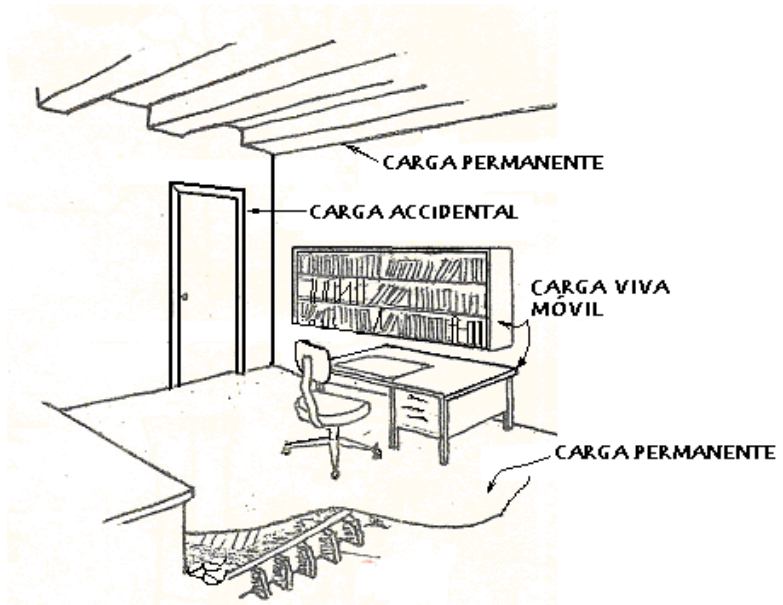
(Carga permanente) por ejemplo: peso propio, muros, acabados.

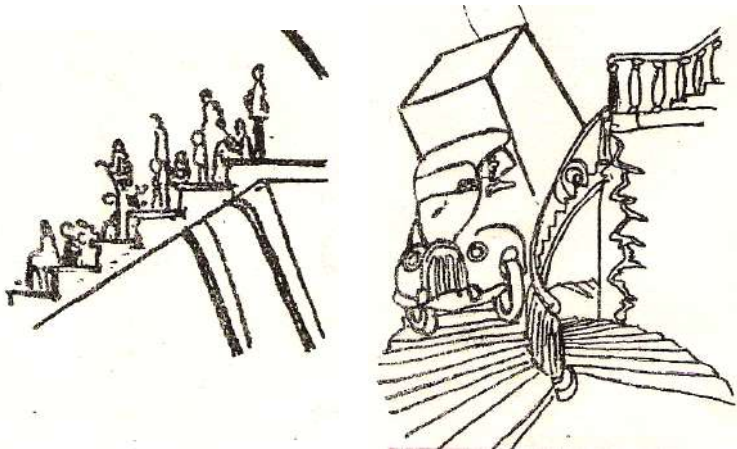
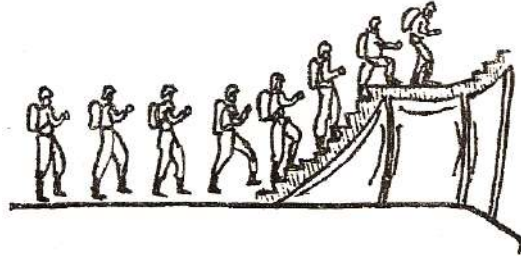
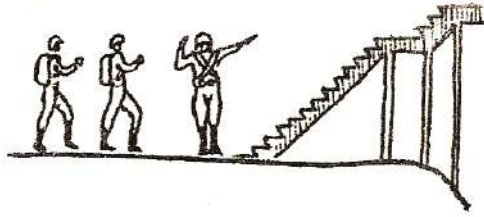
2.2 Carga viva

(Sobrecarga) carga accidental

La capacidad de carga de una estructura está dada por peso y no por volumen.

Los valores de cargas vivas son usualmente recomendados en las normas. En Colombia de acuerdo al Código Colombiano de Construcciones Sismo-Resistentes





Ciertas estructuras requieren más precauciones en el diseño estructural que otras, pues se pueden producir vibraciones y resonancia.

2.3 Cargas móviles

Para puentes por ejemplo normas AASHTO (Americanas)
DIN 1072 (Alemanas)

Para no olvidar

Cada estructura tiene una carga de diseño

Aspecto económico

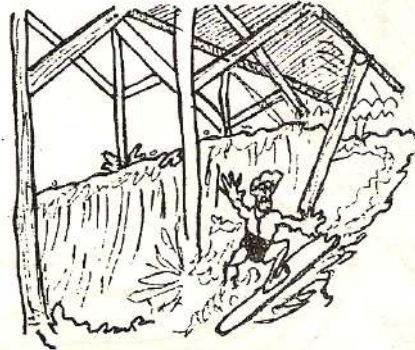
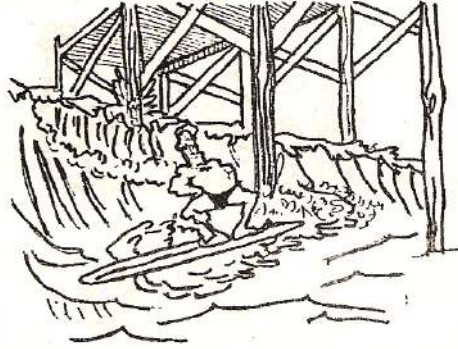
Mientras mayor sea la carga viva de diseño de una estructura, más costosa es la estructura

3. DE ACUERDO A SU ORIGEN

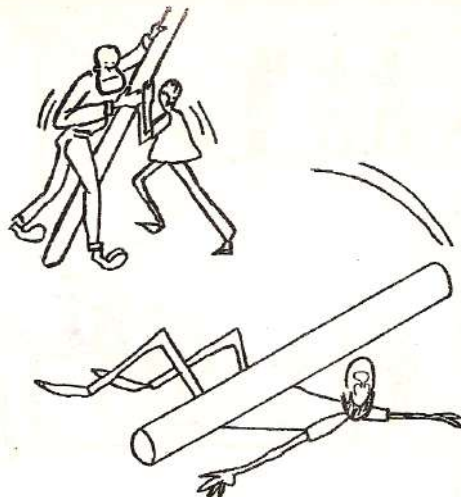
3.1 Choque

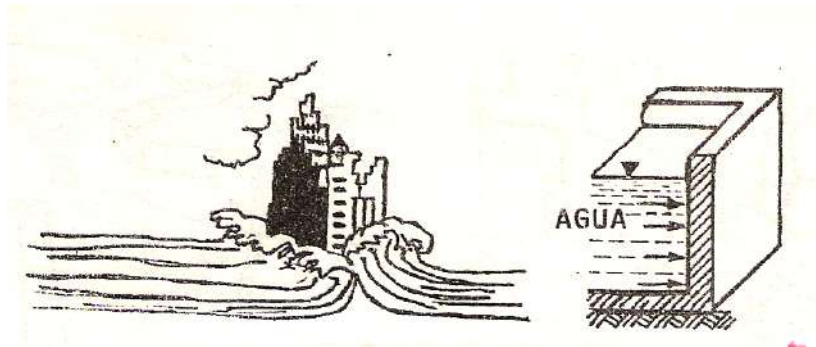
(Colisión de un vehículo)

Puentes o edificios con columnas
o estructura expuesta a la vía

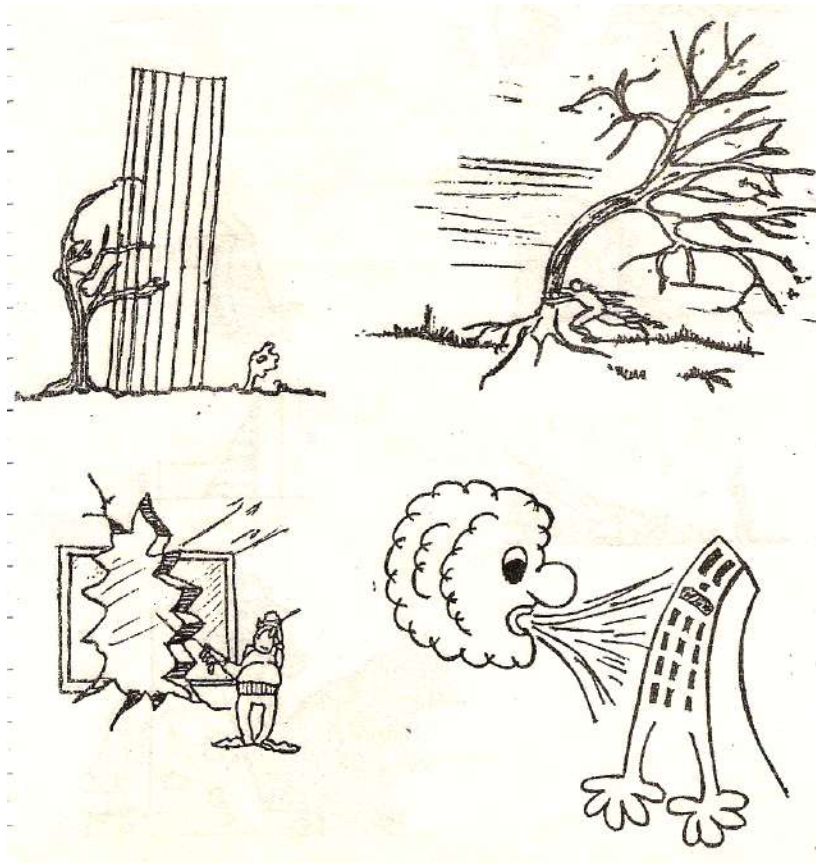


3.2 Empujes





DISTRIBUCIÓN DEL EMPUJE



3.2.1 Empuje hidrostático

(Ver además pág.3.16)

Cargas debidas al empuje del agua

Empuje de agua

3.2.2 Empuje de vientos

(Ver además pág.3.14)

CARGA DE VIENTO

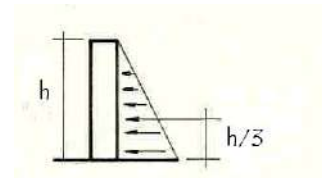
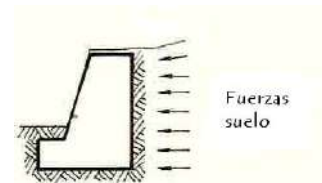
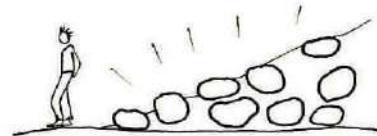
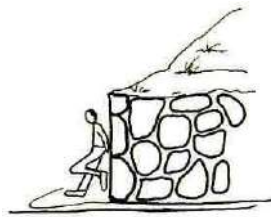
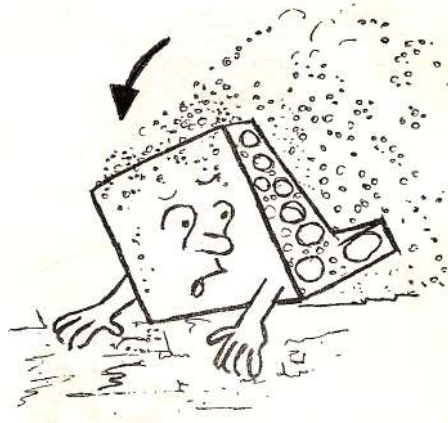
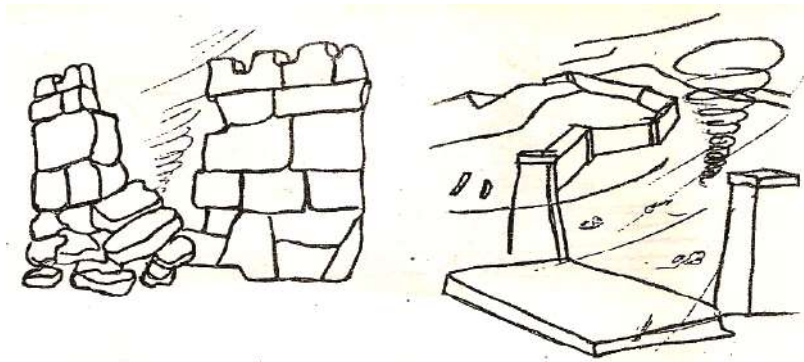
Efectos:

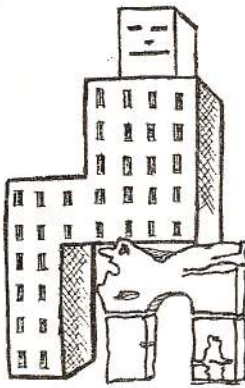
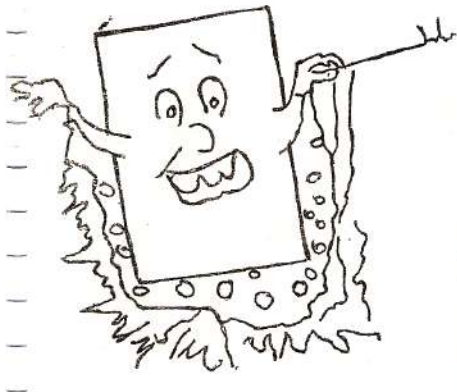
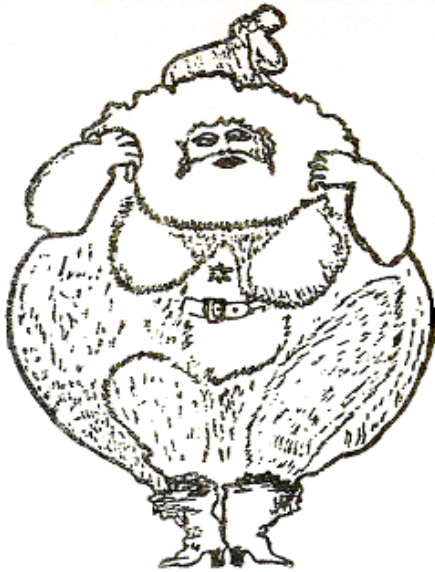
- Deslizamiento
- Volcamiento
- Colapso

3.2.3 Carga por empuje de tierra (Ver además pág. 3.18)

Empuje de suelos

Carga debida por empuje de
suelos





3.2.4 Dilatación debida a
temperatura (Ver además
Pág. 3.22)

3.2.5 Cargas debidas a
asentamientos

Tipos de Asentamientos:

1) **Totales:** generalmente no son peligrosos

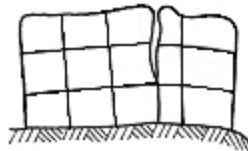
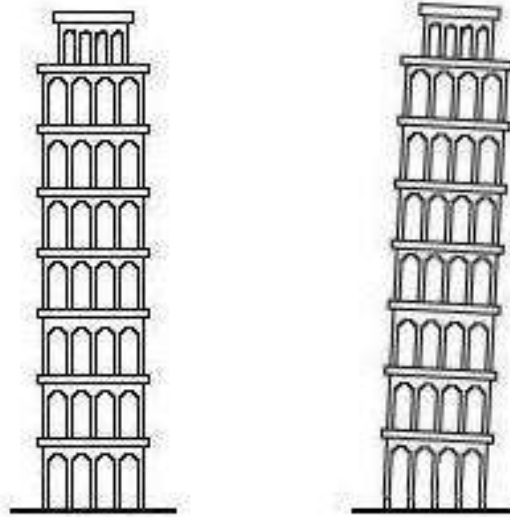
2) **Diferenciales:** Peligrosos para la estructura

Medidas

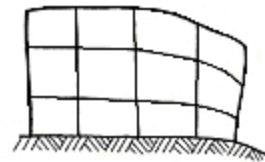
1) Diseñar la estructura para que los soporte

2) Vigas para limitar los asentamientos

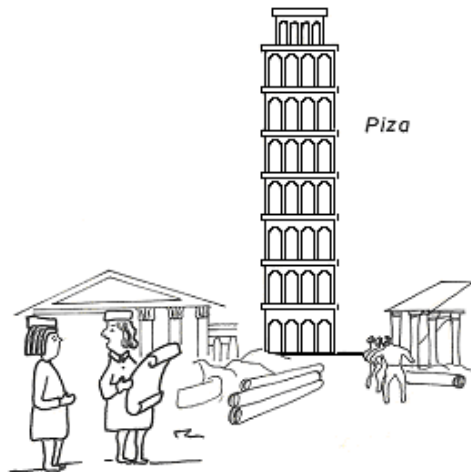
3) Placa de fundación rígida



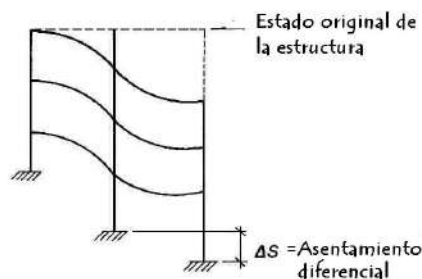
1



2



...Aborré un poco en las fundaciones, pero eso nunca lo notará nadie....



CONCEPTO DE ASENTAMIENTO DIFERENCIAL



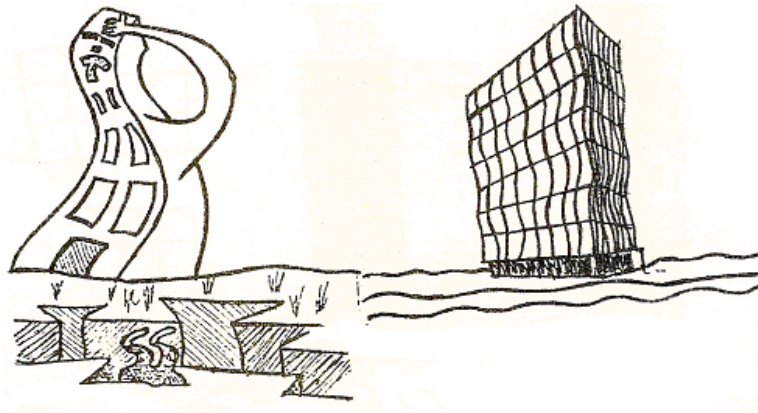
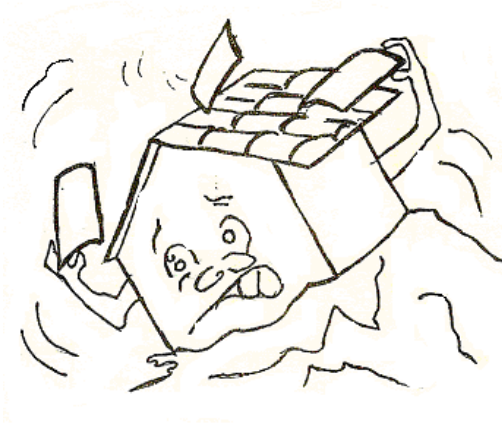
3.3 Fuerzas dinámicas

Dependen del tiempo

-Cargas móviles

-Maquinarias

-Sismos (Ver capítulo 6)



3.4 DETERMINACION CUANTITATIVA APROXIMADA DE LAS CARGAS DEBIDAS AL AGUA, VIENTO, SUELO Y LA TEMPERAURA

3.4.1 VALORES USUALES DE CARGAS VIVAS EN kg/m² DE ACUERDO CON LA NORMA SISMICA COLOMBIANA

Vivienda.....	180 kgf/m ²
Oficinas.....	200 kgf/m ²
Escaleras en oficinas y vivienda.....	300 kgf /m ²
Salones de Reunión	
- Con asientos fijos (anclados al piso).....	300 kgf /m ²
- Sin asientos fijos.....	500 kgf /m ²
Hospitales	
- Cuartos.....	200 kgf /m ²
- Salas de operaciones.....	400 kgf /m ²
Coliseos y Estadios	
- Graderías.....	400 kgf/m ²
- Escaleras.....	500 kgf /m ²
Garajes	
- Automóviles.....	250 kgf/m ²
- Vehículos pesados.....	Según uso
Hoteles.....	200 kgf/m ²
Escuelas, Colegios y Universidades.....	200 kgf/m ²
Bibliotecas	
- Salas de lectura.....	200 kgf/m ²
- Depósitos de libros.....	500 kgf/m ²
Cubiertas, Azoteas y Terrazas.....	la misma del resto de la edificación
Cubiertas inclinadas de estructuras metálicas y de	
madera con imposibilidad física de verse sometidas	
a cargas superiores a la acá estipulada:	
- si la pendiente es mayor del 20%.....	35 kgf/m ²
- si la pendiente es menor del 20%.....	50 kgf/m ²
Fábricas	
- Livianas.....	500 kgf/m ²
- Pesadas.....	1000 kgf/m ²
Depósitos	
- Livianos.....	500 kgf/m ²
- Pesados.....	1000 kgf/m ²
Almacenes	
- Detal.....	350 kgf/m ²
- Por Mayor.....	500 kgf/m ²

200 kg/m² SEGÚN USO

Tragedia en hotel

E.U.: 111 muertos

Kansas City, 19 (AP)— Dos gigantes corredores suspendidos sobre un salón del hotel Hyatt Regency de esta ciudad se derrumbaron el viernes en la noche ocasionando la muerte de 111 personas, la mayor cantidad de víctimas de un desastre desde que se produjo el peor accidente de aviación en la historia de este país. Se informó que aún no se han determinado las causas del derrumbe. Cientos de personas cayeron con los escombros cuando se produjo el derrumbe de un corredor en el cuarto piso, lo que provocó a su vez el desplome de otro pasillo. Ambos corredores cayeron sobre la recepción del hotel arrastrando consigo a un número determinado de gente. Un inspector de edificios de la municipalidad dijo que los corredores podían soportar la circulación normal de personas "pero quizás no la de tanta gente parada y bailando".

Les sección 1, página 7

Se recostó contra el muro y éste se cayó y lo mató

El joven John Jairo Osorio Osorio, de 12 años, estudiante, encontró la muerte en forma insólita, el viernes en las horas de la tarde, en el sector urbano del municipio de Sonsón.

Osorio Osorio se recostó sobre un muro de adobes con tan mala suerte que el mismo, que se encontraba falseado, se vino a tierra y varios de los adobes le cayeron en la cabeza y otras partes del cuerpo. El niño fue recogido y llevado al hospital regional de la ciudad, pero falleció minutos después a consecuencia de los golpes sufridos especialmente en el cráneo.

Un juicio pobre, cargas muy altas y una utilización de resistencias muy bajas, dan como resultado unos costos extravagantes, mientras que el asumir cargas muy bajas y resistencias demasiado altas puede conducir al colapso.

Raymond C. Reese

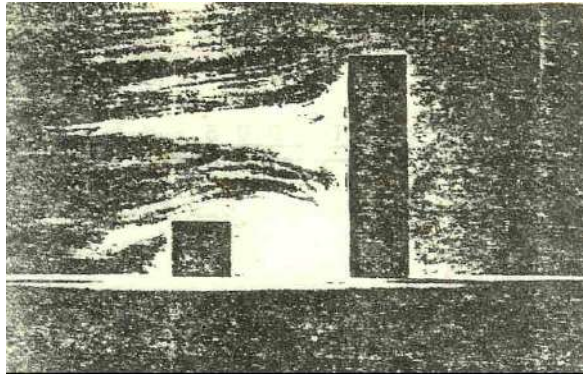
Dos advertencias importantes formuladas por Eugene Freyssinet

1. "No se sube al cielo tirándose de los pelos"
No deben confundirse fuerzas exteriores y acciones internas.
2. "Cuando se quiere colgar el sombrero en el perchero se lo coloca en la percha, ni encima, ni debajo, ni a la derecha, ni a la izquierda". Es preciso disponer en los puntos de aplicación de las fuerzas, elementos resistentes capaces de transmitirlas

Dormitorios de internados de escuelas, cuarteles, cárceles, hospitales y similares

3.4.2 Algunos casos

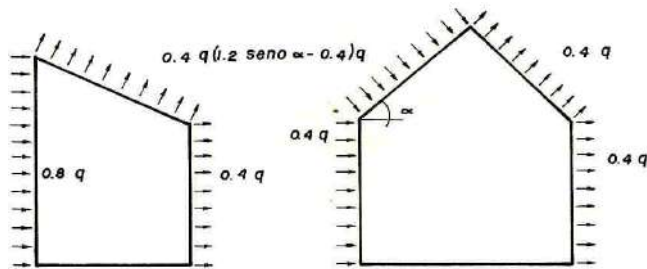
3.5 VIENTO



CARGA DE VIENTO SOBRE LAS ESTRUCTURAS

3.5.1 Cargas debidas al viento

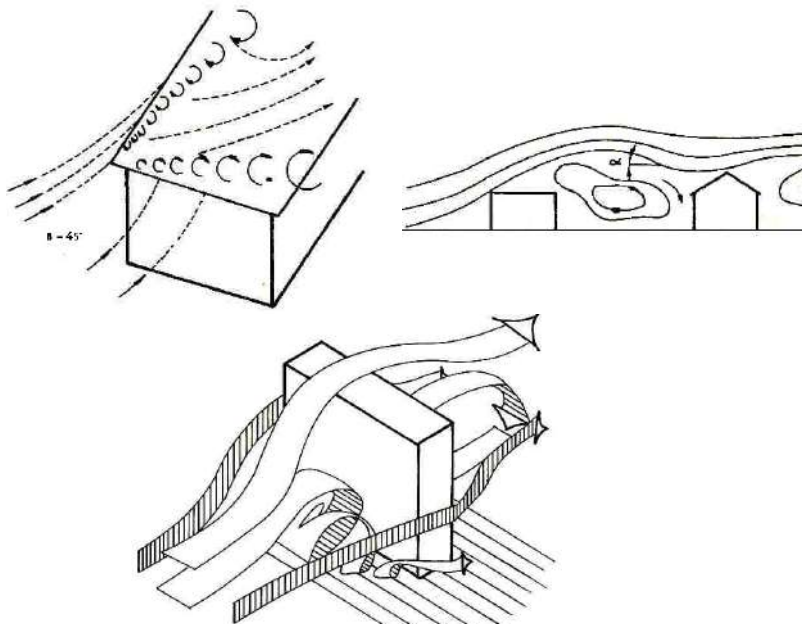
Además de presiones existen succiones → asegurar (anclar) techos, tal como se indica en las figuras siguientes:

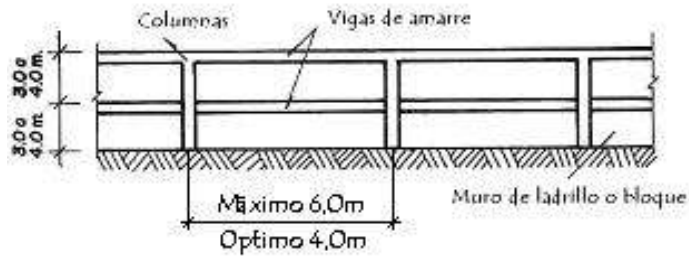


SEPARACION EN PRESION Y SUCCION

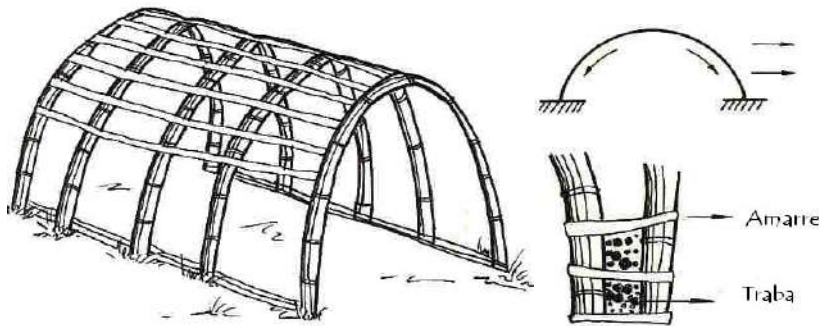
ALTURA DEL EDIFICIO EN METROS	VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s)	q kg/m ²
0 - 8	28,3	50,0
8 - 20	35,3	80,0
20 - 100	42,0	110,0
Más de 100	45,6	130,0

Valores usuales de q (según DIN 1055)





AMARRE DE MUROS



3.5.2 Medidas preventivas (Prácticas de buena ingeniería)

Colocar vigas y columnas de amarre en muros largos cada 4,0m, especialmente en:
INSTALACIONES INDUSTRIALES

Enmarcar muros

Columnas:

cada 4,0m máximo a 6,0m

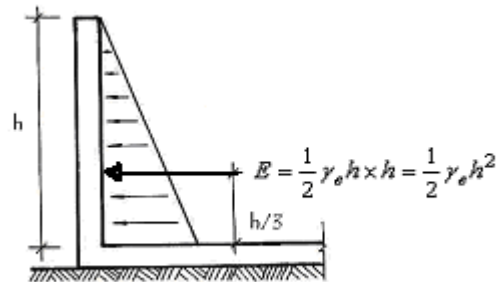
Vigas:

De 3,0m a 4,0m

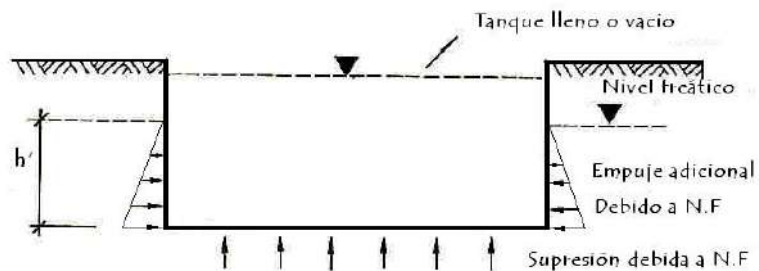
Igualmente: amarrar áticos, remates, etc.

Muros de cierre: contra fuertes amarres

GENERAL



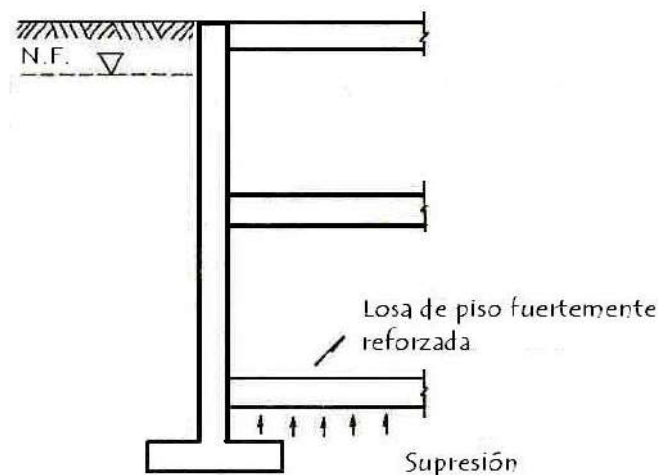
NIVEL FREÁTICO (N.F.)



TANQUES ENTERRADOS



EDIFICACION CON 2 Ó MÁS SOTANOS



3.6 Empuje del agua

(Empuje hidrostático)

3.6.1 Determinación del empuje hidrostático

Líquido contenido de densidad γ_e

Agua $\gamma_e = 1,0 \text{ t/m}^3$

E= Resultante del empuje

3.6.2 Efectos del nivel freático y remedios

El nivel freático causa empujes y subpresiones adicionales

La subpresión puede hacer "caminar" el tanque:

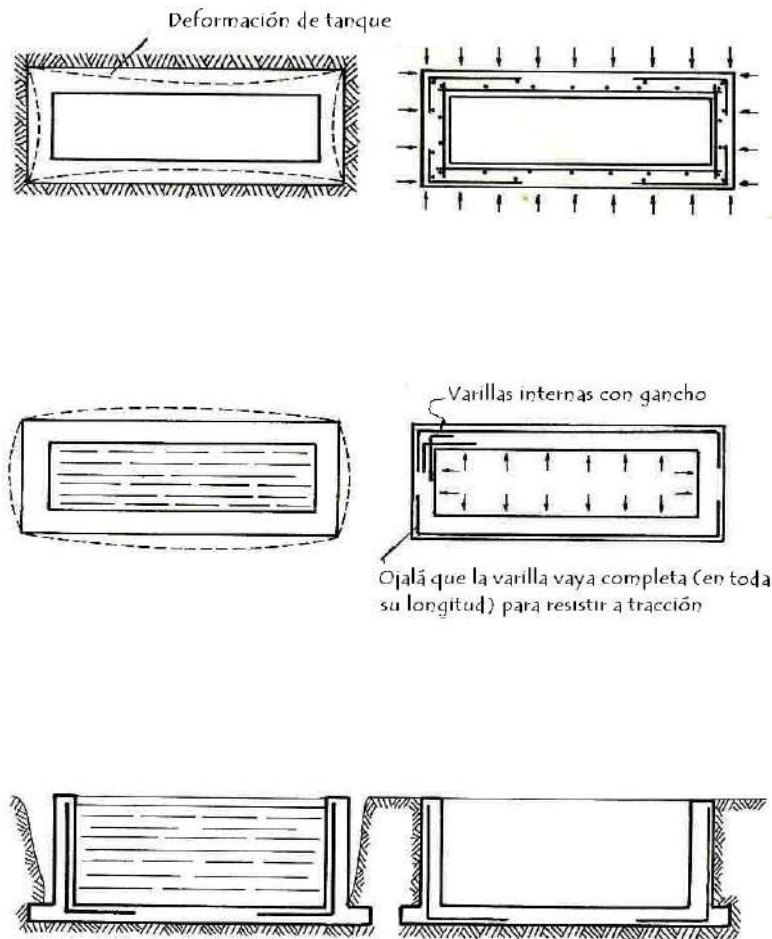
Medidas preventivas:

- Abatir con filtros el N.F.
- Clavar el tanque
- Aumentar el peso
- Utilizar pilotes de tracción
- Alarmas

En edificios con más de dos sótanos se presentan grandes subpresiones

Alternativas:

- Diseñar placa de subpresión
- Abatir el nivel freático con filtros y doble muro



Ref. 6

3.6.3 ESTUDIO CUALITATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE TANQUES

Refuerzo de tanques y piscinas

Planta de tanque vacío

Empuje del suelo

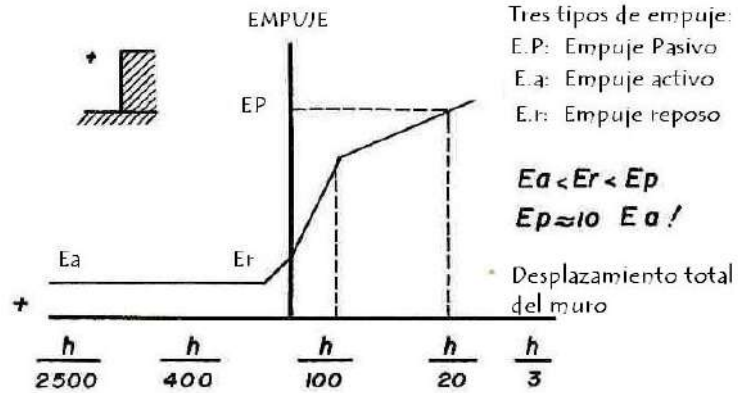
Planta de tanque lleno

Sin empuje de suelo

Elevación: tanque lleno y vacío

3.7 MUROS DE CONTENCION

3.7.1 Tipos de empujes



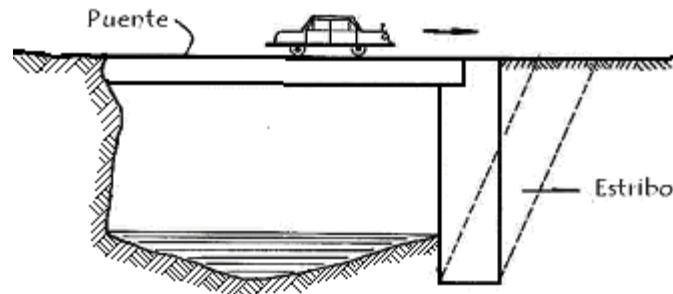
3.7.2 Determinación del empuje del suelo

E = Resultante del suelo

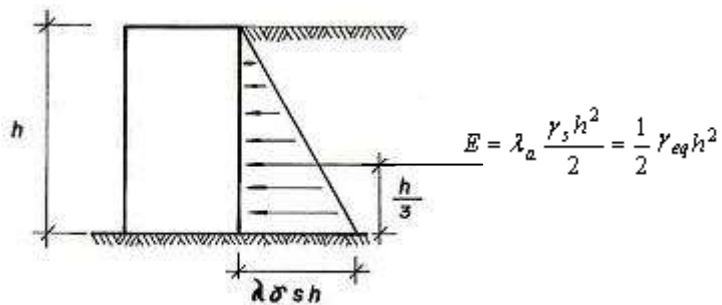
λ_a = Coeficiente según el suelo

ϕ = Angulo de fricción interna

$\lambda_a = \gamma_s = \gamma_{eq}$



SITUACION DEL EMPUJE DEL SUELO

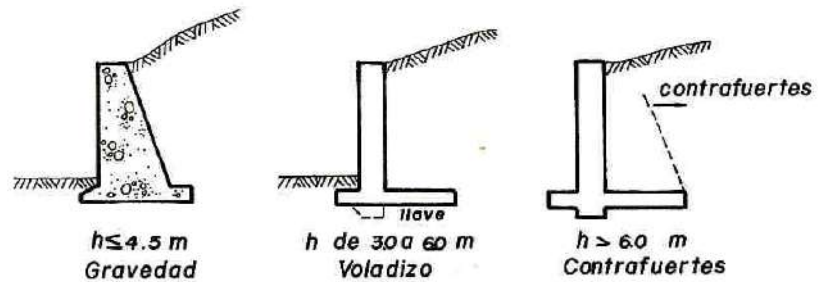


CALCULO SIMPLIFICADO DEL EMPUJE DE TIERRAS (ACTIVO)

TIPO DE SUELO	γ_s t/m ³	λ_a	λ_r	γ_{eq} t/m ³
Arena	1,8	0,3	0,46	0,54
Cascajo	1,7	0,27	0,43	0,46
Limos y arcillas	2,0	0,59	0,74	1,18

VALORES PROMEDIAS DE LOS COEFICIENTES DE EMPUJE
 (No consideran el empuje del agua)

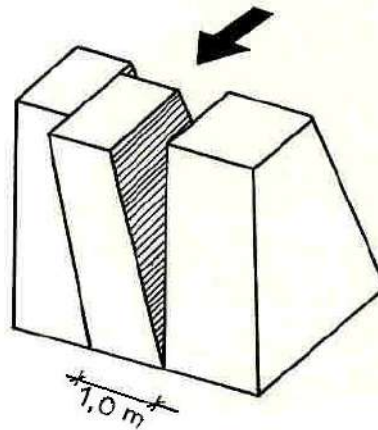
3.7.3 Tipos de muros



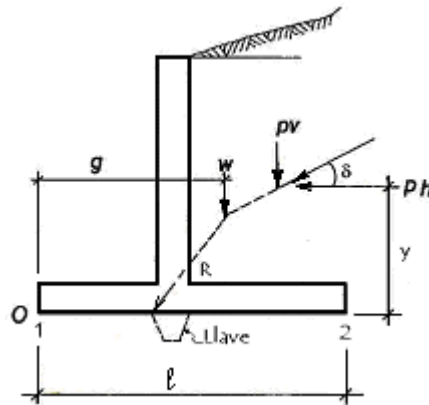
DIFFERENTES TIPOS DE MUROS
(Rangos de utilización)

3.7.4 Análisis de muros

Esquema para el cálculo de un muro de contención



Si se necesitan llaves de cizalladura para cumplir con la condición de deslizamiento, colocarlas bajo el voladizo para proveer anclaje



a) Deslizamiento

$$f(W + P_v) \geq 1.5 P_h$$

b) Vuelco

$$1.5 y P_h \leq (Wg + P_v)$$

c) Presión máxima

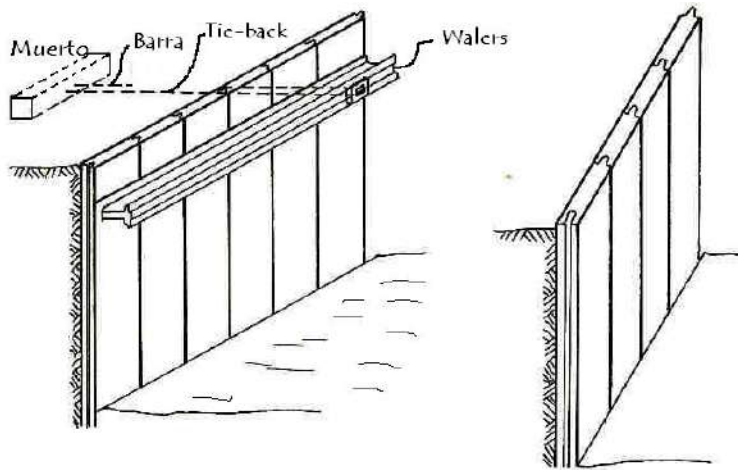
$$p_{1,2} = \frac{N}{A} \pm \frac{Mc}{I} = \frac{N}{b \cdot l} \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right)$$

CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR UN MURO

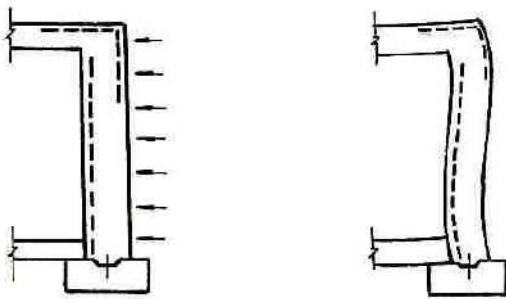
VALORES DE f PARA DESLIZAMIENTO

Concreto/arena ó cascajo: 0,35 – 0,60

Concreto/lima ó arcilla: 0,25 – 0,30

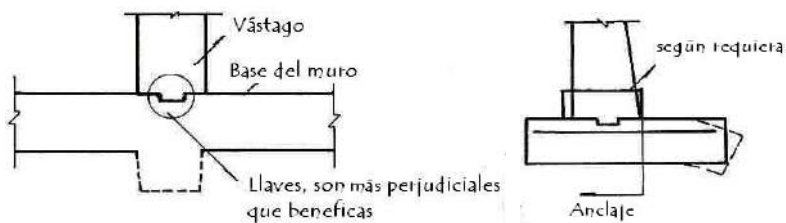
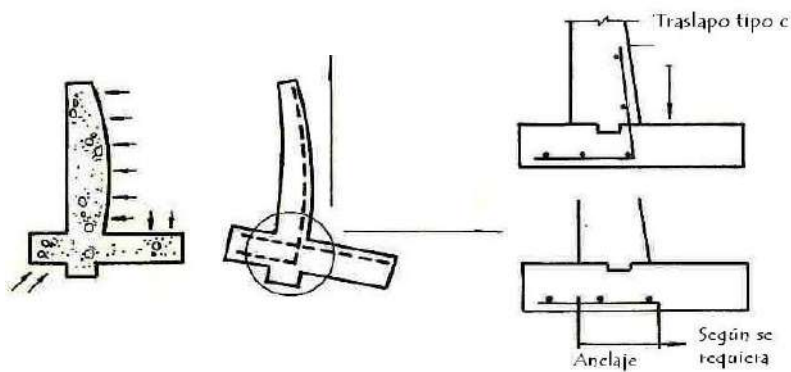


Ref. 6



Este tipo de muro se aligera generalmente con bloque

DEFORMACION DEL MURO Y COLOCACION DEL REFUERZO



3.7.5 Otros tipos de muros

- Muros con tie-backs
- Slurry walls
- Bentonita

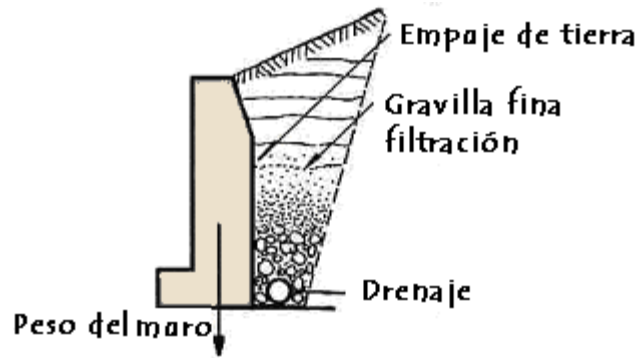
3.7.6 Otros aspectos

- 1) Llaves entre la base del muro y el vástago, son generalmente más perjudiciales que benéficas
- 2) Juntas de expansión máximo a 30,0 m.
- 3) Se debe anclar debidamente el refuerzo

3.7.7 Importancia del lleno y drenaje

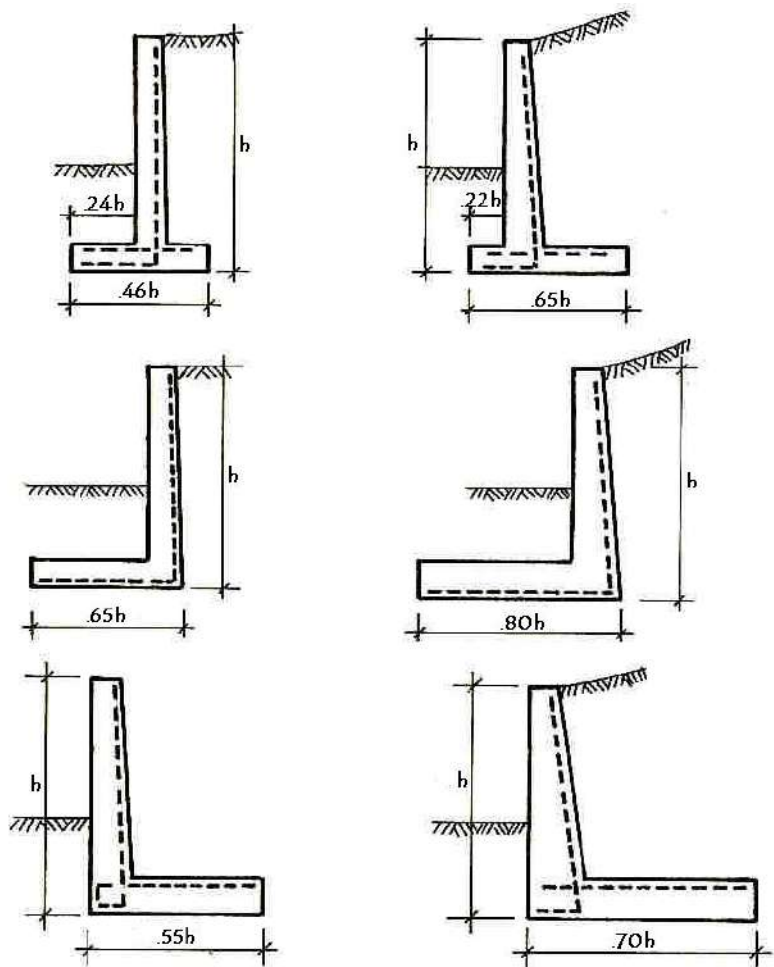
-Se deben evitar los llenos con arcilla y limos que aumentan notablemente los empujes (Ver 3.7.2)

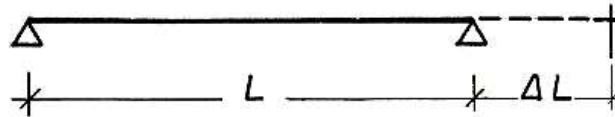
-La colocación de filtros y drenajes mejora sustancialmente el comportamiento de los muros



3.7.8 Predimensionamiento de muros en voladizo

(Localización esquemática del refuerzo)

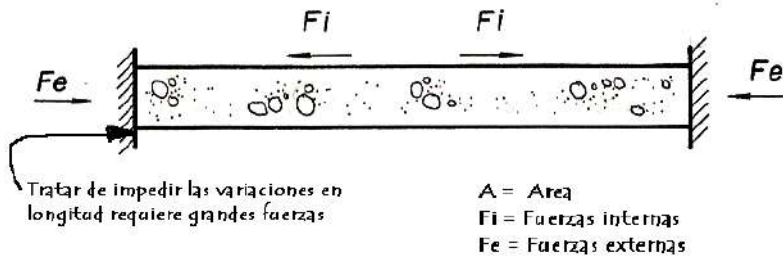




αt = constante térmica del material

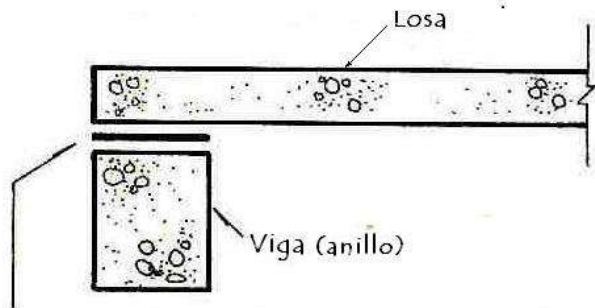
Δt = Variación de temperatura

Para el concreto $\alpha_t = 1.10^{-5} / ^\circ = 1mm$ alargamiento por 100° de calentamiento



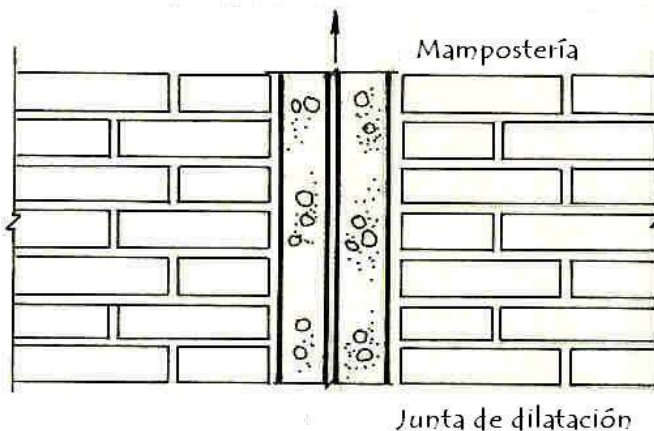
$$Fe = EA \alpha t \Delta t$$

$$\sigma = E \alpha t \Delta t$$



SECCION LOSA - VIGA

Separación entre las estructuras



ELEVACION

3.8 Temperatura

3.8.1 Efectos de la temperatura

La variación en la longitud

Δl está dada por

$$\Delta l = \alpha t \Delta t l$$

3.8.2 Medidas preventivas

(prácticas de buena Ingeniería)

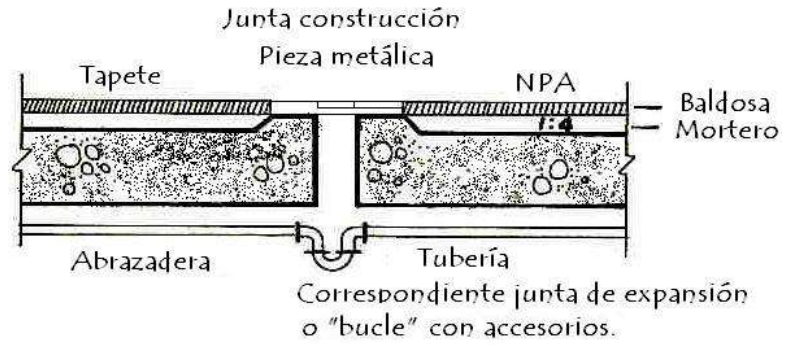
3.8.2.1 Dos materiales en contacto

aislados por un tercero que absorbe posibles modificaciones del volumen de los primeros.

Usado en otros países no recomendado para Colombia

3.8.2.2 Controlando la longitud

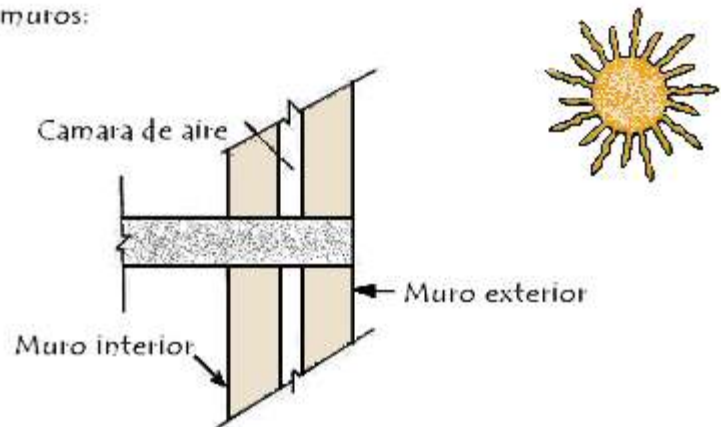
del material con juntas de dilatación. Juntas máximo cada 40,0 m.



En losas:



En muros:



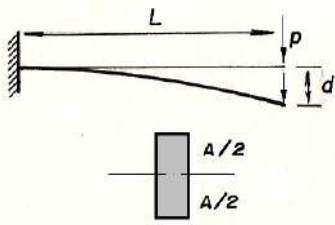
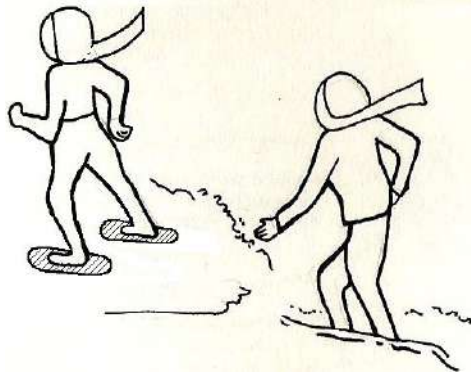
3.8.2.3 Cámaras de aire

Evitar que la losa sufra cambios bruscos de temperatura, por medio de revestimientos, muros dobles, etc.

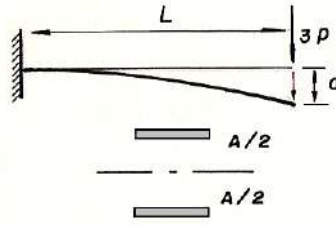
4

PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LAS SECCIONES ESTRUCTURALES





VIGA DE SECCION RECTANGULAR

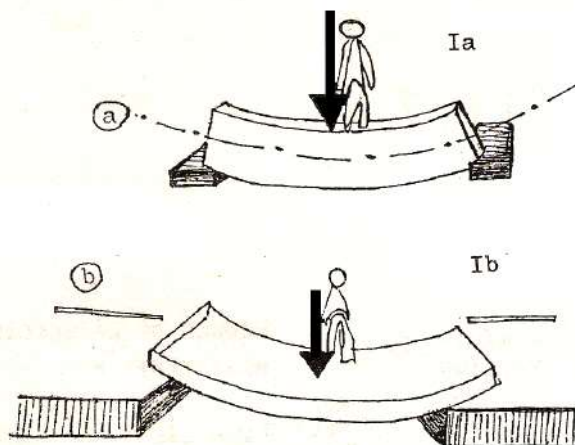


VIGA I IDEAL

VARIACION DE LA RESISTENCIA EN FUNCION DE LA FORMA DE LA SECCION



Dos vigas iguales, simplemente se varía su posición



$$I_a \gg I_b$$

$$\delta_a \ll \delta_b \quad \delta : \text{Deflexión}$$

1. AREA (A)

A mayor área menores presiones de contacto

2. MOMENTO DE INERCIA (I)

La viga **a** es más resistente que la viga **b**

Definición de I

$I_{xx} = \text{Momento de Inercia}$

$$I_{xx} = \int Y^2 dA$$

$Y =$ distancia a la fibra neutra de cada elemento de área considerado

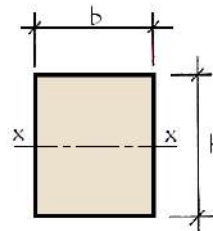
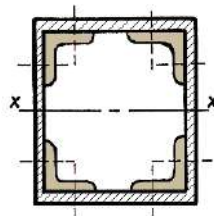
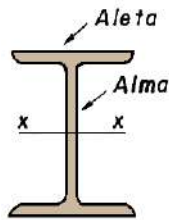
I para una sección rectangular
 $= bh^3 / 12$

Conclusión

La profundidad es más importante que el ancho

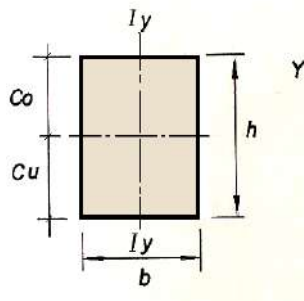


1

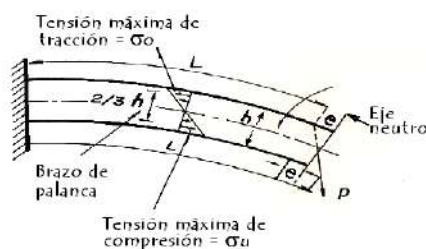


$$I_{xx} = \frac{bh^3}{12}$$

EJEMPLO: Momento de inercia para una sección rectangular



Los esfuerzos en una sección están directamente relacionados con el momento de inercia



$$\begin{aligned} W_o &= \frac{I}{C_o} & \sigma_o &= \frac{M}{W_o} \\ W_u &= \frac{I}{C_u} & \sigma_u &= \frac{M}{W_u} \end{aligned}$$

$M = \text{momento flector} = (\text{mecanismo interno})$
 $W = \text{módulo de la sección}$

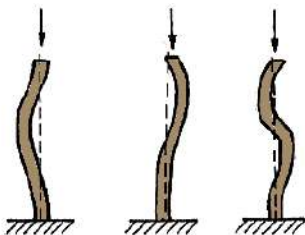


PANDEO

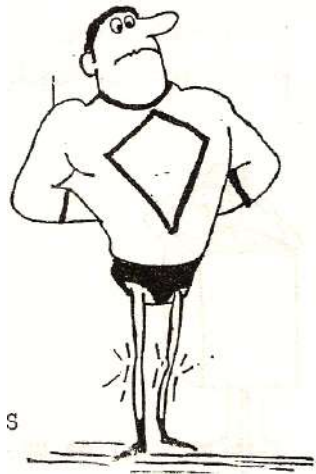
I = Momento de inercia de la columna

A = Sección recta de las columnas

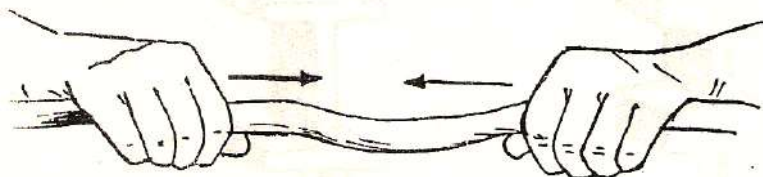
$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \text{RADIO DE GIRO}$$



PANDEO DE COLUMNAS



El pandeo se produce en secciones muy esbeltas



PANDEO

3. RADIO DE GIRO

La compresión produce en secciones muy esbeltas el fenómeno de pandeo.

A mayor radio de giro menor la posibilidad de pandeo.

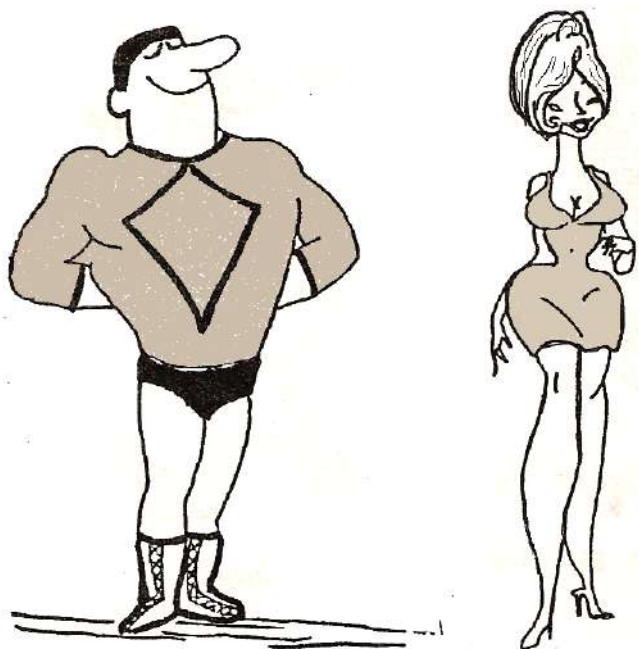
El pandeo de una columna se produce en dirección del radio de giro menor.

i = Radio de Giro

DEFINICION DE RADIO DE GIRO

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad [m]$$

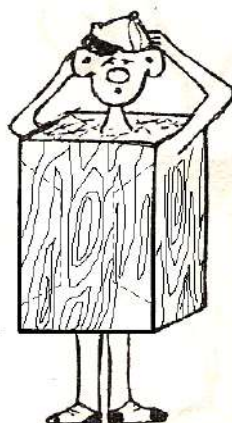
En vigas de alma muy estrecha se produce también un fenómeno de inestabilidad llamado "volcamiento"



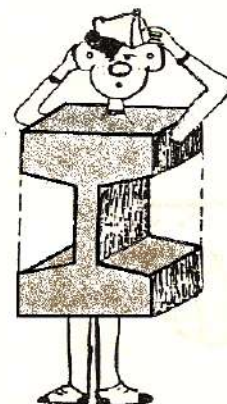
SECCIONES BIEN PROPORCIONADAS
PARA EVITAR EL PANDEO

4. RAZÓN DE SER DE ALGUNAS SECCIONES

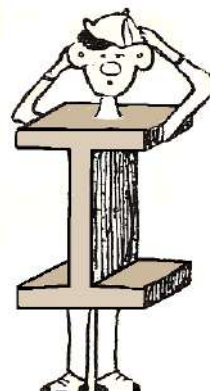
Mientras mayor sea el módulo de la sección o el momento de inercia, menores serán los esfuerzos.



VIGA DE MADERA

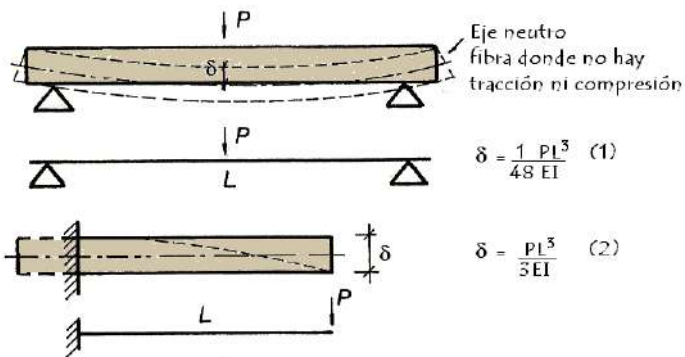
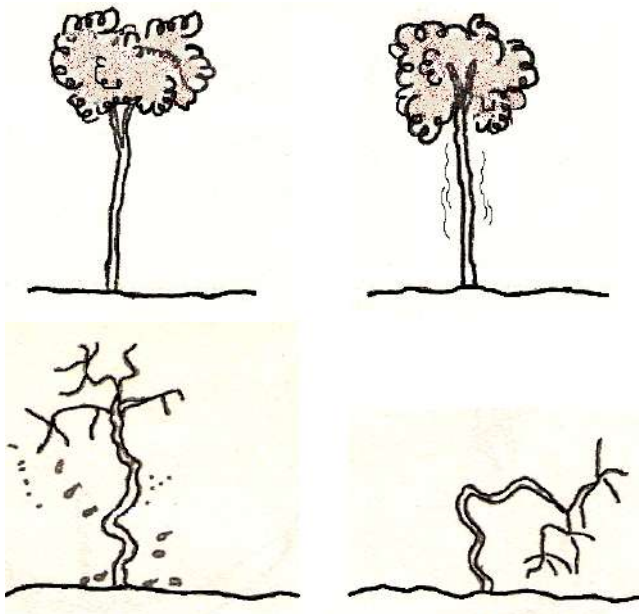


VIGA DE CONCRETO

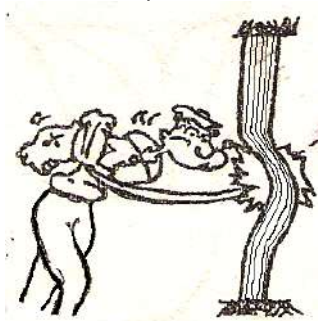
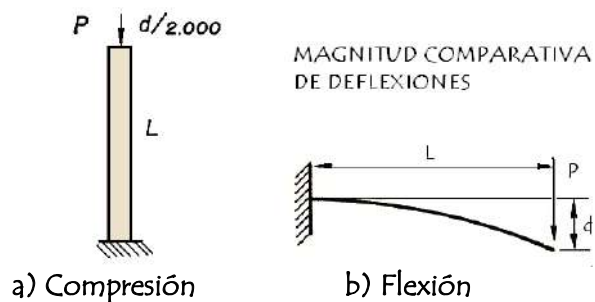


PERFIL DE ACERO

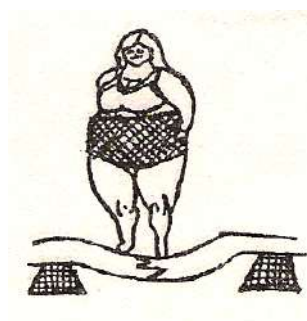
5 DEFLEXIONES



MAGNITUDES QUE INFLUYEN EN LA DETERMINACION DE LAS DEFLEXIONES



DEFLEXIONES EN COLUMNAS



DEFLEXIONES EN VIGAS

1. INTRODUCCION

Existen deflexiones inevitables y normales

2. DEFLEXIONES EN ESTRUCTURAS

Note que δ es función de L^3

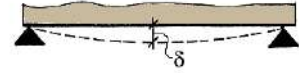
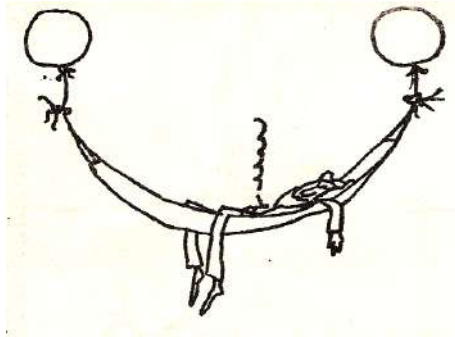
E = Módulo de elasticidad

I = Momento de inercia

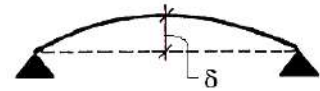
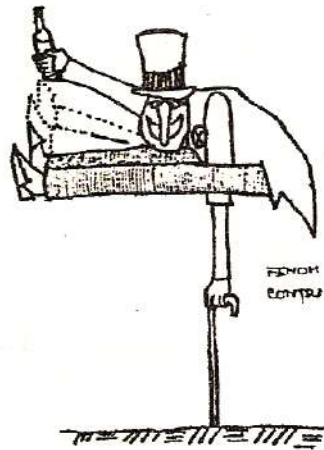
La viga **a** es más resistente que la viga **b**

3. TIPOS DE DEFLEXIONES

3.1 Deflexión positiva

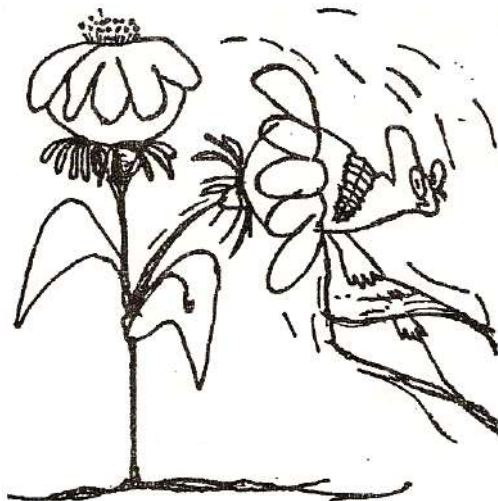


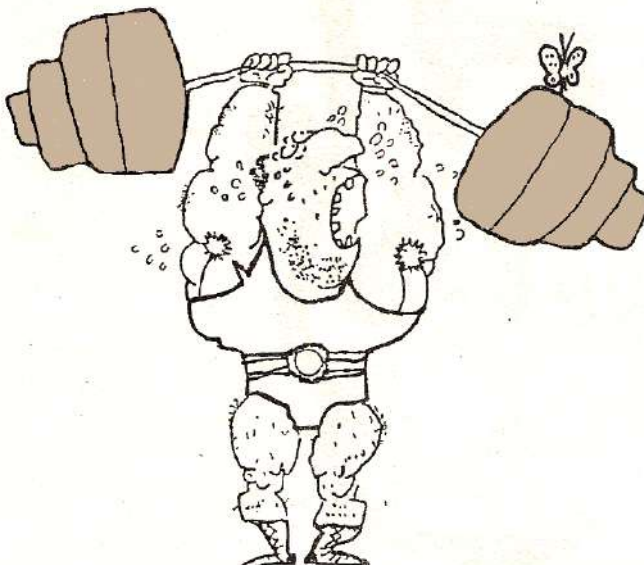
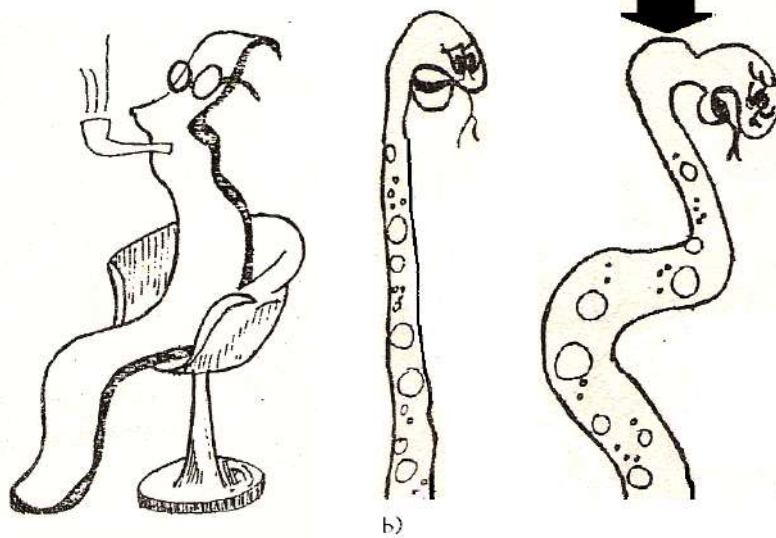
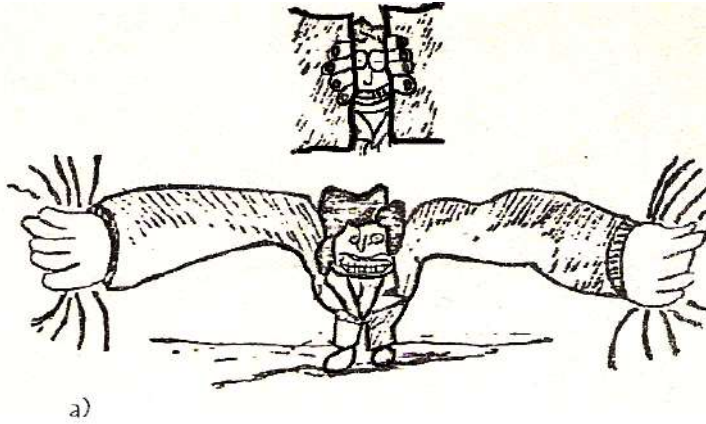
3.2 Contraflecha (Deflexión negativa)



3.3 Cálculos de deflexiones

Calcular cuánto se va a deflectar una estructura de concreto es muy difícil, pues se presentan no solo las deflexiones iniciales debidas a la carga, sino otras debidas a la retracción. (Shrinkage) y al flujo plástico (creep)





a) Deflexión instantánea
(elástica) se recupera

b) Deflexión diferida
(plástica)

FENOMENO DE FLUENCIA

Las deflexiones aumentan con el tiempo, bajo carga constante

3.4 Predimensionamiento de Vigas y losas

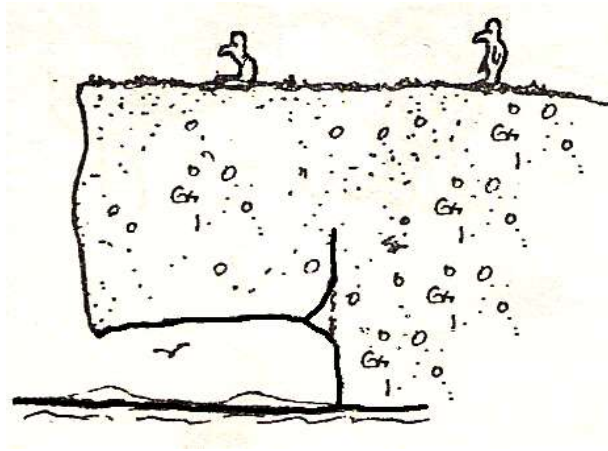
Regla:

Espesor de la losa 1 cm por cada 15 cm de luz, el doble para voladizos

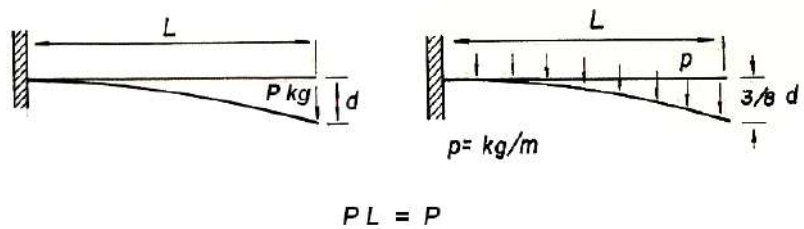
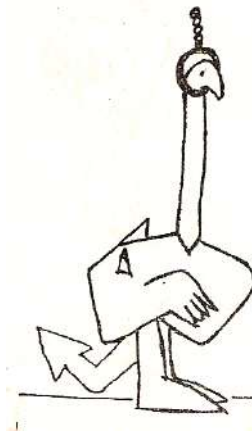
3.5 Algunos puntos para recordar con respecto a las deflexiones

3.5.1 La estructura más susceptible a deformaciones es el voladizo

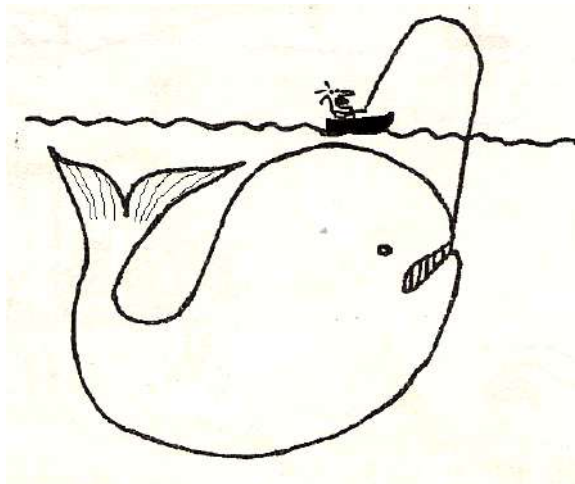
3.5.2 A mayor momento de
 Inercia menor será la
 deformación
 (Ver por ejm. Fórmulas 1 y 2
 en la página 5-1)



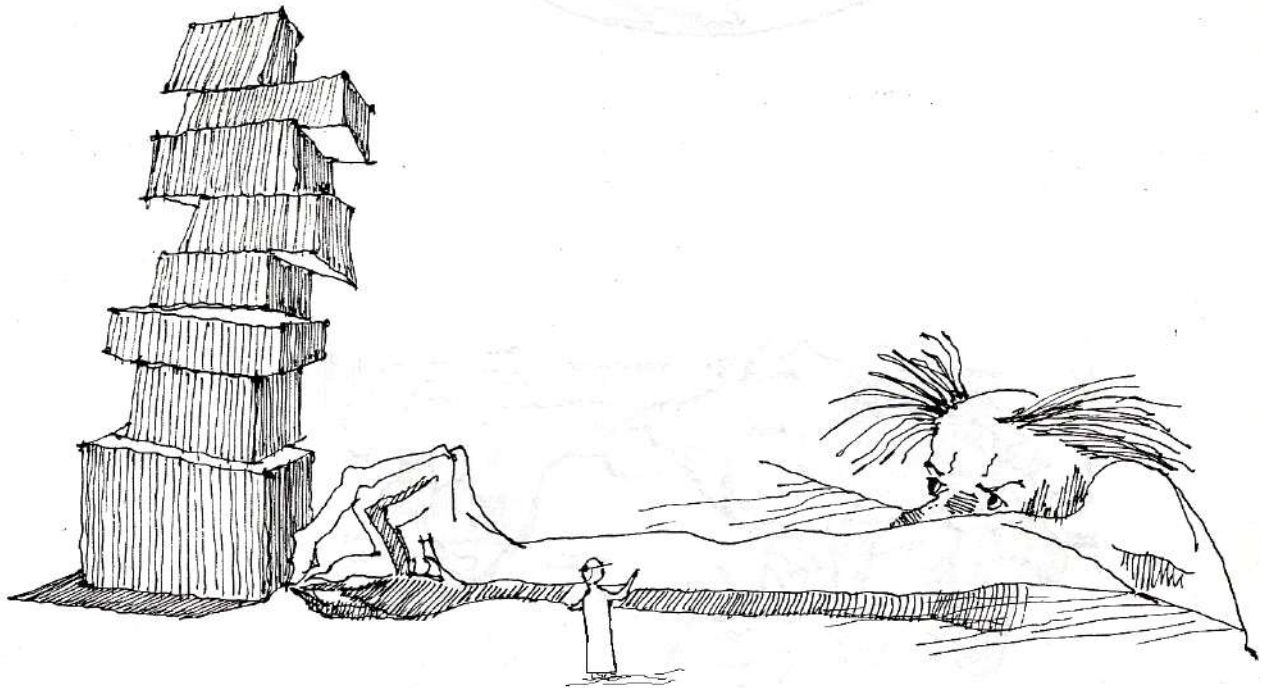
3.5.3 El tipo y la localización de
 la carga afectan enormemente
 la magnitud de las deflexiones

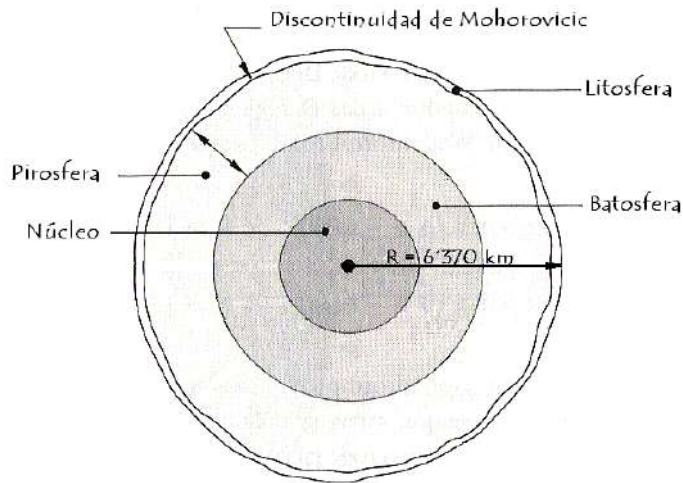


3.5.4 Deflexiones excesivas hacen
 perder la serviciabilidad de la
 estructura (Ver página 1-2)

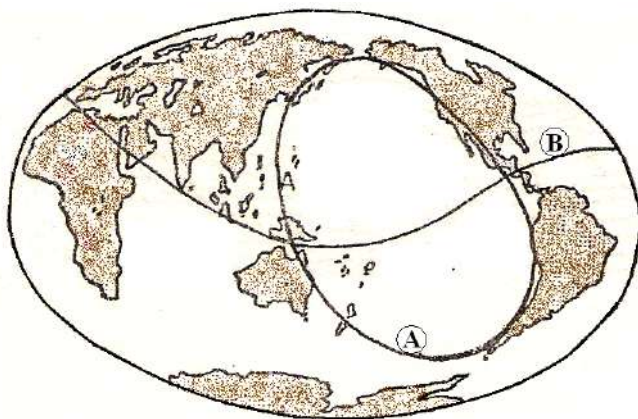


6 SISMOS

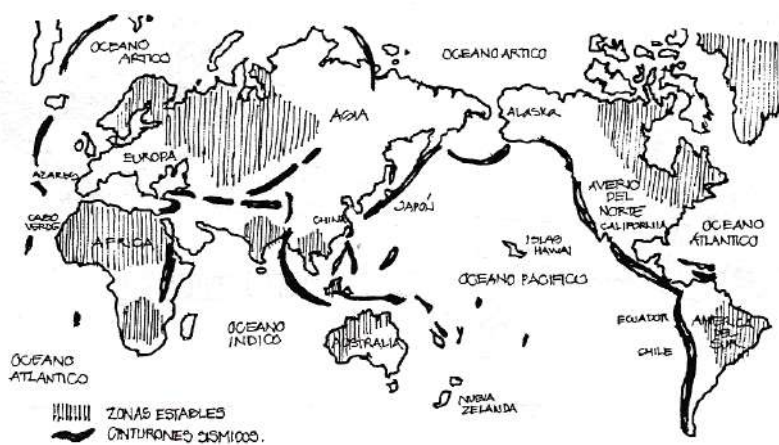




CONSTITUCION DEL GLOBO TERRESTRE



ZONAS SÍSMICAS



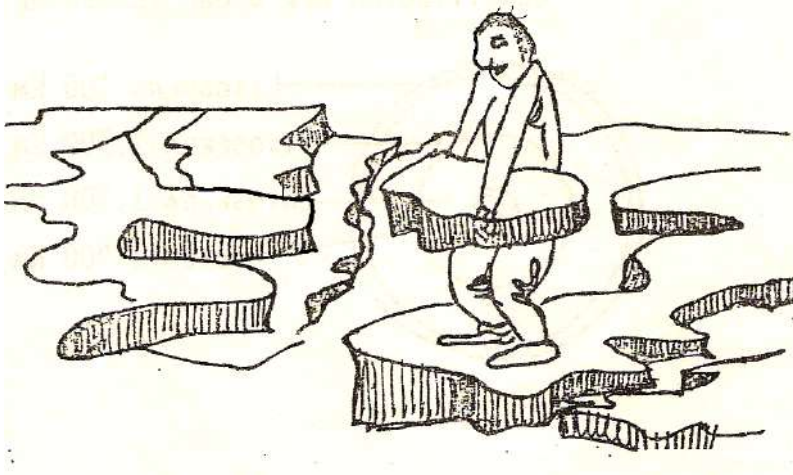
DISTRIBUCION GEOGRÁFICA DE CINTURONES
SÍSMICOS Y ZONAS ESTABLES

1. ZONAS SÍSMICAS

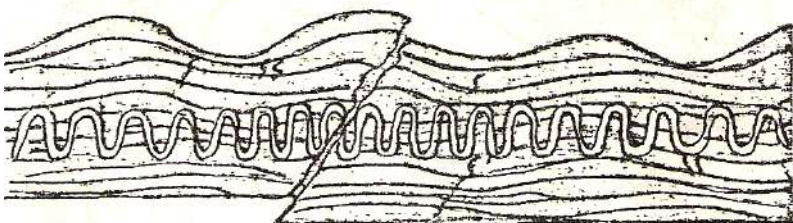
A. CÍRCULO CIRCUNPACÍFICO

B. MARES DEL MEDITERRÁNEO

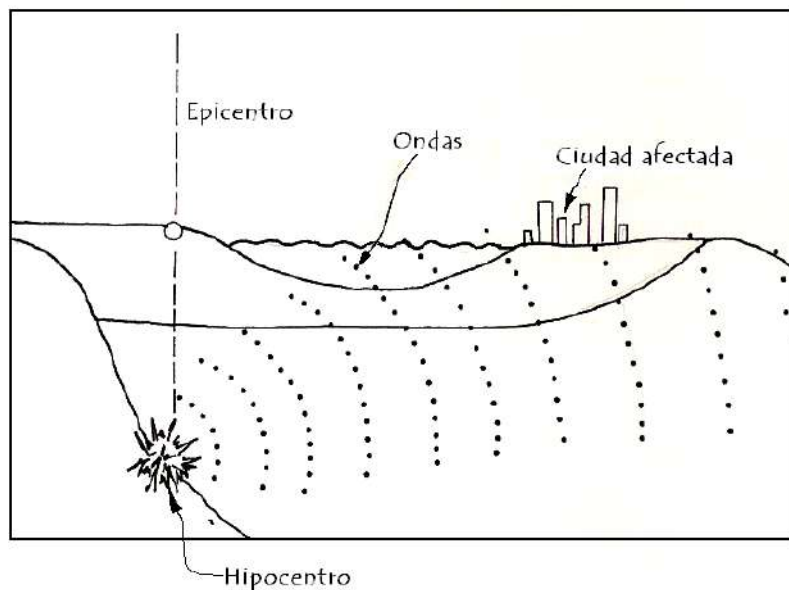
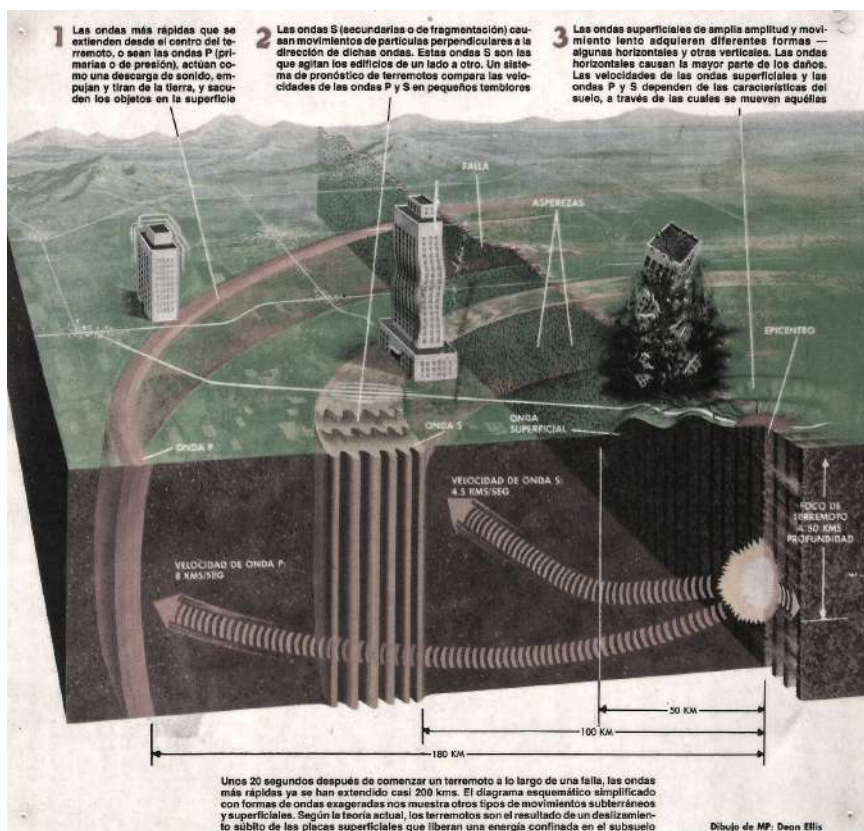
2. SEPARACION: FALLA GEOLÓGICA



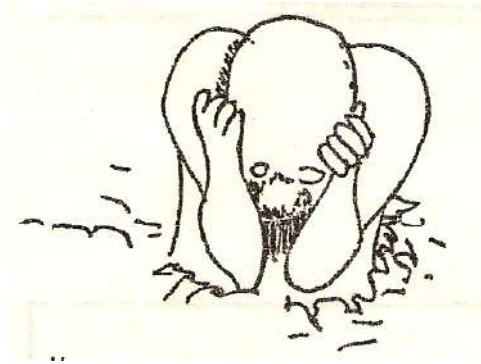
3. PROCESO DE FORMACION DE UNA FALLA



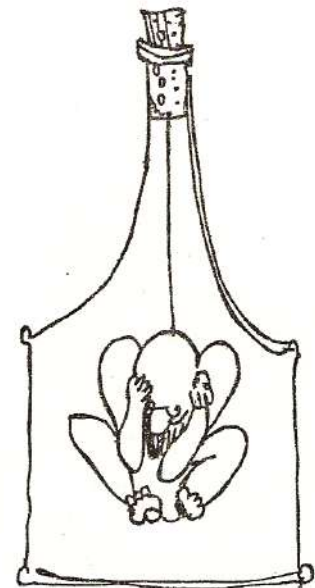
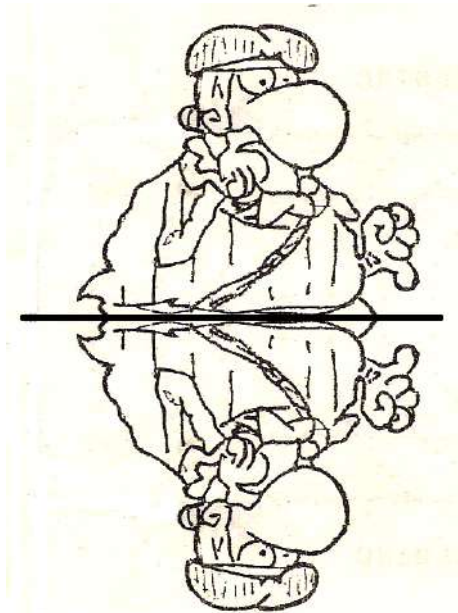
4. ALGUNOS CONCEPTOS

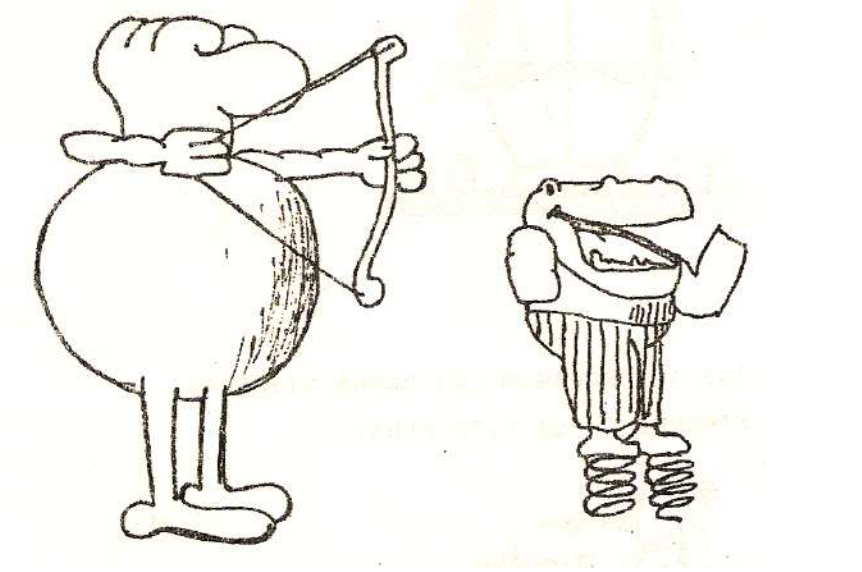


4.1 Epicentro

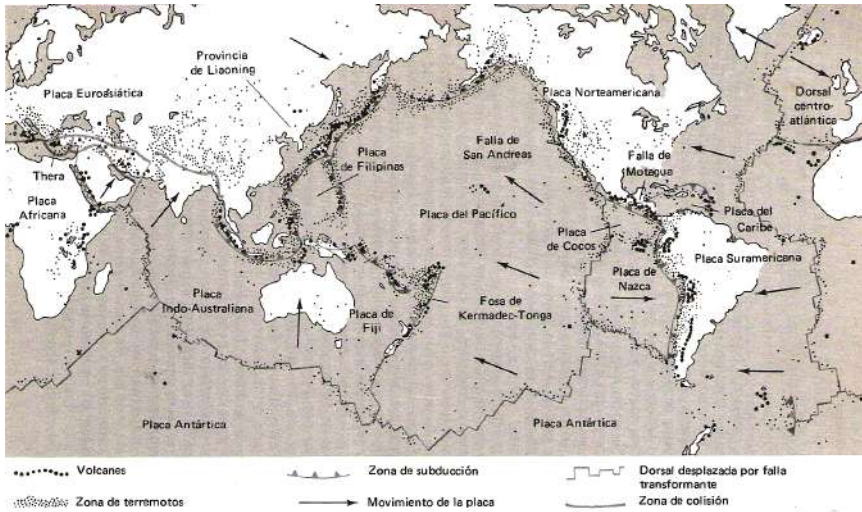


4.2 Hipocentro



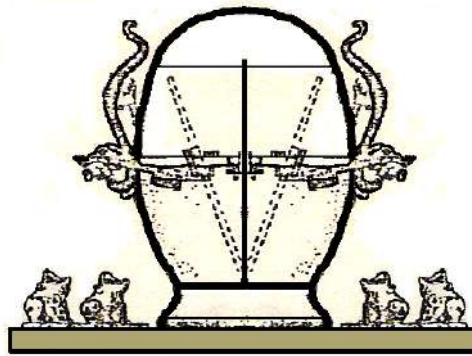


4.3 Teoría del rebote elástico

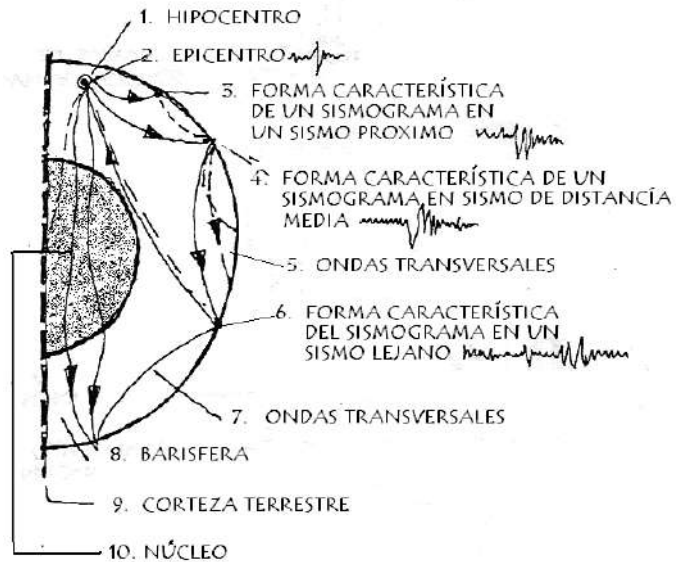


4.4 Placas tectónicas

ESTE "SISMOGRAFO" CHINO
DESCUBRIA TEMBLORES A
DISTANCIAS HASTA 643 km
HACE MUCHOS SIGLOS

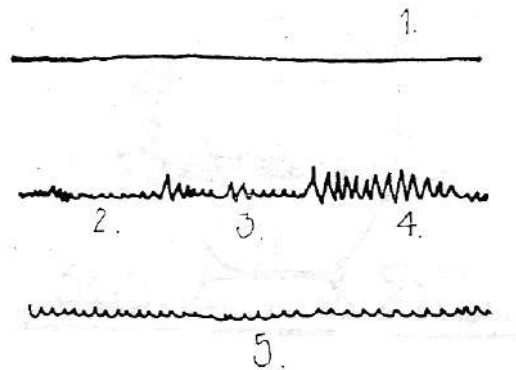


ASI SE PROPAGAN LAS
ONDAS SISMICAS A TRAVES
DE LA TIERRA:



4.5 Formas de detectar sismos



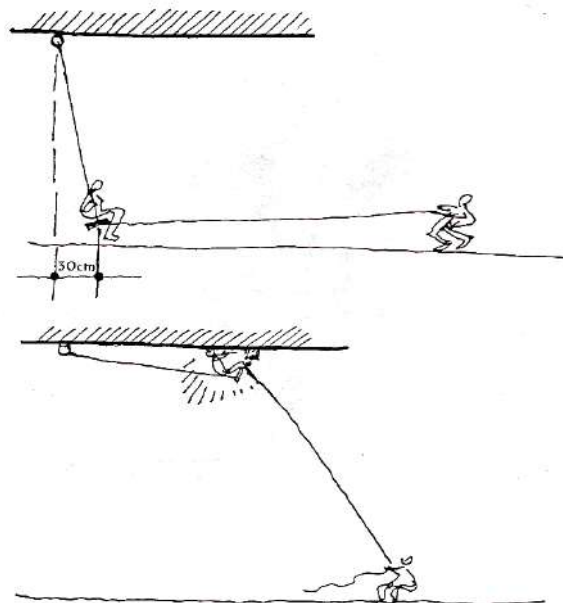
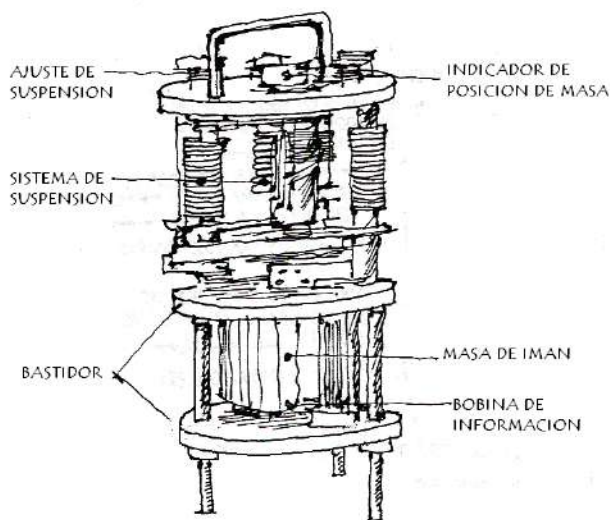


SISMOGRAMA REGISTRADO DURANTE UN TERREMOTO

1. Línea una hora antes de un sismo
2. Ondas primarias o sonoras
3. Ondas transversales
4. Ondas largas o superficiales
5. Otras ondas siguen arribando una hora después del sismo

SISMÓMETRO

Transformadores de temblores en señales eléctricas



RESONANCIA

La resonancia se produce cuando la frecuencia de oscilación del edificio sea igual a la sísmica.

La resonancia en general no se produce, pues el sismo no persiste en una oscilación regular, con lo cual falta el tiempo para la resonancia y además existen acciones amortiguadoras en la estructura

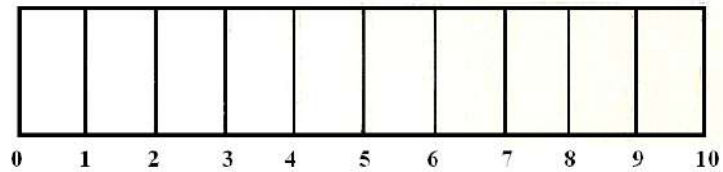
Teóricamente si el sismo durara mucho tiempo y si se verificara una completa resonancia con la estructura de algún edificio, éste por resistente que fuera, siempre acabaría por fallar.

4.6 Sistemas de medida

4.6.1 INTENSIDAD

La medida subjetiva de la fuerza de un sismo.

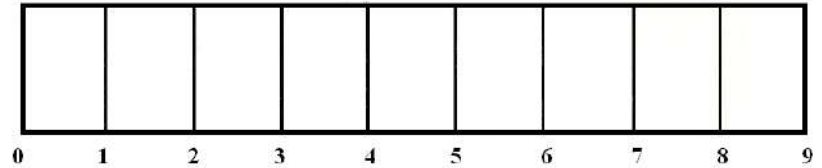
ESCALA MERCALLI



4.6.2 MAGNITUD

La cual es una medida indicativa de la energía liberada durante el movimiento.

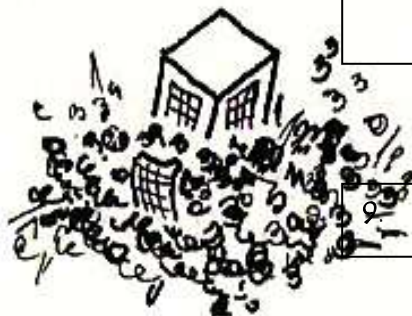
ESCALA RICHTER



1-2-3 SISMO LEVE

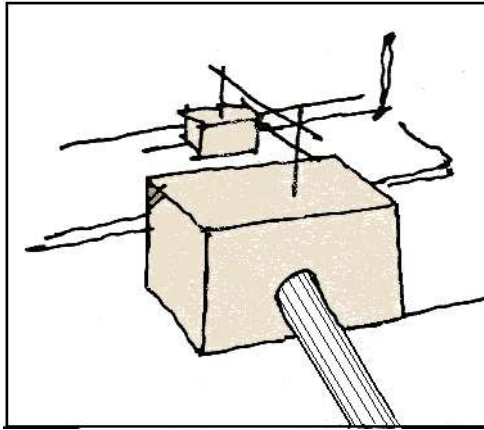


4-5-6 SISMO MODERADO
(Grietas en muros y enchapes)



7-8 SISMO FUERTE
(Pueden dañarse las estructuras)

DESTRUCCION TOTAL



4.6.3 LA ESCALA DE MERCALLI
CANCANI OFRECE DOCE
GRADOS DE INTENSIDAD
PARA LOS TERREMOTOS
a) Sólo se observan en los
sismógrafos
b) Sólo perceptible en los pisos
altos
c) Sacudidas ligeras, que se
advierten, en ambientes cerrados
estando en reposo
d) Moderado. Los muebles oscilan
y tintinean los vasos en los
aparadores
e) Se percibe en el exterior. En
el interior de las casas caen los
utensilios
f) Fuerte. Caen los cuadros de
las paredes, se agrieta el revoque
Suenen las campanas por si solas
g) Muy fuerte. Grandes olas en
ríos y lagos. Desperfectos en
edificios
h) Ruinoso. Oscilan troncos
se derrumban chimeneas, se
agrieta el terreno
i) Destructor. Casas de piedra
derrumbadas
j) Muy destructor. Maremotos
en regiones costeras; averías en
diques, rieles de ferrocarril curvados,
etc.
k) Catastrófico. Anchas grietas,
diques destrozados, edificios
desmoronados
l) Gran catástrofe. Ningún
edificio queda en pie.
desmoronamientos en el terreno,
fallas, enormes grietas, el paisaje
cambia totalmente su aspecto.

4.7 Efectos de los sismos sobre las estructuras:

4.7.1 Equilibrio

En dinámica se estudian las causas que producen los movimientos, es decir los principios que los rigen:

a) Principio de inercia

Toda partícula libre se encuentra en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme

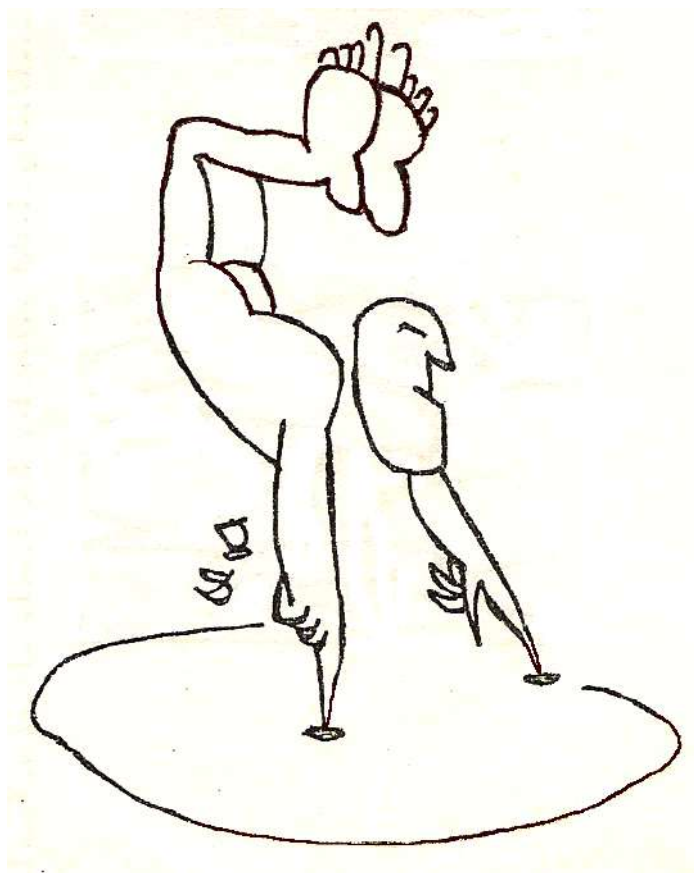
b) Principio de la fuerza

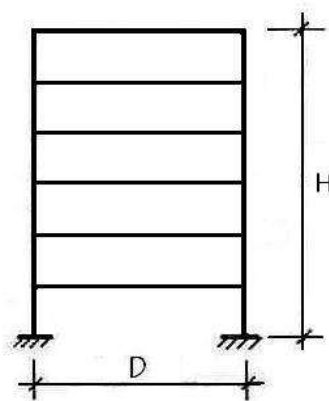
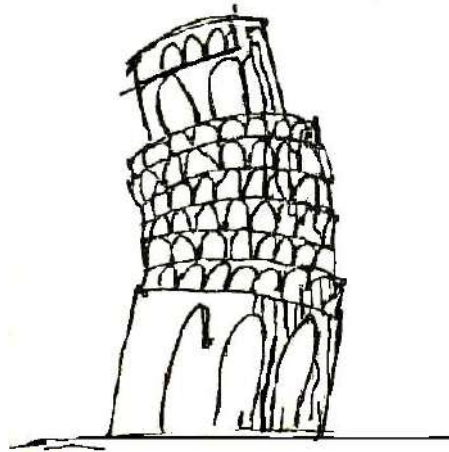
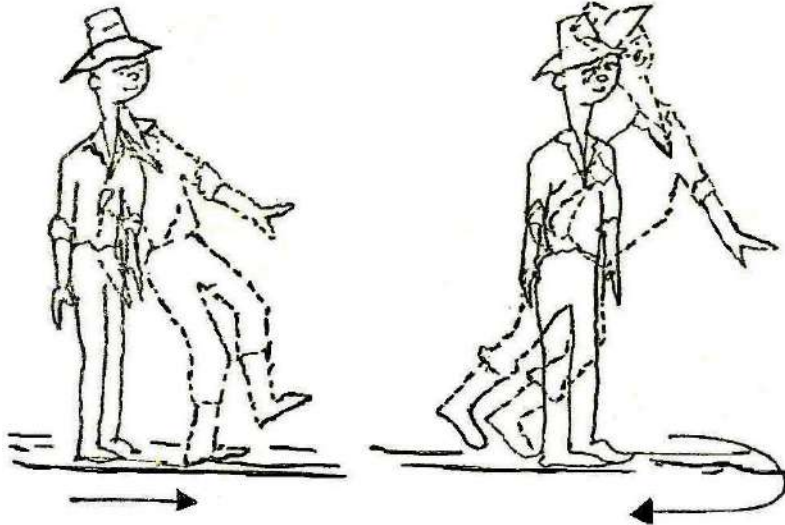
La fuerza que actúa sobre un cuerpo es igual al producto de la masa inercial del cuerpo por la aceleración ($F=Ma$)

c) Principio de la acción y reacción

La acción es igual y contraria a la reacción

4.7.2 Equilibrio y estabilidad





4.8 Concepto de inercia

4.8.1 Propiedades de los cuerpos

- a) Extensión: todo cuerpo ocupa un lugar en el espacio
- b) Impenetrabilidad: dos cuerpos no pueden ocupar a la vez el mismo lugar en el espacio
- c) Inercia: propiedad por la cual todos los cuerpos se oponen a que se modifique su estado de reposo o movimiento.

Otras: Porosidad, maleabilidad, dureza, elasticidad, etc.

4.8.2 Deformación por inercia

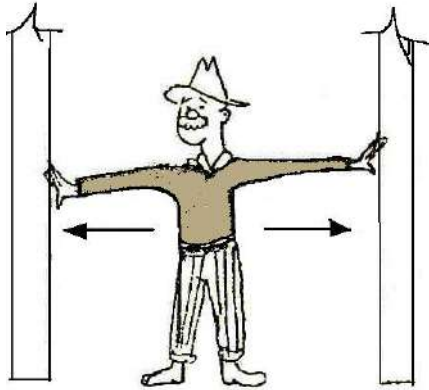
Masa inercial: es un coeficiente característico de cada partícula que representa la oposición de la partícula a ser acelerada

4.9 Período de vibración (t)

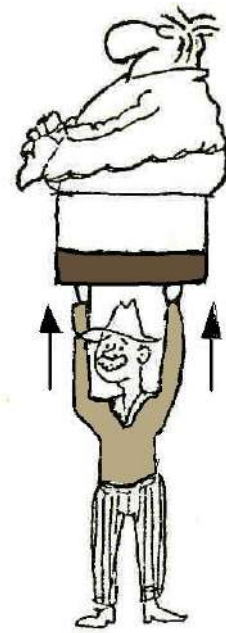
Es el tiempo total requerido para un ciclo completo de vibración. según el SEAOC de 1974

$$T = \frac{0,05H}{\sqrt{D}}$$

4.10 Tipos de fuerzas

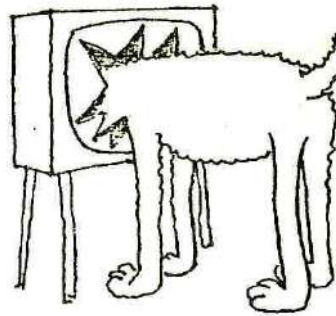


FUERZAS HORIZONTALES

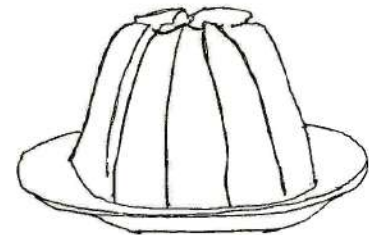


FUERZAS VERTICALES

4.11 Clasificación de los materiales

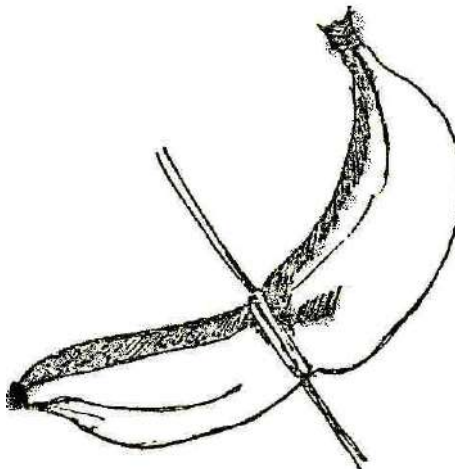


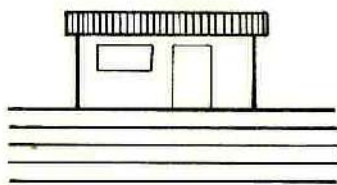
MATERIAL FRÁGIL



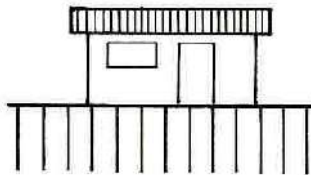
MATERIAL DÚCTIL

El material dúctil permite que la estructura se deforme y disipe energía

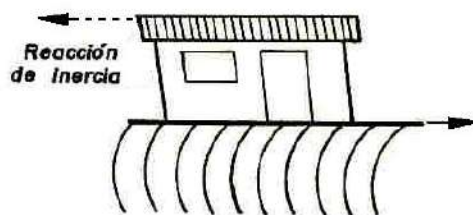




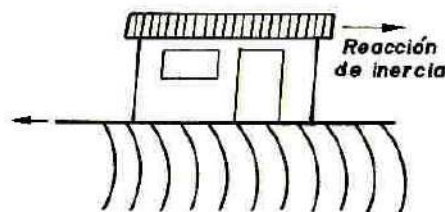
1. REPOSO



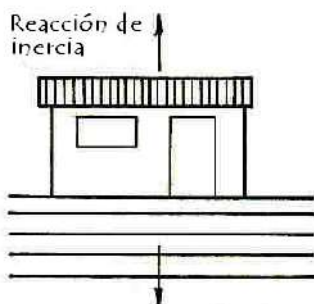
1. REPOSO



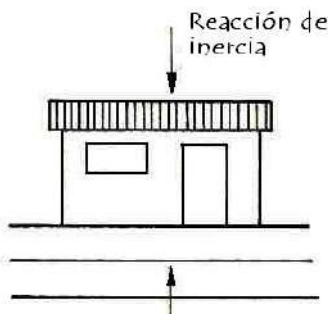
ACCION SISMICA A LA DERECHA



ACCION SISMICA A LA IZQUIERDA



ACCIÓN SÍSMICA HACIA ABAJO



ACCIÓN SÍSMICA HACIA ARRIBA

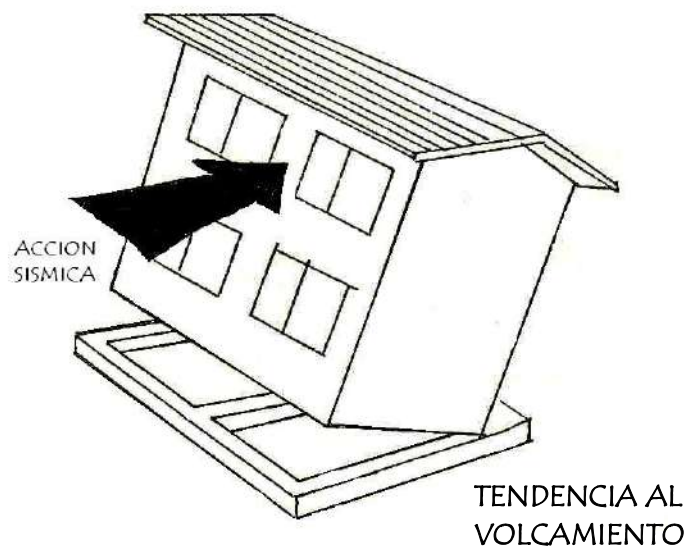
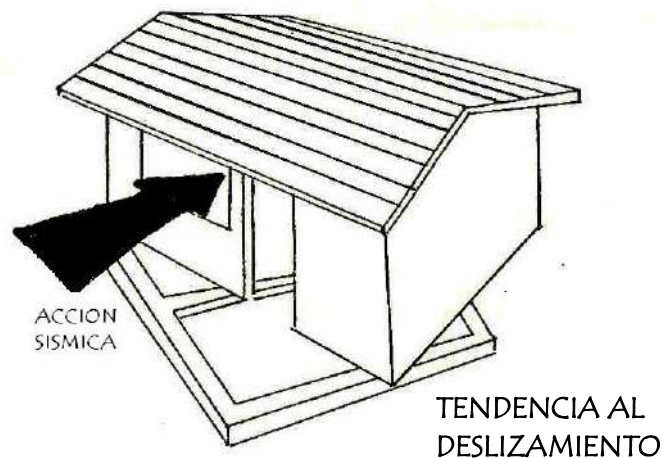
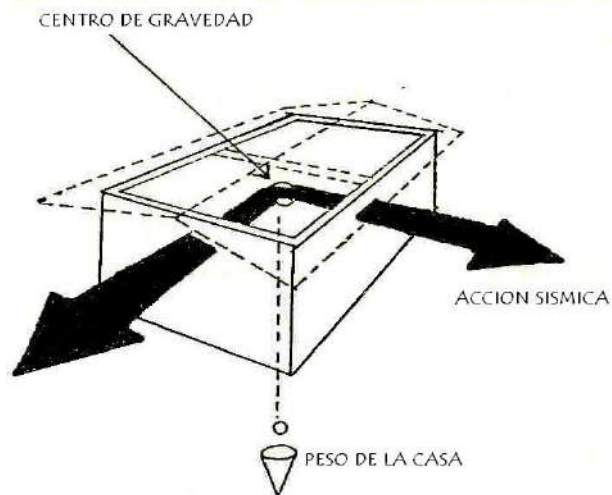
5. COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LOS EDIFICIOS

El efecto del sismo sobre la estructura será una fuerza creada por la inercia de ella y de sentido opuesto al movimiento del terreno

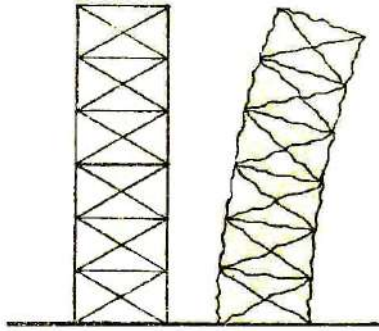
5.1 Reacción de inercia al movimiento horizontal de terreno

5.2 Reacción de inercia al movimiento vertical de terreno

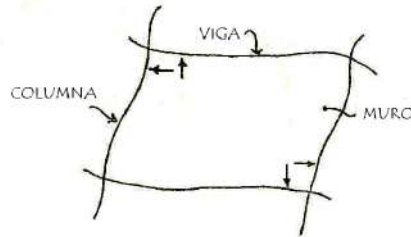
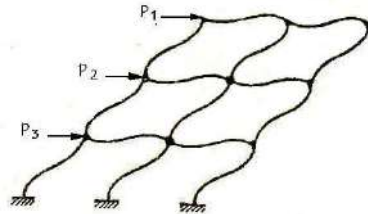
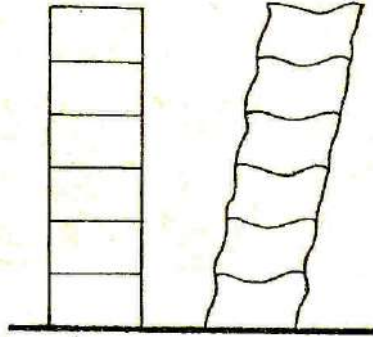
5.3 Efectos de la fuerza sísmica



Estructura Rígida

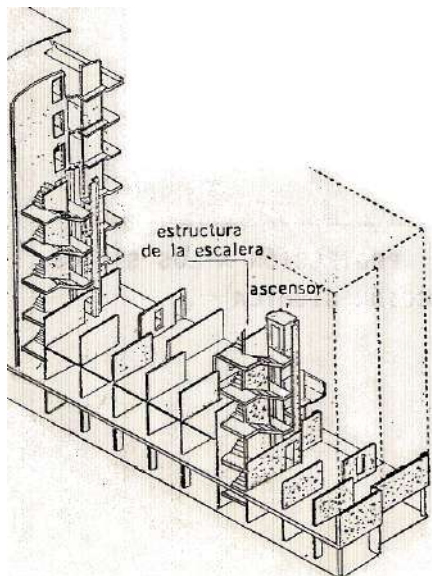


Estructura Flexible



ESTRUCTURA FLEXIBLE

PRESIONES EN LAS ESQUINAS



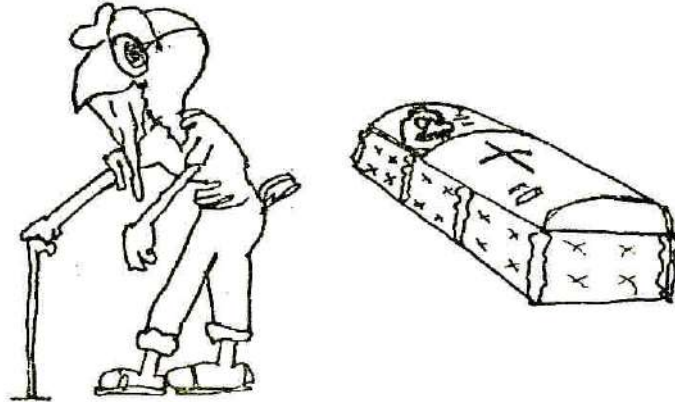
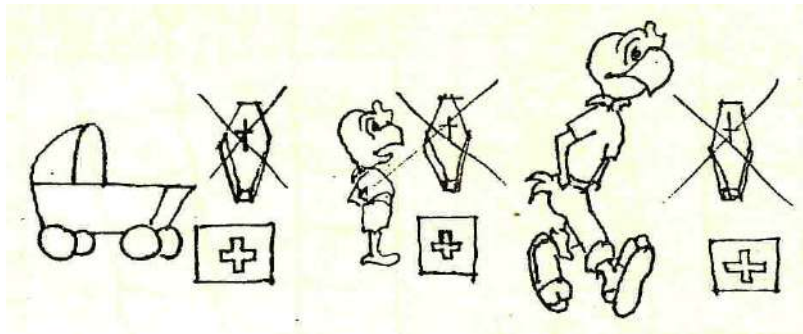
6. ESTRUCTURAS RÍGIDAS Y FLEXIBLES

Es conveniente aislar los muros de la estructura para evitar agrietamientos en aquellos

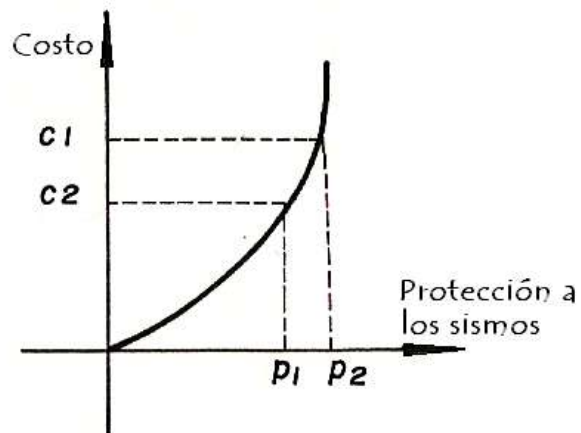
Las estructuras rígidas deben soportar el doble de la fuerza de las estructuras flexibles

7. ASPECTOS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO ANTISISMICO

7.1 Vida de la obra

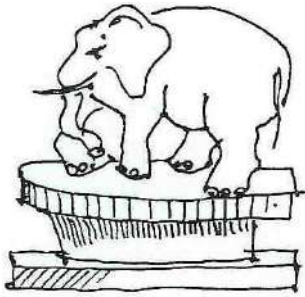


7.2 Costo

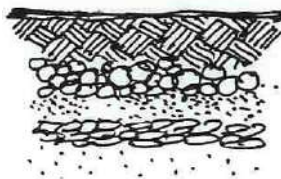
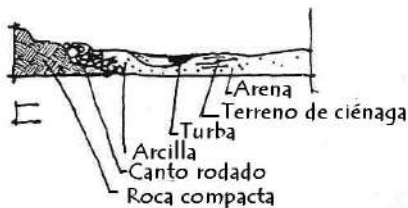


CURVA COSTO vs. PROTECCIÓN SÍSMICA

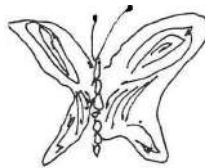
$$V = ZIKSCW$$



Peso = **W**

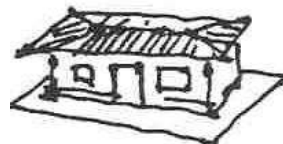
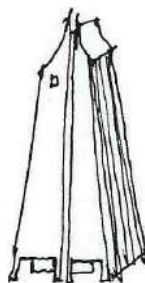


Tipo de Suelo = **S**



Tipo de Estructura = **K**

Importancia del Edificio = **I**



Fuerza sísmica (Cortante Basal) = **V**

Factor de zona: Depende de Localización Geográfica = **Z**

Depende del período de vibración (T) = **C**

8. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA DETERMINACIÓN DE LAS FUERZAS SÍSMICAS

(Según el SEAOC de 1974)

S varía

S = 1,0 para roca

S = 1,5 para perfiles de arenas y arcillas blandas de 10,0m o más de profundidad

Incremento del sismo con relación a la naturaleza del terreno

K = 0,67 para estructuras flexibles

K = 1,33 para estructuras rígidas

IMPORTANCIA DEL EDIFICIO

Por ejemplo:

1,5 para edificios de bomberos y hospitales

1,0 para edificios de apartamentos de menos de cuatro pisos

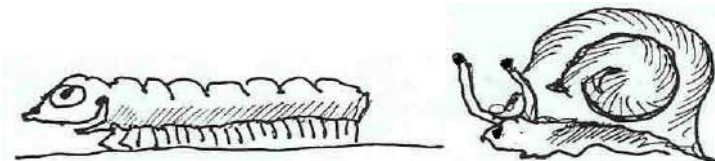
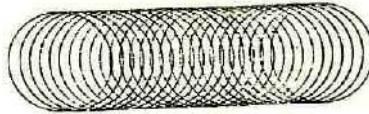
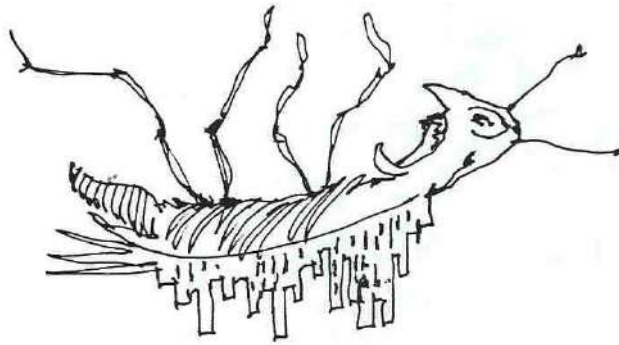
$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$$

9. FILOSOFÍA SISMORESISTENTE MODERNA:

Aceptar que pueden presentarse sismos mayores que los calculados
Un sismo severo puede causar daños estructurales

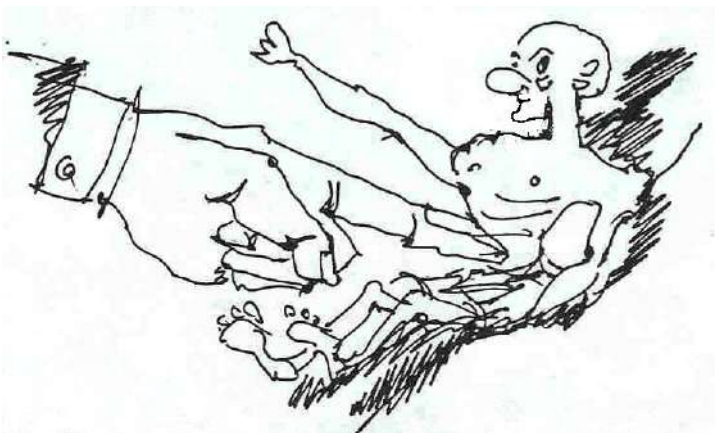
9.1 Continuidad y redundancia

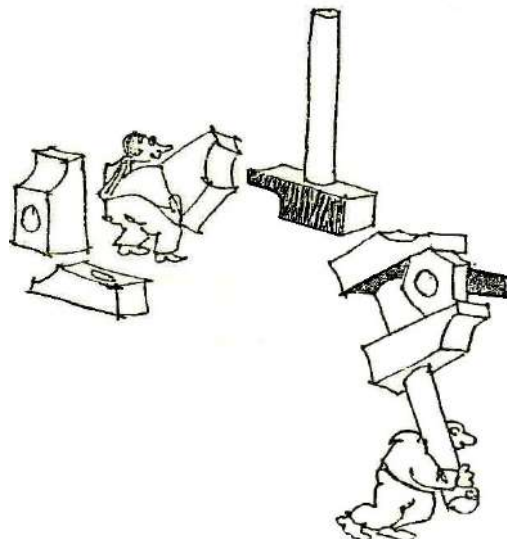
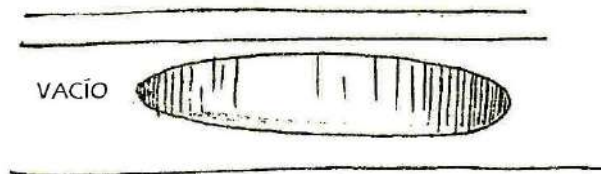
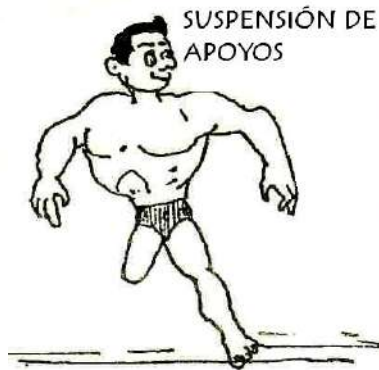
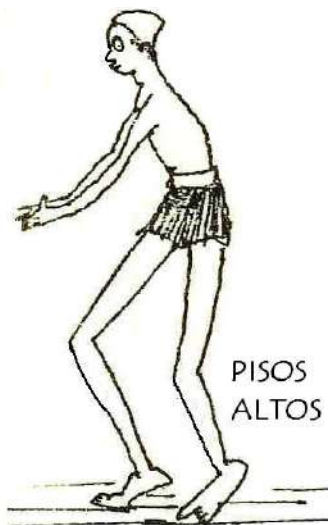
Dotar la estructura de capacidad para disipar energía



9.2 Ductilidad

Los sismos pueden producir deformación pero nunca colapso!





10. PROBLEMAS PARA UNA ARQUITECTURA

SISMORESISTENTE

Igualmente deformables son:

los edificios con estructura mixta compuesta por muros en los pisos superiores (estructura rígida) y columnas en el primer nivel.

10.1 Los edificios a medios pisos

10.2 Asimetría y elementos salientes

11. ARQUITECTURA SISMORESISTENTE

11.1 Configuración en planta

COMENTARIOS

Ideal para comportamiento y análisis

Buena simetría, análisis un poco más difícil,

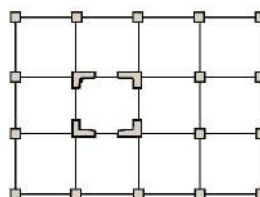
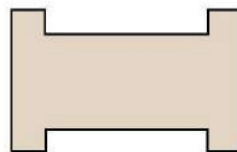
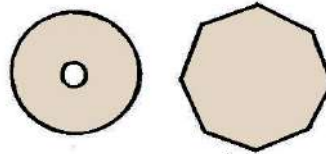
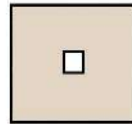
Presenta efectos asimétricos

Aletas demasiado largas, dificultan la predicción del comportamiento.

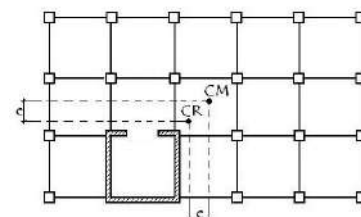
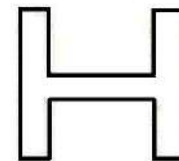
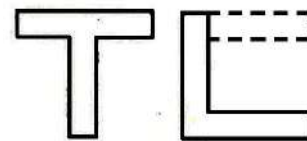
Los puntos fijos exteriores, crean problemas de análisis y despiece.
Una planta demasiado larga puede presentar comportamientos diferentes en los extremos opuestos.

La no coincidencia del centro de masa (CM) y de rigidez (CR) produce efectos torsionales indeseables y dañinos

RECOMENDABLE

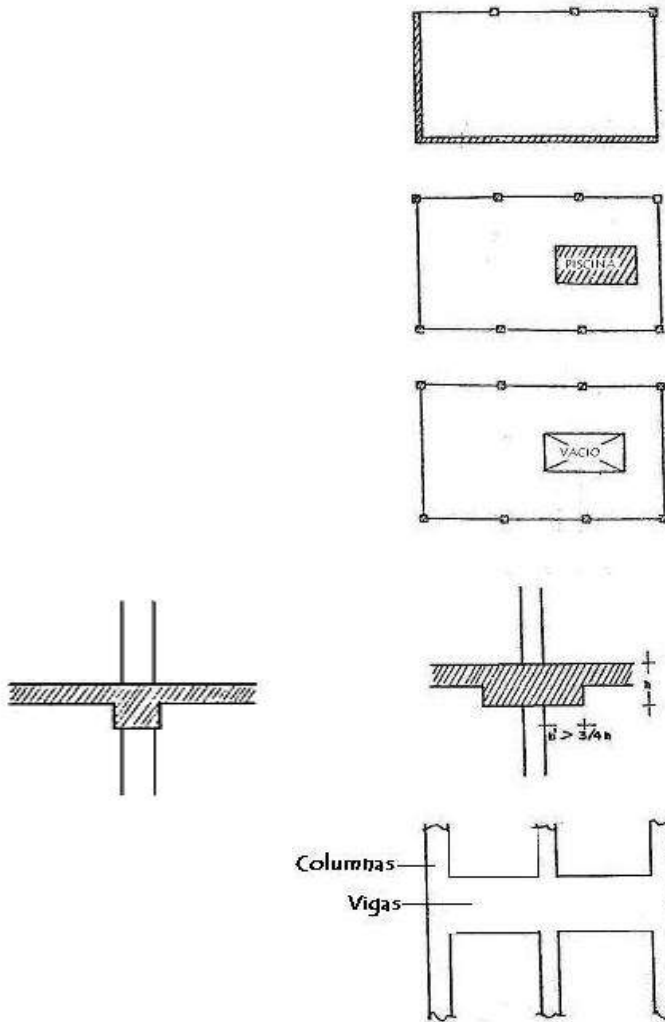


NO RECOMENDABLE

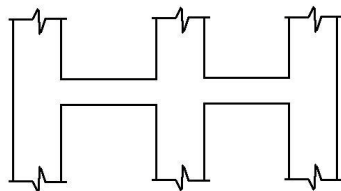


RECOMENDABLE

NO RECOMENDABLE



COLUMNA DÉBIL-VIGA FUERTE



COLUMNA FUERTE-VIGA DÉBIL

La mala distribución de la rigidez puede producir grandes excentricidades

La mala distribución de la masa engendra grandes torsiones.

Diferencias de rigidez en el diagrama producen mala distribución de las fuerzas sísmicas

El ancho de las vigas no debe ser mayor que el de la columna soportante más una distancia, a cada lado de la columna, igual a $\frac{3}{4}$ la altura de la viga

Simetría y elementos salientes

Los elementos horizontales (vigas) deben fallar antes que los elementos verticales (columnas).

11.2 Configuración vertical

COMENTARIOS

El retroceso de fachadas impide el análisis por el método de la fuerza horizontal equivalente muy simple en su uso.

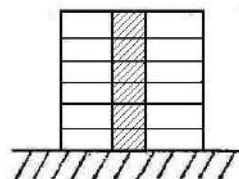
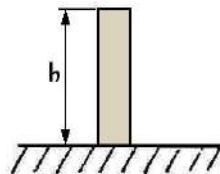
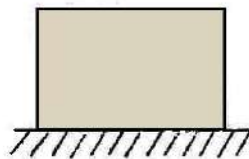
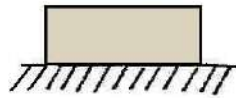
Las estructuras de tipo péndulo invertido presentan delicados problemas de torsión y flexión y además presenta efectos asimétricos.

Edificios muy esbeltos tienen deflexiones horizontales excesivas

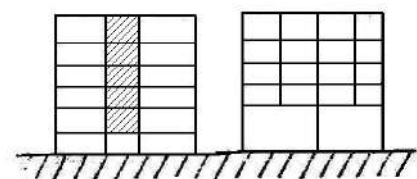
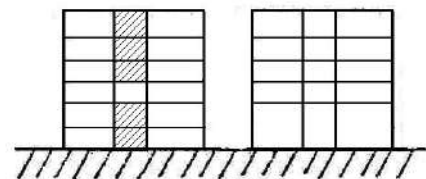
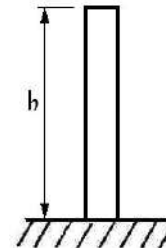
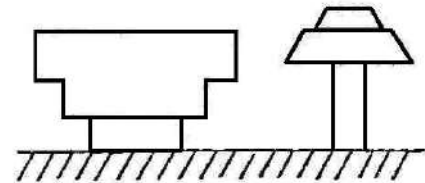
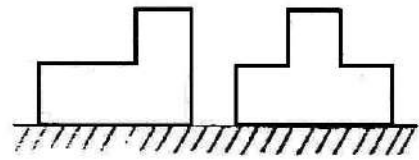
Cambios de rigidez a través de la altura, crean problemas de análisis y disposición del refuerzo

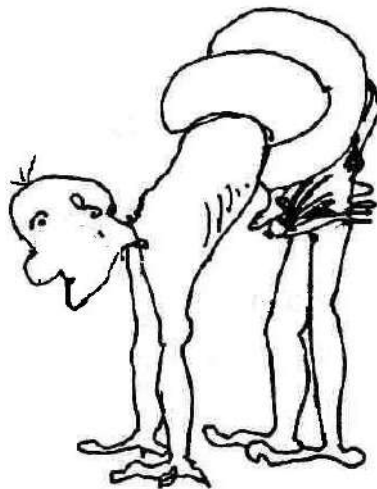
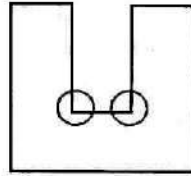
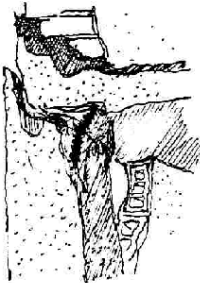
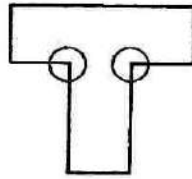
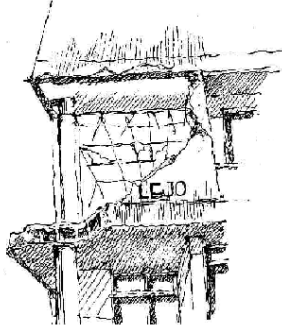
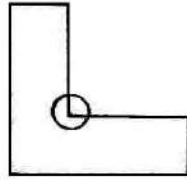
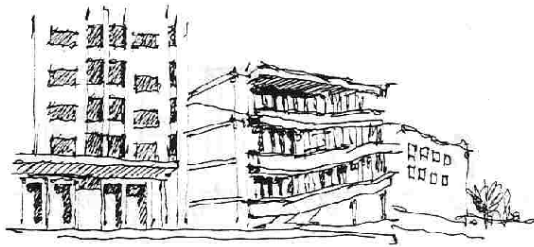
Los pisos flexibles son muy vulnerables

RECOMENDABLE



NO RECOMENDABLE





12. ZONAS DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS

12.1 Edificios de planta irregular sin juntas

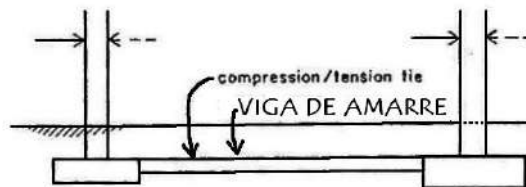
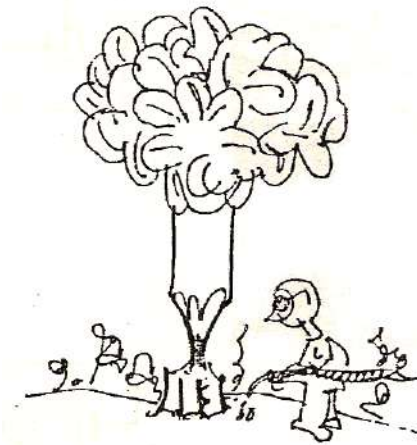
12.2 Torsión

13. MEDIDAS PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO SISMORESISTENTE DE UN EDIFICIO

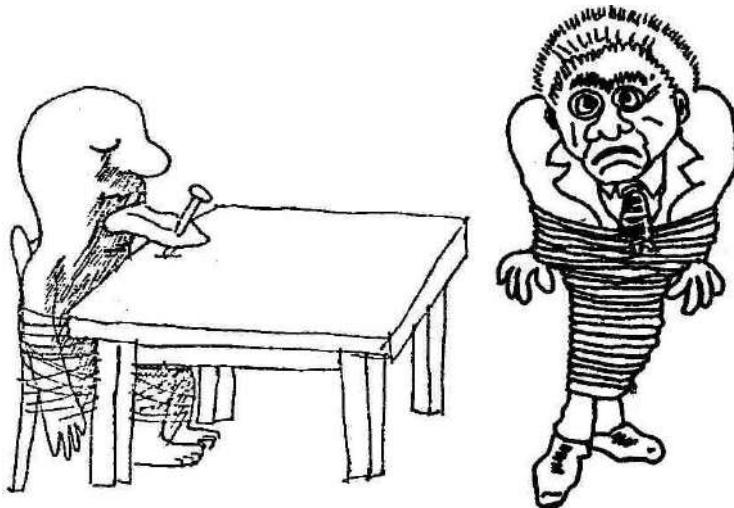
13.1 Estructuras continuas

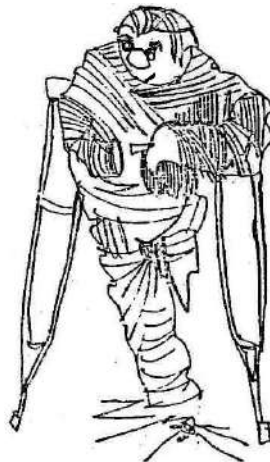
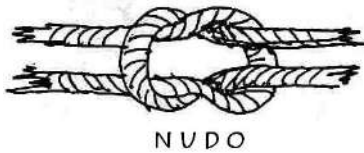
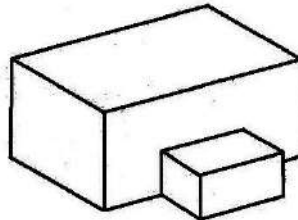
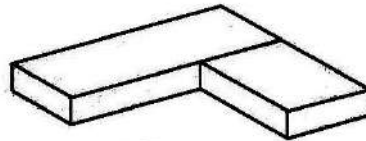
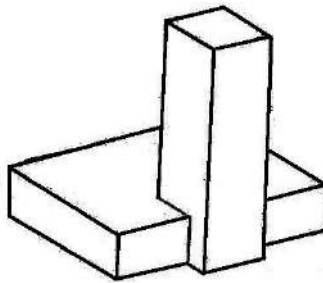
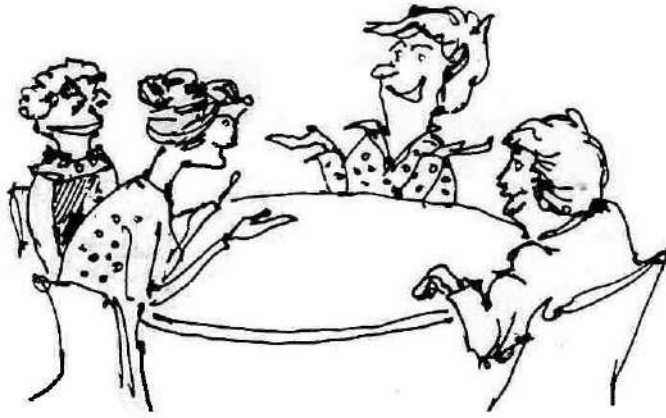
13.2 Estructuras amarradas

El hecho de que se analice una estructura para los movimientos sísmicos de diseño, no hace que la estructura sea resistente a sismos. Se necesitan requisitos adicionales para dar una resistencia sísmica adecuada. posiblemente lo más importante en una construcción resistente a sismos es que esté amarrada para actuar como una unidad (Normas ATC-3)



AMARRAR Y ANCLAR

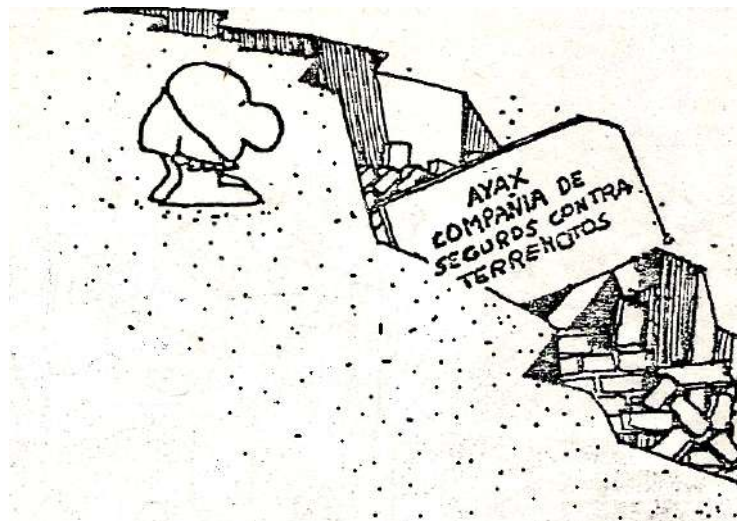




13.3 Juntas sísmicas

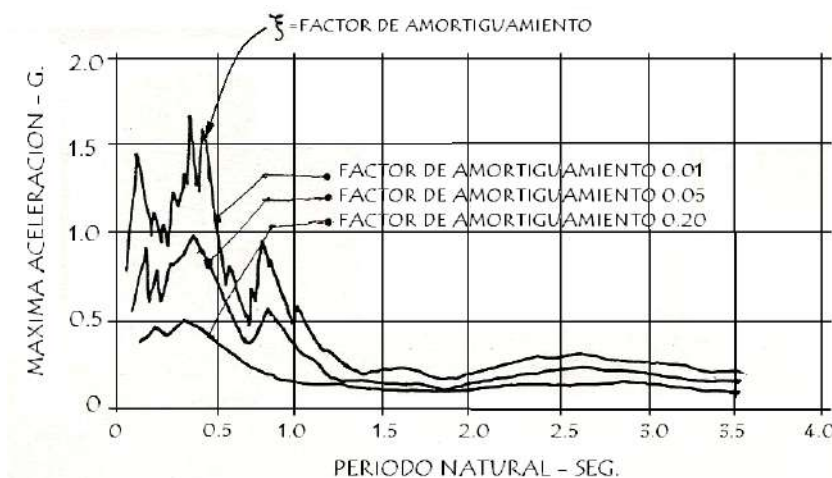
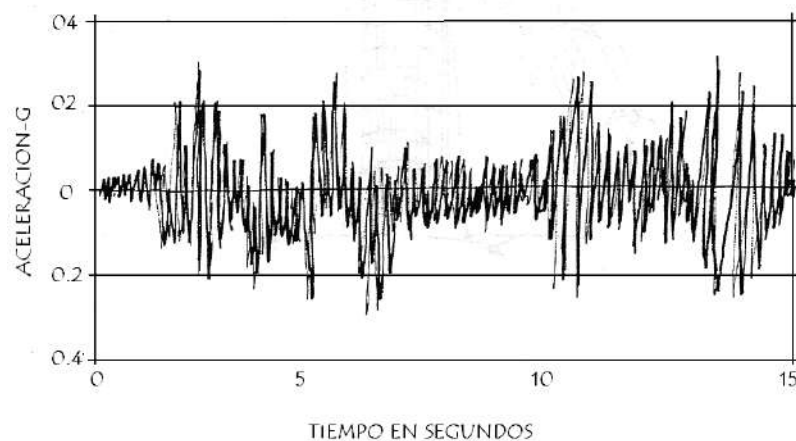
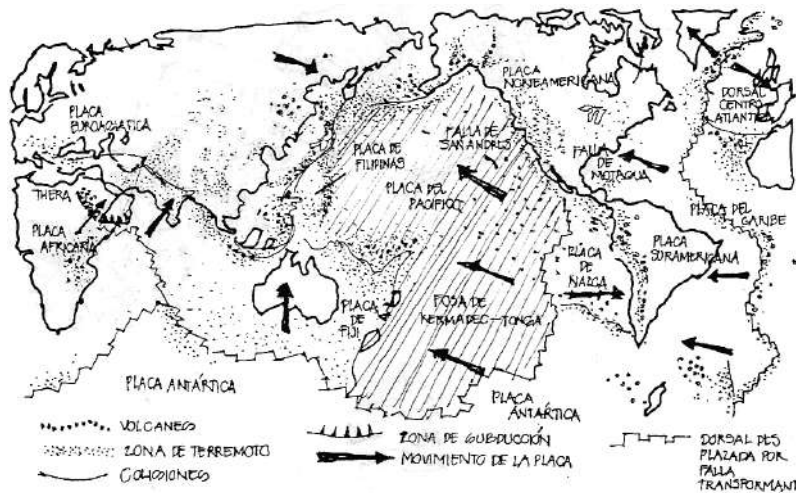
13.4 Separar por juntas

13.5 Refuerzo



La gente cree que durante un terremoto la tierra se traga a las personas o a los edificios ¡Esto no es cierto! Según expertos, el peligro mayor es que algo le caiga a uno encima y por esto en general afirman: Si se encuentra afuera, lejos de los edificios todo lo que tiene que hacer es permanecer quieto y disfrutar de los temblores que siente bajo sus pies.





14 Repaso y otros conceptos importantes

Registro de aceleración de un sismo

$$F = ma = \frac{W}{g} \times a = \frac{a}{g} \times W$$

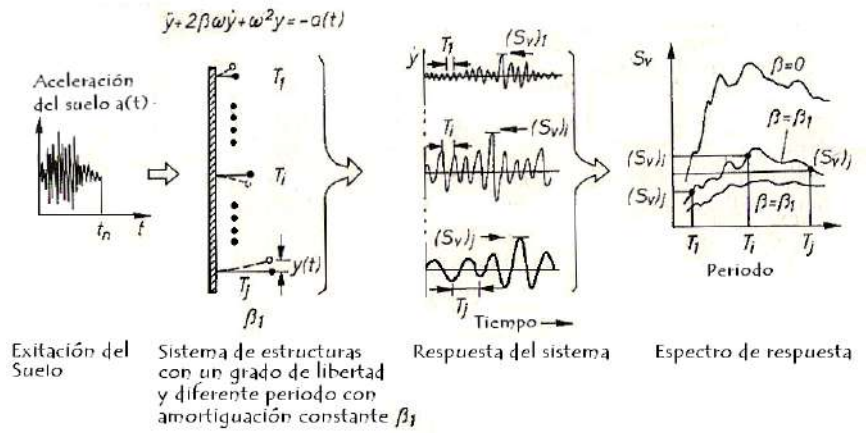
$\frac{a}{g}$: COEFICIENTE SISMICO

Espectro de respuesta del acelerograma si $T = 0,3$ y $\xi = 0,05$ aceleración = $1,0g$ para diseño elástico.

Para diseño dúctil, asumiendo un factor de ductilidad de $5,0$ la aceleración sería $1,0g/5 = 0,2g = a$

Significado

El espectro de respuesta describe las respuestas pico de una familia de osciladores simples durante un sismo para un porcentaje del amortiguamiento crítico



MÉTODOS ESTÁTICOS EQUIVALENTES

1932

$$V = CW$$

C = Coeficiente sísmico ó 0,08/0,1

V = Fuerza actuando sobre una
Porción del edificio

W = Peso de la porción

1943

$$V = CW$$

$$C = \frac{60}{(N + 4,5)100}$$

N = Número de pisos por encima

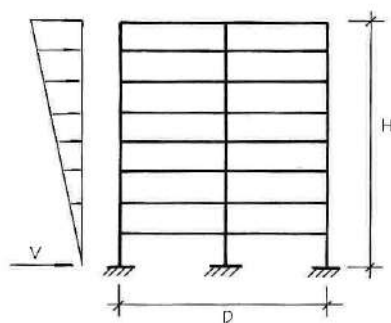
V = Cizalladura en el piso en
consideración

1957-1959

$$V = KCW$$

V = Cortante basal

$$C = \frac{0,05}{\sqrt[3]{T}} \quad T = \text{Periodo}$$



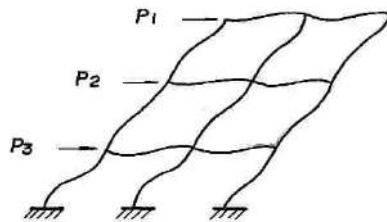
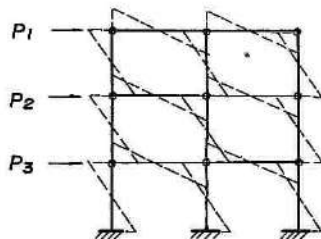
$$T = 0,1 N$$

$$T = \frac{0,09h}{\sqrt{D}}$$

$K = 0,67$ Edificios flexibles

$K = 1,33$ Edificios rígidos

Ductilidad (D_u): Capacidad de un edificio de soportar grandes deflexiones sin fallar



15. Breve recuento acerca de la
determinación de las fuerzas
debidas a un sismo

Tiempo necesario para hacer el
recorrido de ida y regreso

La ductilidad reduce enormemente
el efecto o respuesta producido en
una estructura por un sismo.

El edificio es puesto a vibrar por
la energía del sismo, pero esta
vibración y las deflexiones que la
acompañan es reducida por la
energía que es absorbida por las
grandes deflexiones inelásticas de
una estructura dúctil.

$$V = Z K C W$$

Z = Factor de zona

ZONA	Z
0	0
1	0,25
2	0,50
3	1,00

1975 (SEAOC)

1976 (UBC)

$$V = Z I K C S W$$

W = Peso

Z = Zona sísmica

	1	2	3	4
Z	3/16	3/8	3/4	1,0

I = Factor de ocupación varía de 1,0 a 1,5

K = 0,67 Edificios flexibles

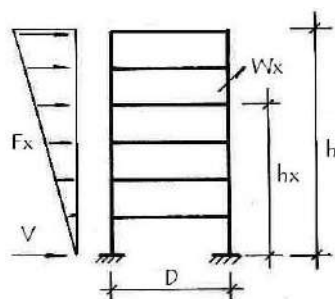
K = 1,33 Edificios rígidos

NORMAS SISMICAS

SEAOC

ATC-5

NSR-98



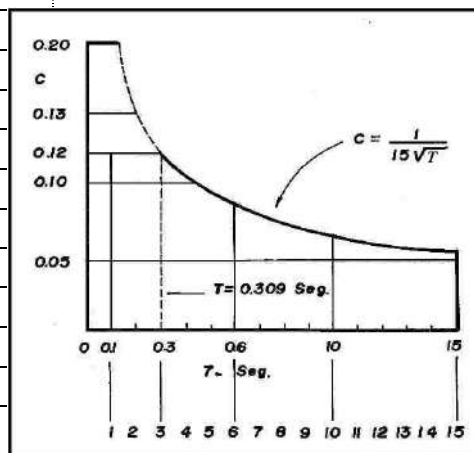
S = Características de resonancia
suelo-estructura varía de
1,0 a 1,5

C = Características de vibración de
la estructura

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$$

T = 0,1 N (N=Número de pisos)

$$F_x = V \times \frac{W_x h_x}{\sum W_x h_x}$$



1973 (UBC)

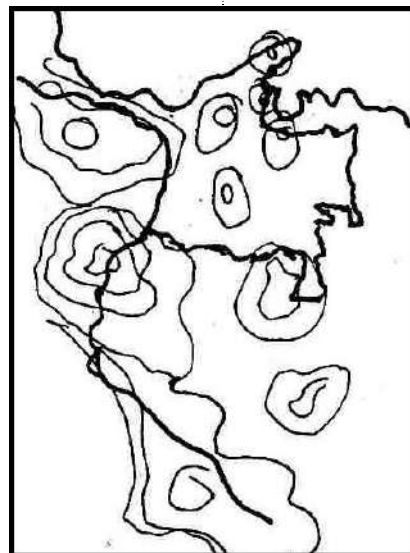


 BOGOTÁ

Explicación

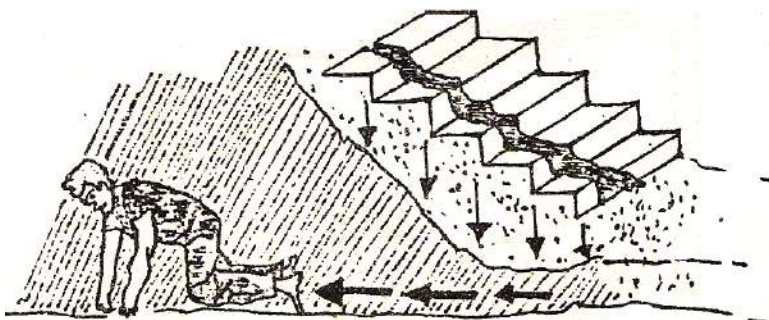
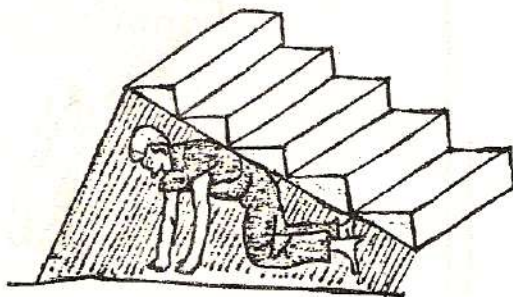
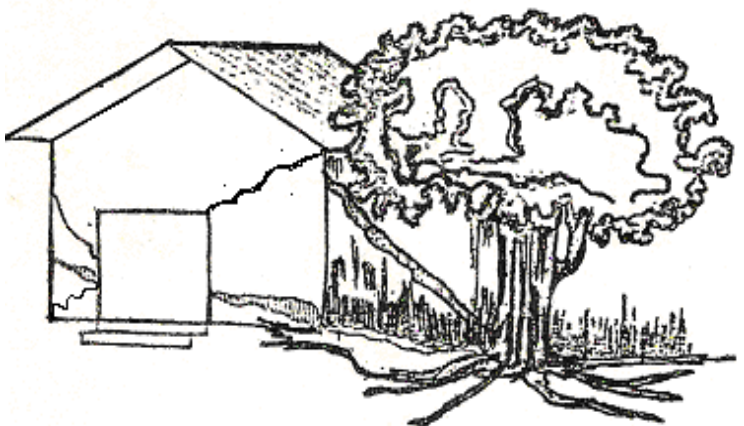
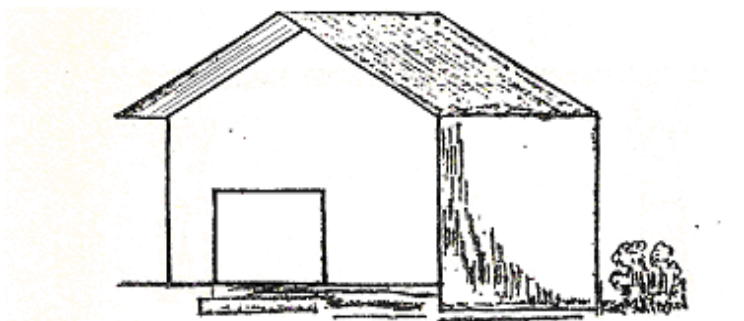
BOGOTÁ. Los gráficos recogen las explicaciones del padre Rafael Goberna, director del Instituto Geofísico de Los Andes, sobre el terremoto de Popayán:

(1). Las líneas representan las principales fallas o sobre corrimientos que en Colombia dan origen a sismos. Sobresale la "falla de Romedal" que pasa cerca a Popayán. (2) Plataforma de nazca que se desplaza hacia el este y choca contra el continente produciendo sismos. (3) Zonas de actividad sísmica superficial en la Costa Pacífica, asociadas con el Valle del Cauca y Andes Orientales. (COLPRENSA).



7

CASOS PATOLOGICOS EN LAS ESTRUCTURAS



1. CASOS PATOLOGICOS EN LAS ESTRUCTURAS

ASPECTOS

1.1 Falta de previsión

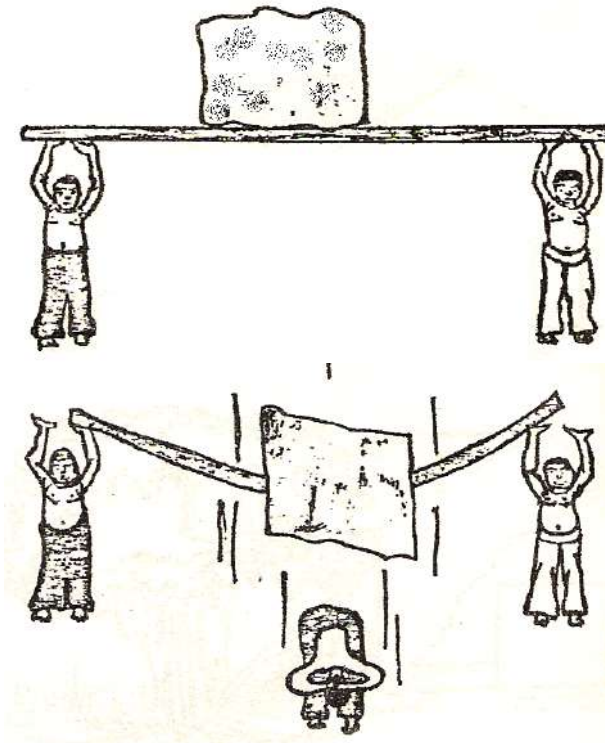
Movimiento del terreno
provocado por un árbol

1.2 Mala construcción

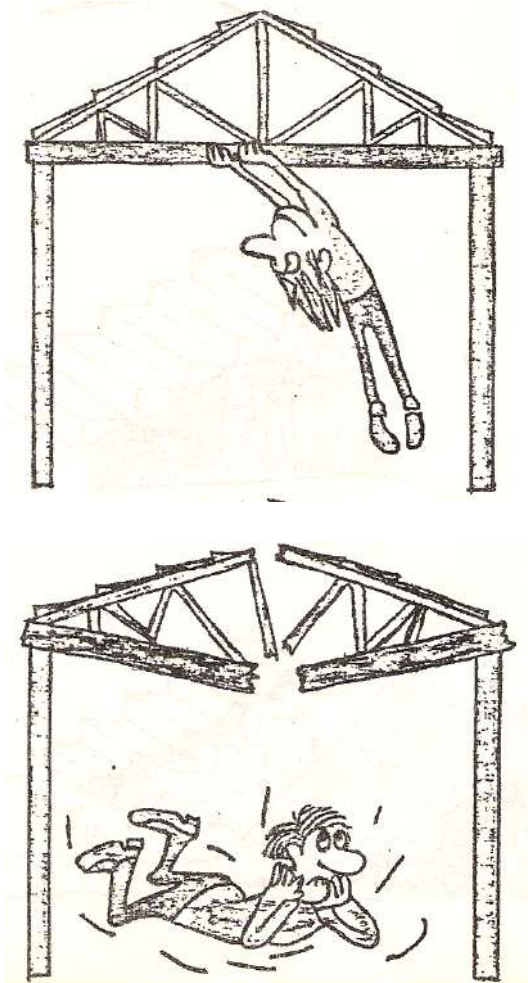
Asentamiento de un terreno
de relleno bajo una estructura.

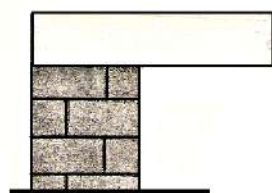
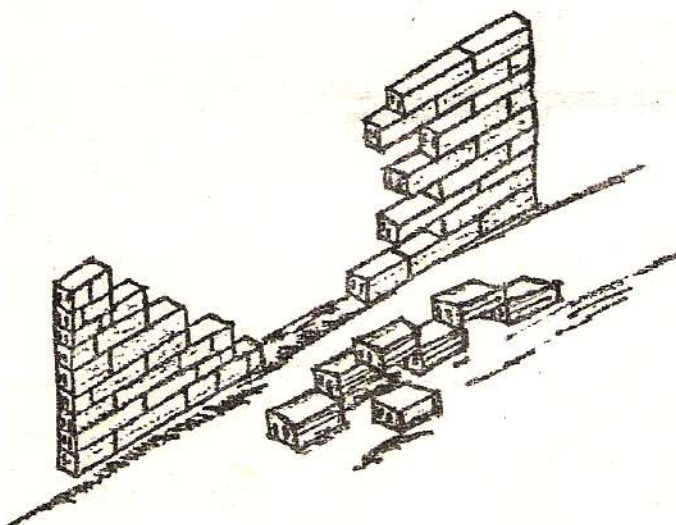
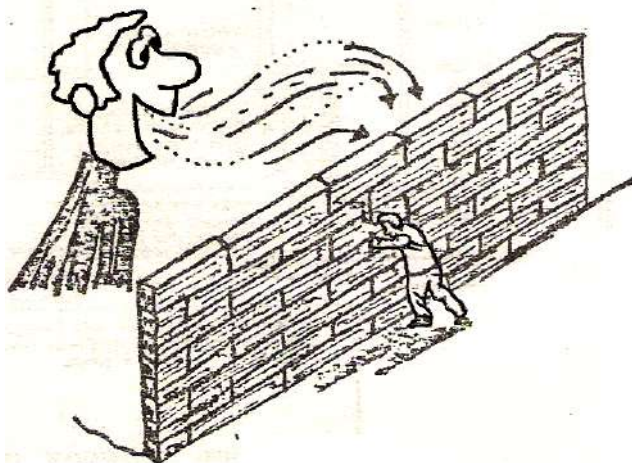
1.3 Desconocimiento de la función de una estructura.

1.3.1 Colapso de una viga provocado por carga excesiva y apoyos de espesor insuficiente.



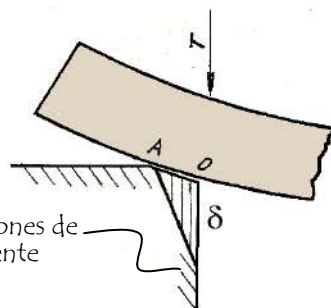
1.3.2 Falla de una cercha provocada por una carga adicional al de la cubierta, para la cual no estaba calculada





a) Situación teórica

PRESIONES DE ESQUINA



Grandes concentraciones de esfuerzos y consiguiente falla del muro

b) Situación real

1.3.3 Acción del viento sobre un muro sin amarres (contrafuertes)

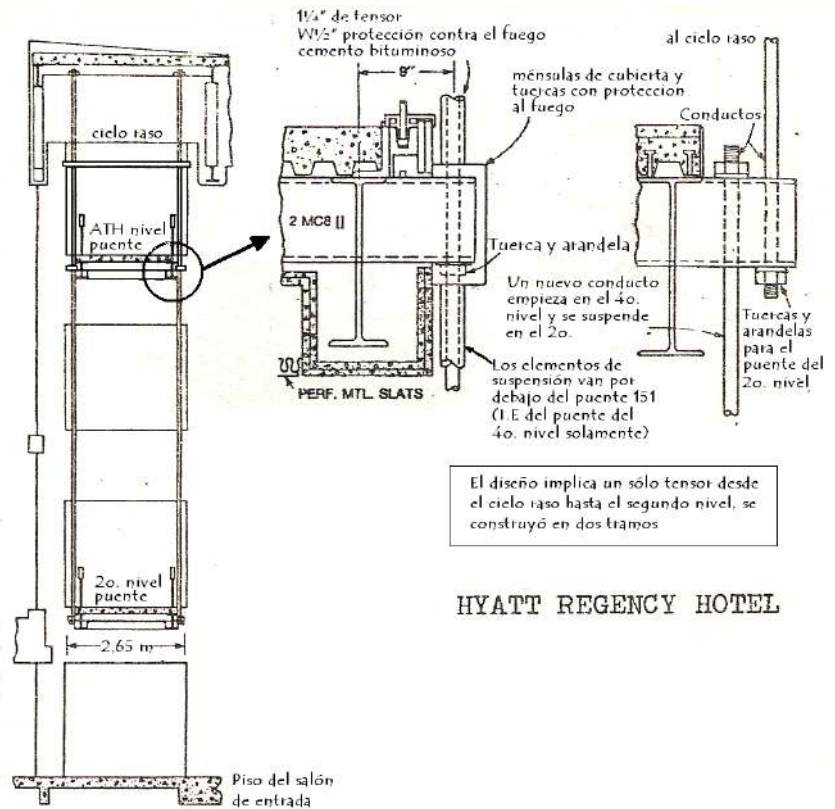
1.3.4 Comportamiento real de la estructura diferente al comportamiento supuesto

1.4 Dos ejemplos:

1.4.1 Hotel en Estados Unidos. Cambio de las especificaciones

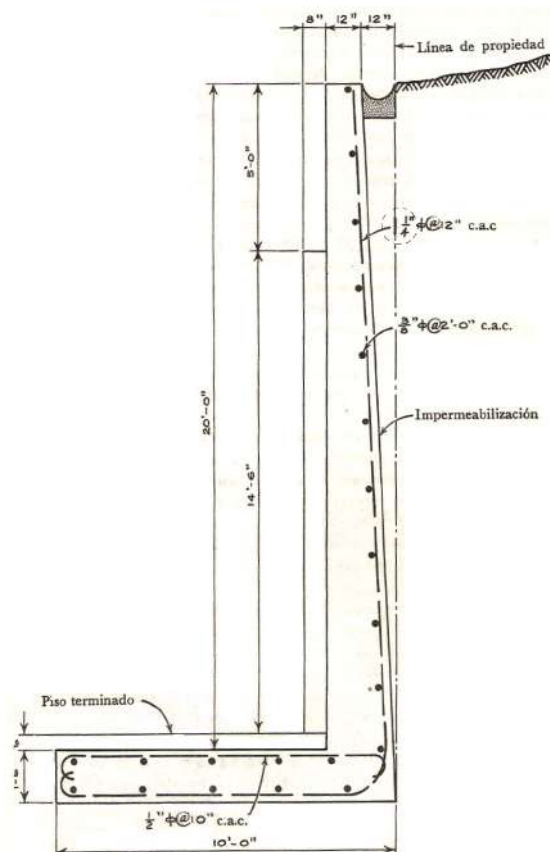
SEGÚN DISEÑO

SEGÚN CONSTRUCCION



1.4.2 Muro de contención

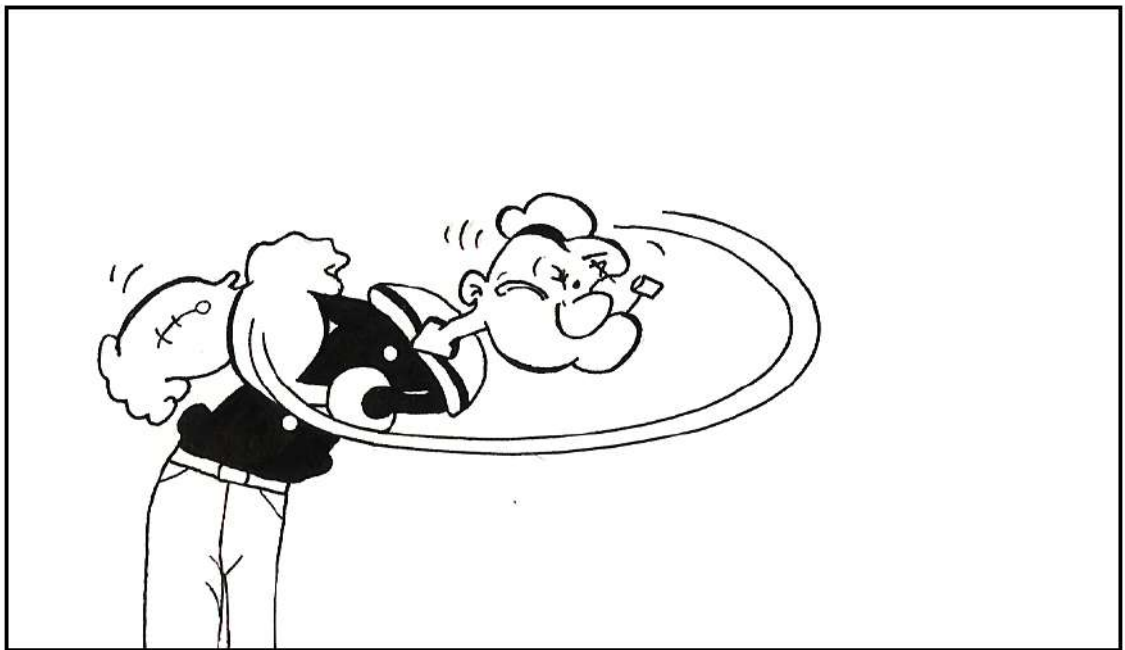
Se trataba de barras de $\phi 1\frac{1}{4}"$ a 30cm y se colocaron $\phi 1\frac{1}{4}"$ a 30cm, pues la línea que señala la "línea de propiedad" tapó el 1 de $1\frac{1}{4}$.

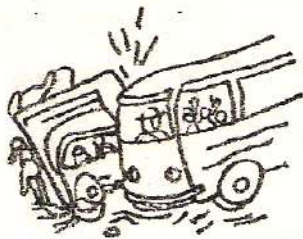


Plano del muro de contención que falló a consecuencia de una mala interpretación de los diámetros de la varilla

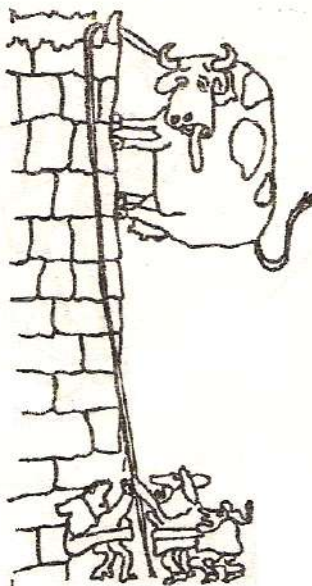
8

FUERZAS





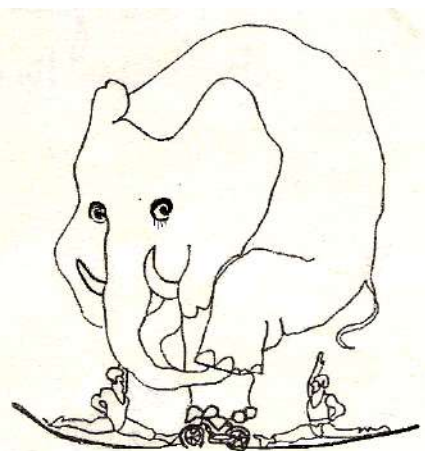
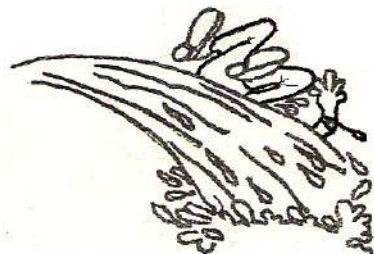
CAMBIO DE DIRECCION



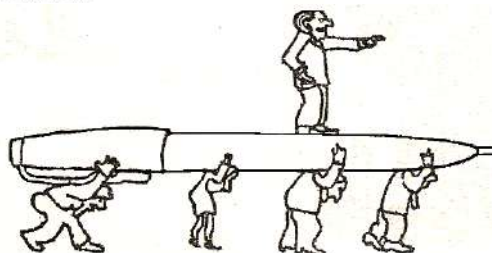
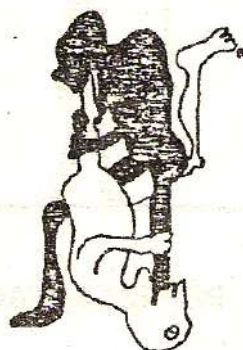
CAMBIO DE MOVIMIENTO



REACCION A UNA FUERZA:
VIBRACION Y DEFORMACION



MAGNITUD DE LA FUERZA



Escalares y vectores.—En Física existen dos tipos muy importantes de magnitudes que son las escalares y los vectoriales.

1. DEFINICIONES

Fuerza, Toda causa capaz de producir o modificar el movimiento de un cuerpo

Mecánica: La mecánica es el estudio del movimiento de los cuerpos analizando sus propiedades y sus causas. Constituye la parte fundamental de la Física y sobre ella se basan en mayor o menor grado las otras ramas de la Física. Por eso es indispensable tener un conocimiento profundo de la Mecánica, la cual se divide en tres secciones:

Cinemática, que estudia exclusivamente el movimiento sin atender a las causas que lo producen.

Dinámica, que analiza las causas que producen los movimientos.

Estática, que estudia el equilibrio de los cuerpos.

2. ELEMENTOS DE UNA FUERZA

“La magnitud, la dirección y la línea de acción, son las propiedades que definen una fuerza”

2.1 Magnitud:

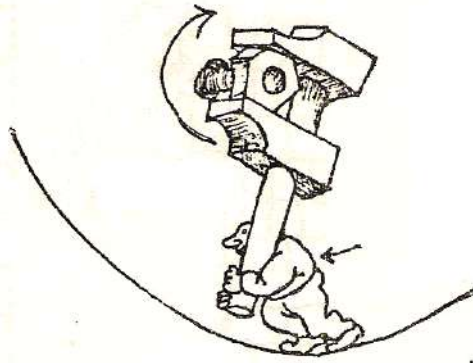
Es el número de unidades de energía

2.2 Dirección

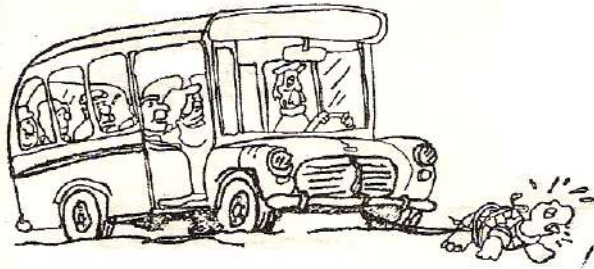
Es la línea según la cual tiende la fuerza a mover el cuerpo sobre el cual actúa (línea de acción)

2.3 Línea de acción

Es la trayectoria a lo largo de la cual actúa una fuerza.



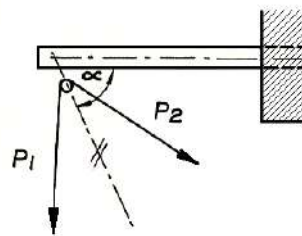
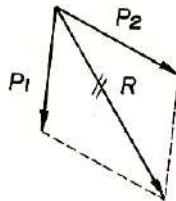
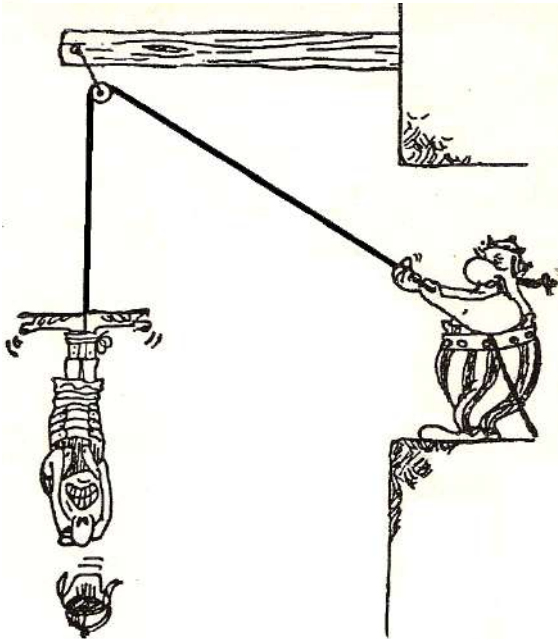
El peso: Una fuerza



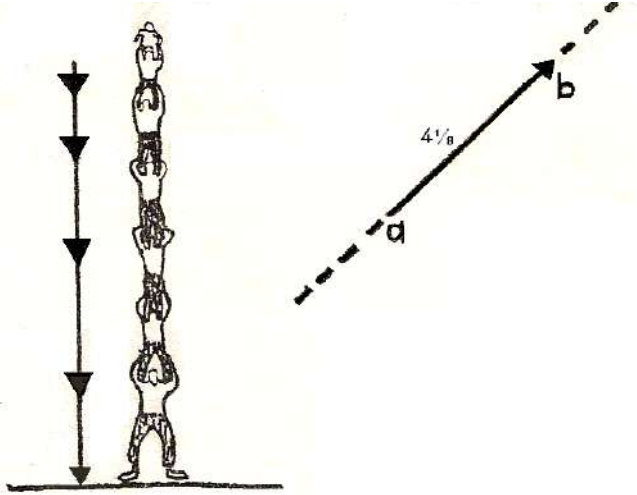
3. SUMA Y RESTA DE FUERZAS

Las fuerzas se suman o se restan

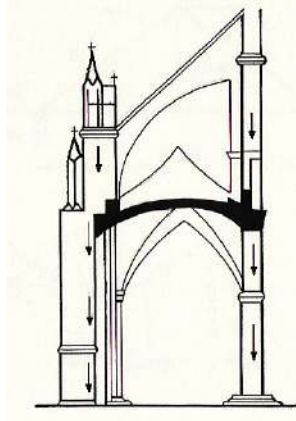
Un sistema central de fuerzas se puede descomponer inequívocamente en dos componentes, cuando se conoce la línea de acción de éstas, de lo contrario hay muchas soluciones.



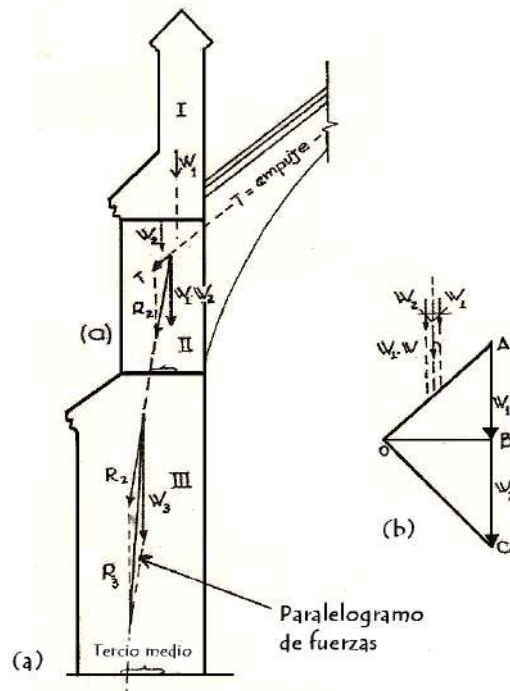
SUMA Y DESCOMPOSICIÓN DE FUERZAS



Representación de una fuerza (Representación vectorial)



Corte mostrando en esquema la estructura de un templo gótico.
Transmisión de cargas, equilibrio



Estabilidad de las paredes
exteriores de un templo gótico

4. CONDICIONES DE EQUILIBRIO

4.1 Sistema central

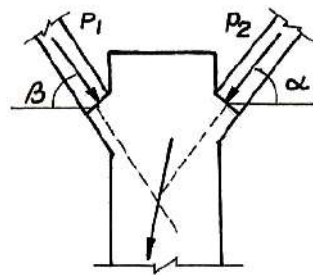
Polígono de fuerzas tiene que cerrar

4.2 Sistema general

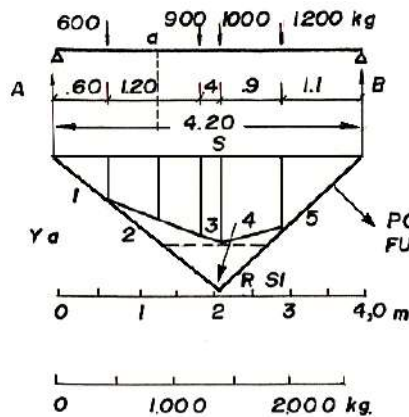
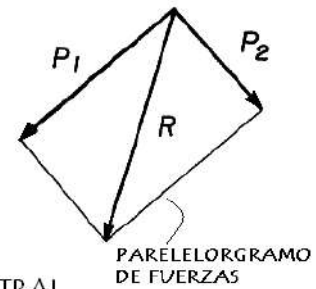
Polígono de fuerzas y el polígono funicular tienen que cerrar.

Cuando trato con sistemas planos de fuerzas, ya sean centrales o generales puedo determinar la resultante (Dirección, magnitud y sentido, pero no punto de aplicación) con ayuda del polígono de fuerzas. Si el sistema es central la resultante actúa en el centro de fuerzas, si el sistema es general se determina la posición de la resultante con ayuda del polígono funicular.

El efecto de un sistema de fuerzas depende no solo de la suma algebraica de las magnitudes de ésta, sino además de la posición relativa de las fuerzas entre si y de éstas con relación al cuerpo. En este sentido se habla de que la combinación de fuerzas en una resultante es una suma geométrica.

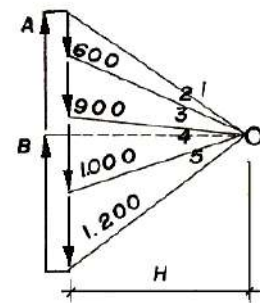


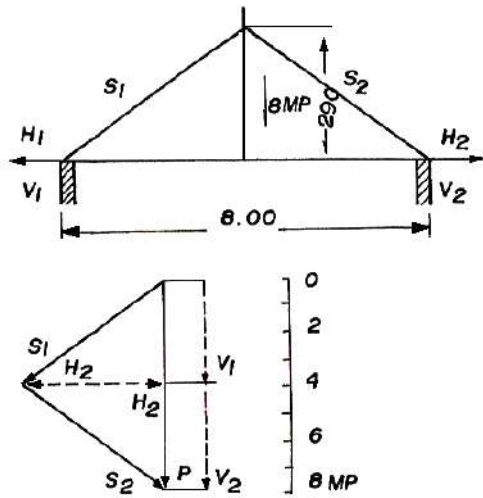
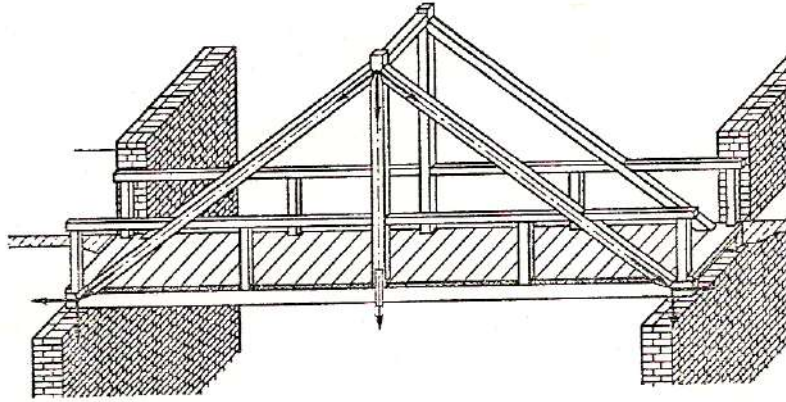
SISTEMA CENTRAL



POLIGONO DE FUERZAS

SISTEMA GENERAL





5. APLICACION

6. MECANISMOS PARA LA TRANSMISIÓN DE CARGAS

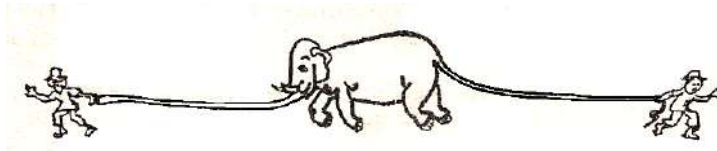
6.1 Compresión

Cuando la deformación del cuerpo es un acortamiento en el sentido de la aplicación de la fuerza,



6.2. Tracción

La deformación de un cuerpo es de alargamiento



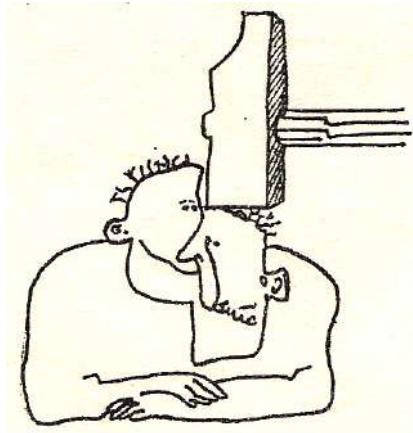
6.3. Flexion

Por ejemplo lo que produce el viento



6.4. Cizalladura

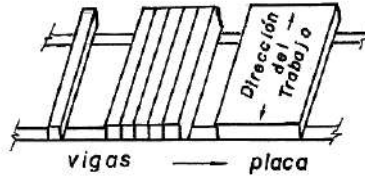
Fuerza que trata de cortar un cuerpo.



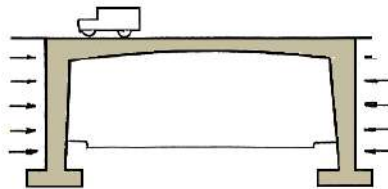
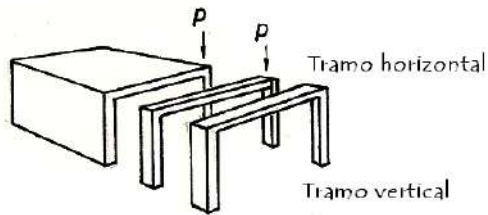
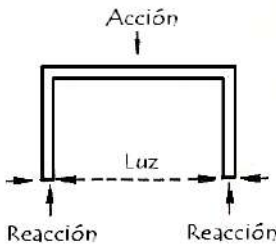
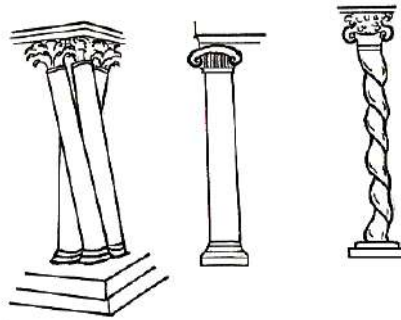
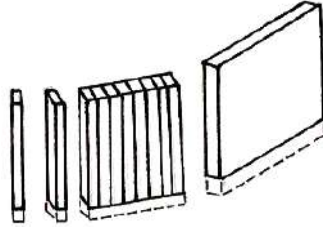
9

TIPOS DE ESTRUCTURAS

FLEXION
CIZALLADURA



COMPRESIÓN



PUENTE



1. TIPOS DE ESTRUCTURAS FORMA DE TRABAJO

1.1 Estructuras Lineales

1.1.1 Viga

Estructura con una dimensión mucho mayor a las otras dos.

1.1.2 Columna

Igual que la viga es una estructura lineal

1.1.3 Pórtico

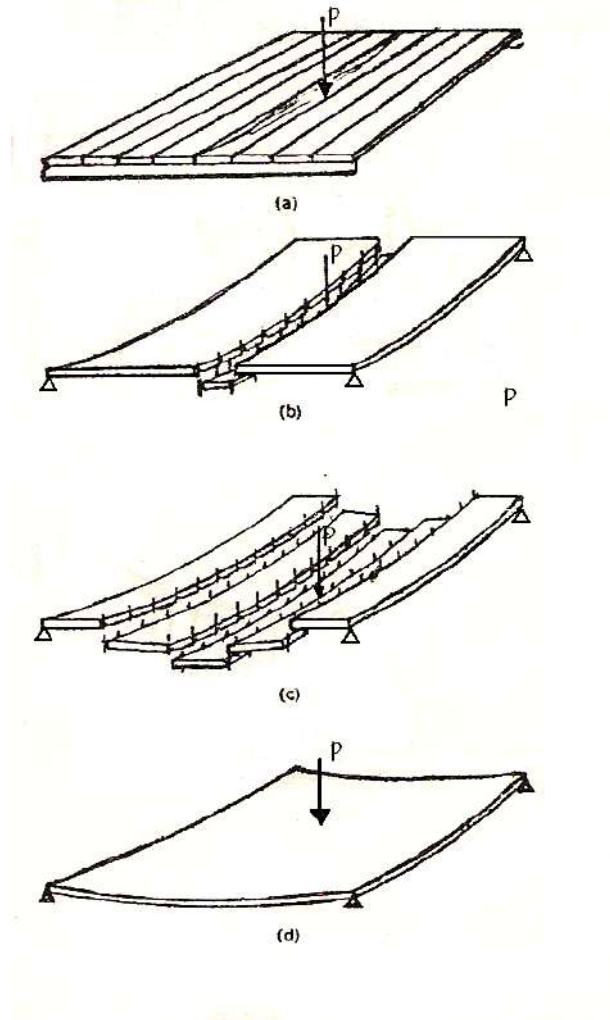
Combinación de viga y columna

1.2. Estructuras de superficie

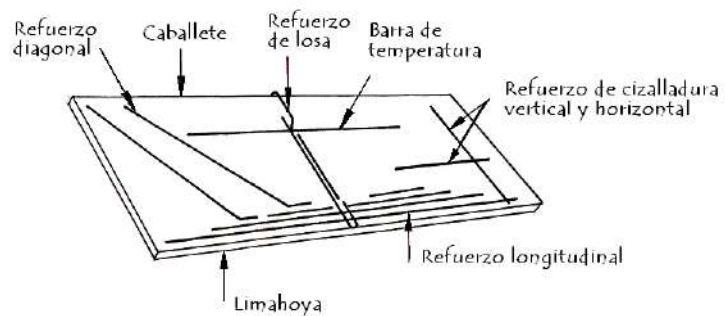
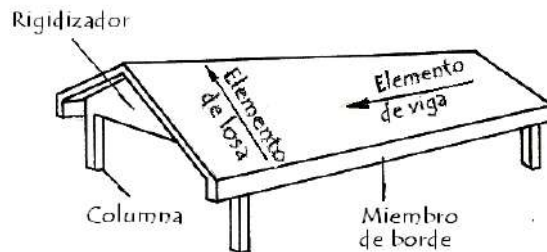
1.2.1 Placa

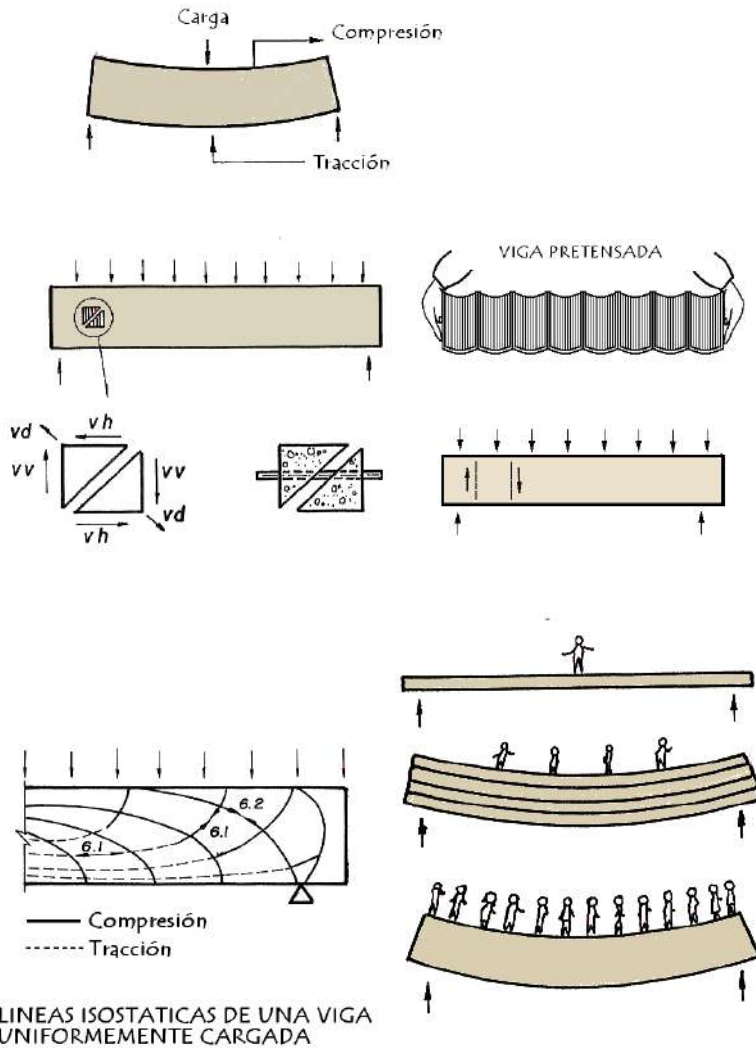
Estructuras con dos dimensiones mucho mayores que una tercera

Efecto de flexión

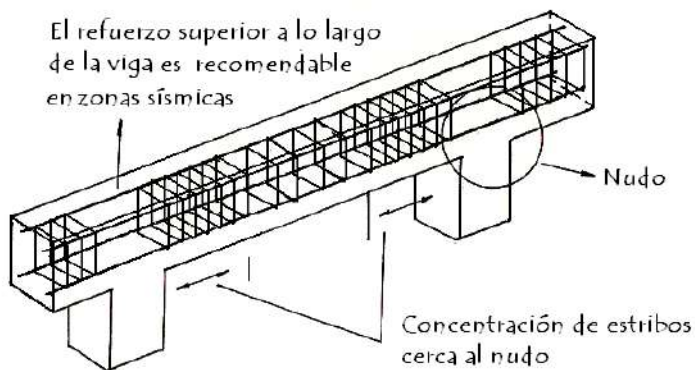


1.2.2 Estructuras plegadas





Isostáticas: Líneas resultantes de las direcciones principales a lo largo de las cuales actúan solamente esfuerzos normales excluyendo los esfuerzos transversales. Dan idea del comportamiento estático del sistema dado



2. PRINCIPALES ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS. ALGUNOS ASPECTOS IMPORTANTES

2.1 Vigas

Necesidad de refuerzo

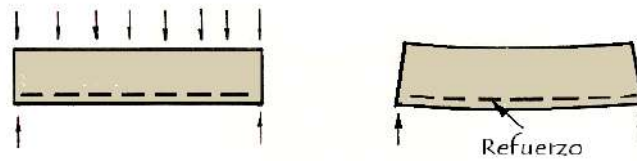
MECANISMOS INTERNOS

Flexión y cizalladura

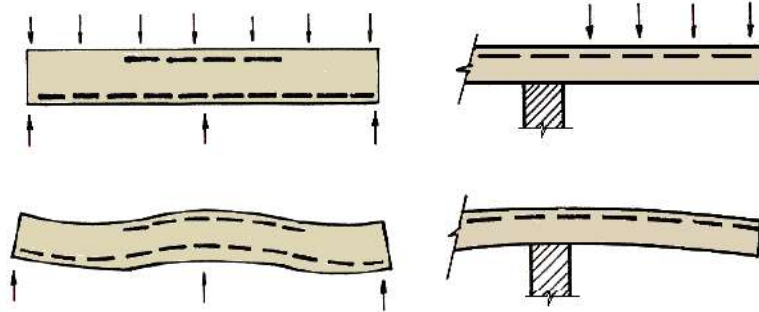
Concepto de cortante y tracción diagonal

Refuerzo de una viga

2.1.2 Comportamiento de algunos elementos estructurales

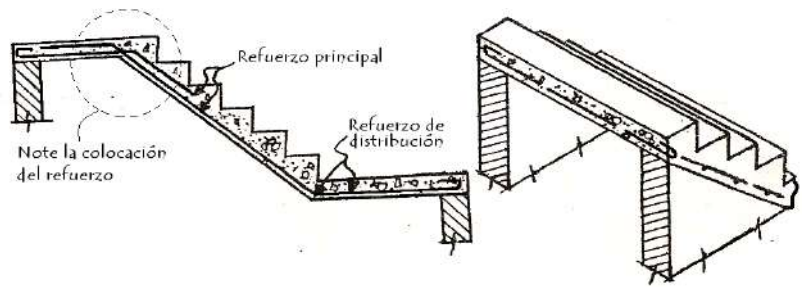


a) Viga simplemente apoyada



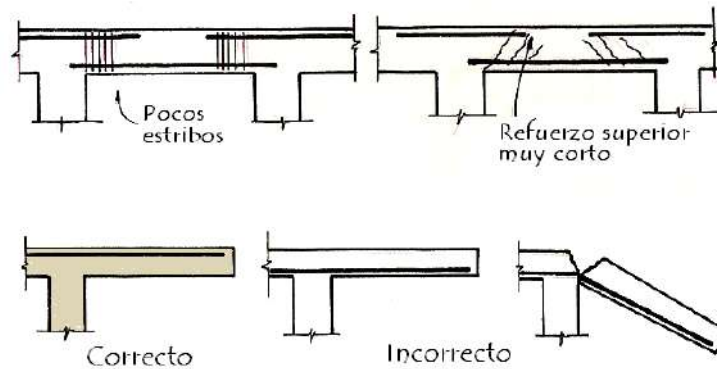
b) Viga continua

c) Voladizo

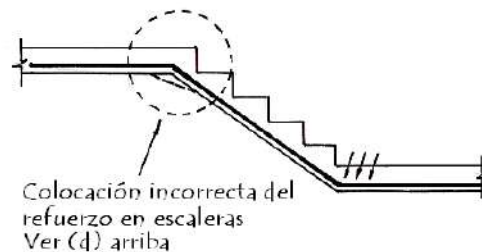


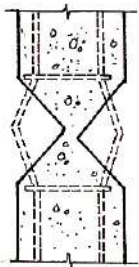
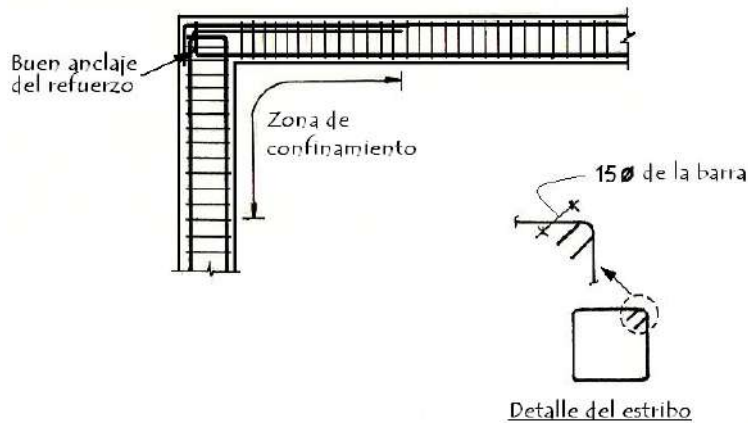
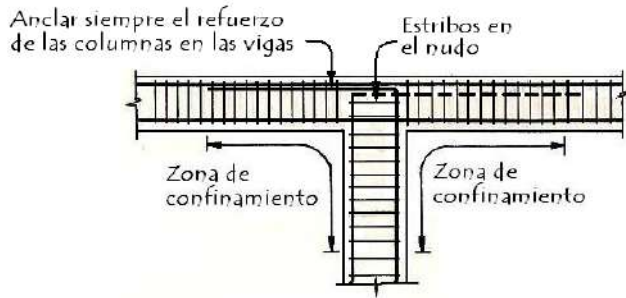
d) Escaleras

2.1.3 Algunos errores típicos

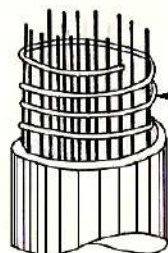
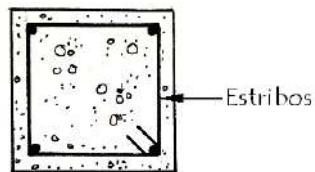


COLOCACION DEL REFUERZO EN VOLADIZOS





Peligro cuando los estribos están muy separados



Espirales son más efectivas que los estribos

2.2 Columnas y nudos

2.3 Pórticos

2.3.1 Comportamiento bajo cargas verticales y horizontales

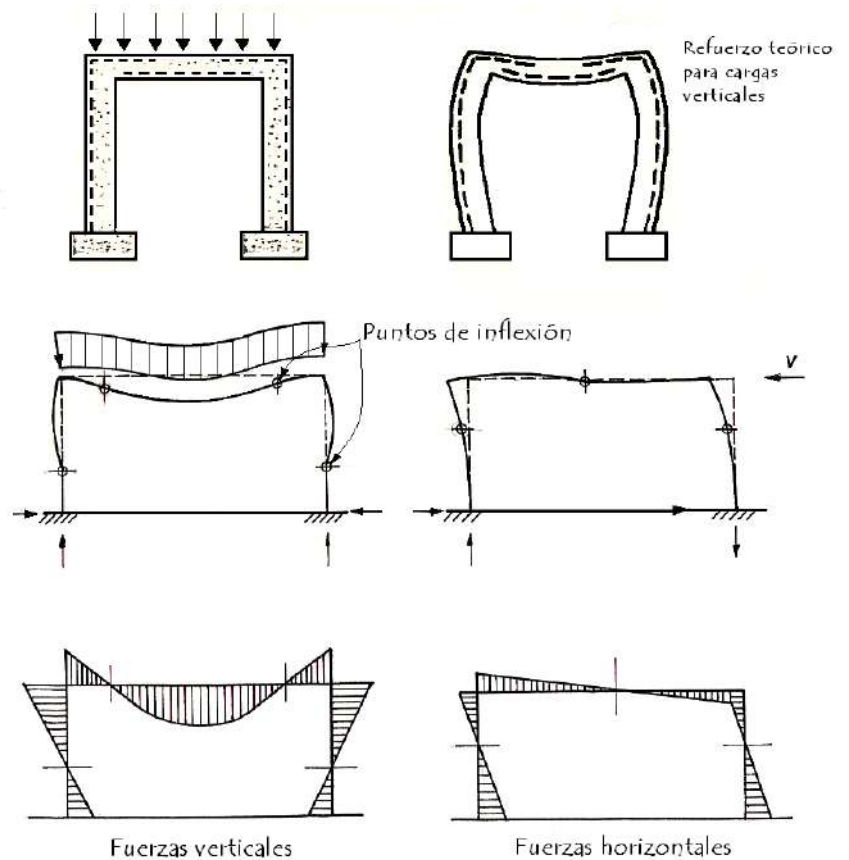
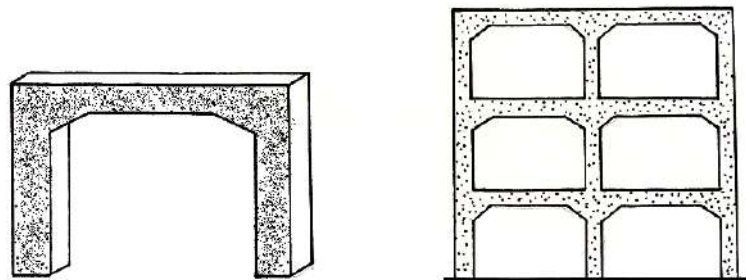
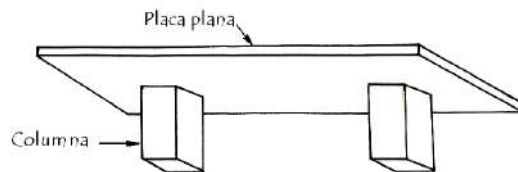
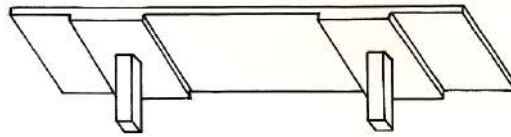
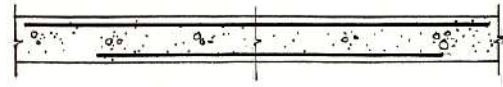


DIAGRAMA DE MOMENTOS

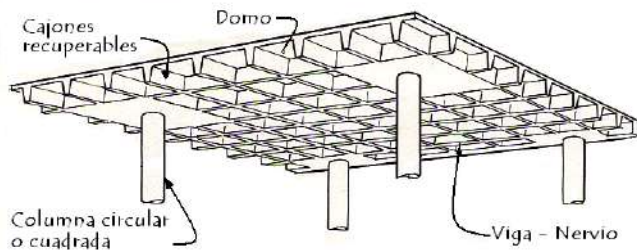
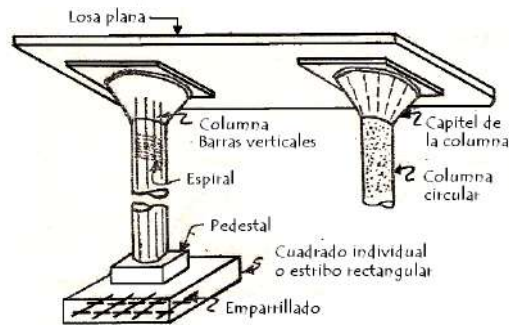
2.3.2 Aspectos económicos

Secciones estructuralmente lógicas pero económicamente costosas





Nótese la ausencia de vigas, viguetas o capiteles en las columnas



2.4 LOSAS (PLACAS)

2.4.1 Tipos y características

2.4.1.1 Maciza

2.4.1.2 Maciza con vigas profundas (descolgadas)

2.4.1.3 Placa plana con vigas anchas y profundas

2.4.1.4 Placa plana

Flat slab

Flat plate

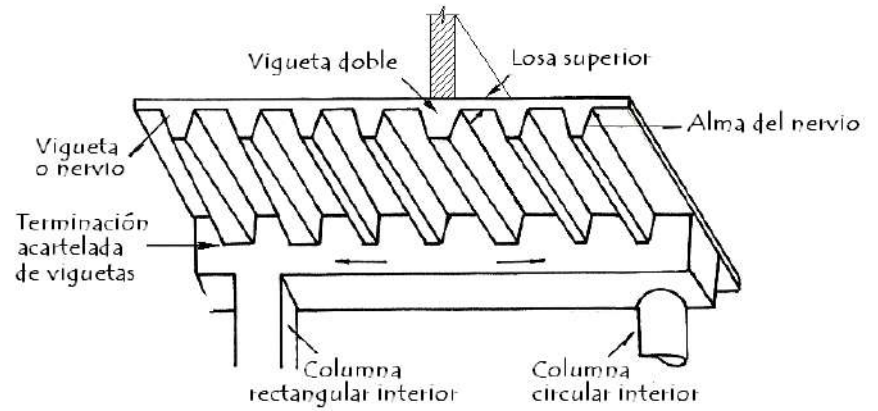
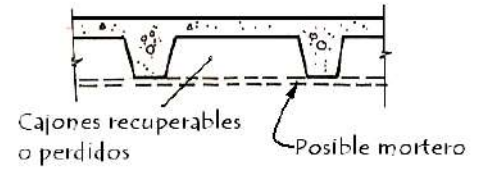
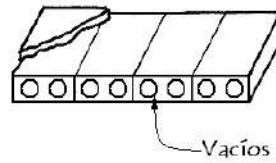
2.4.1.5 Losa aligerada:

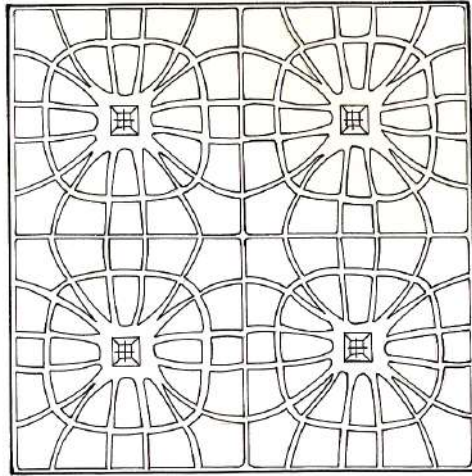
Dos direcciones y una dirección

2.4.2 Aspectos constructivos

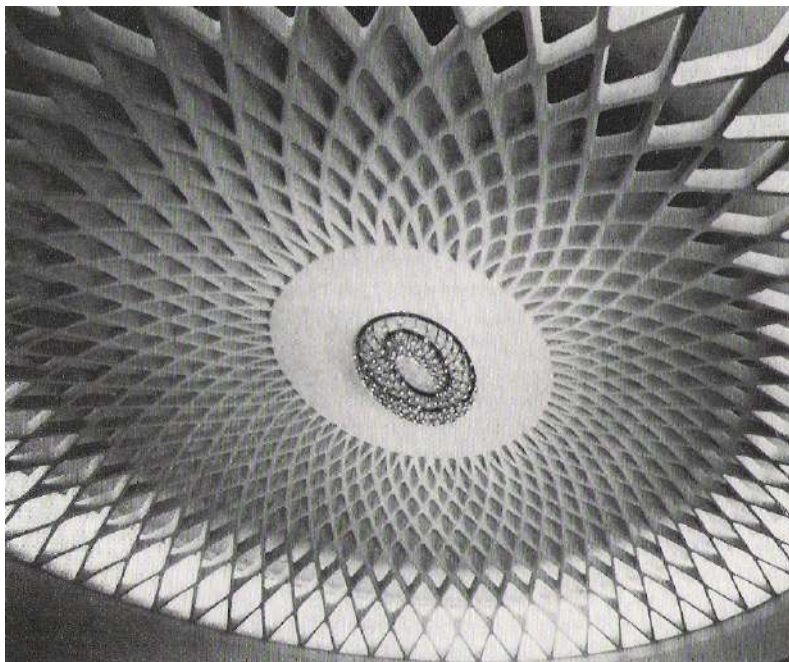
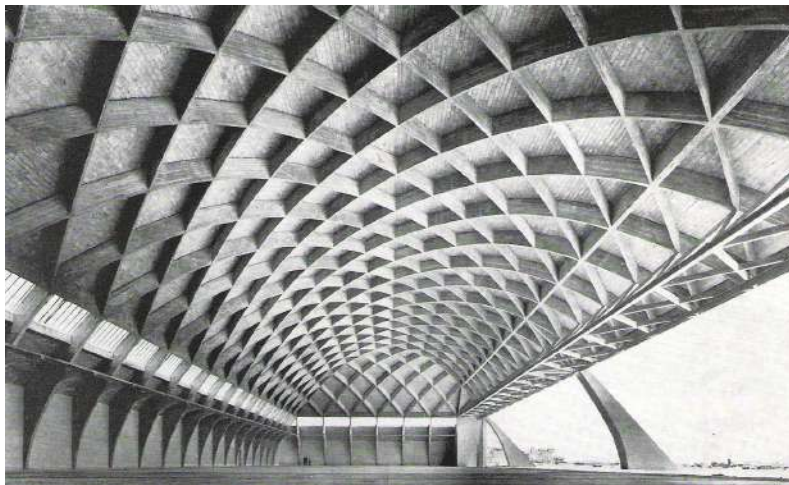
2.4.2.1 Aligerante

2.4.2.2 Detalles de aligeramiento de losas





Suelo con placa nervada según las isostáticas de los momentos
(ideação A. Arcangeli (h.) realização Nervi)



2.4.3 Losas especiales

La naturaleza y las estructuras

"Si en una losa se crean canales de flujo que conduzcan solo las tensiones principales, con exclusión de las tensiones de cizalladura y en consecuencia del material que resultara superfluo, se llegara justamente a las estructuras en retículo o nervadura isostática características de todas las construcciones realizadas por la naturaleza y la economía alcanzara su grado máximo".

A. Arcangeli

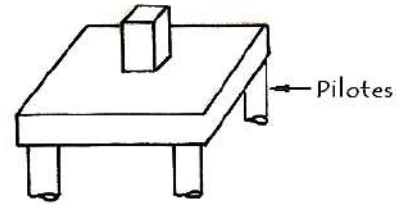
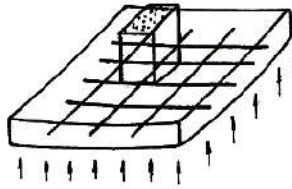
2.4.4 Estructuras excepcionales

2.5 Tipos de Fundaciones

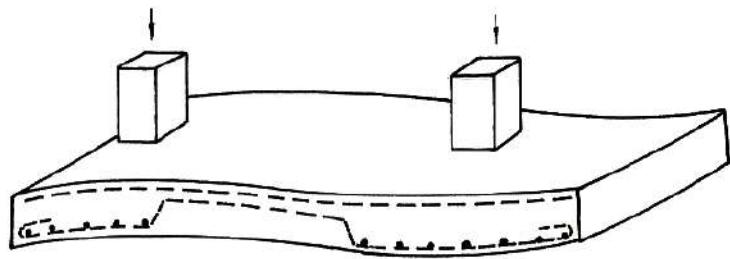
2.5.1 Comportamiento y refuerzo

Importante: Cuando la profundidad del terreno de fundación es máxima 4.00m puede ser conveniente utilizar un realce en ciclópeo o suelo-cemento y vaciar sobre él la fundación aislada.

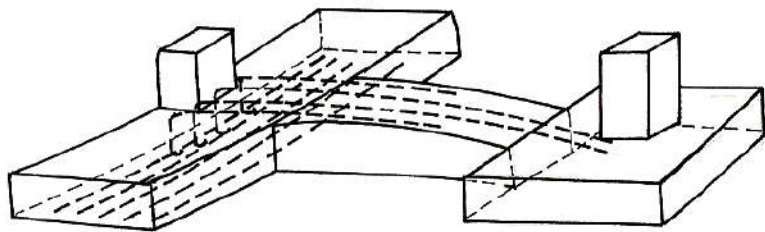
2.5.1.1 Aislada

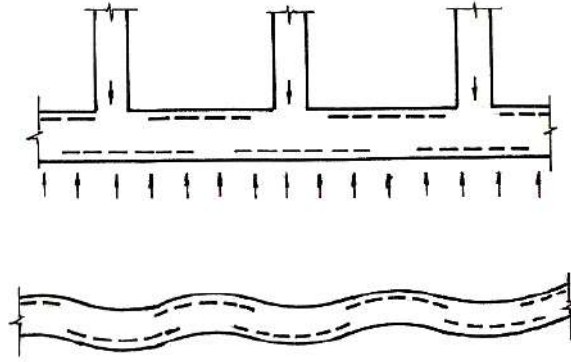


2.5.1.2 Combinada

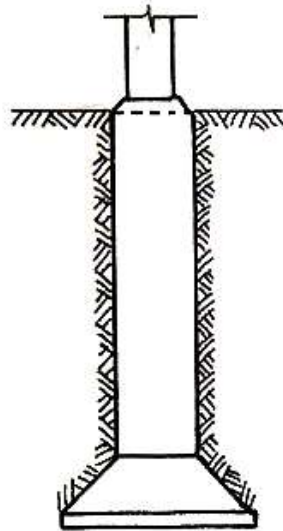


2.5.1.3 En voladizo

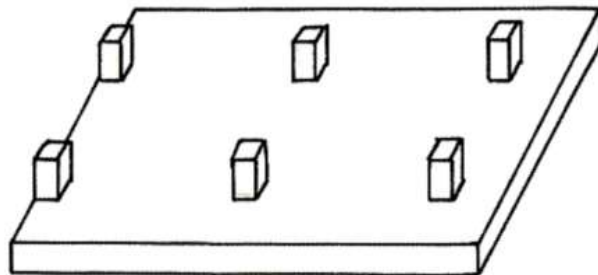




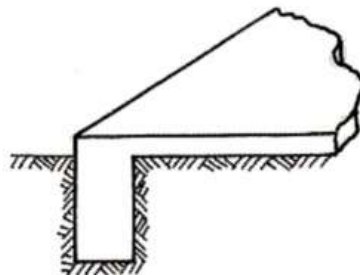
2.5.1.4 Viga de fundación



2.5.1.5 Pila



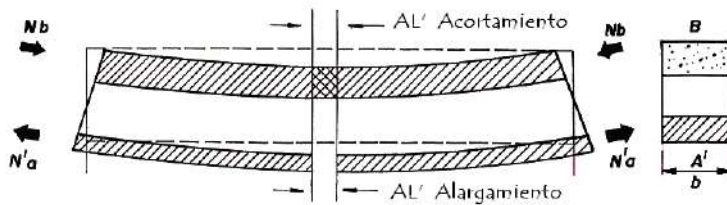
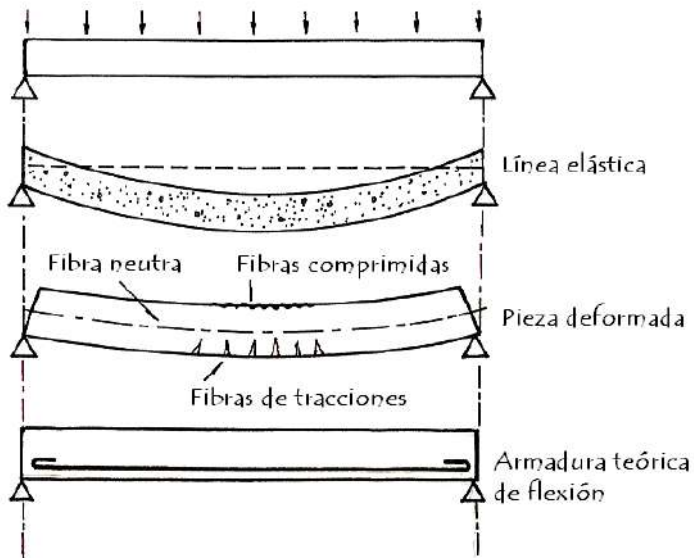
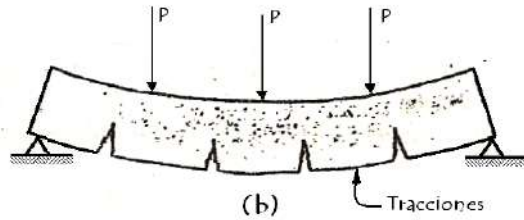
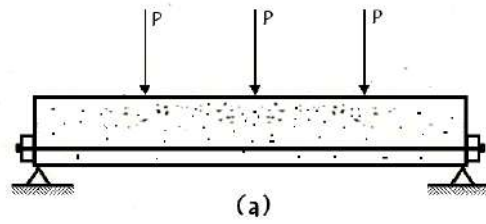
2.5.1.6 Losa de fundación



2.5.1.7 Losa sobre el piso

10

COMPORTAMIENTO CUALITATIVO



1. COMPORTAMIENTO CUALITATIVO

1.1 Vigas (Flexión y Cizalladura)

1.1.1 Necesidad de refuerzo

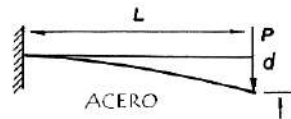
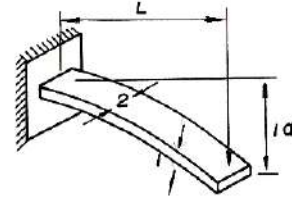
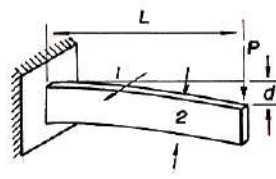
1.1.2 Trabajo estructural de una viga

1.1.3 Influencia en el comportamiento estructural de:

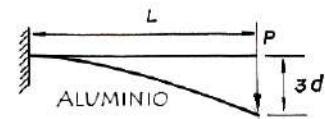
I = Momento de inercia

E = Módulo de elasticidad

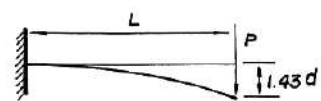
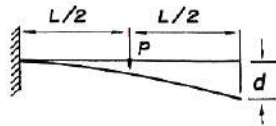
P = Posición y tipo de carga



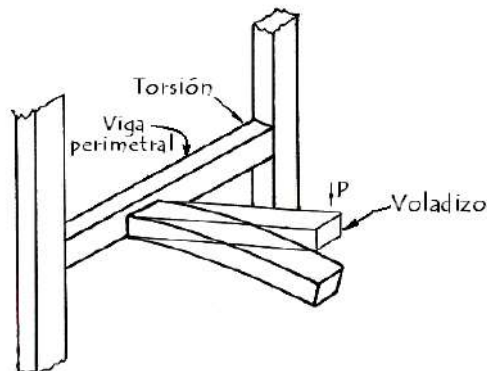
Módulo de elasticidad
2100.000 kg/cm²



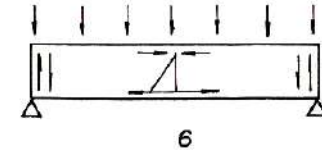
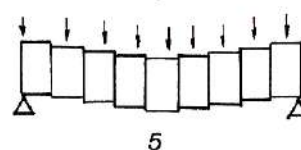
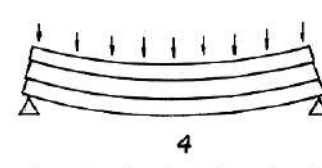
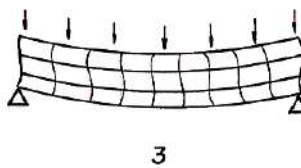
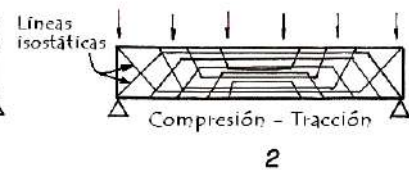
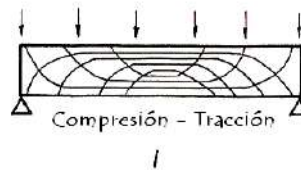
Módulo de elasticidad
700.000 kg/cm²



1.1.4 Otras solicitaciones

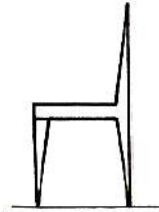
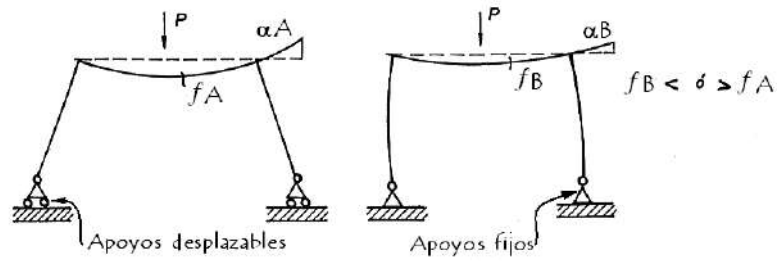


1.1.5 Comportamiento estructural visto de otra forma

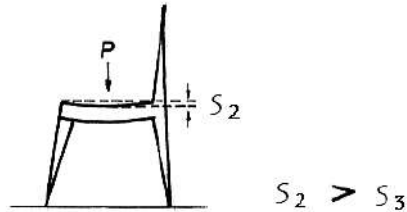




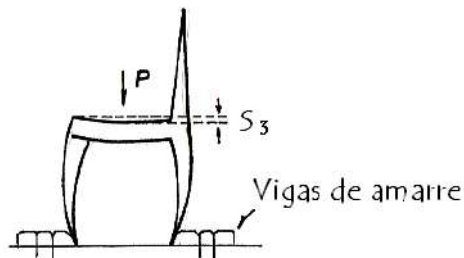
1.2.1 Tipos de apoyo



Con columnas desplazables

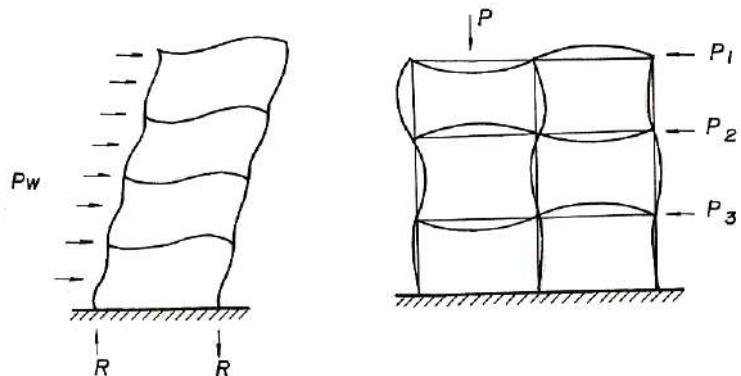


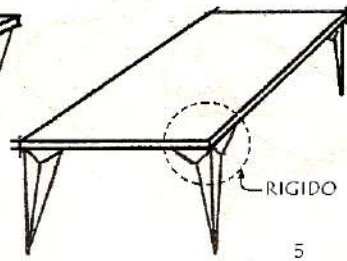
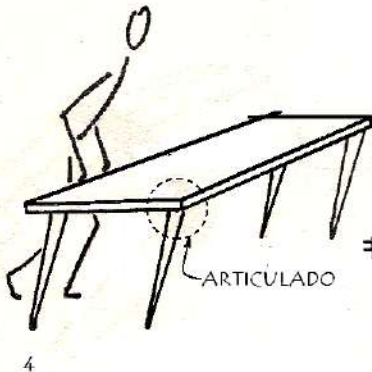
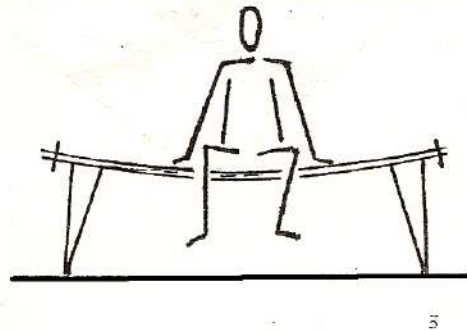
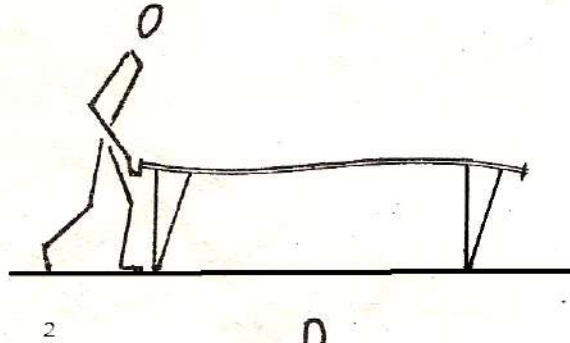
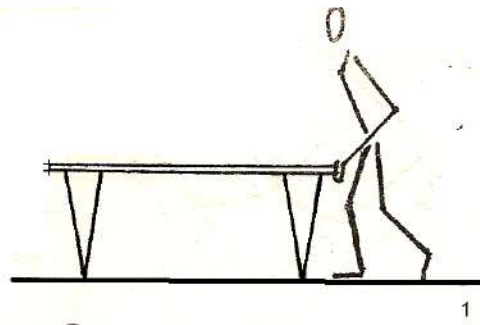
Con columnas fijas



1.2.2 Deformaciones debidas a cargas horizontales y verticales

Volcamiento



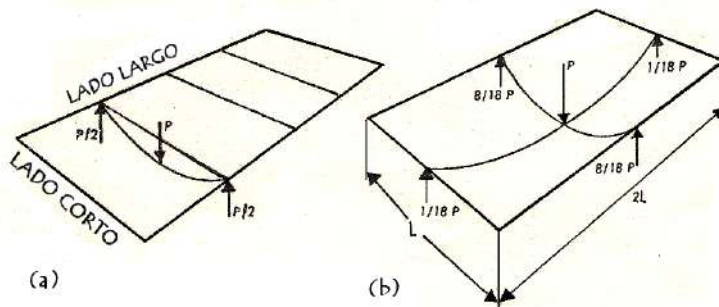


1.2.3 La deformación de la estructura depende del tipo de sollicitación (1, 2, 3)

1.2.4 Importancia de los nudos (4, 5)

1.3 Placas

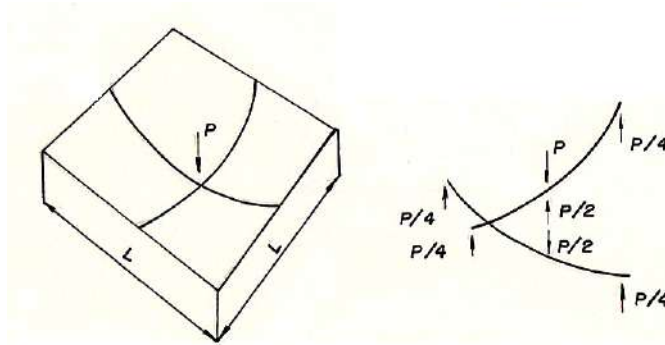
1.3.1 Trabajo en una dirección (a) o en dos direcciones (b) para este caso, el 90% de la carga viaja en dirección corta



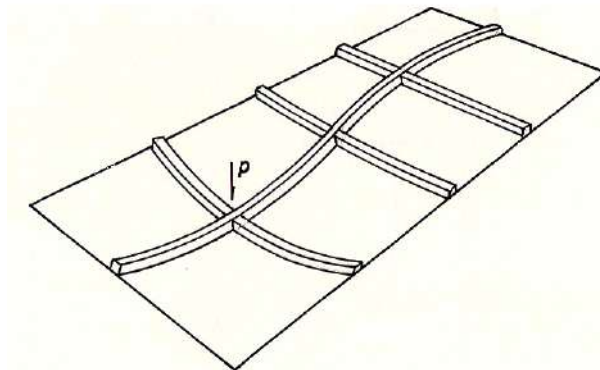
PLACA MUY ALARGADA

1.3.2 Trabajo en dos direcciones

La carga se reparte igualmente
en todas las direcciones



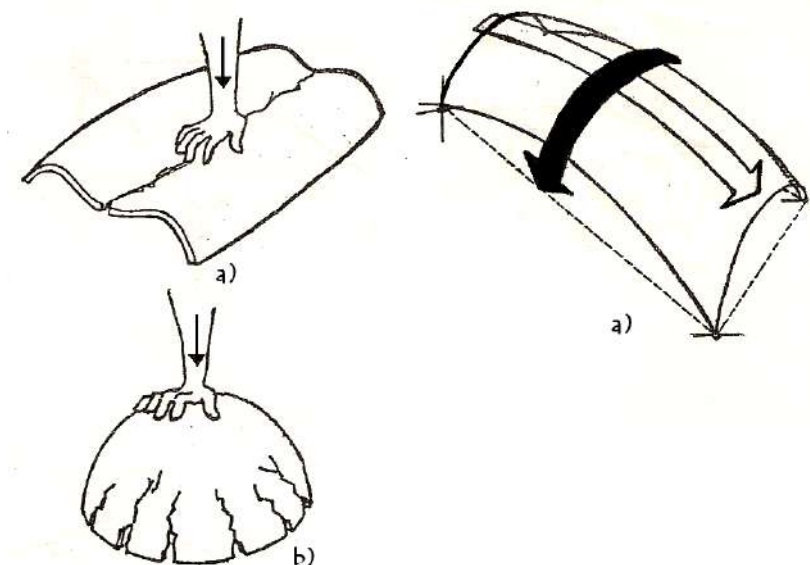
La carga en un sitio se transmite
a otros puntos de la losa.
Continuidad, redundancia

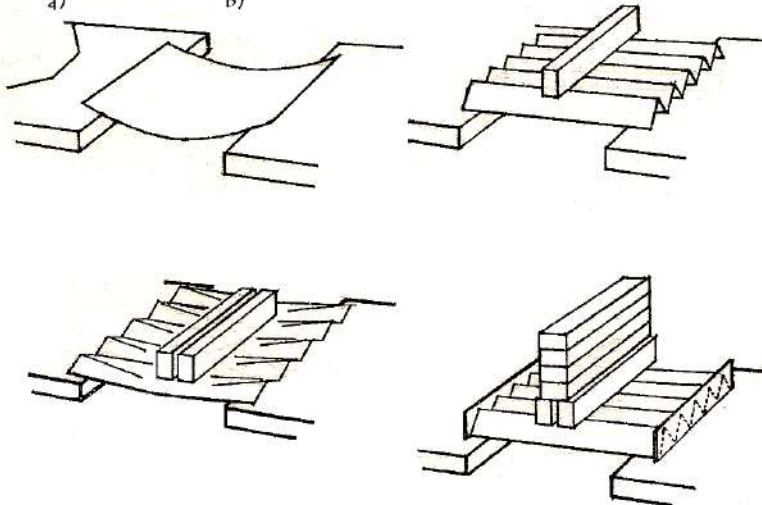
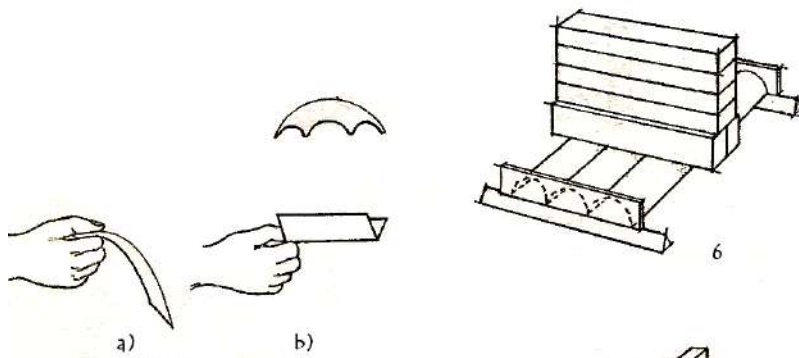
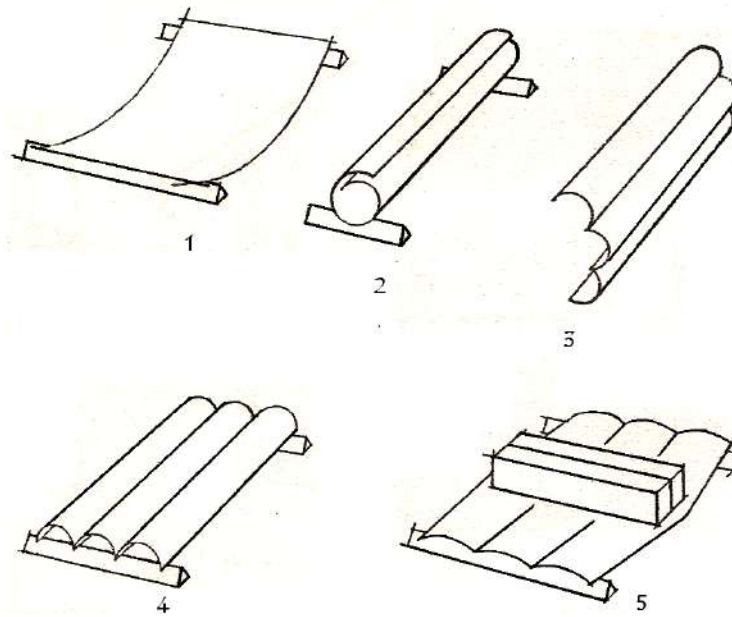


1.4 Bóvedas, cúpulas y paraboloides elípticos

1.4.1 Forma

1.4.2 Al evitar el desplazamiento
de los bordes aumenta la
resistencia





1.5 Efecto de la forma

Aumento del momento de inercia y de la resistencia

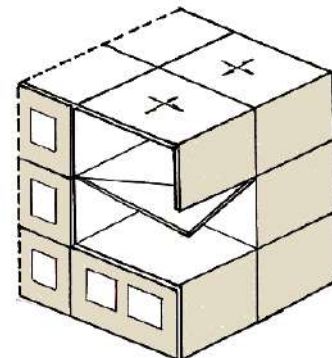
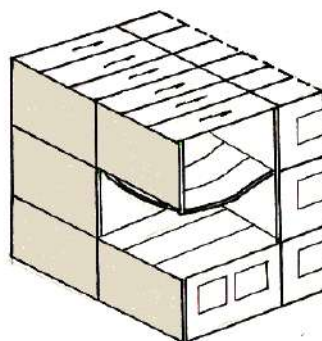
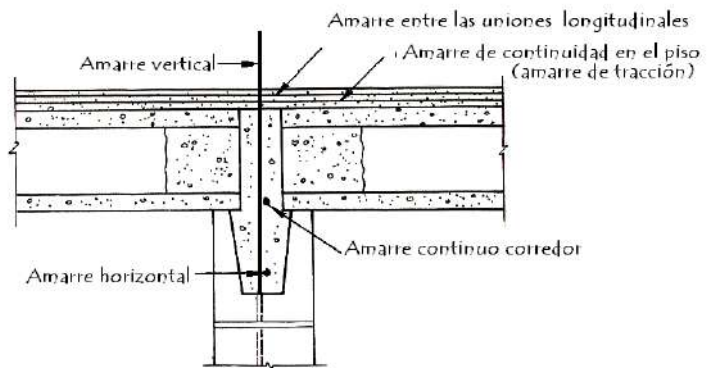
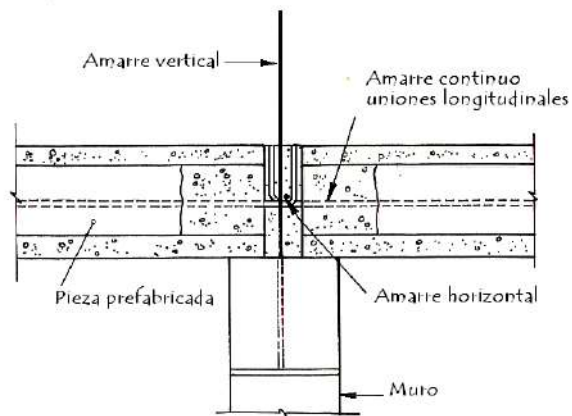
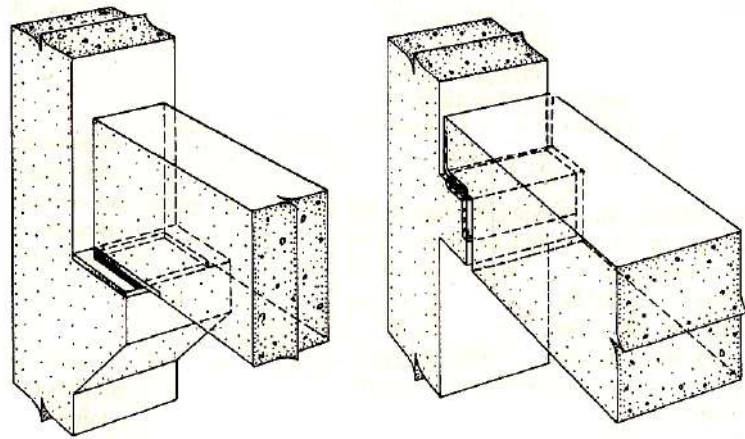
1.6 Estructuras plegadas

Efecto de la forma: aumento de la inercia y de la resistencia

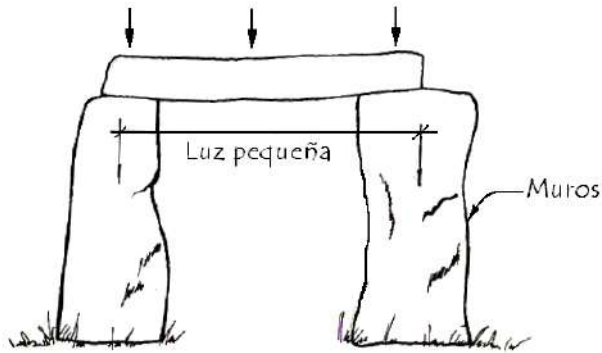
2. ASPECTOS IMPORTANTES EN EDIFICIOS PREFABRICADOS

2.1 Uniones

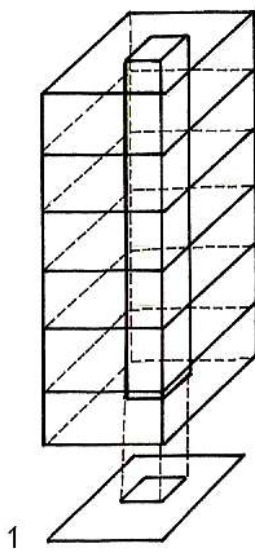
Las uniones son la vida de una estructura prefabricada (además ver capítulos 6 y 11)



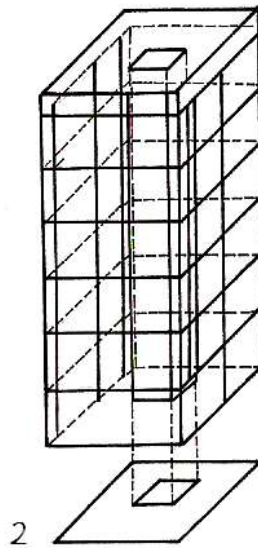
2.2 Colapso progresivo



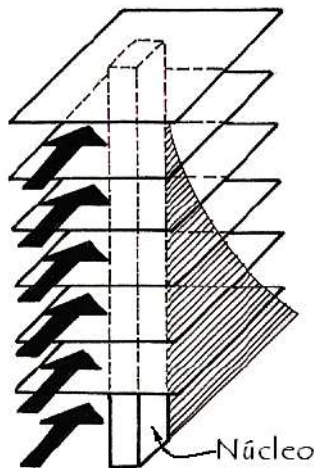
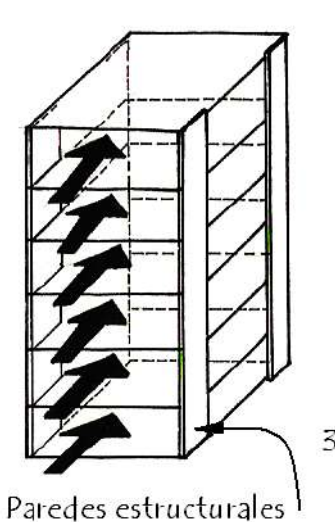
CAVERNA PREHISTÓRICA



1
ESTRUCTURA CON
NÚCLEO CENTRAL



2
ESTRUCTURAS COLGADAS
Ó SUSPENDIDAS



3
FORMA DE RESISTIR LAS
FUERZAS HORIZONTALES

3. DESARROLLO DE LAS FORMAS

3.1 Edificios sobre muros

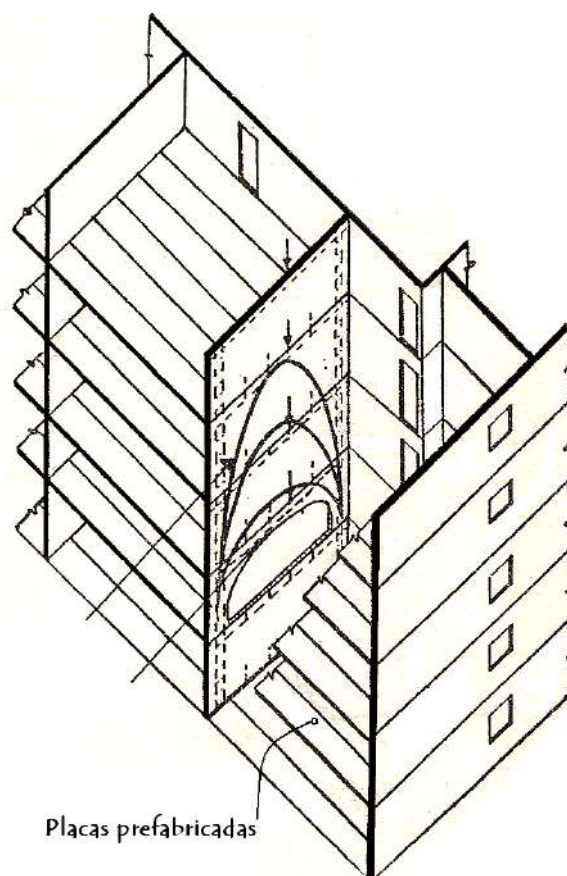
No hay separación entre fundación portante y protectora

3.1.1 Sistemas estructurales modernos con paredes: edificio de gran altura

3.1.2 Sistemas estructurales modernos sobre muros: Edificios de baja altura

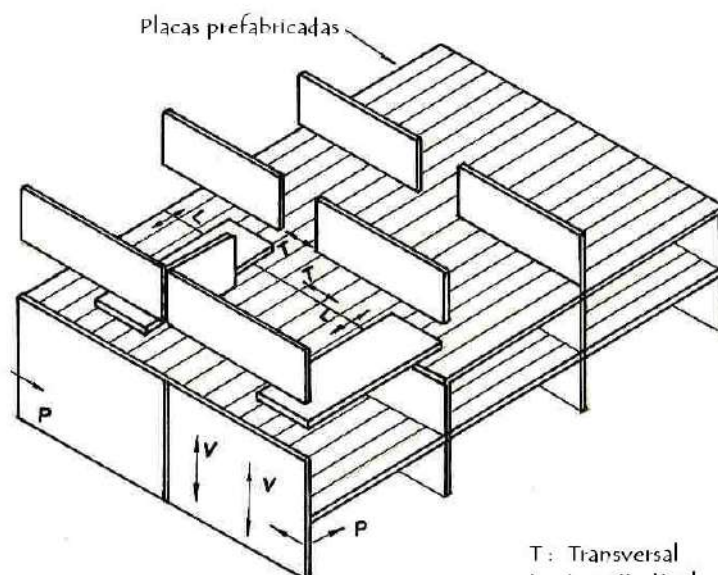
3.1.3 Posibilidades

- Mampostería
- Cortina
- Túnel
- Formaleta deslizante, etc.



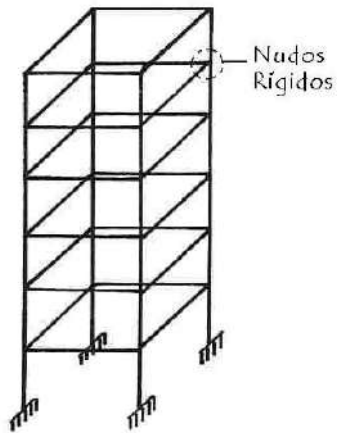
3.1.4 Otros aspectos

- Amarres

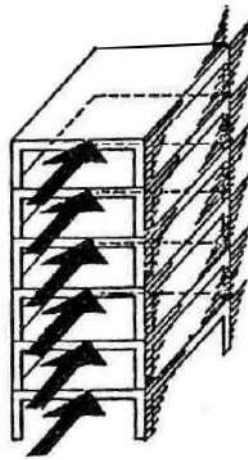


T: Transversal
L: Longitudinal
V: Vertical
P: Periférico

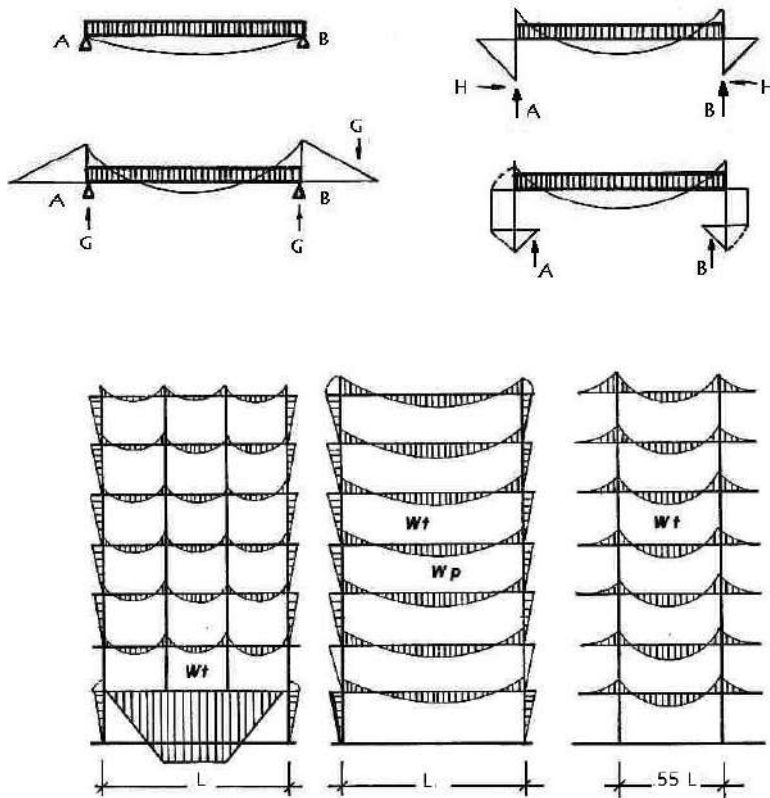
LOCALIZACION ESQUEMATICA DE LOS AMARRES
DE TRACCION EN ESTRUCTURAS SOBRE MUROS



ESTRUCTURA APORTICADA
MONOLÍTICA DE VARIOS PISOS



FORMA DE RESISTIR LAS FUERZAS
HORIZONTALES (ACCIÓN PÓRTICO)



CONFRONTACIÓN DE LAS DISTINTAS REALIZACIONES DE LA
ESTRUCTURA PORTANTE PARA UN EDIFICIO DE VARIOS PISOS

Realizando una confrontación económica de las tres soluciones con base en los momentos flectores totales soportados por los distintos miembros, se deduce fácilmente que la segunda solución requiere, grosso modo, una cantidad de material del orden de 1,6 veces la de la primera, mientras que la tercera necesita porco más de la mitad. Es fácil entrever cuán diversos aspectos arquitectónicos pueden obtenerse con las tres soluciones.

3.2 Edificios aporticados

Existe una separación entre la función portante y protectora

3.2.1 Continuidad

Hay un flujo ininterrumpido de fuerzas.

Parentesco entre vigas y pórticos

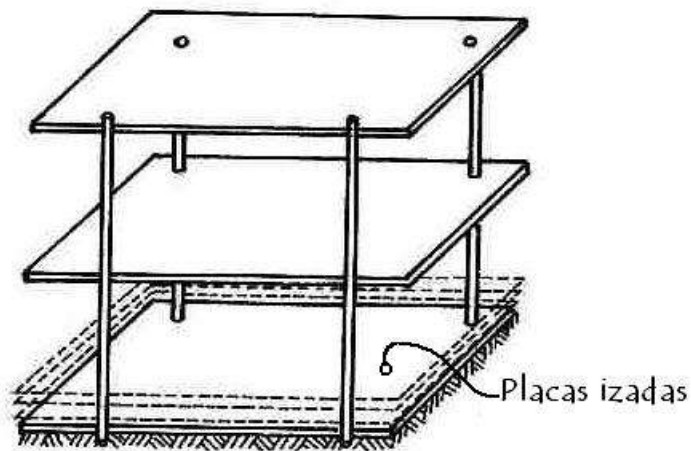
3.2.2 Algunas consideraciones económicas

3.3 Otros sistemas

Existen muchas otras posibilidades constructivas

Por ejemplo:

- Lift slab
- Túnel
- L P, etc.

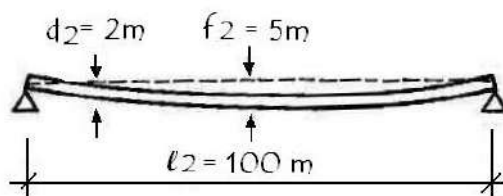
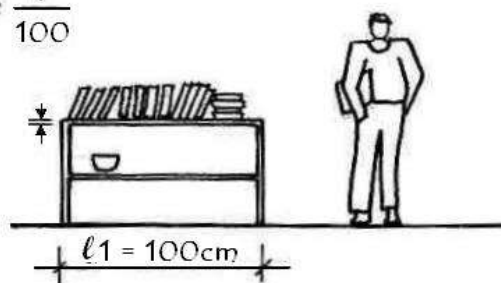


LIFT - SLAB

3.4 Para recordar

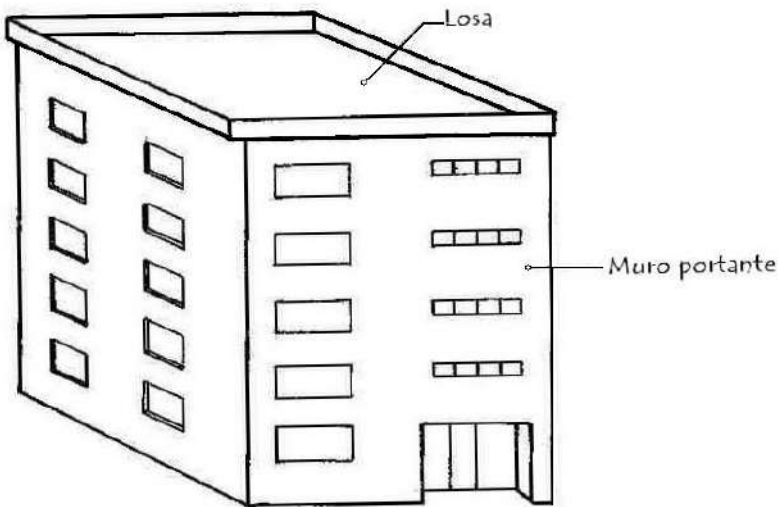
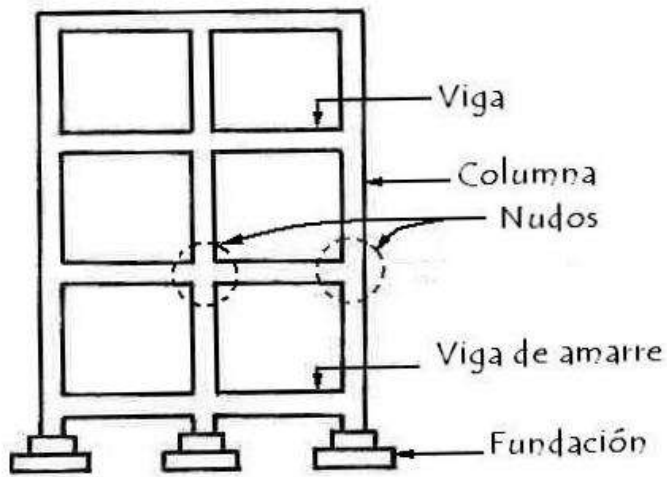
$$\frac{d_1}{\ell_1} = \frac{d_2}{\ell_2} = \frac{1}{100}$$

$$d_1 = 2 \text{ cm}$$



11

ASPECTOS CONSTRUCTIVOS Y DE DISEÑO IMPORTANTES



1. ASPECTOS SISMICOS

1.1 Tipos de estructuras

1.1.1 Estructura flexible aporticada

1.1.2 Estructura rígida

NO RECOMENDABLE

RECOMENDABLE

2. FORMAS DE LA SUPERESTRUCTURA (*)

2.1 Configuración volumétrica

2.1.1 Ideal para comportamiento y análisis

2.1.2 Buena simetría, análisis un poco más difícil

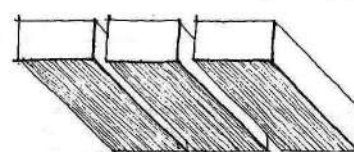
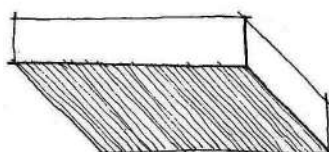
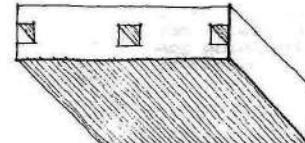
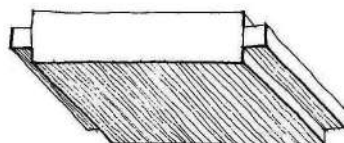
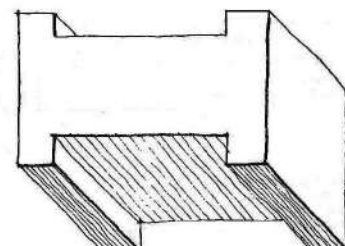
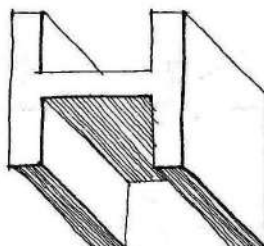
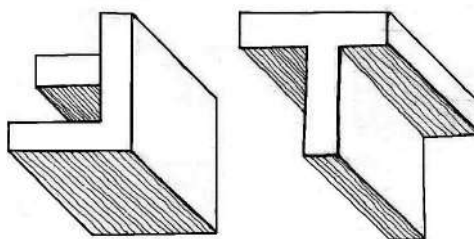
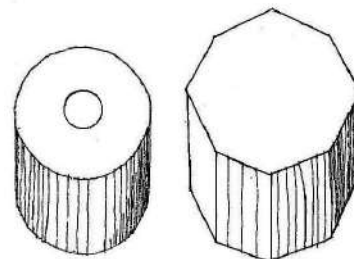
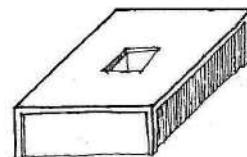
2.1.3 Presentan efectos asimétricos

2.1.4 Aletas demasiado largas dificultan la predicción del comportamiento

2.1.5 Los puntos fijos exteriores a la planta general, crean problemas de análisis y despiece

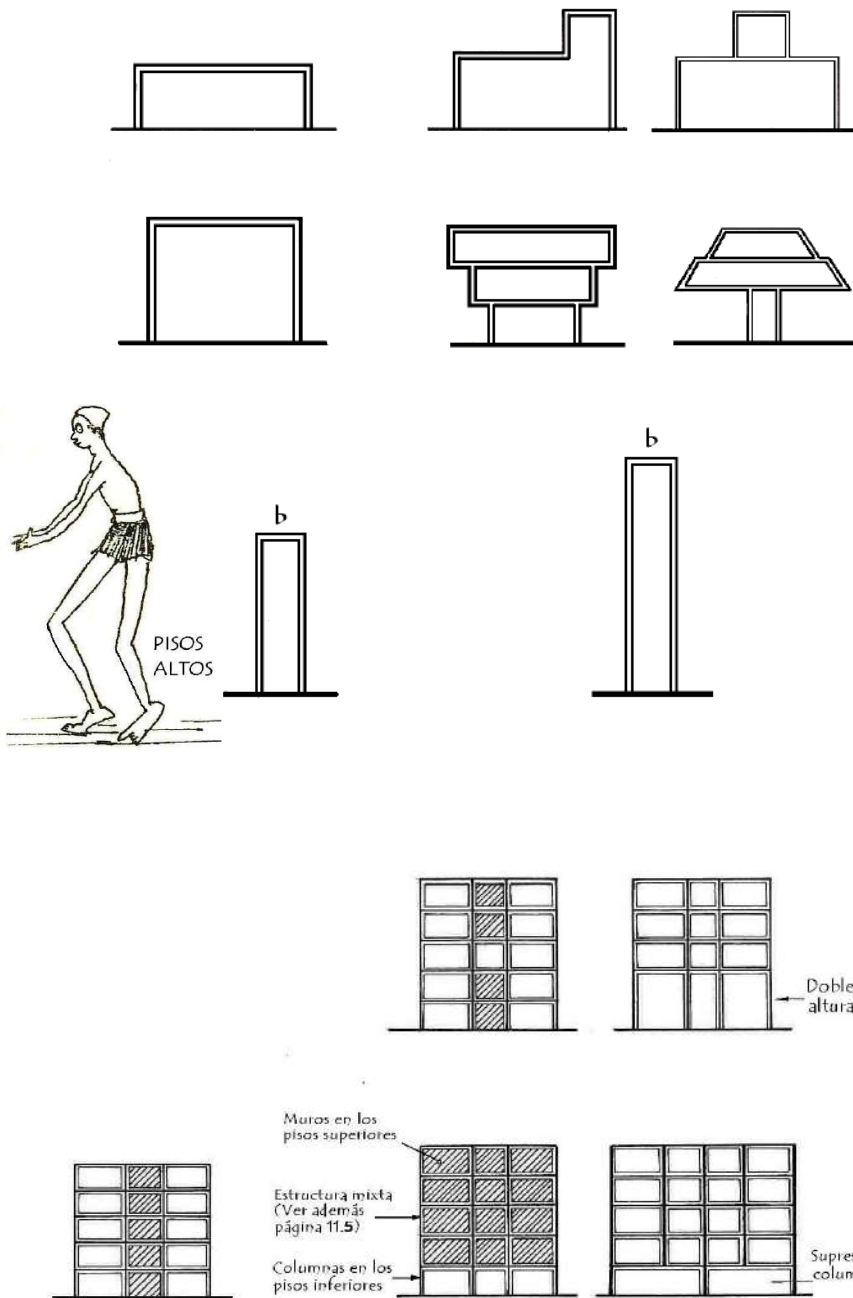
2.1.6 Planta demasiado larga puede presentar acortamientos diferentes en los extremos opuestos

Con base en la información presentada en "Determinación de la forma estructural en el diseño antisísmico", por : Armando Ramírez V., Boletín técnico No. 9, AIS



RECOMENDABLE

NO RECOMENDABLE



2.2 Configuración vertical

2.2.1 El retroceso de fachadas impide el análisis por el método de la fuerza horizontal equivalente

2.2.2 Las estructuras de tipo péndulo invertido presentan delicados problemas de torsión y flexión

2.2.3 Edificios muy esbeltos tienen deflexiones horizontales excesivas

2.2.4 Cambios de rigidez a través de la altura, crean problemas de análisis y disposición del refuerzo

2.2.5 Los pisos flexibles son muy vulnerables

2.3 Configuración en planta

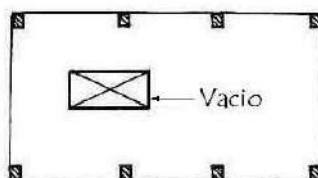
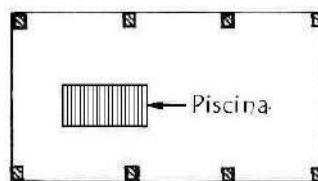
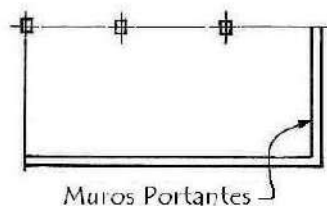
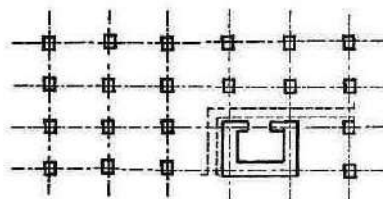
2.3.1 La no coincidencia de los centros de masa y rigidez produce efectos torsionales indeseables

2.3.2 La mala distribución de la rigidez puede producir grandes excentricidades

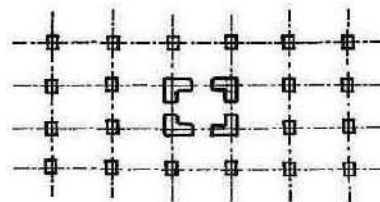
2.3.3 La mala distribución de la masa engendra grandes torsiones

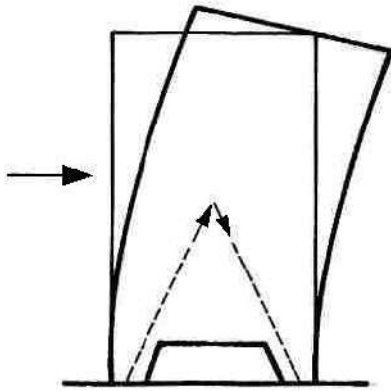
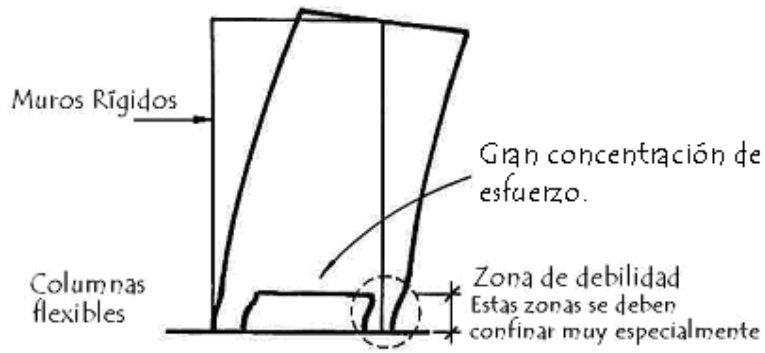
2.3.4 Las diferencias de rigidez en el diafragma produce mala distribución de las fuerzas sísmicas.

NO RECOMENDABLE



RECOMENDABLE





2.4 Estructuras mixtas

2.4.1 Un cambio en la rigidez ocasiona grandes concentraciones de fuerzas
Este tipo de estructura se desaconseja en zonas sísmicas

2.4.2 Otros aspectos sobre estructuras mixtas

3. JUNTAS DE CONSTRUCCION Y TRASLAPOS

Son zonas de debilidad para la estructura

3.1 En losas:

Tratar al máximo de no efectuar cortes de vaciado de vigas

principales

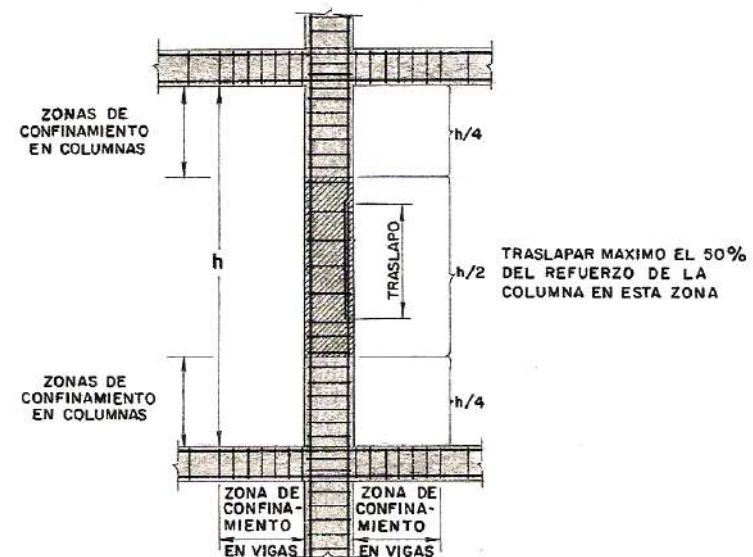
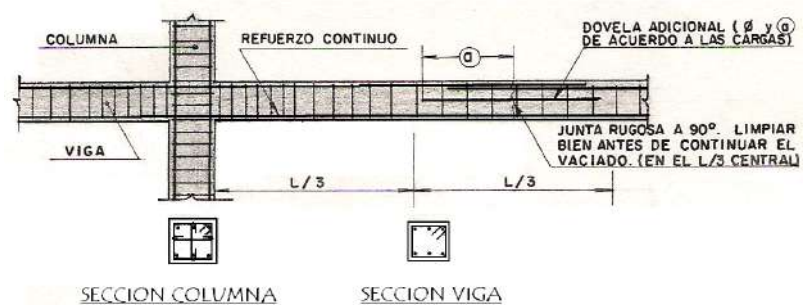
Planear los vaciados para que la junta de construcción quede en el tercio central.

Importante: En voladizos están prohibidas las juntas

3.2 En columnas

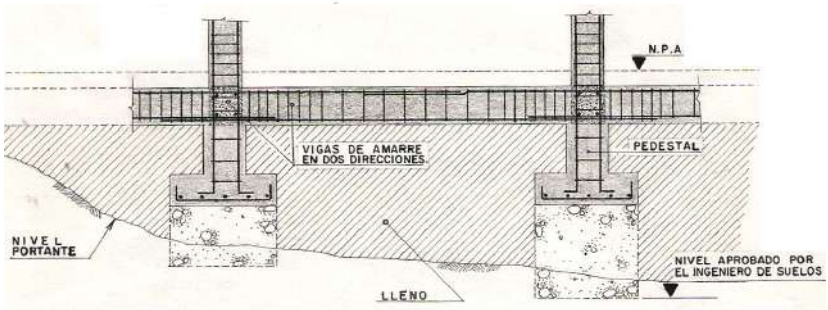
Traslapar al máximo el 50% del refuerzo de la columna en la zona central.

Ningún traslapo en otro sitio debe ser menor de 40ϕ para diámetros hasta de $5/8$ y 50ϕ para diámetros mayores. Pero nunca traslapar la totalidad del refuerzo en una sección.

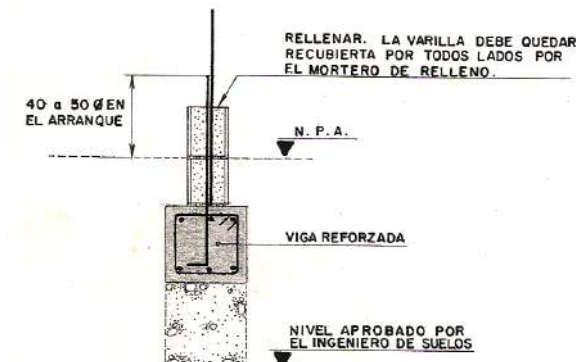


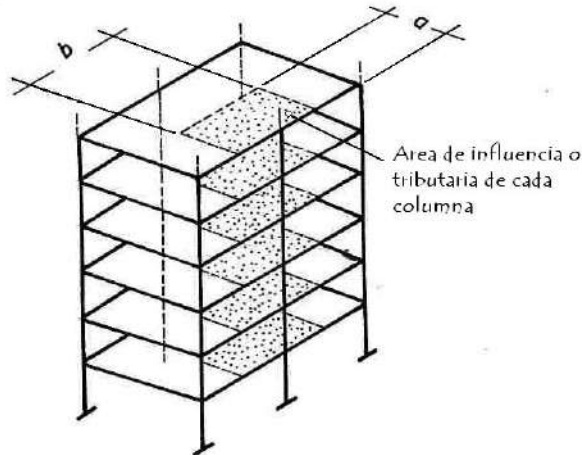
4. FUNDACIONES

4.1 Estructuras flexibles



4.2 Estructuras rígidas





5. PREDIMENSIONAMIENTO PARA CARGAS VERTICALES

Para estructuras normales

5.1 Columnas

10 cm² de sección
por cada m² de área tributaria

5.2 Vigas

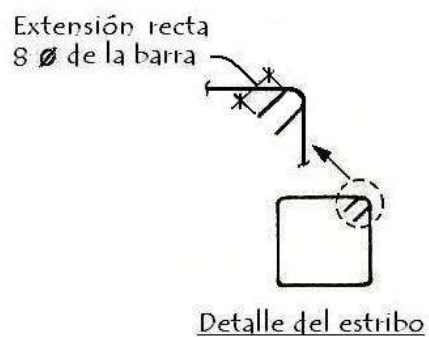
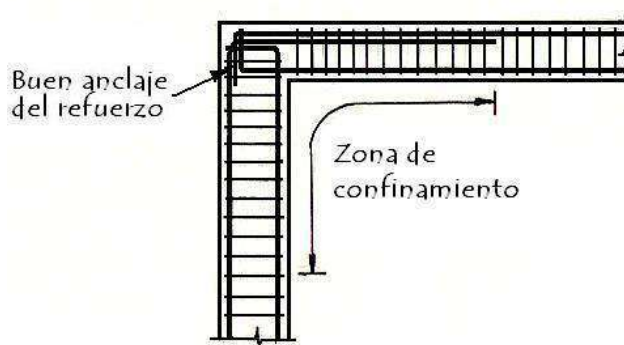
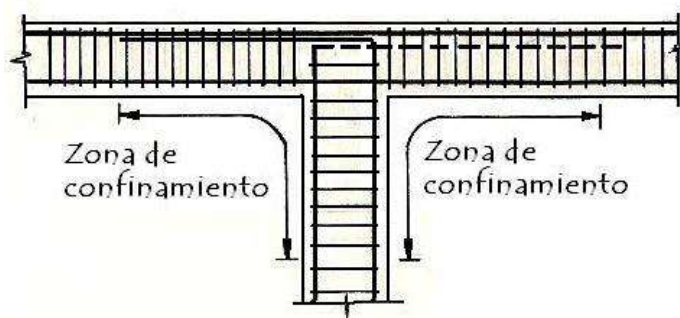
1 cm de profundidad por cada
15 cm de luz. El doble para
voladizos.

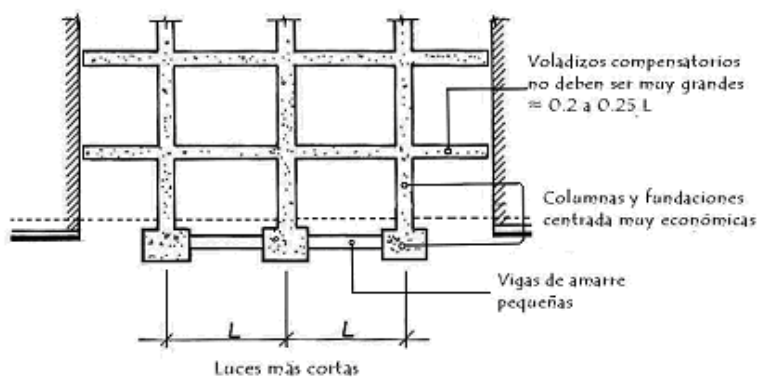
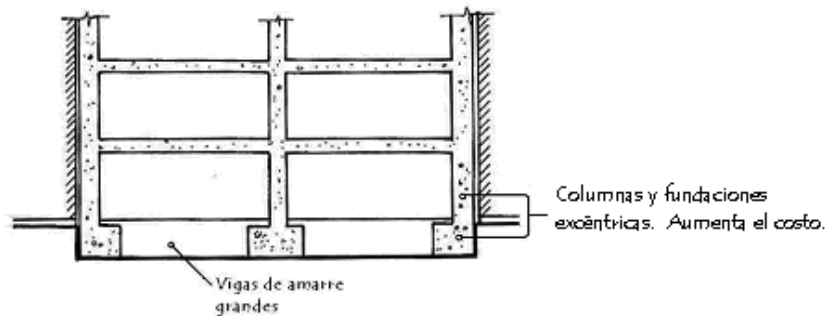
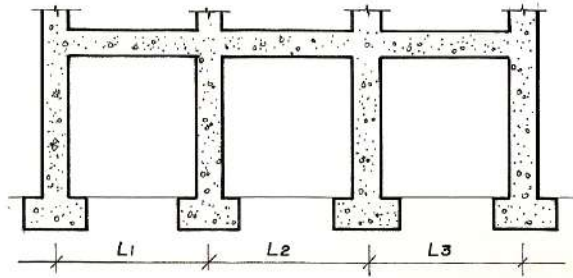
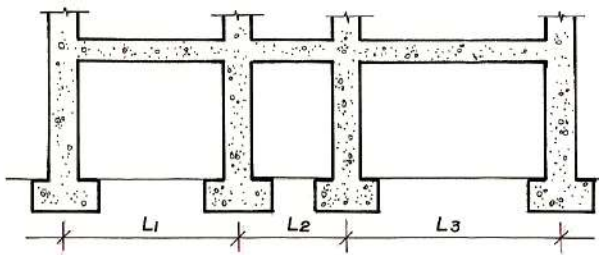
6. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS IMPORTANTES

6.1 Zonas confinadas y unión de vigas y columnas

Importante:

Amarrar muy bien con refuerzo las vigas y las columnas





7. SITUACIONES

7.1 Uniformidad

7.1.1 Luces L_1 , L_2 , L_3 muy diferentes. Solución muy costosa

7.1.2 Luces iguales

Solución clara, bajo costo

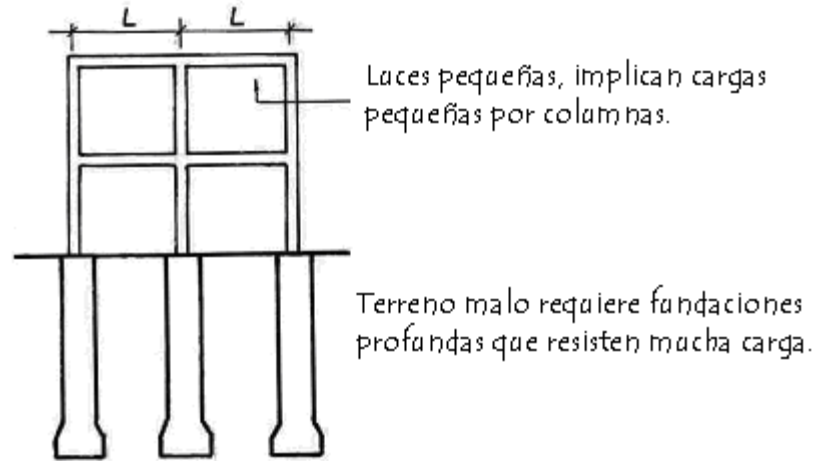
7.2 Medianerías

7.2.1 Peligros de derrumbe, construcción lenta vs. tiempo

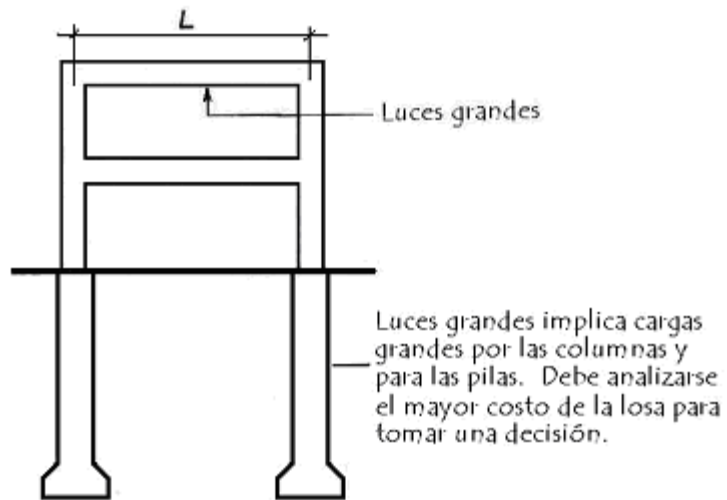
7.2.2 Construcción rápida y sin Problemas con los vecinos

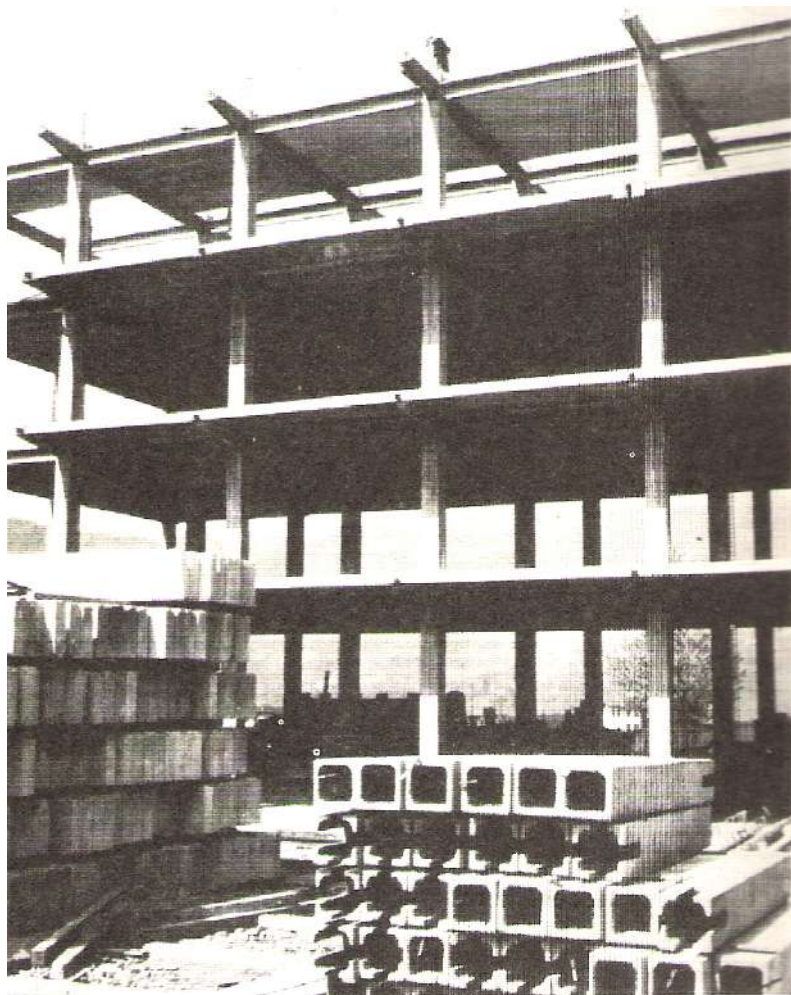
8. MAGNITUD DE CARGA Y TIPO DEL SUELO

Solución muy costosa, pues las pilas están subutilizadas



Solución más económica, las pilas son utilizadas óptimamente

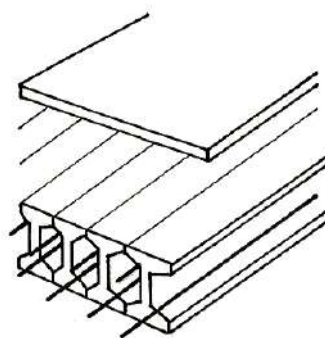




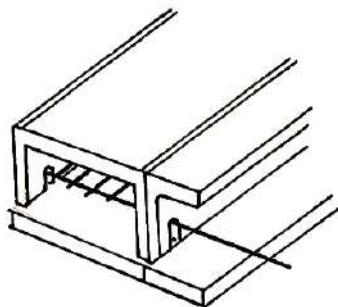
9. SISTEMAS PREFABRICADOS

Mampostería estructural, muros y losas prefabricadas, etc. requieren personal bien entrenado. Esto implica que se justifique solo para proyectos muy grandes donde se alcanza a preparar el personal en las primeras etapas.

9.1 Losa prefabricada vigas en I hormigón armado

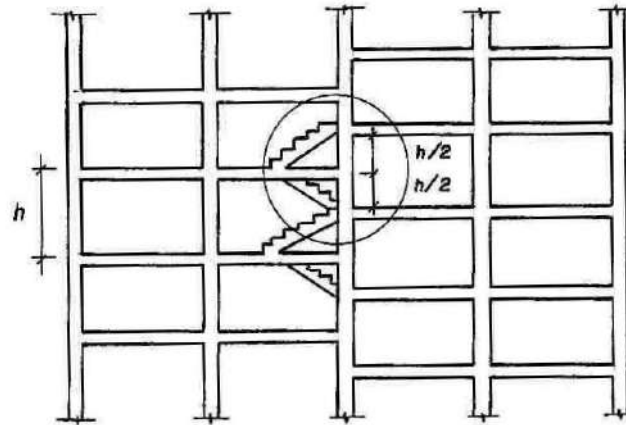


9.2 Vigas prefabricadas, Hormigón armado en II



10. EDIFICIOS A MEDIOS PISOS

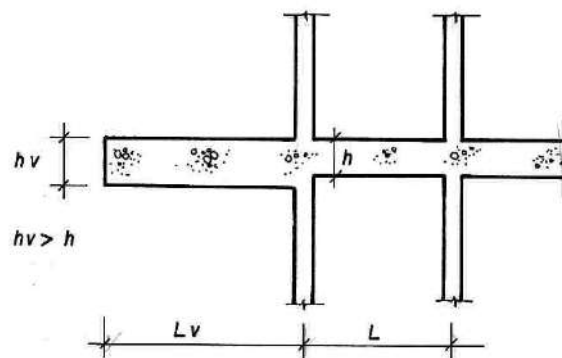
Solución estructural y constructiva difícil. Estructuralmente, las columnas de media altura son muy desfavorables



11. VOLADIZOS MUY GRANDES

$L.V. > 0,40 L$

Son muy deformables y costosos. Exigen estructuras desproporcionadas para evitar que se deflecten



12. SECCION DE VIGAS

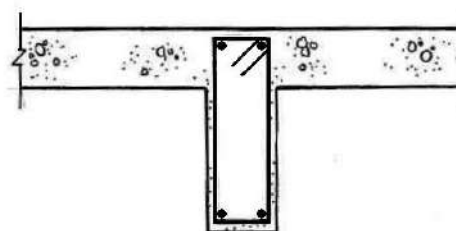
12.1 Alternativa A

Losa con vigas profundas

Principal ventaja: muy eficiente desde el punto de vista estructural $\Rightarrow$ Menor concreto y refuerzo

Principal desventaja:

Formaletería costosa



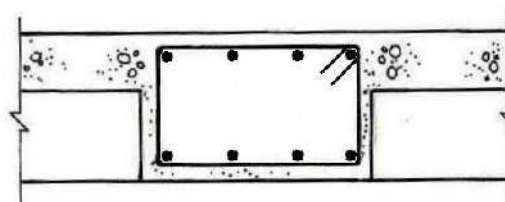
12.2 Alternativa B

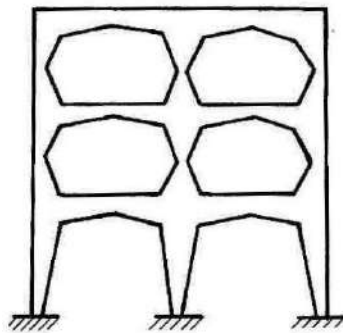
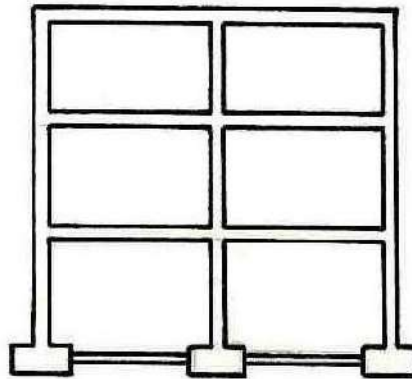
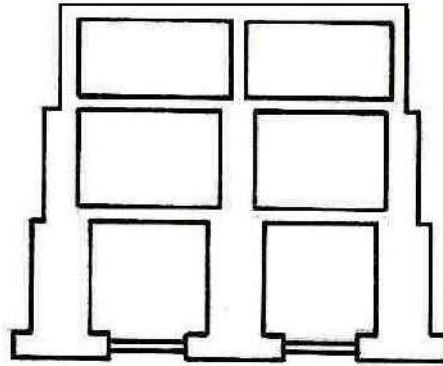
Losa plana

Principal ventaja: Formaletería simple $\Rightarrow$ Formaletería más económica

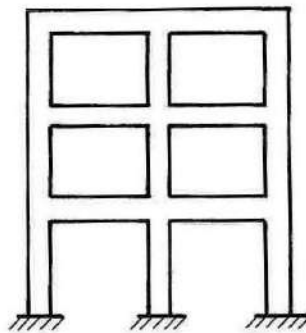
Principal desventaja: Poco efectiva estructuralmente $\Rightarrow$

Mayor concreto y refuerzo y mayores posibilidades de deflexiones indeseables





Solución lógica estructuralmente, sin embargo:



Solución más económica: más lógica constructivamente, más simple, menor tiempo de construcción.

13. SECCION DE COLUMNAS

13.1 Alternativa A

Columnas de sección variable

Ventajas: Estructuralmente más Lógico. Es adaptable al flujo de cargas, hay pequeña economía de materiales

Desventajas: Costo de formaletería altísimo, mayor tiempo de construcción, cada piso es diferente

No hay posibilidad de estandarización

13.2 Alternativa B

Columnas de sección uniforme

Ventajas: Simplicidad y economía general

Conclusión

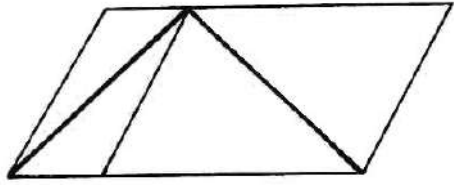
Se prefiere la alternativa B

RESUMEN

14 REGLAS GENERALES

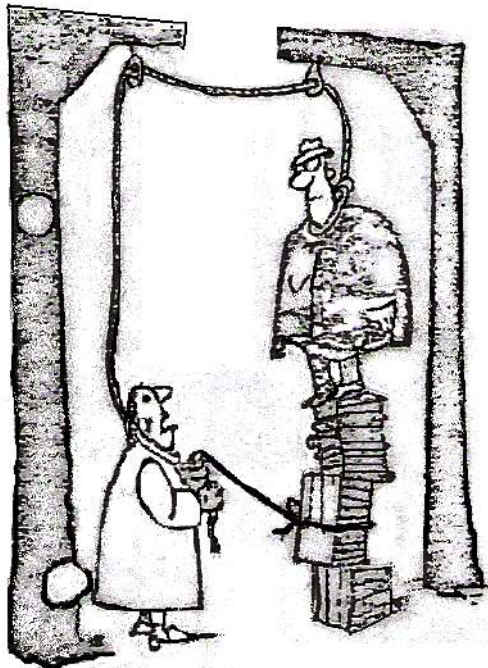
- 14.1 UNIFORMICE EL TAMAÑO DE LAS COLUMNAS. DONDE SEA POSIBLE DEBE TRABAJAR CON UN SOLA SECCION DE COLUMNAS
- 14.2 UNIFORMICE EL ESPACIAMIENTO DE COLUMNAS, DIMENSIONES DE VIGAS, TIPO Y DIMENSIONES DE LOSAS
- 14.3 HAGA ESTUDIOS COMPARATIVOS
- 14.4 CONFORME UN GRUPO DE TRABAJO CON EL INGENIERO ESTRUCTURAL Y EL INGENIERO DE SUELOS (DÉJESE ACONSEJAR)
- 14.5 LA SOLUCIÓN OPTIMA PARA CADA PROYECTO, DEPENDE DE MUCHOS FACTORES. ES NECESARIO QUE EL GRUPO DE TRABAJO LOS ANALICE Y OBTENGA ASI LA MEJOR SOLUCIÓN.

Las cosas no son siempre
lo que ellas parecen ser.



Obtener el máximo rendimiento del dinero del cliente es una de las leyes no escritas de la Ingeniería. En efecto, se ha definido como Ingeniero a aquella persona que puede hacer con cierta cantidad de dinero lo que cualquier tonto hace con el triple.

Tomado de "INTRODUCCIÓN A LOS CONCEPTOS DE ANÁLISIS Y DISEÑO", (White et al)



UNA PREVISIÓN MUY NECESARIA ES SABER
QUE NO SE PUEDE PREVER TODO

(J. J. ROUSSEAU)

¿Está claro, que puedo hacer
contigo lo que quiero?

TRABAJO DE GRUPO

"LA VIDA ES MÁS SENCILLA DE LO QUE UNO CREE"

Para sobrellevarla sólo se necesita: Aceptar lo imposible,
renunciar a lo indispensable y soportar lo intolerable.

