



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
A LOS ASISTENTES A LOS CURSOS**

Las autoridades de la Facultad de Ingeniería, por conducto del jefe de la División de Educación Continua, otorgan una constancia de asistencia a quienes cumplan con los requisitos establecidos para cada curso.

El control de asistencia se llevará a cabo a través de la persona que le entregó las notas. Las inasistencias serán computadas por las autoridades de la División, con el fin de entregarle constancia solamente a los alumnos que tengan un mínimo de 80% de asistencias.

Pedimos a los asistentes recoger su constancia el día de la clausura. Estas se retendrán por el periodo de un año, pasado este tiempo la DECFI no se hará responsable de este documento.

Se recomienda a los asistentes participar activamente con sus ideas y experiencias, pues los cursos que ofrece la División están planeados para que los profesores expongan una tesis, pero sobre todo, para que coordinen las opiniones de todos los interesados, constituyendo verdaderos seminarios.

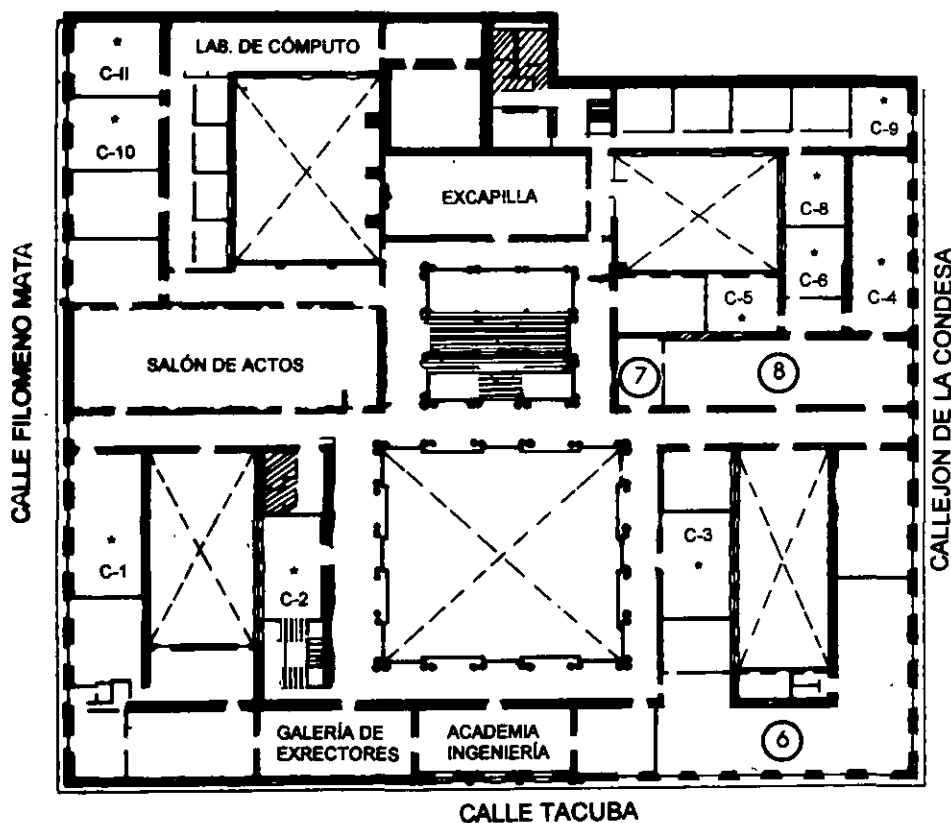
Es muy importante que todos los asistentes llenen y entreguen su hoja de inscripción al inicio del curso, información que servirá para integrar un directorio de asistentes, que se entregará oportunamente.

Con el objeto de mejorar los servicios que la División de Educación Continua ofrece, al final del curso deberán entregar la evaluación a través de un cuestionario diseñado para emitir juicios anónimos.

Se recomienda llenar dicha evaluación conforme los profesores impartan sus clases, a efecto de no llenar en la última sesión las evaluaciones y con esto sean más fehacientes sus apreciaciones.

**Atentamente
División de Educación Continua.**

PALACIO DE MINERÍA



1er. PISO

GUÍA DE LOCALIZACIÓN

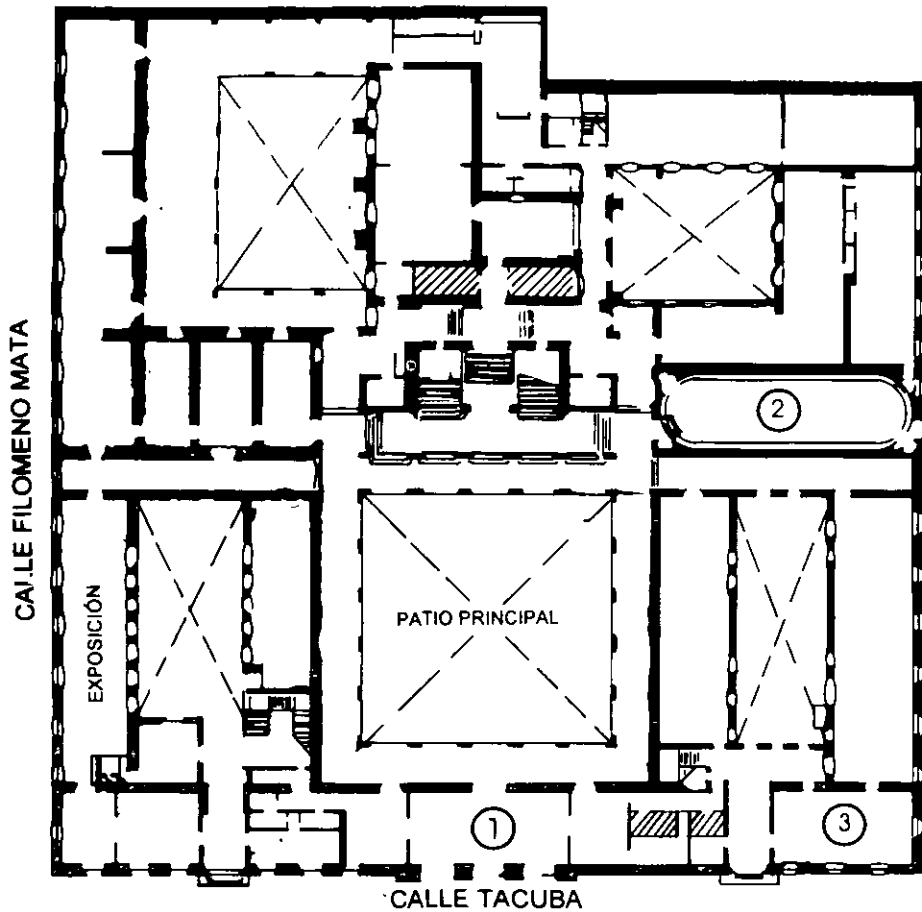
1. ACCESO
 2. BIBLIOTECA HISTÓRICA
 3. LIBRERÍA UNAM
 4. CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN "ING. BRUNO MASCANZONI"
 5. PROGRAMA DE APOYO A LA TITULACIÓN
 6. OFICINAS GENERALES
 7. ENTREGA DE MATERIAL Y CONTROL DE ASISTENCIA
 8. SALA DE DESCANSO
- SANITARIOS
- * AULAS



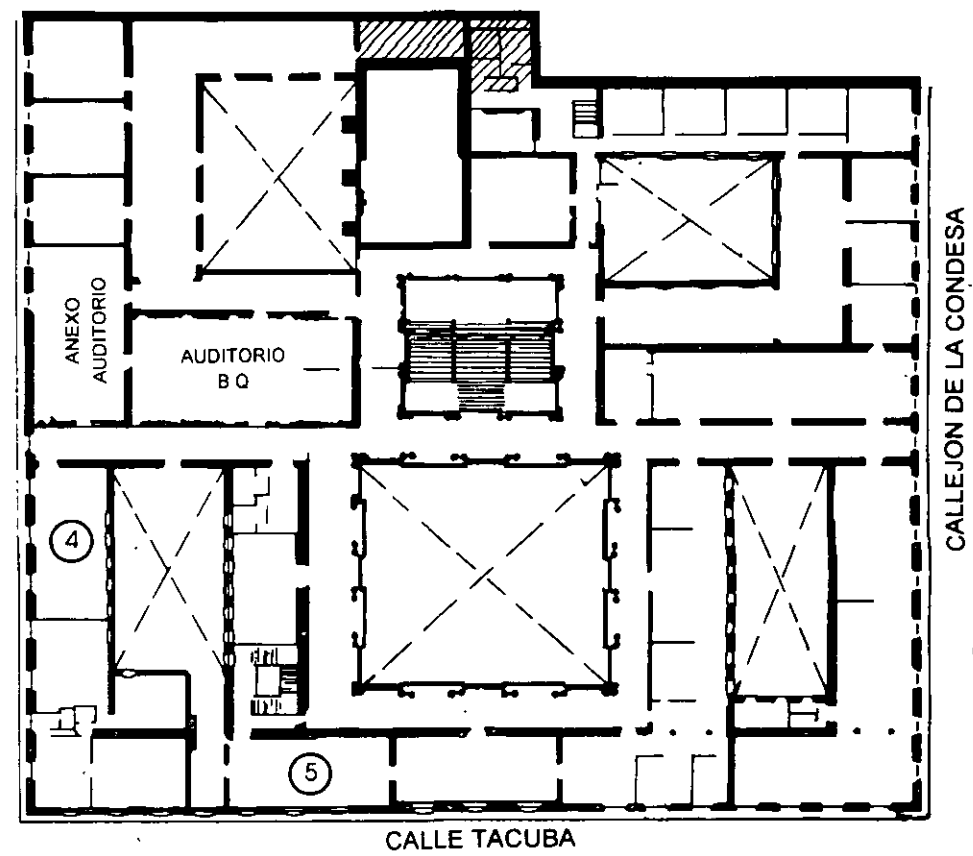
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERÍA U.N.A.M.
CURSOS ABIERTOS



PALACIO DE MINERIA



PLANTA BAJA



MEZZANINNE



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.
DIVISION DE EDUCACION CONTINUA**

CURSOS INSTITUCIONALES

**Curso
PROYECTO Y DISEÑO DE PUENTES**

**para
CAMINOS Y PUENTES FEDERALES
Coatzacoalcos, Ver.
23-25 de julio de 1997**

- Introducción al proyecto y diseño de puentes -

Ing. Francisco Aguilar Rodríguez

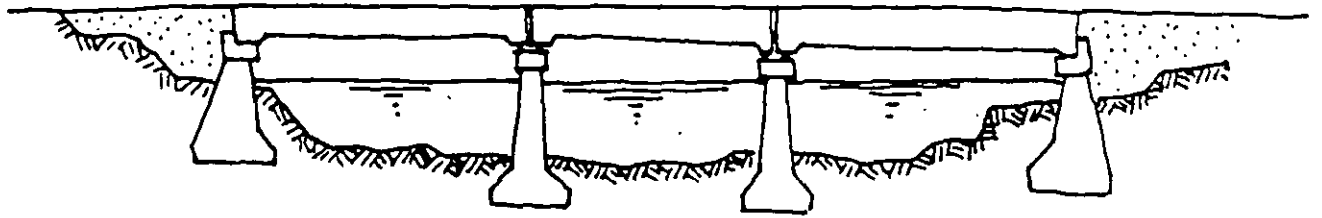
INTRODUCCION

PUENTES.

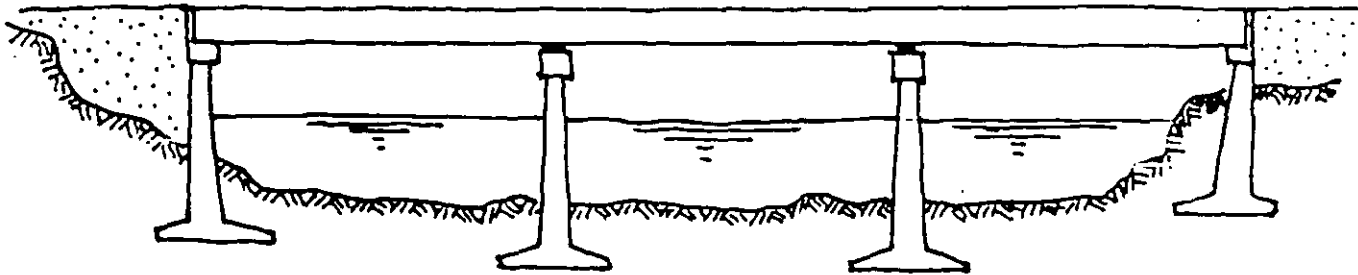
Clasificación.-

- | | |
|---|---|
| Por la naturaleza de la carga que soportan. | { Carreteros
Ferroviarios
Ductos (cerrados o abiertos)
Peatonales. |
| De acuerdo al trazo horizontal. | { Normales
Esviajados
En curva (circular o espiral) |
| De acuerdo al trazo vertical. | { Tangente (horizontal)
Tangente (con pendiente)
En curva vertical { Cresta
o
Columpio |
| Por el material empleado. | { De madera
De mampostería
De concreto { Reforzado { Pretensa
Presforzado { Postensa
De metal { Fierro
Acero |
| Por la movilidad e inmovilidad de la superestructura. | { Fijo
Móvil { Levadiz
Giratorio
Basculante
Deslizante |

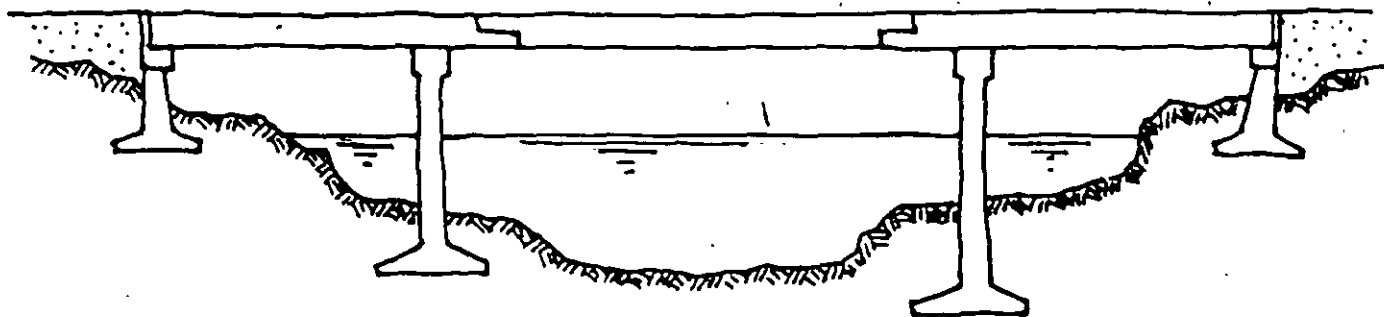
TIPOS DE PUENTES



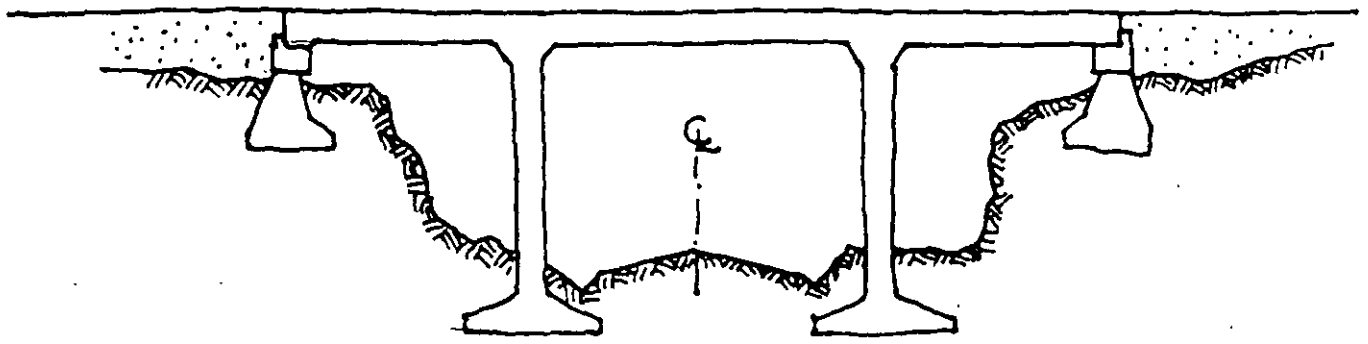
• Punte de tramos simplemente apoyados
(Isostáticos)



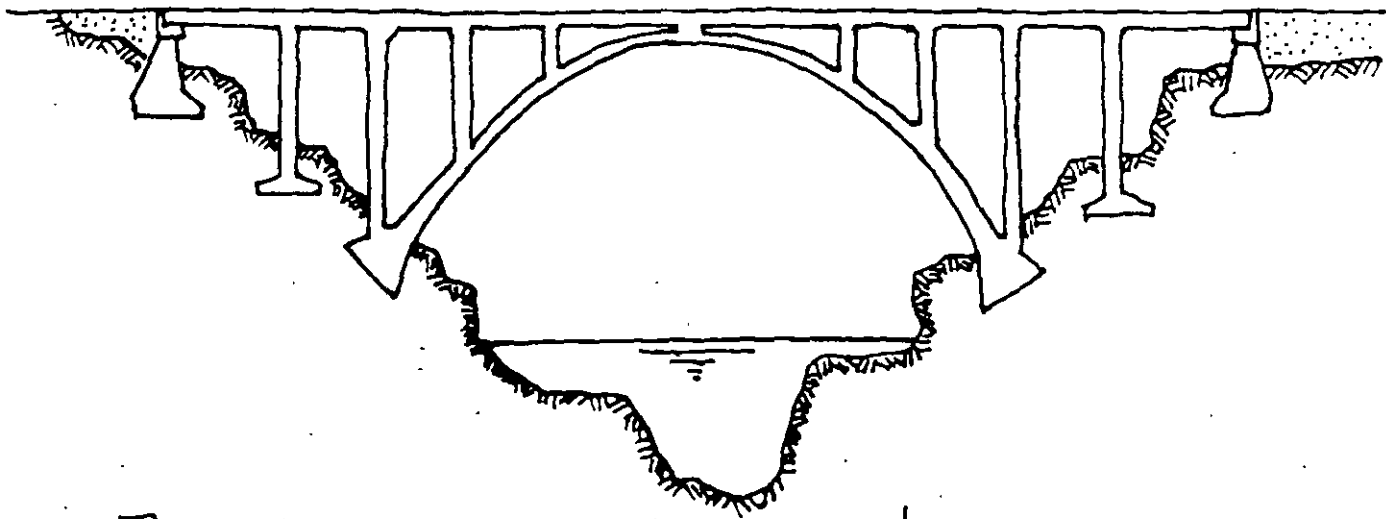
• Punte continuo
(Hiperestático)



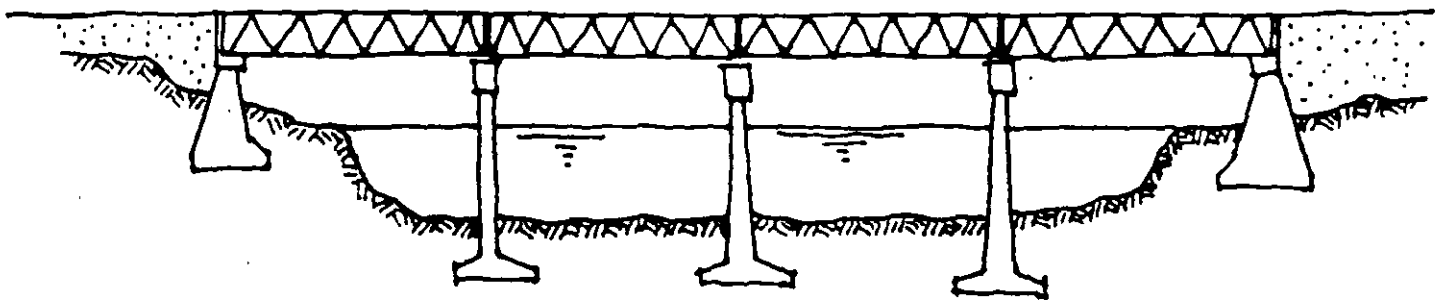
• Punte con tramo suspendido
(Articulado)



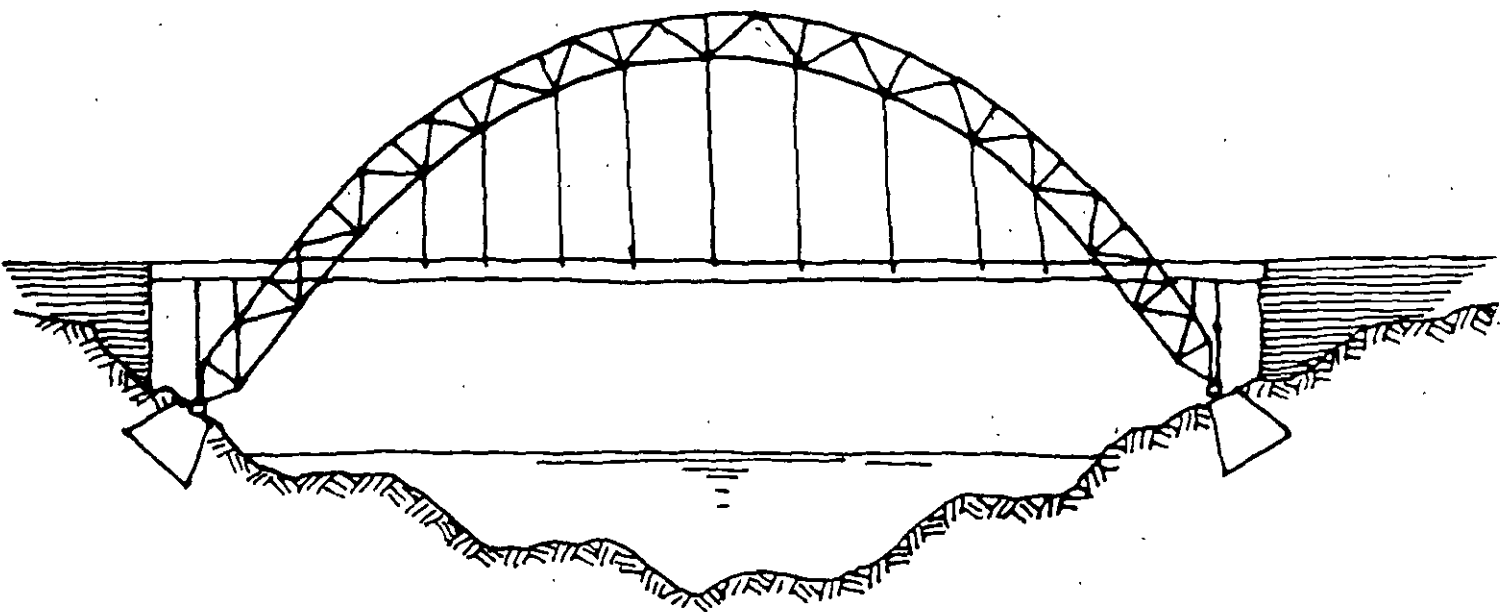
• Puente de marco



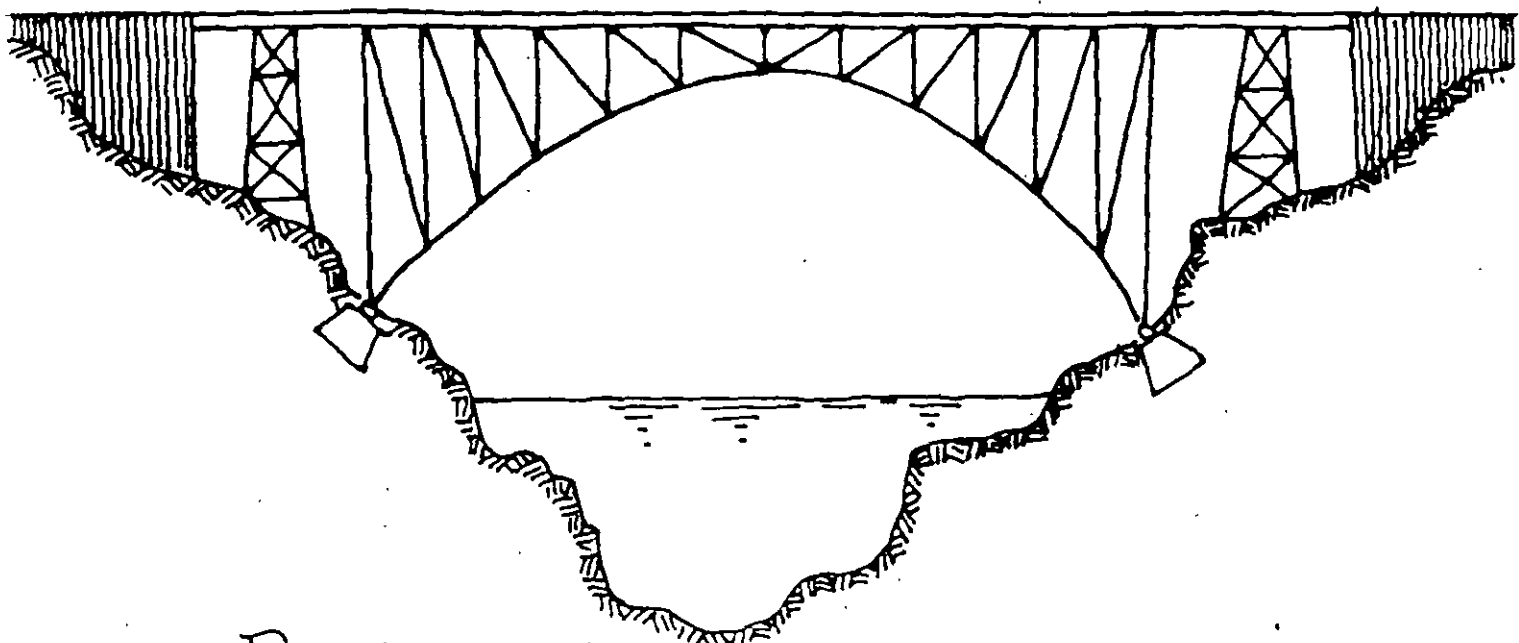
• Puente de arco con tímpanos



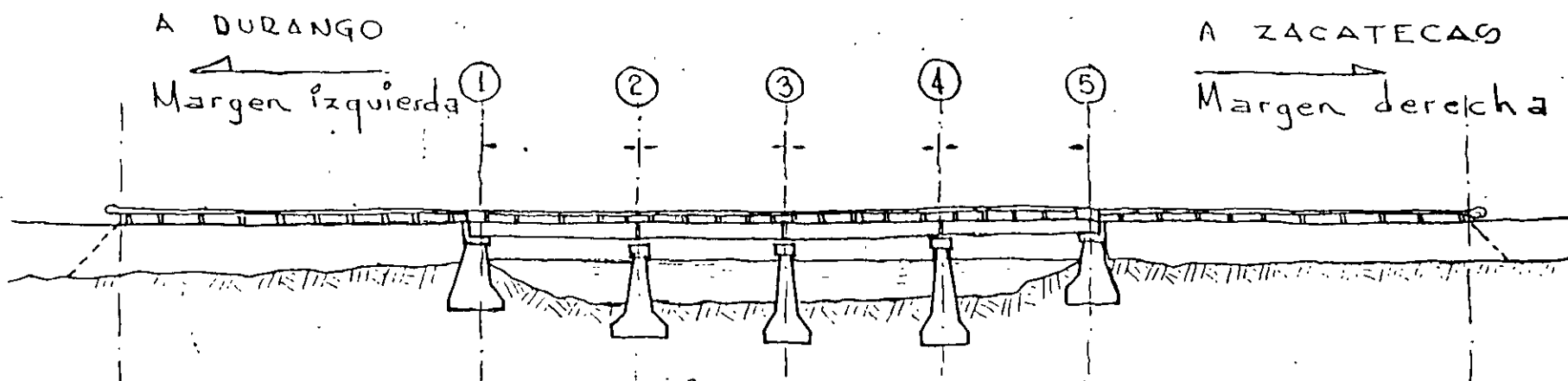
• Puente con tramos de armadura de acero simplemente apoyados



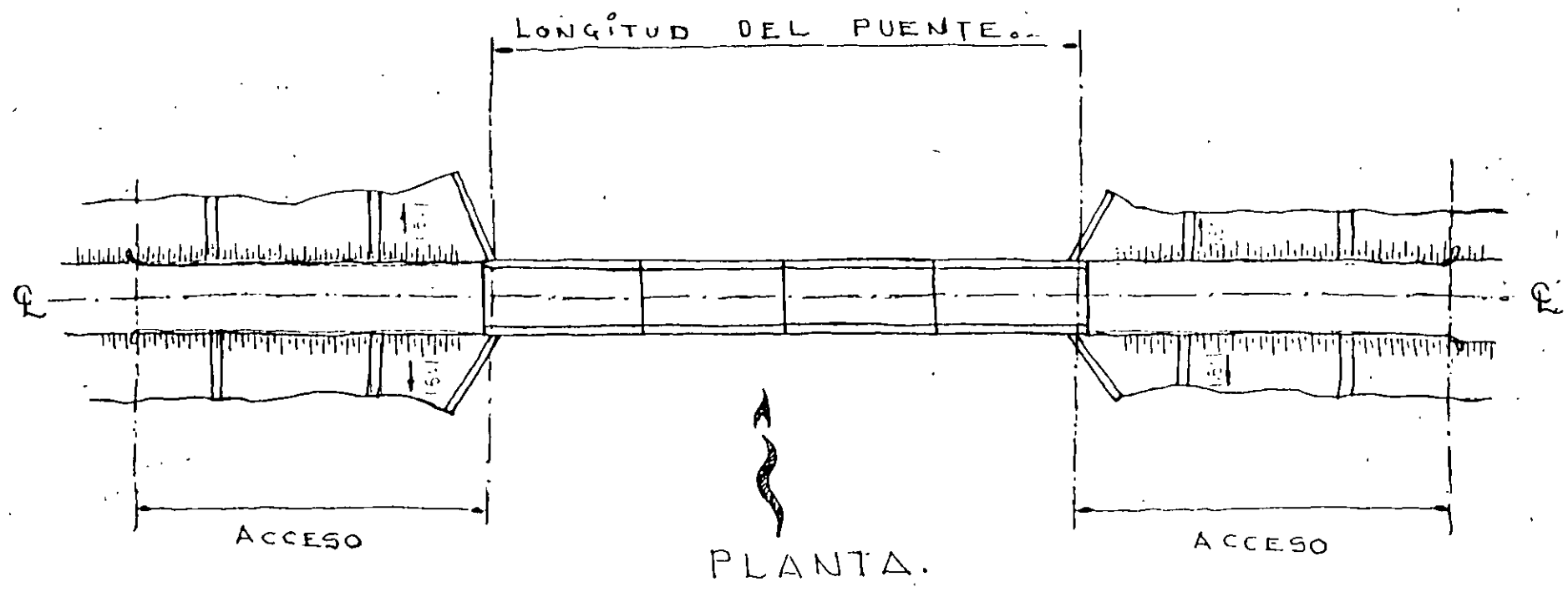
• Puente metálico de arco con 2 articulaciones. De paso a través

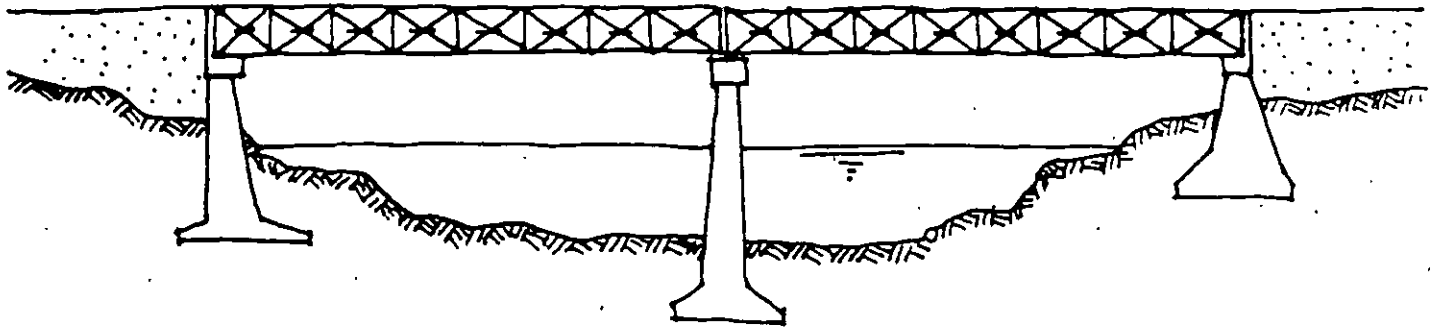


Puente metálico de arco con tres articulaciones. Paso superior

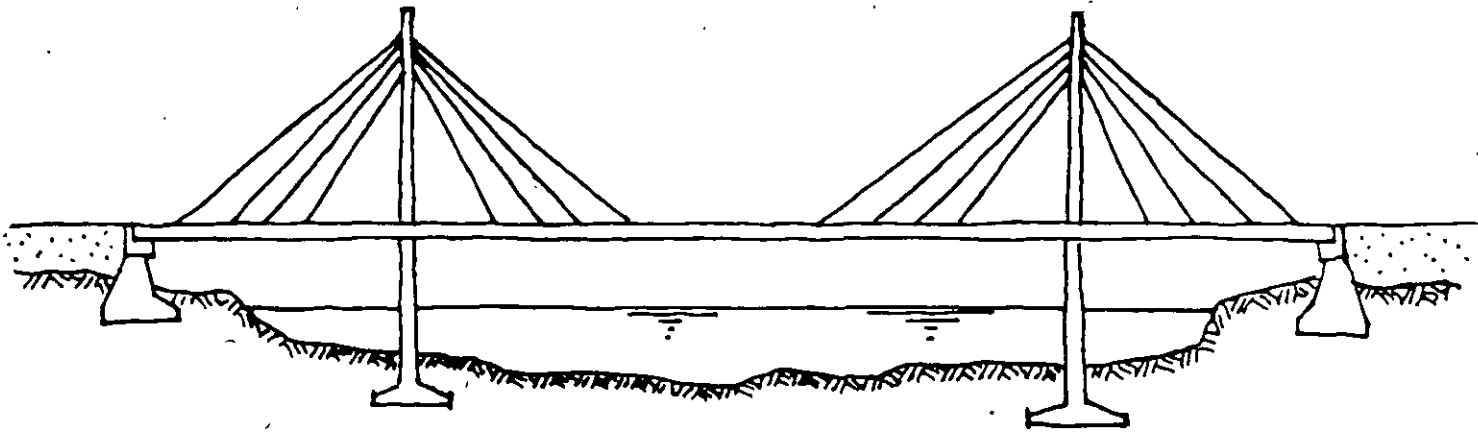


CORTE ELEVACION POR EL EJE DEL CAMINO

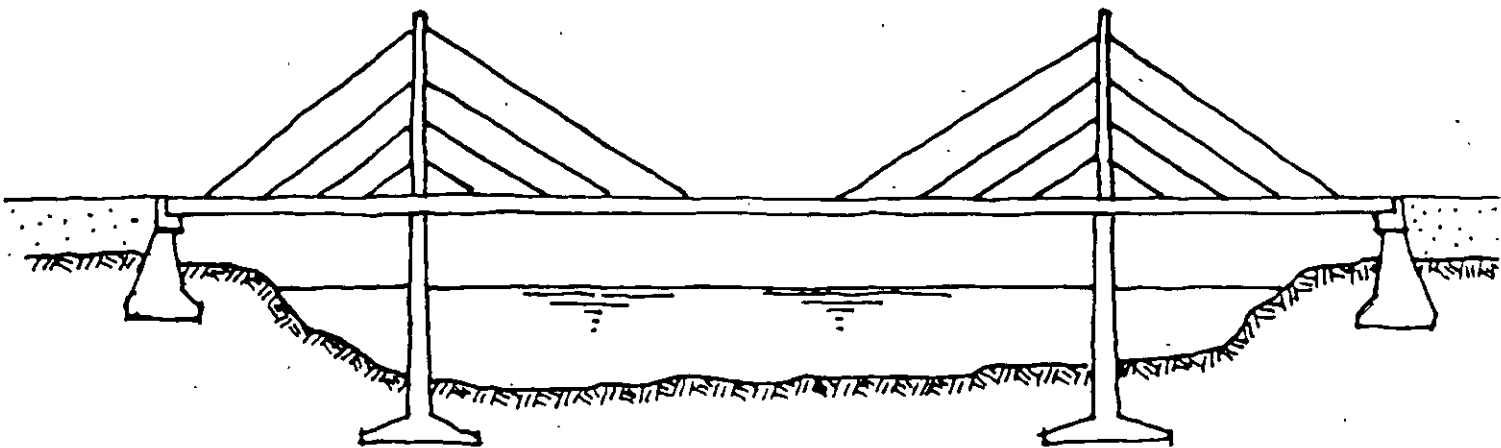




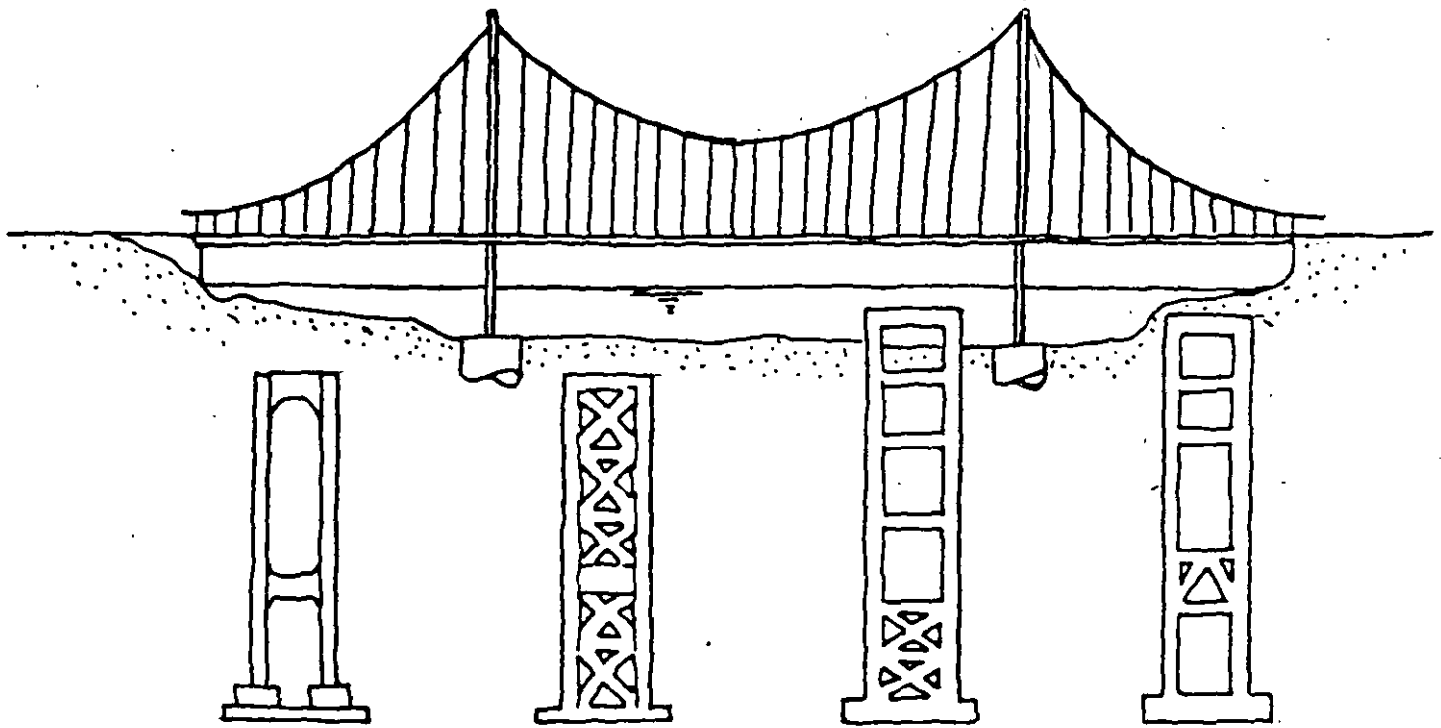
Puente de estructura espacial (tridilosa)



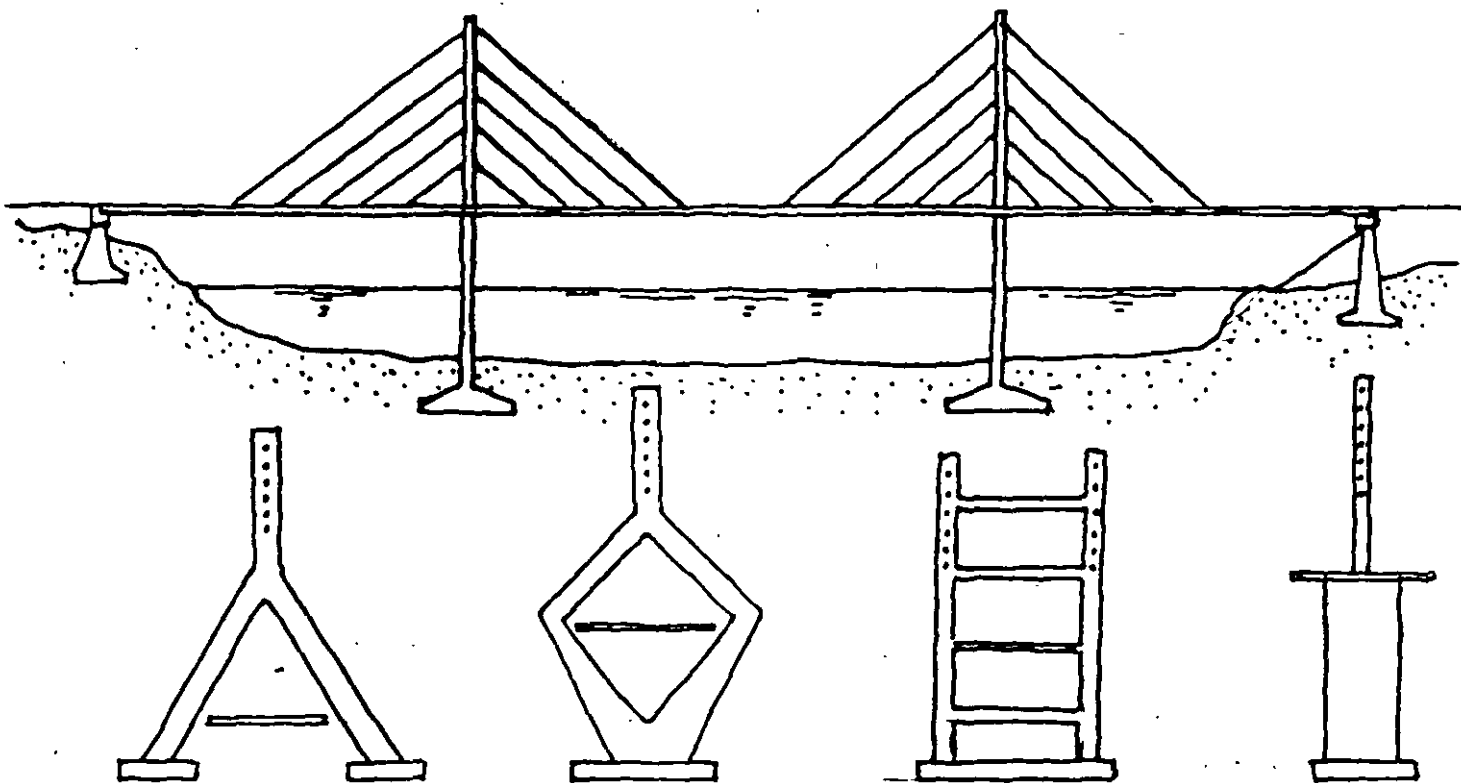
Puente atirantado con cables convergentes



Puente atirantado con cables en arpa



TÍPO DE TORRES DE PUENTES COLGANTES



TÍPO DE TORRES DE PUENTES ATIRANTADOS

Claros máximos en puentes

Puentes colgantes.-

"Humbert River" Claro = 1396.00m
Inglaterra

"Verrazano-Narrow" Claro = 1298.50m
E.U.A.

"Golden Gate" Claro = 1280.16m
E.U.A.

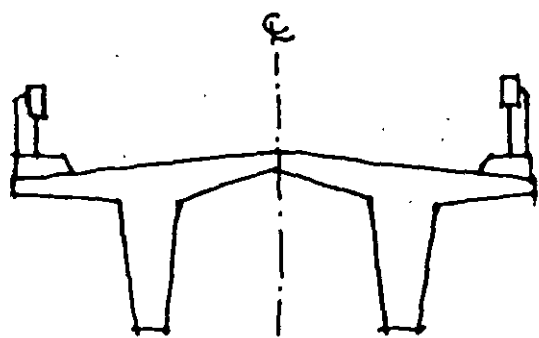
Puentes atirantados.-

"Normandía" Claro = 856.00m
Francia

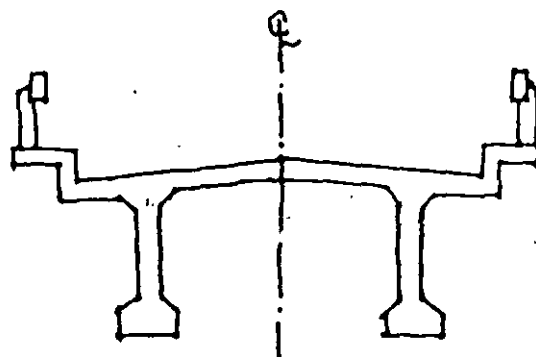
"Tatara" Claro = 890.00m
Japón

SUPERESTRUCTURA

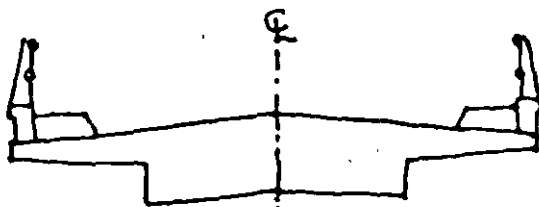
TIPOS DE SUPERESTRUCTURAS.-



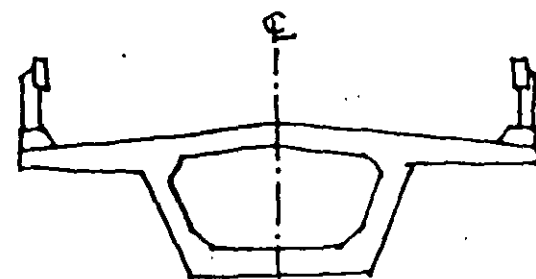
Losas nervuradas < 32m



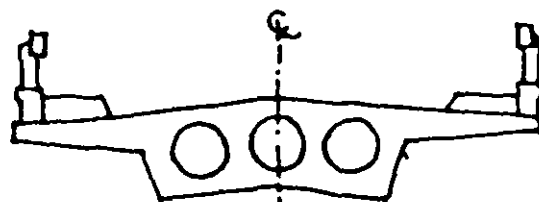
Losas nervuradas < 32m



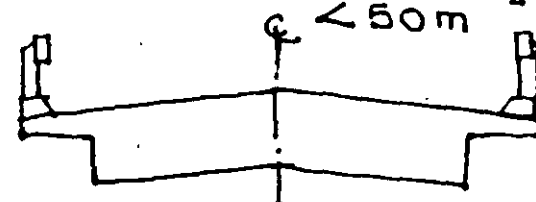
Losas dipteras macizas < 15m



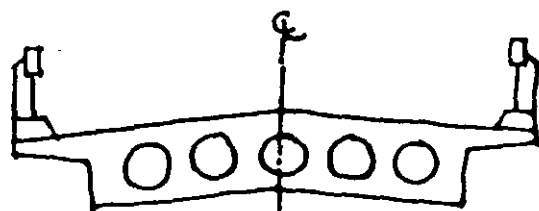
Losas sección cajón < 50m



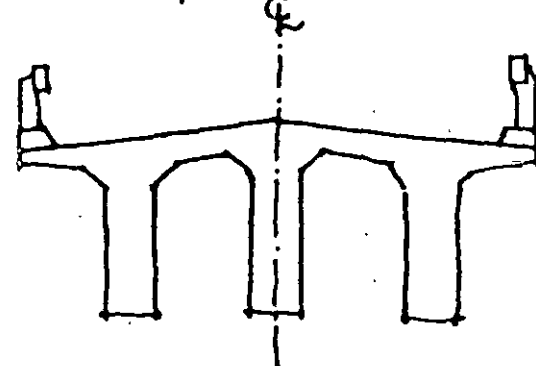
Losas dipteras aligeradas < 19m



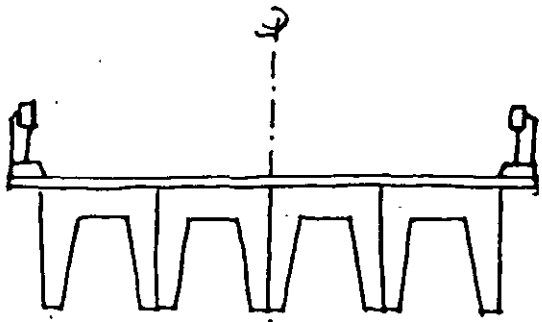
Losas planas macizas < 11m



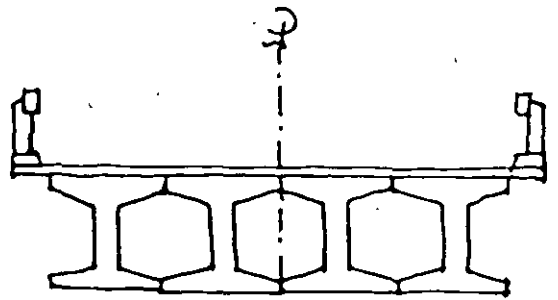
Losas planas aligeradas < 18m



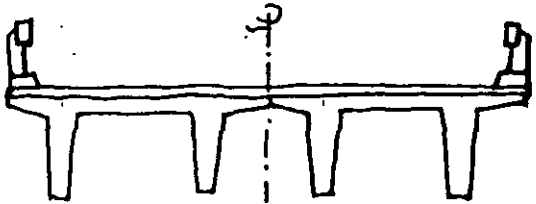
Losas con varias nervaduras < 15m



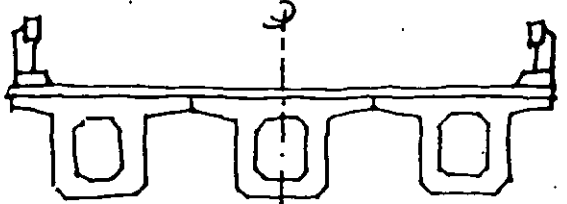
Canales $> 10m$
Perforadas



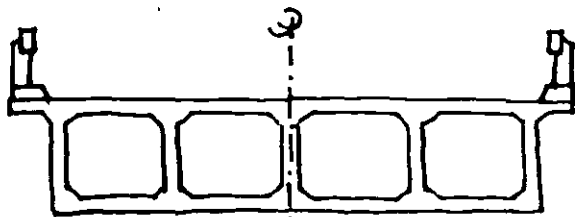
Vigas # $> 50m$
Perforadas



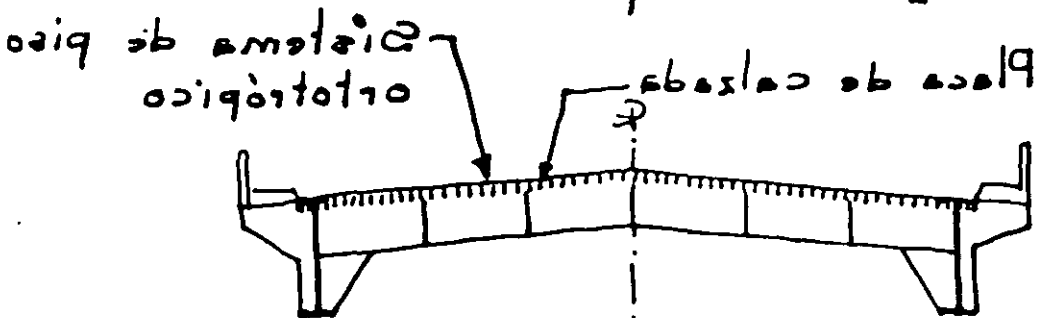
Vigas doble "T" $< 15m$



Vigas de calor
Perforadas $< 50m$

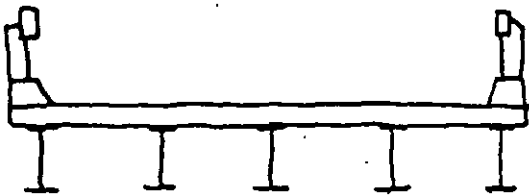


Calor múltiple $> 50m$

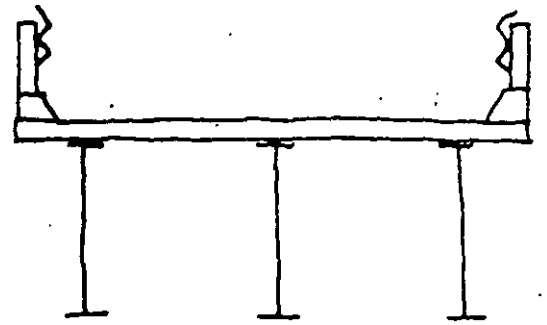


Placas de acero soldadas
 $> 10m$

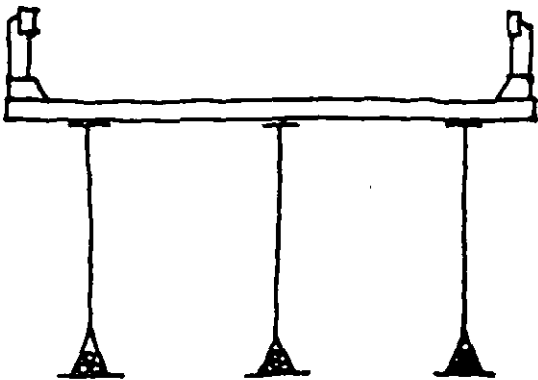
SISTEMAS PORTANTES DE LOSAS DE PISO



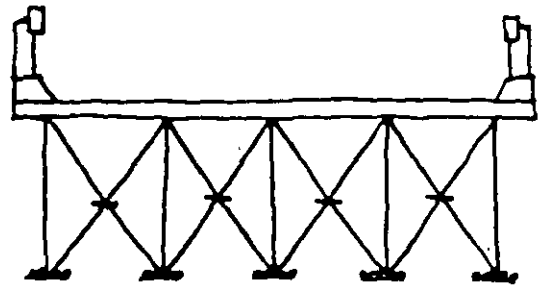
Losa sobre viguetas
< 15m



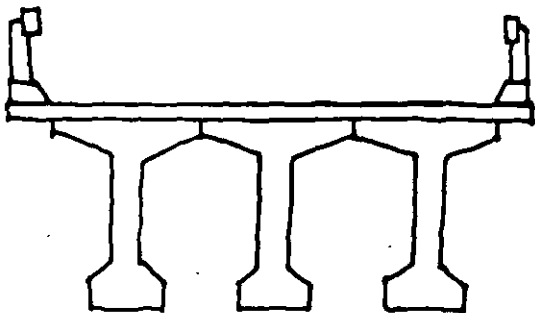
Vigas de placas de acero
soldadas < 50m



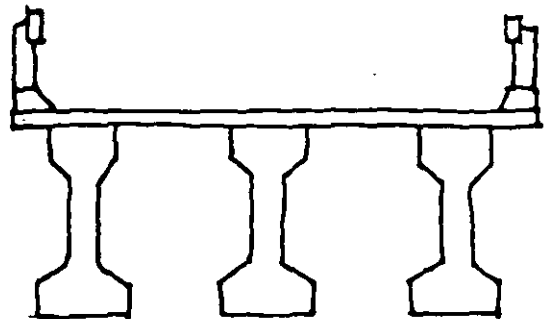
Trabes de acero
presforzadas < 70m



Estructura espacial
(tridilosa) < 70m

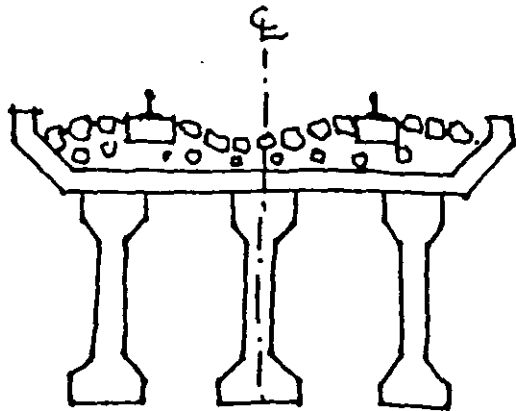


Vigas "T" presforzadas
< 45m

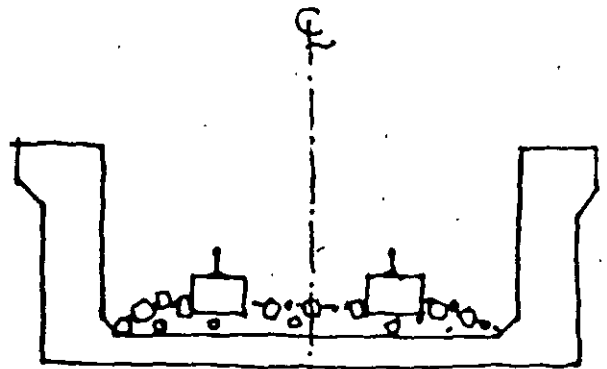


Vigas "I" presforzadas
< 30m

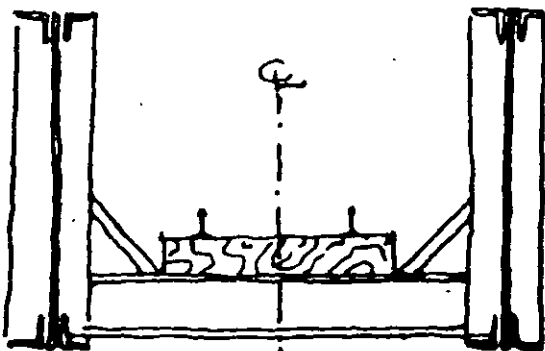
SUPERESTRUCTURAS DE FERROCARRIL.-



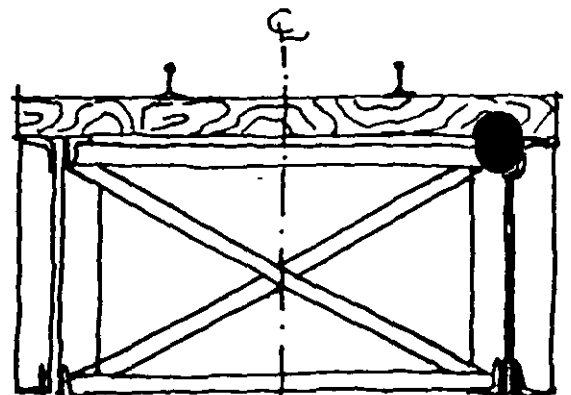
Vigas "I" Postensadas



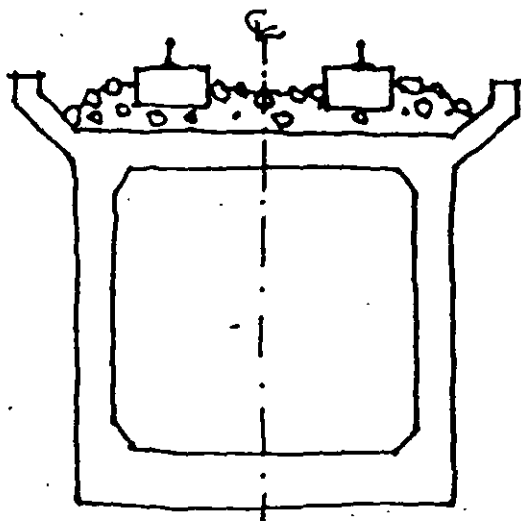
Paso a través



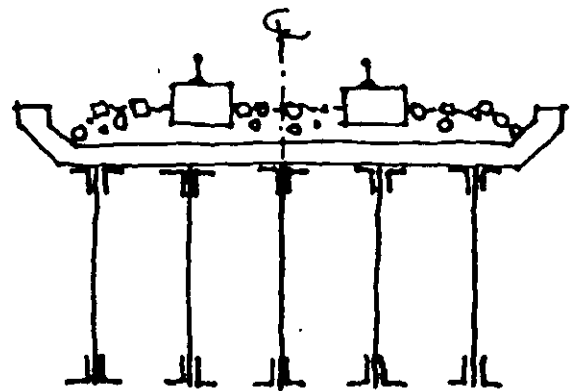
Paso a través



Paso Superior



Cajón presforzado

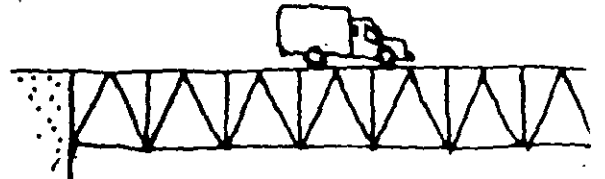


Estructura mixta

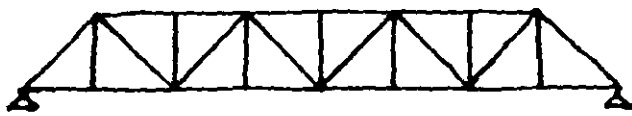
ARMADURAS.



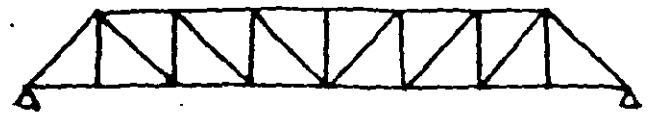
Armadura de paso a través



Armadura de pas superior



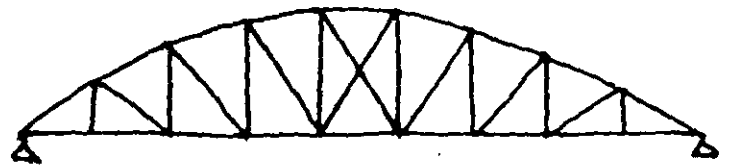
tipo Warren



tipo Pratt



tipo Warren



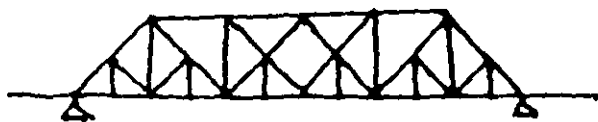
tipo Pratt



tipo Howe



tipo Warren

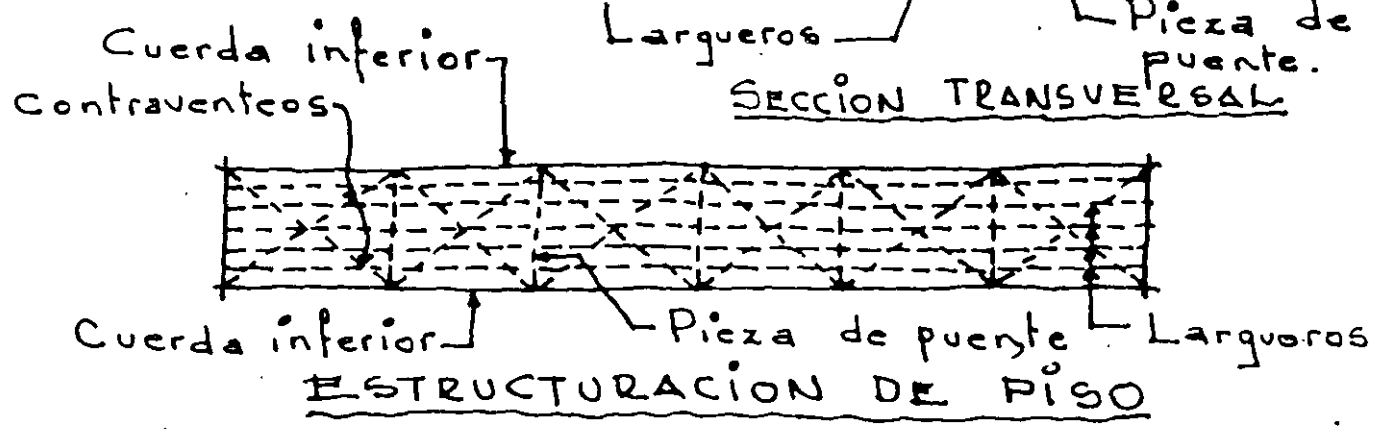
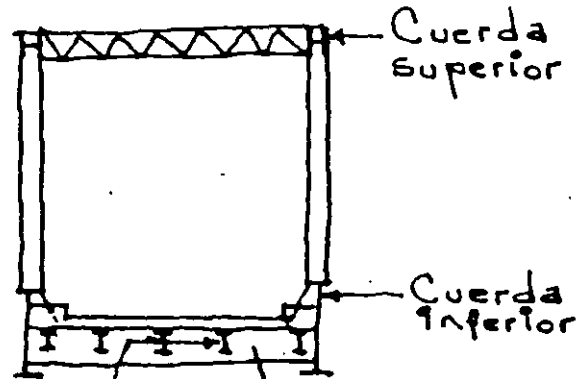
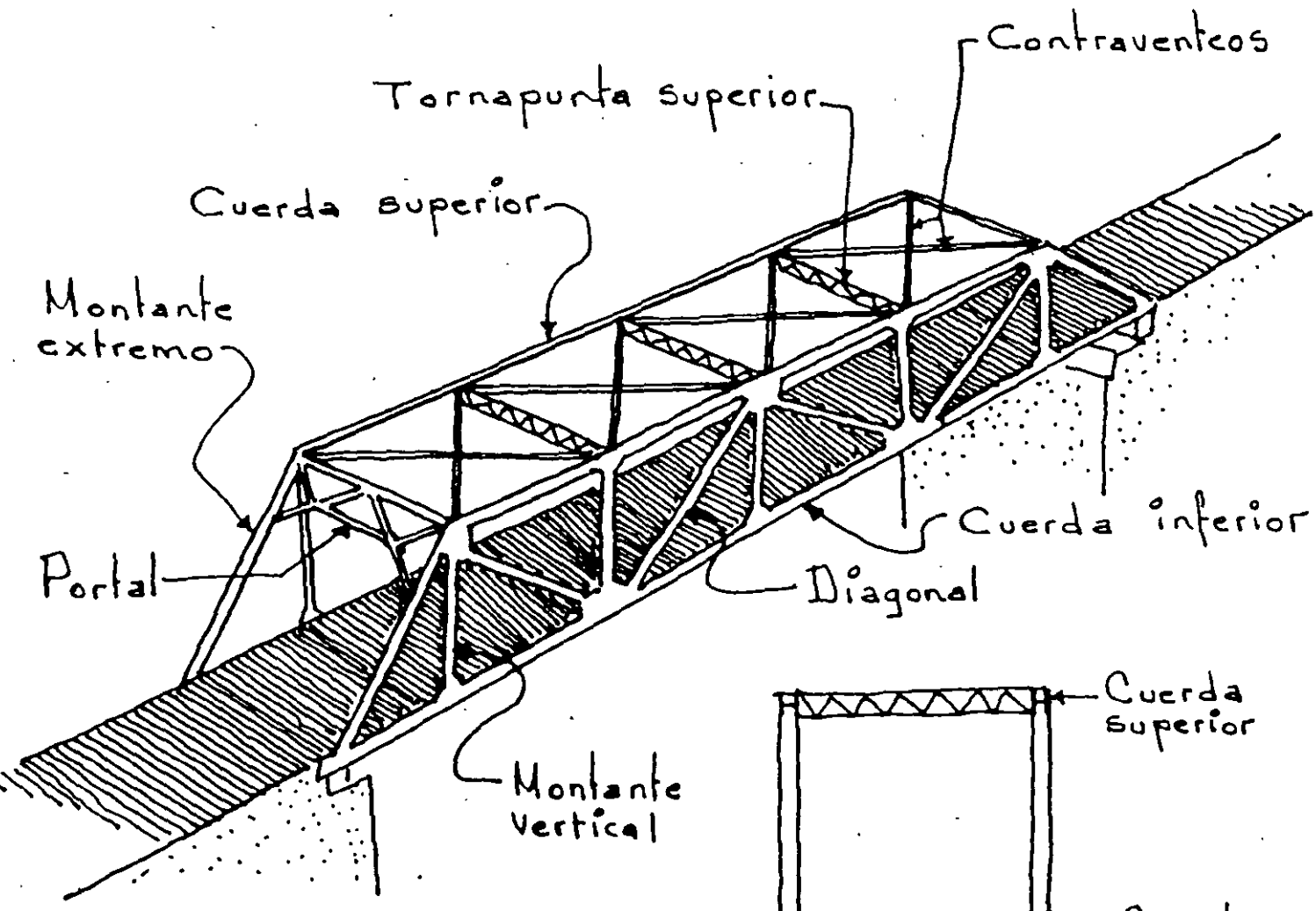


tipo Baltimore



tipo "K"

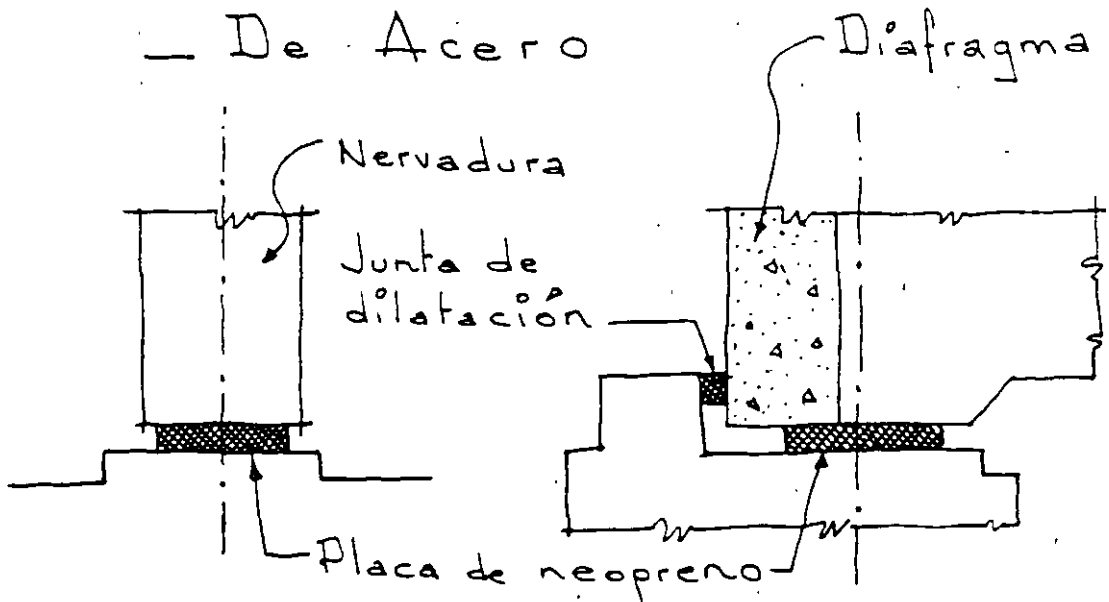
PUENTE DE ARMADURA DE PASO A TRAVES



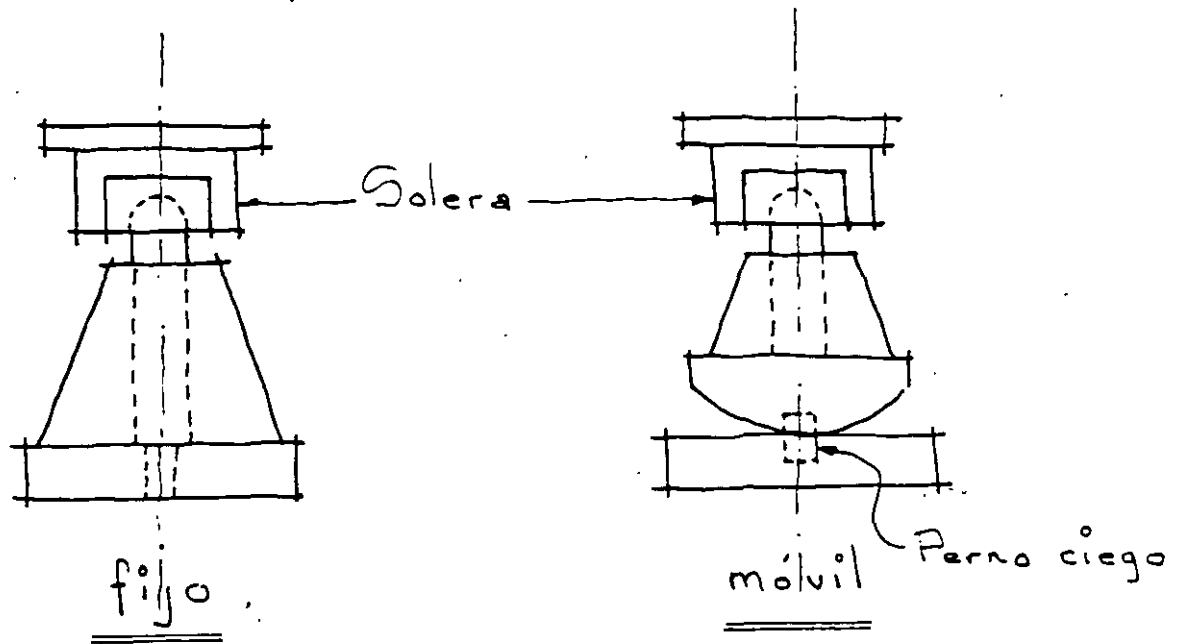
APOYOS

- De Neopreno

- De Acero



APOYOS DE NEOPRENO

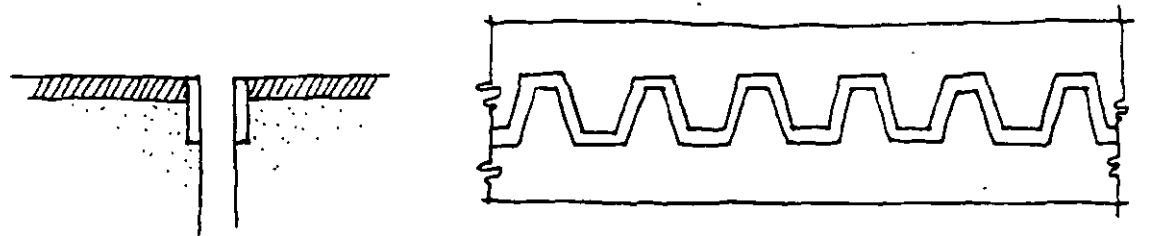


APOYOS DE ACERO

JUNTAS DE DILATACION

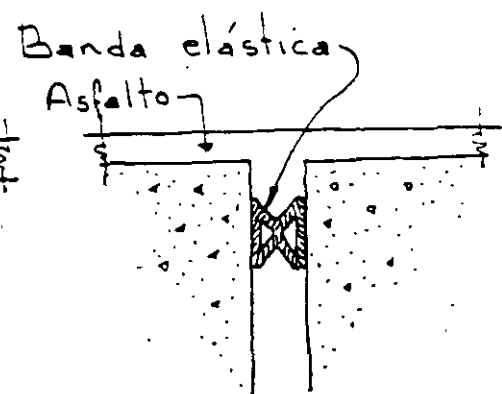
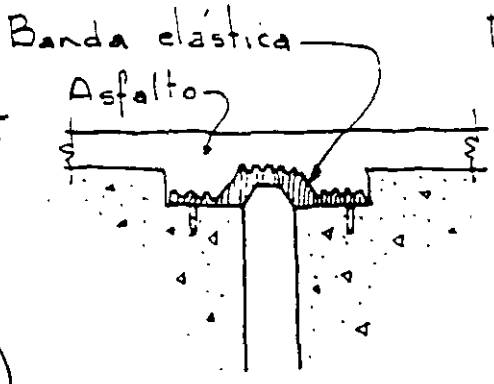
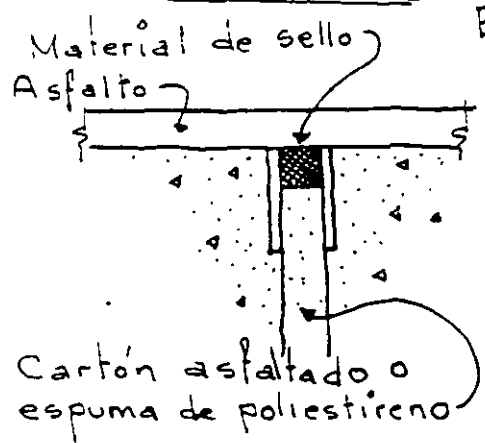
JUNTAS {
Abiertas
Selladas
Tapadas

Abierta



DENTADA

Sellada

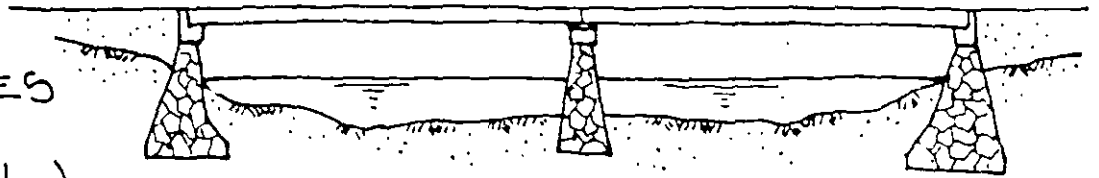


Tapada



SISTEMAS DE CIMENTACIÓN

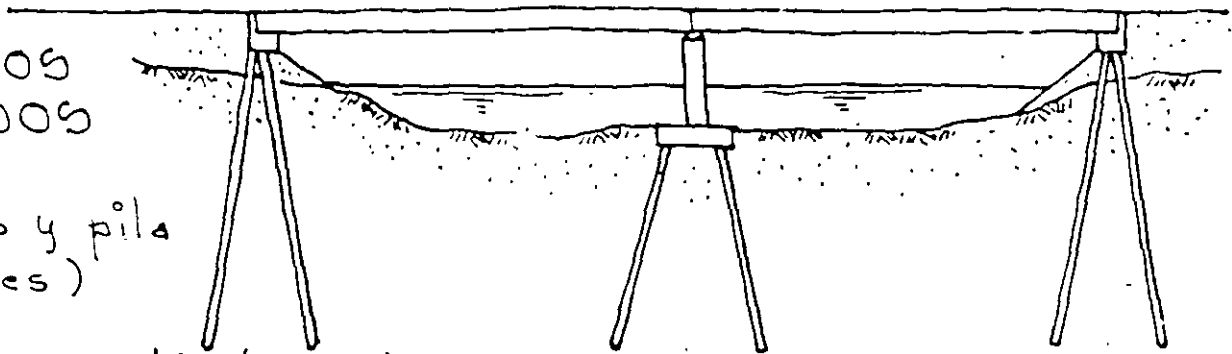
CIMENTOS
SOMEROS O
SUPERFICIALES



(Estribos y pila)

Material: concreto armado y mampostería

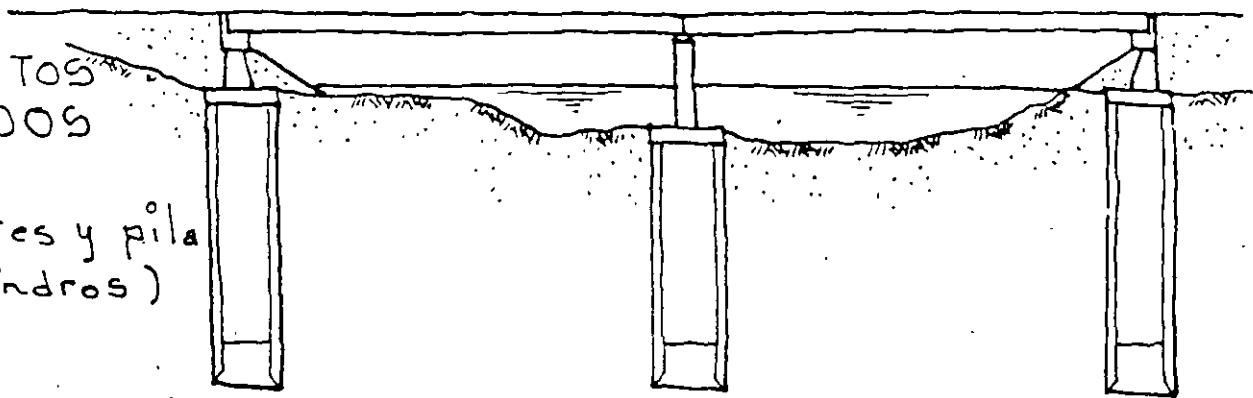
CIMENTOS
PROFUNDOS



(Caballetes y pila
sobre pilotes)

Material: concreto armado

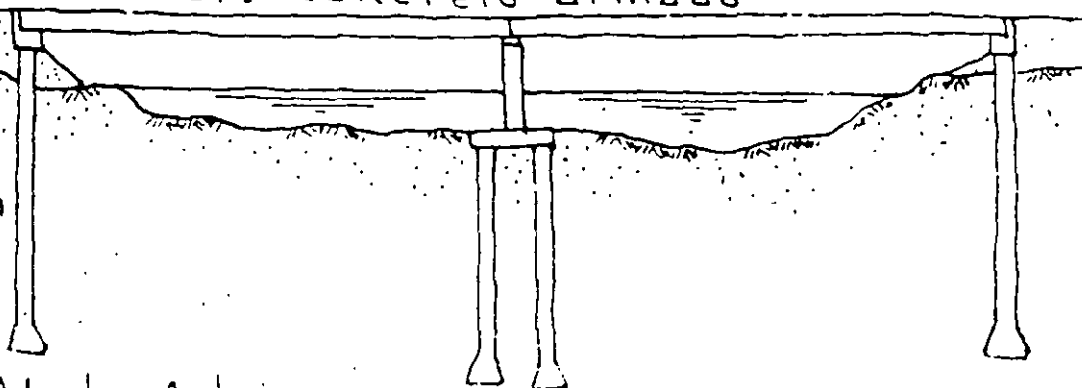
CIMENTOS
PROFUNDOS



(Caballetes y pila
sobre cilindros)

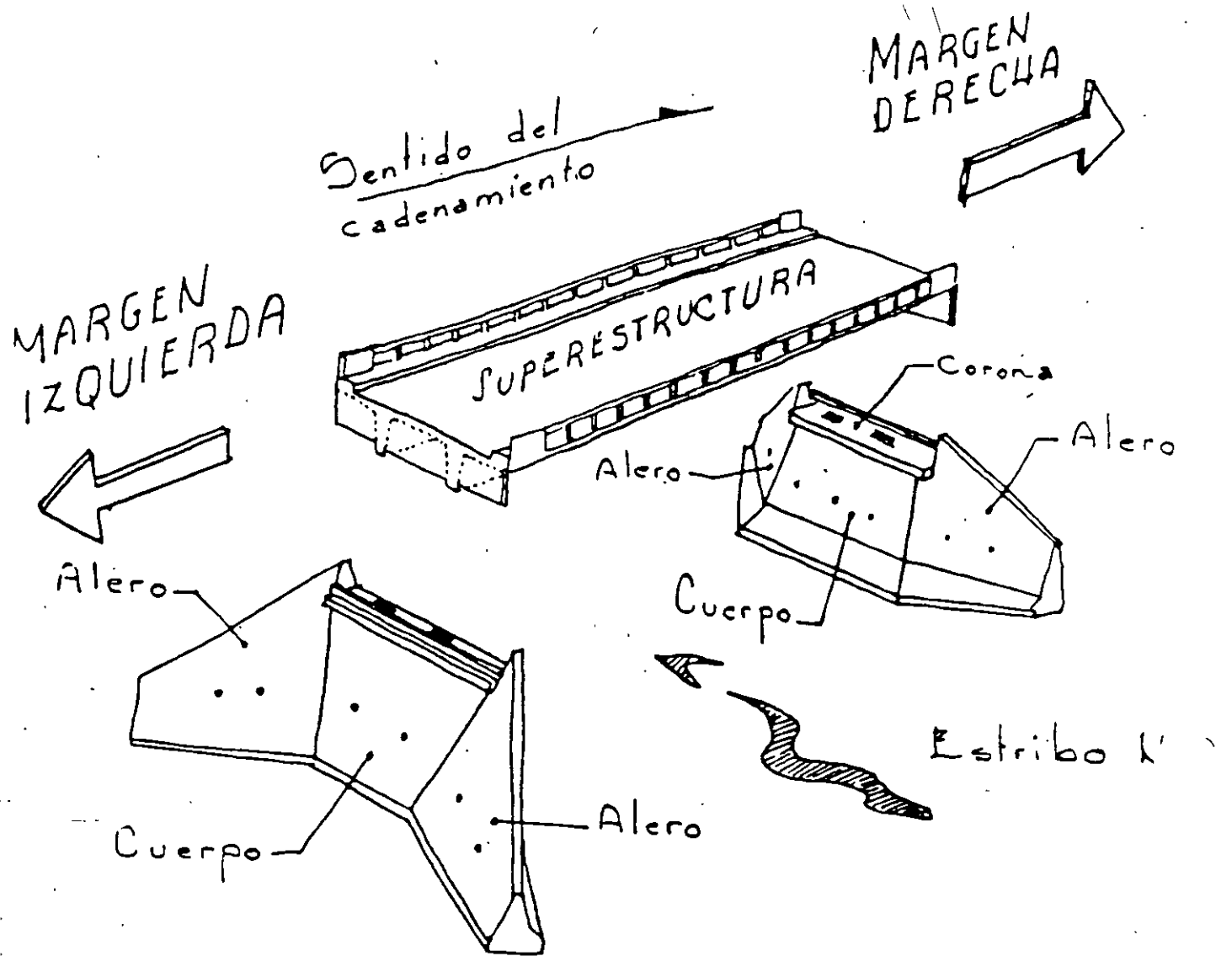
Material: concreto armado

CIMENTOS
PROFUNDOS



(Caballetes y pila
sobre pilotes
lados in situ)

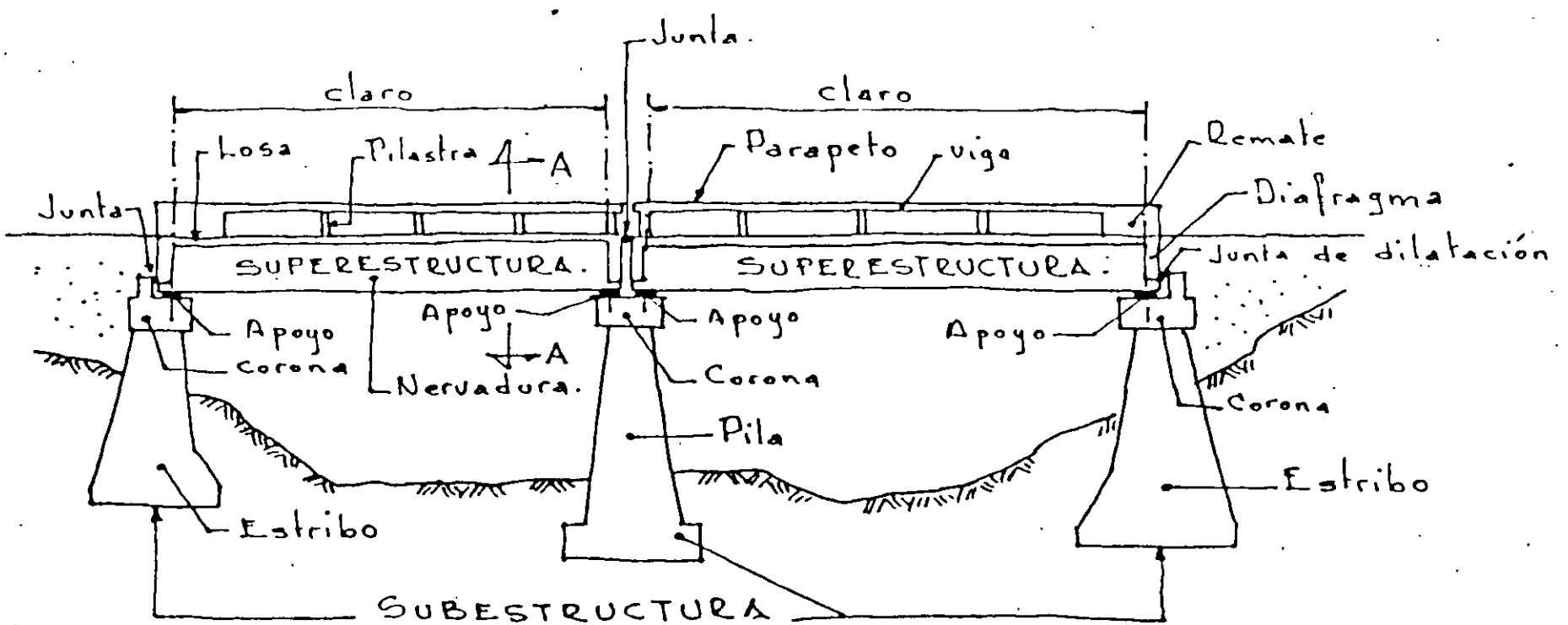
(pilas profundas) Material: concreto armado



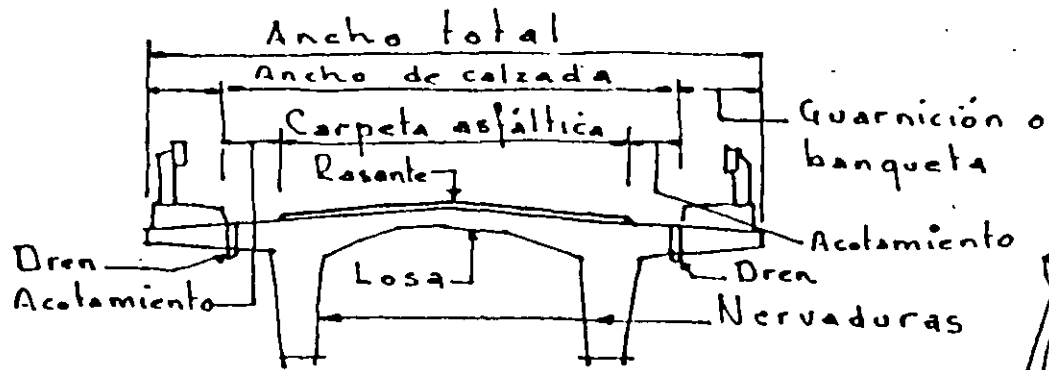
Estribo N° 1

SUPERESTRUCTURA.- 1 Tramo de losa nervurada

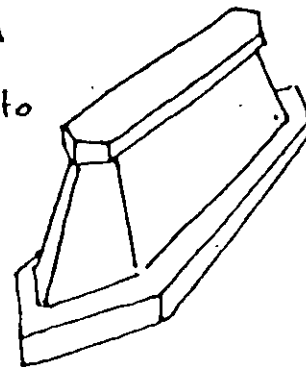
SUBESTRUCTURA.- 2 Estribos de mampostería



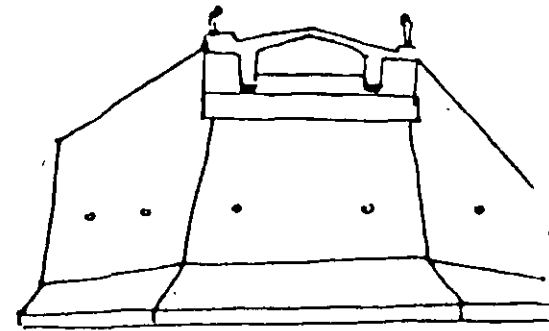
CORTE ELEVACION POR EL EJE DEL CAMINO



CORTE A-A TRANSVERSAL DE SUPERESTRUCTURA.



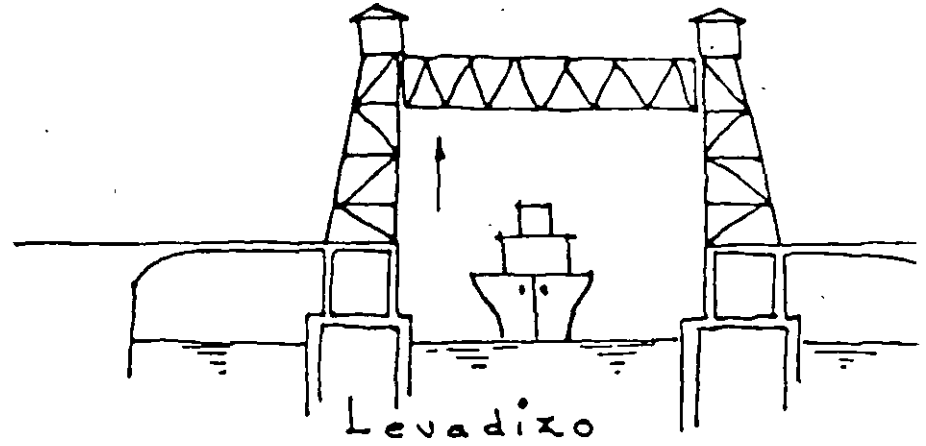
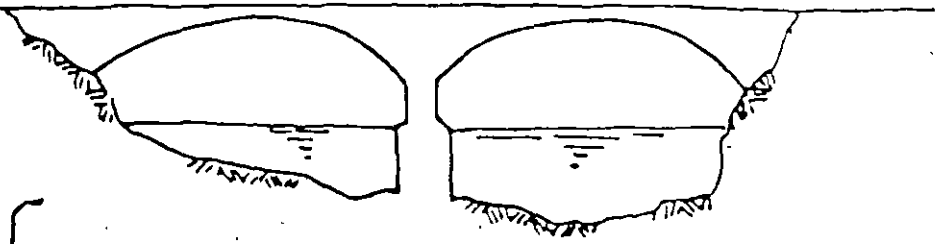
PILA.



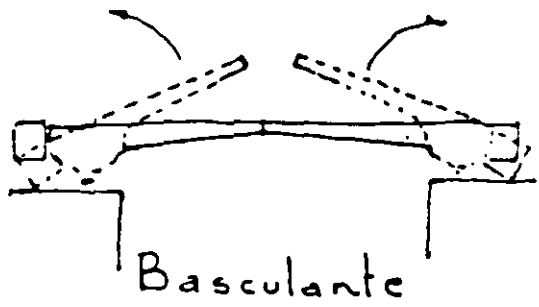
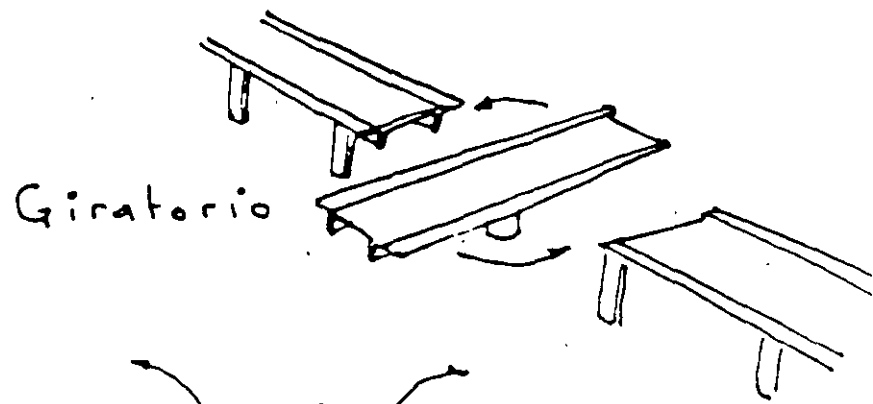
ESTRIBO
(Vista frontal)

SUPERESTRUCTURA.

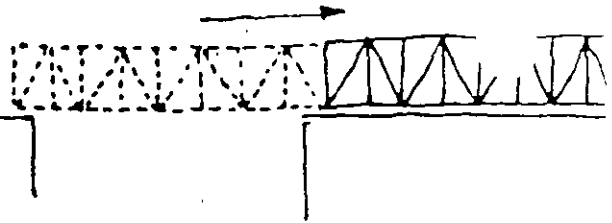
Fija



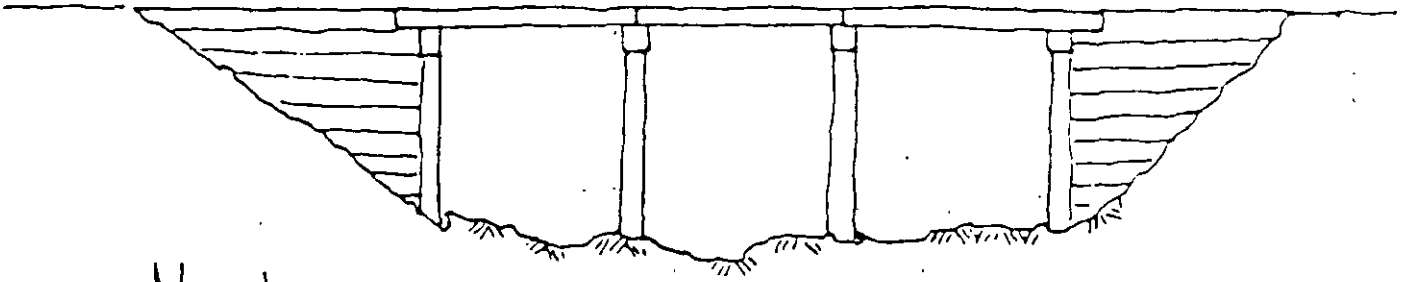
Móvil



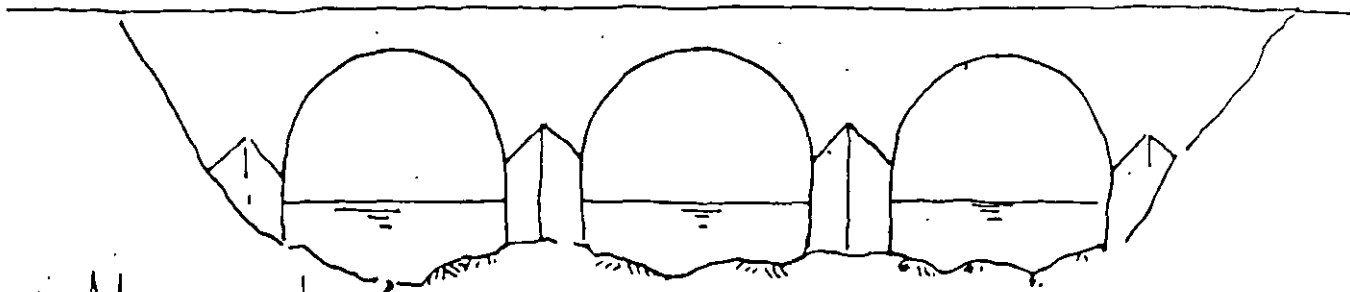
Deslizante



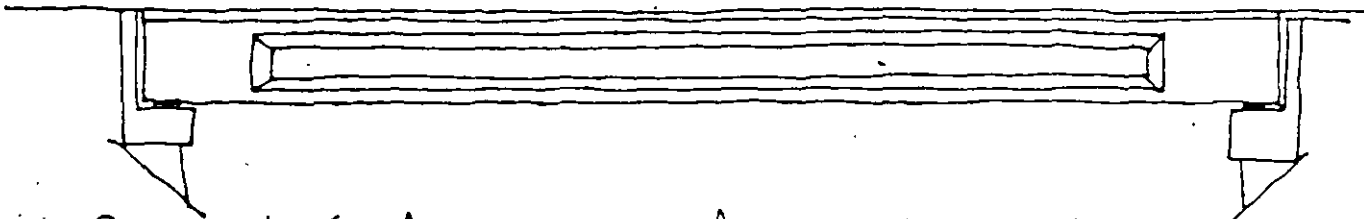
MATERIAL EMPLEADO



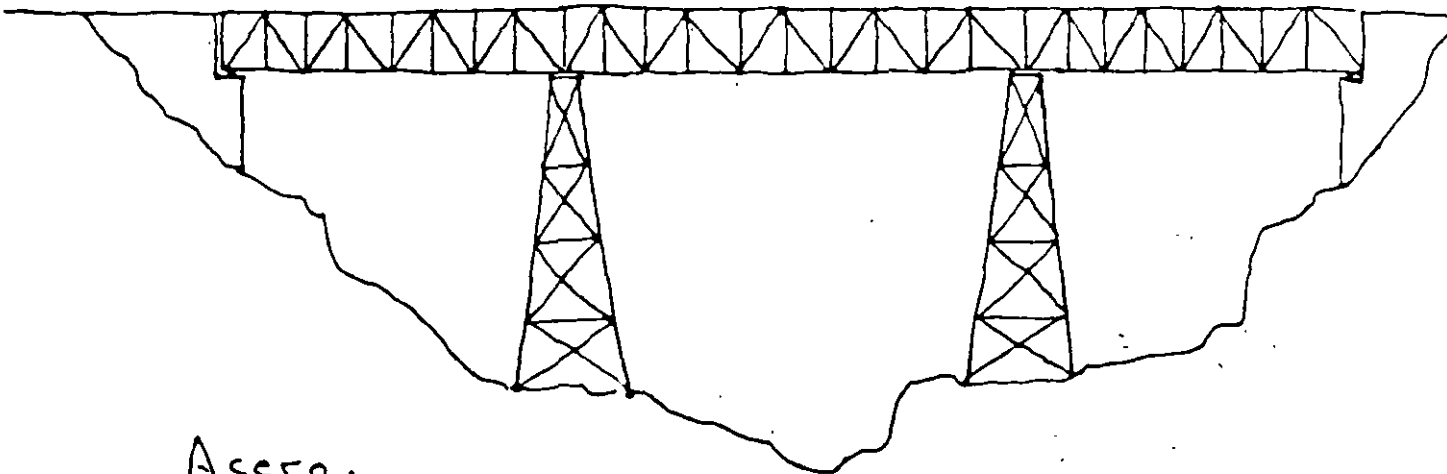
Madera.



Mamposeria

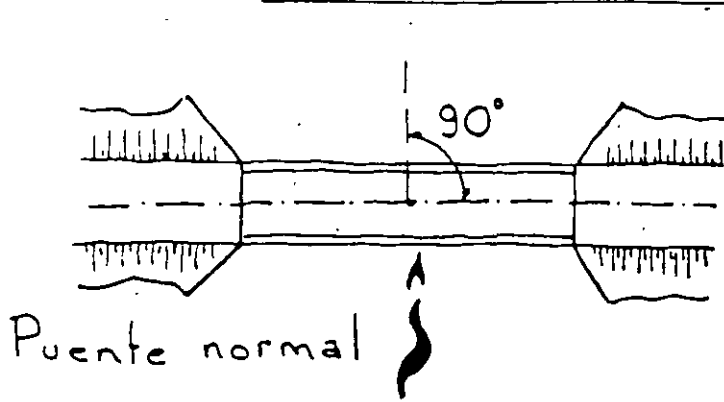


Concreto (Reforzado, presforzado o postensado).

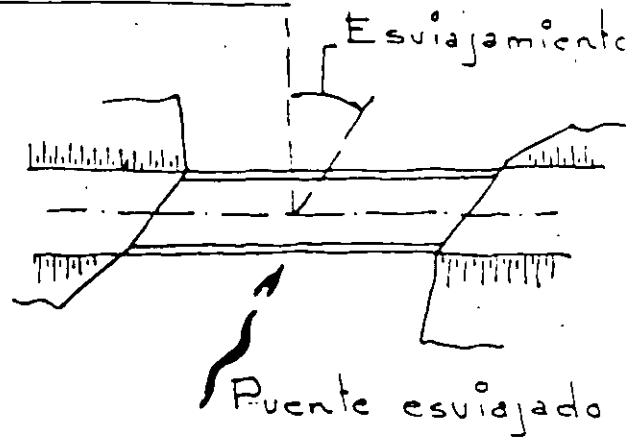


Acero.

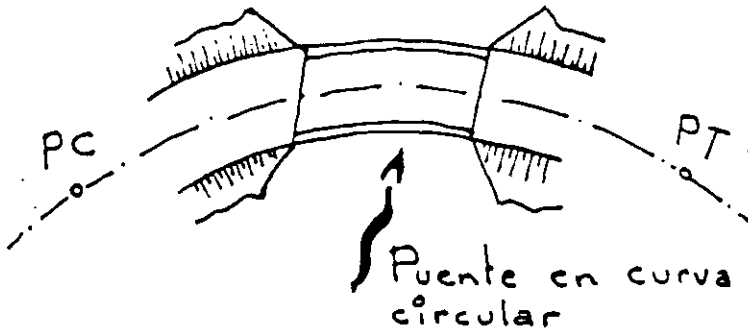
TRAZO HORIZONTAL



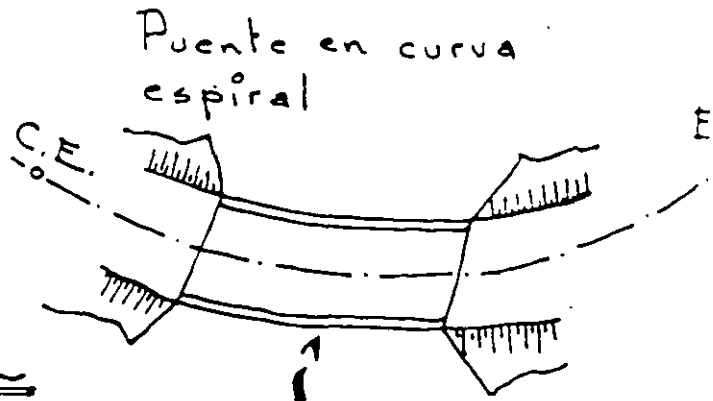
Puente normal



Puente esviado



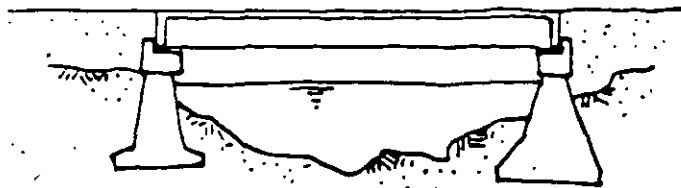
Puente en curva circular



Puente en curva espiral

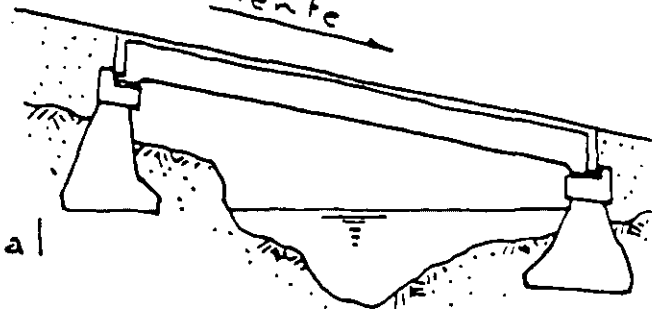
TRAZO VERTICAL

Pendiente 0%

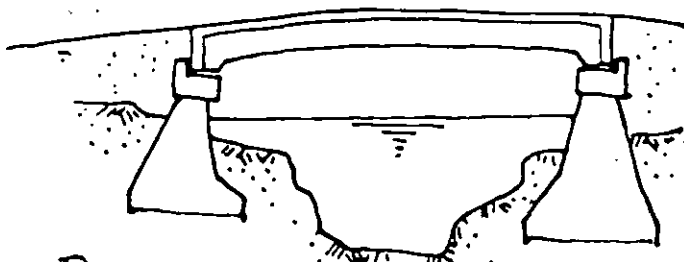


Puente en tangente horizontal

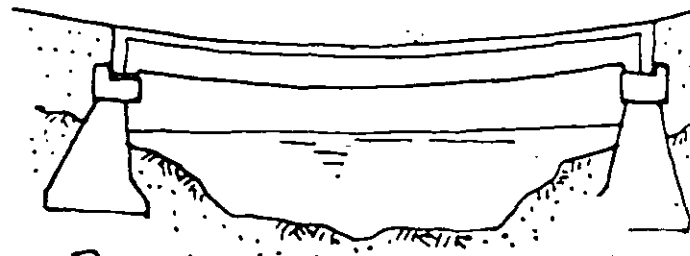
Pendiente



Puente en tangente inclinada

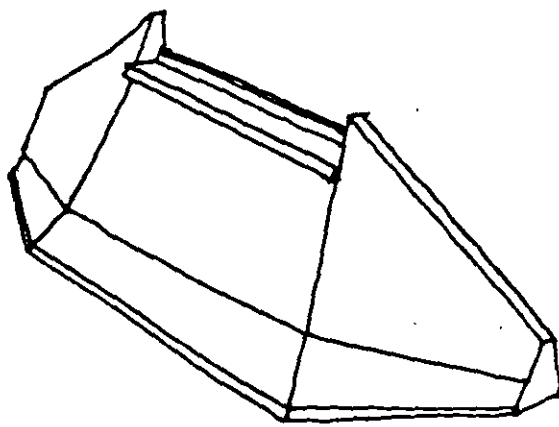


Puente en curva vertical (Cresta)

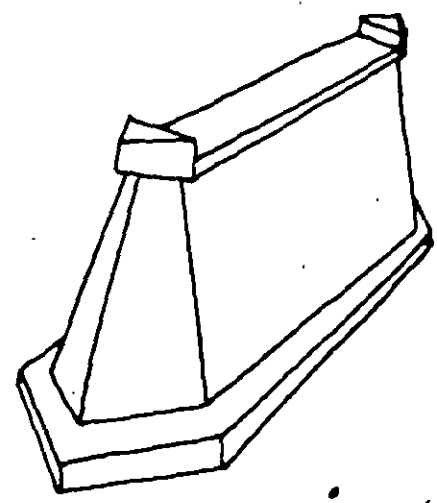


Puente en curva vertical (Columpio)

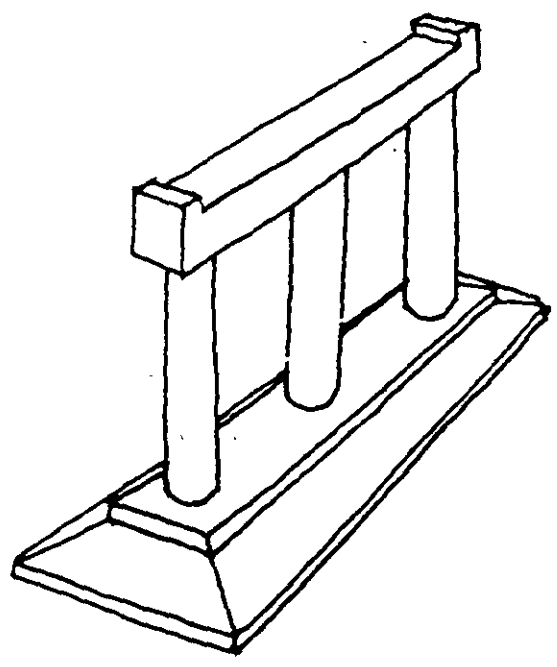
SUBESTRUCTURAS



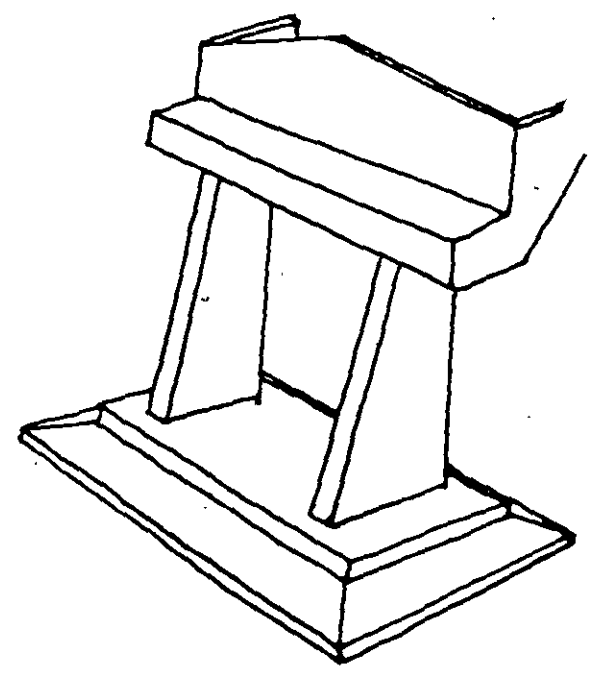
ESTRIBO



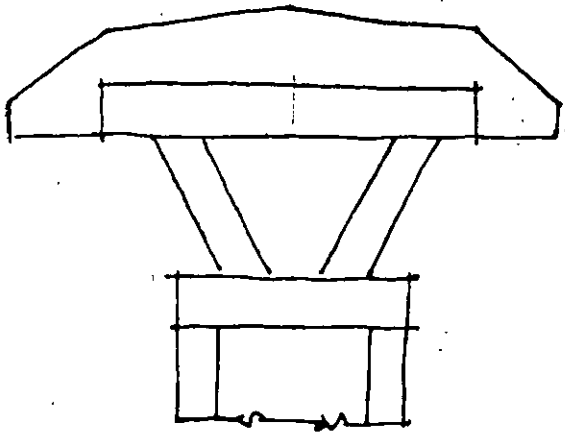
PILA



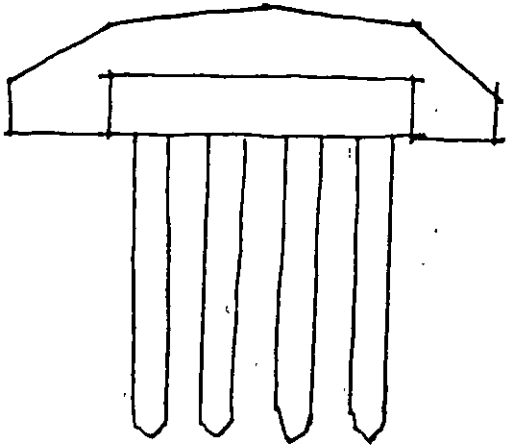
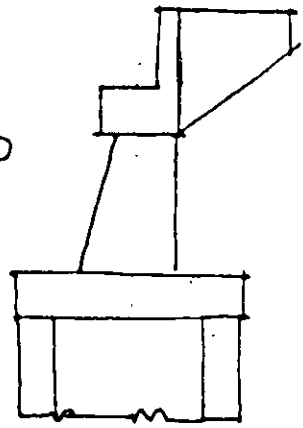
PILA



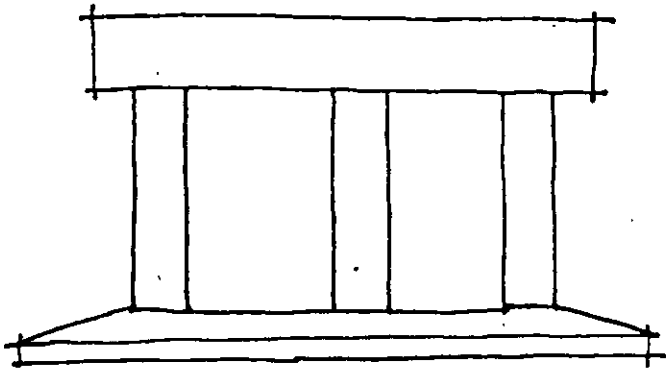
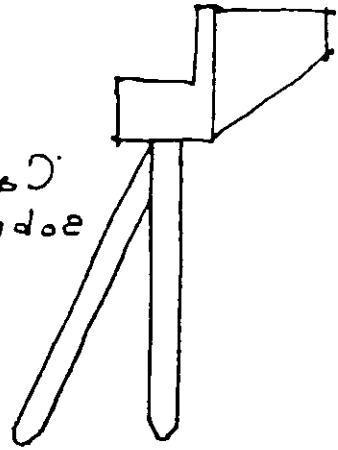
CABALLETE



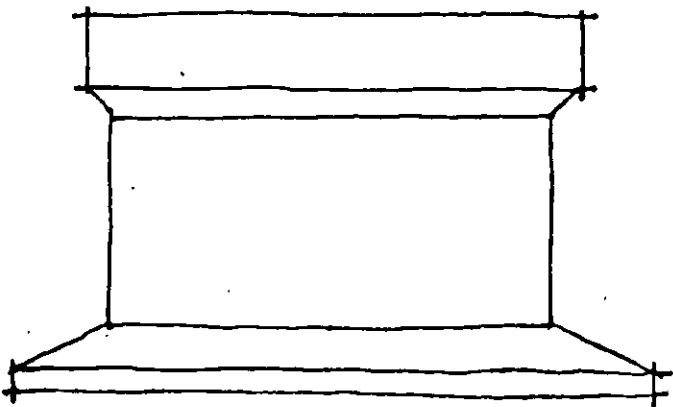
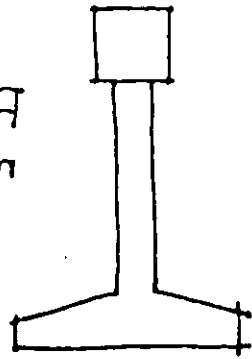
CILINDRO
SOBRE
CABALLETE



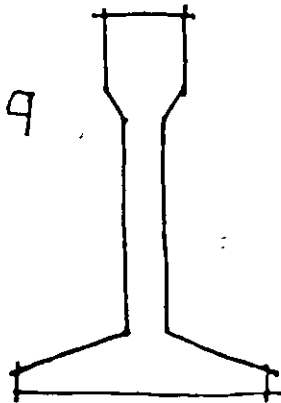
SOBRE
PILOTES
CABALLETE

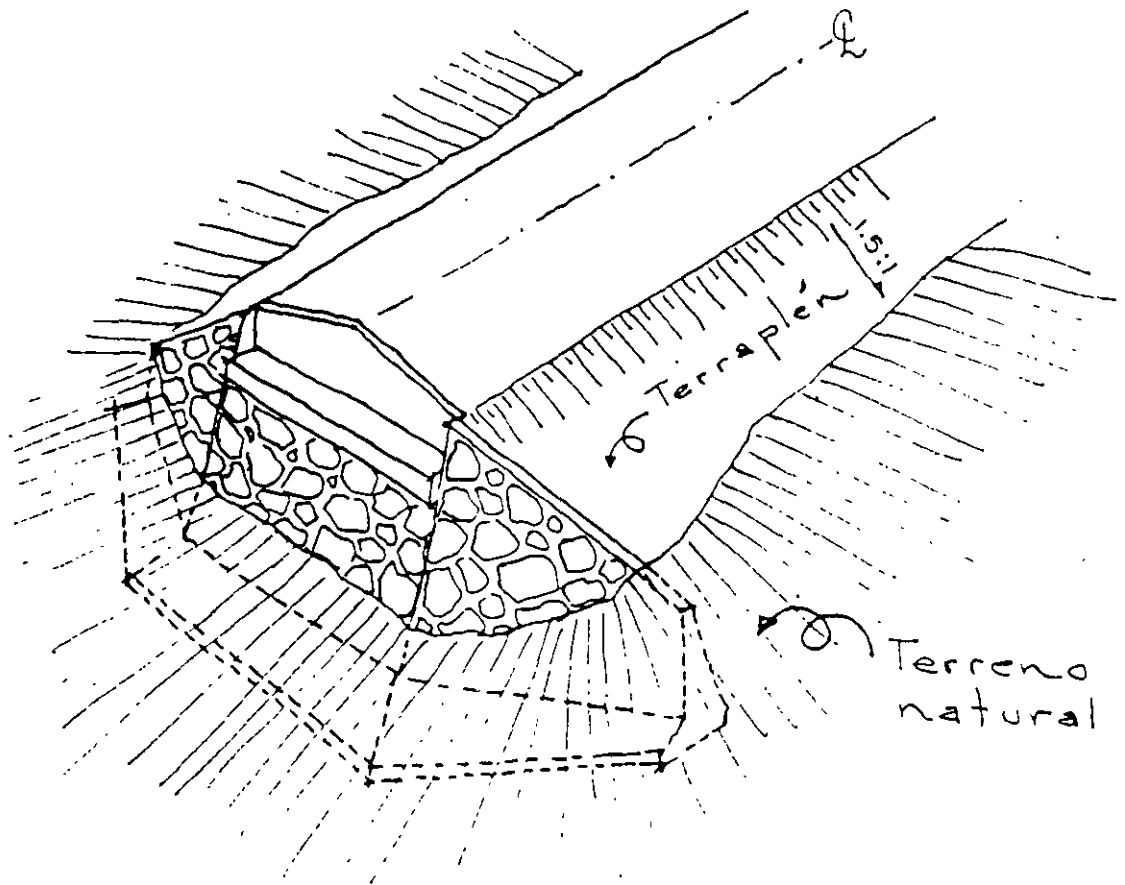
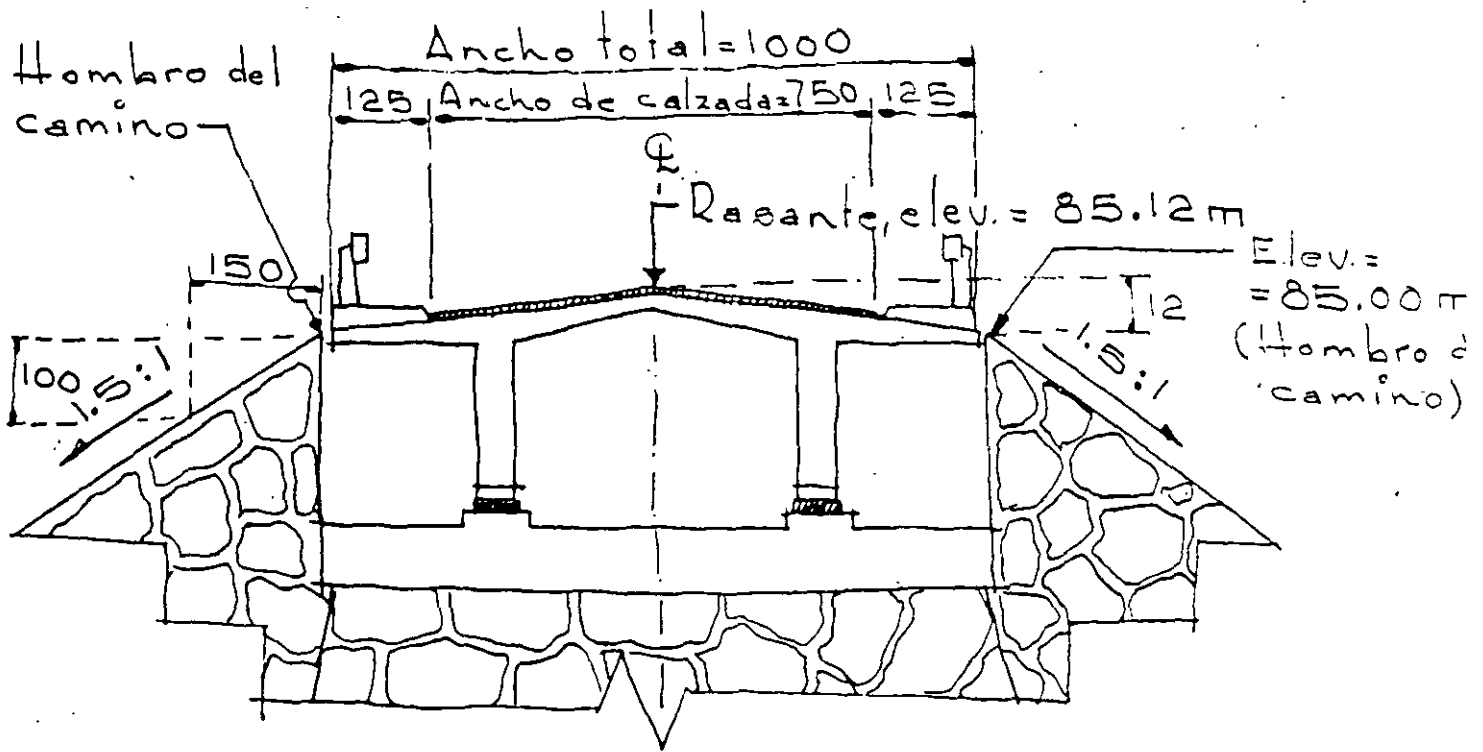


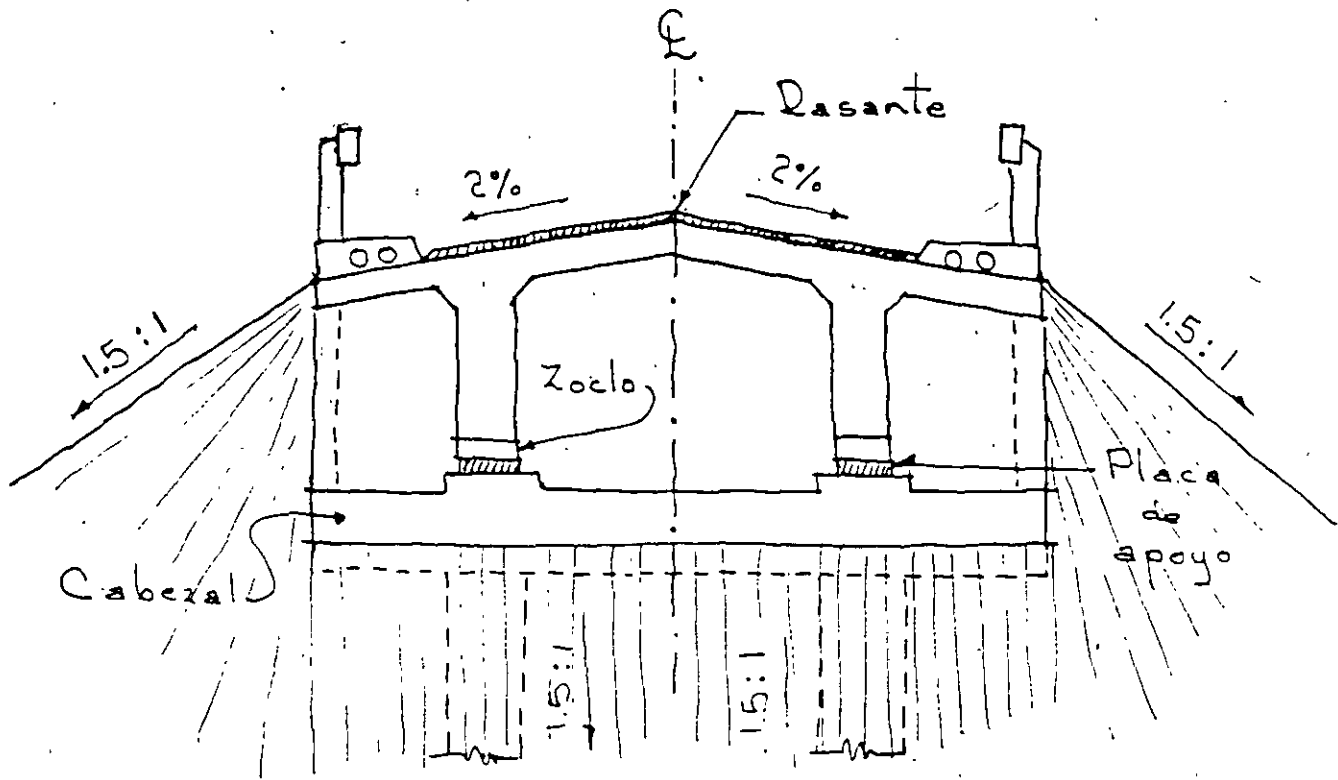
Marco
Pila de



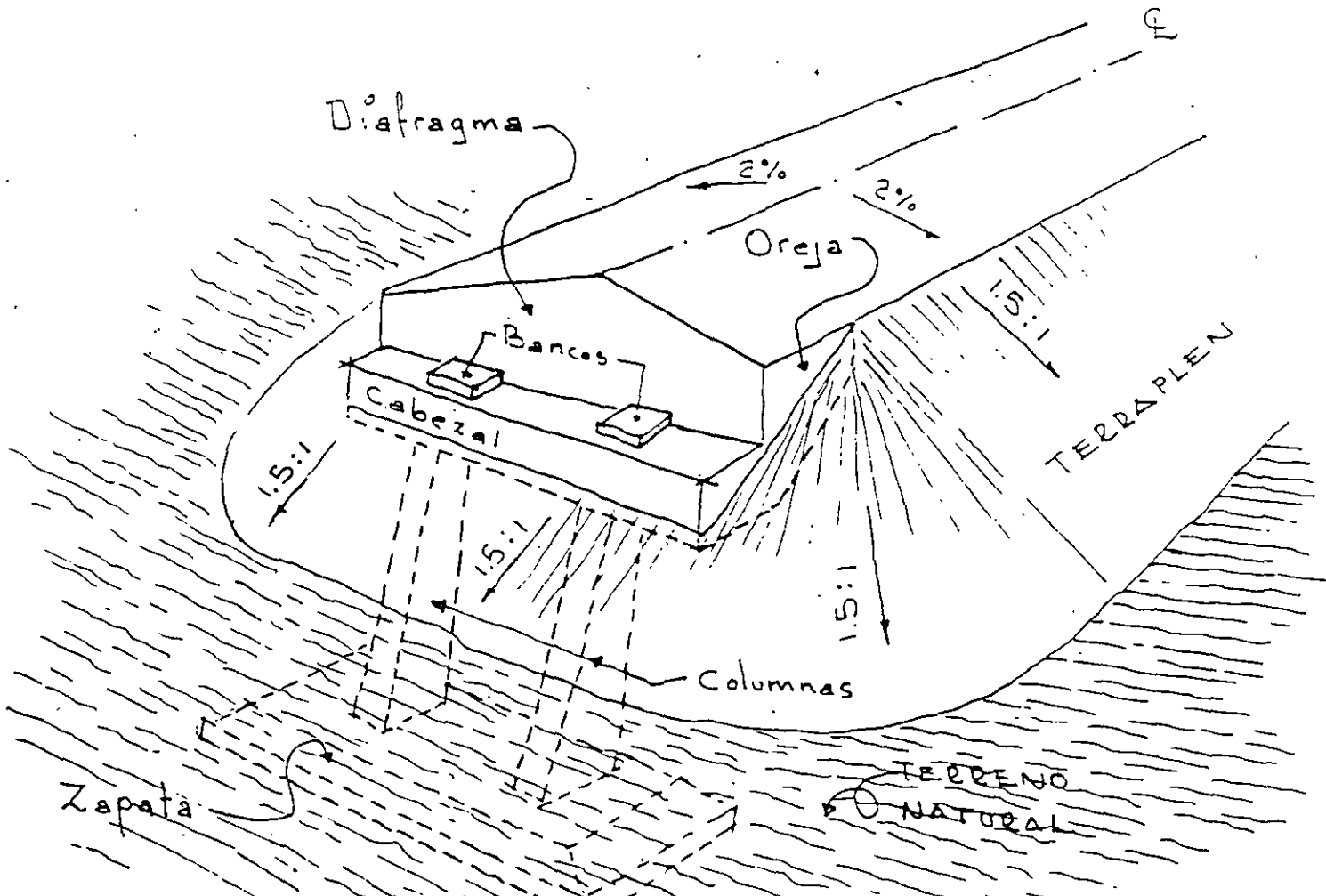
Pila muro



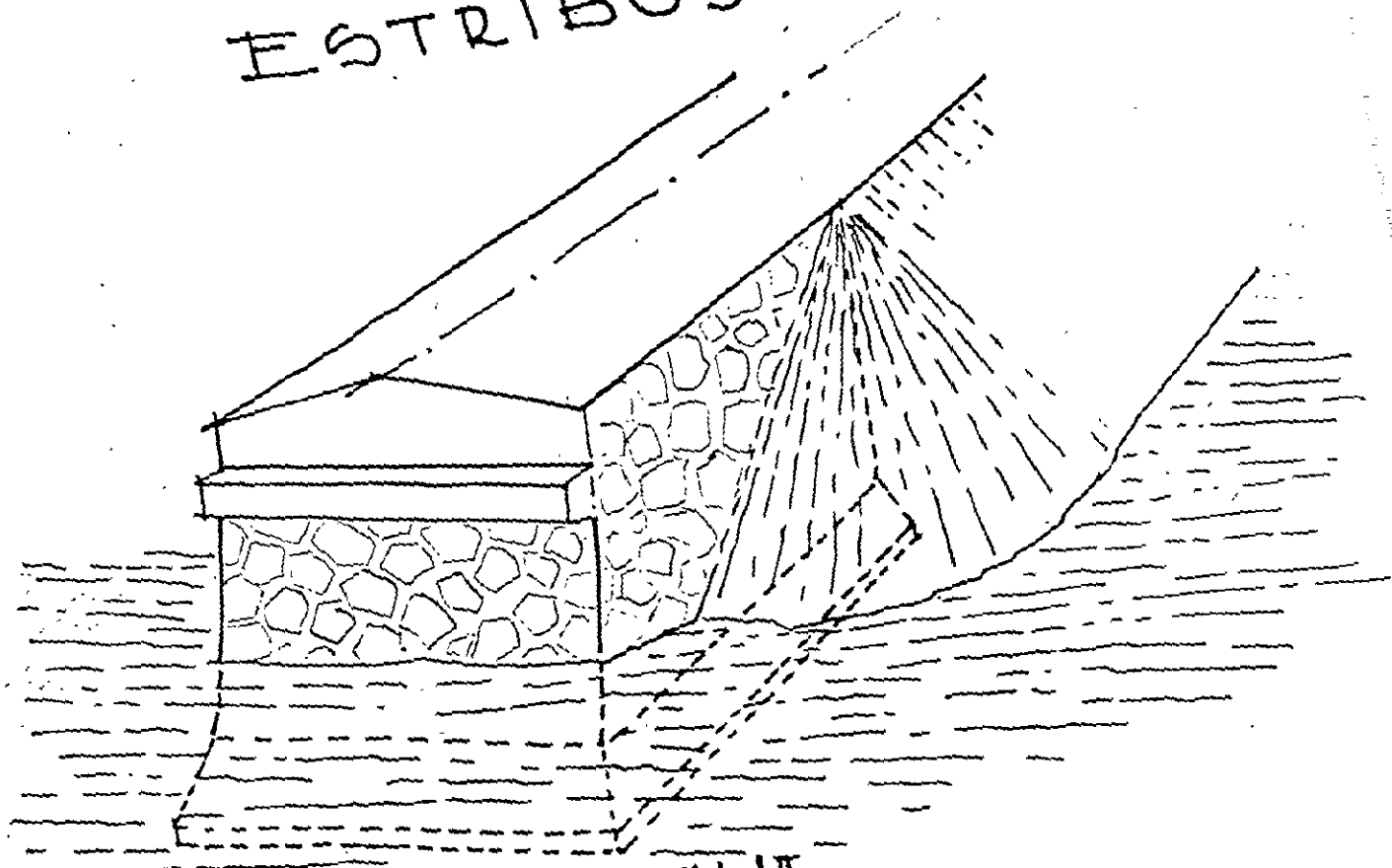




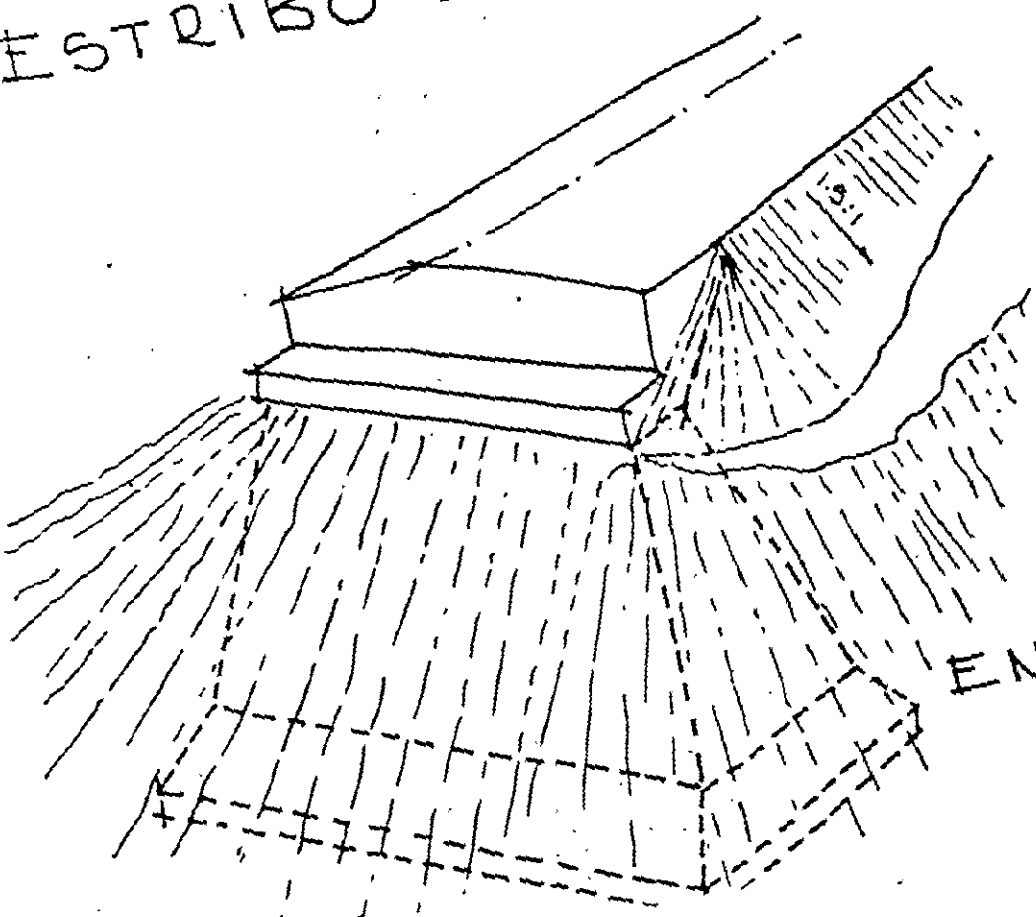
CABALLETE.



ESTRIBOS

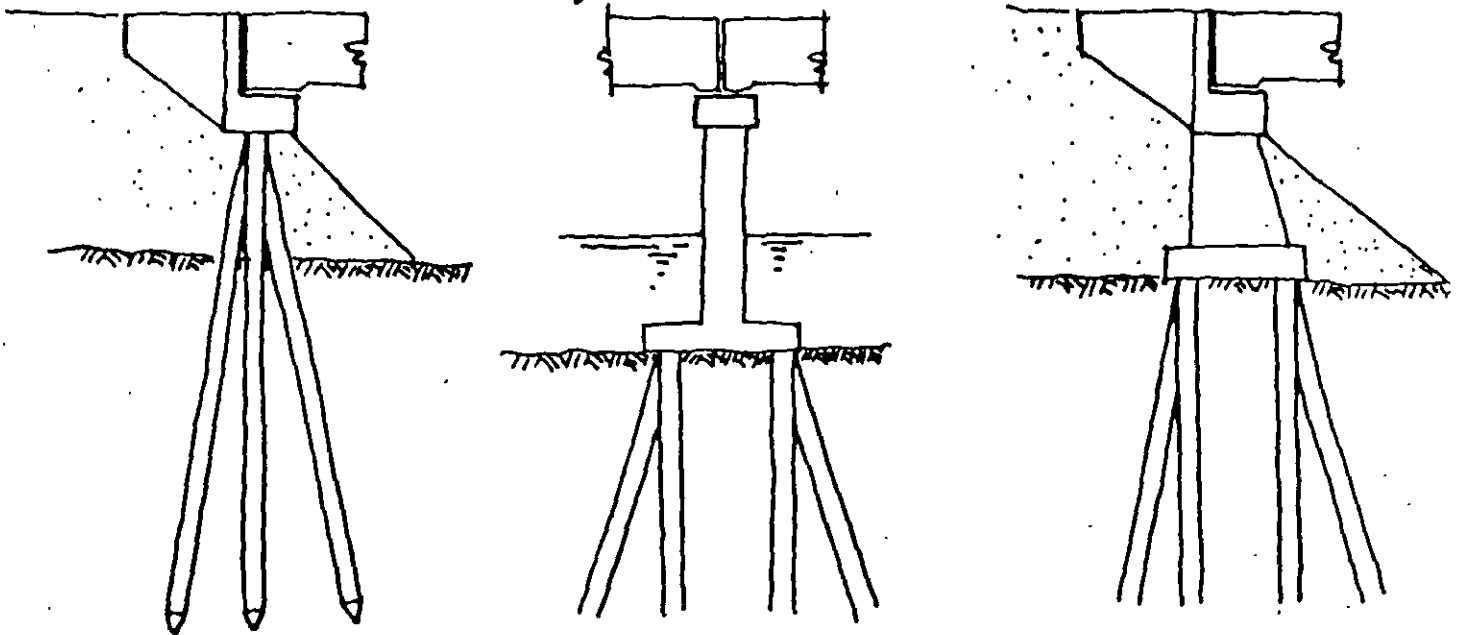


ESTRIBO EN "U"

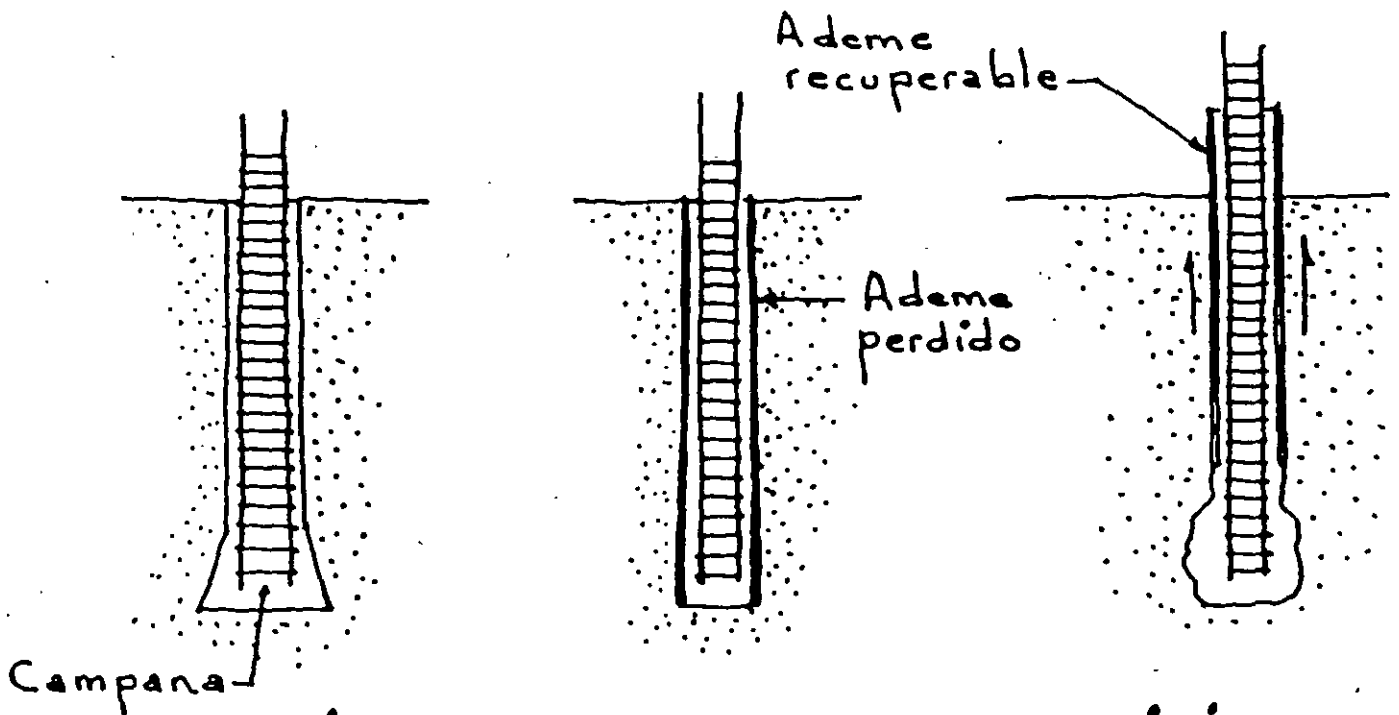


ESTRIBO ENTERRADO

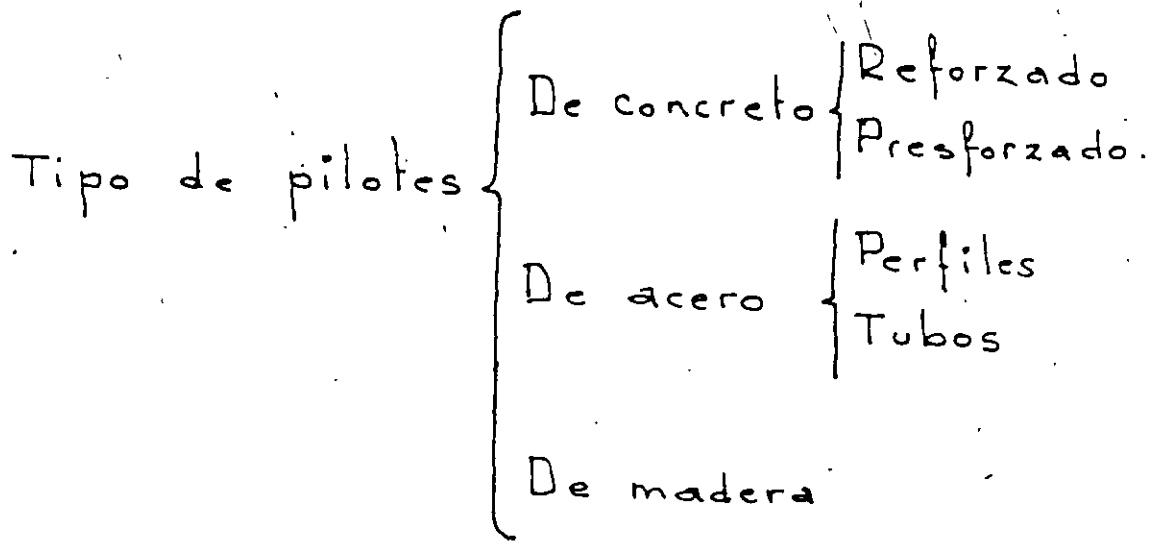
PILOTES



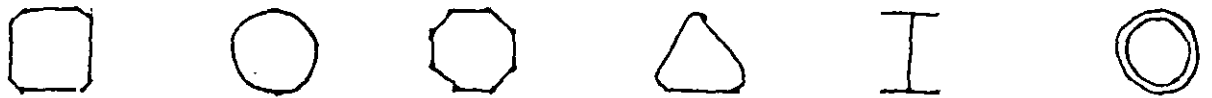
PILOTES PRECOLADOS..



PILOTES COLADOS EN SITIO

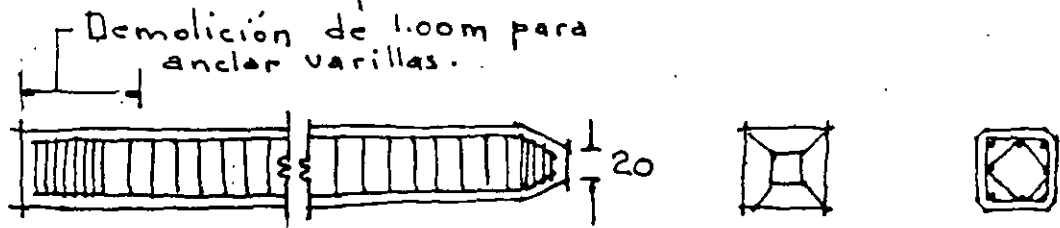


Secciones usuales.

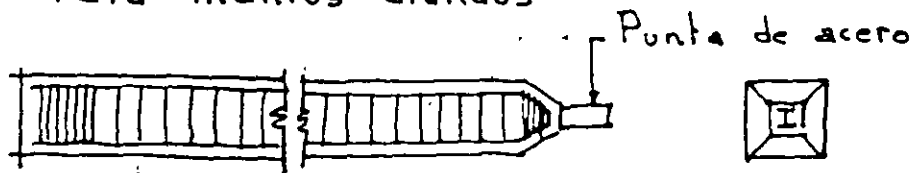


Cuadrada Circular Octogonal Triangular Perfil Tubular

Detalles de un pilote de concreto.



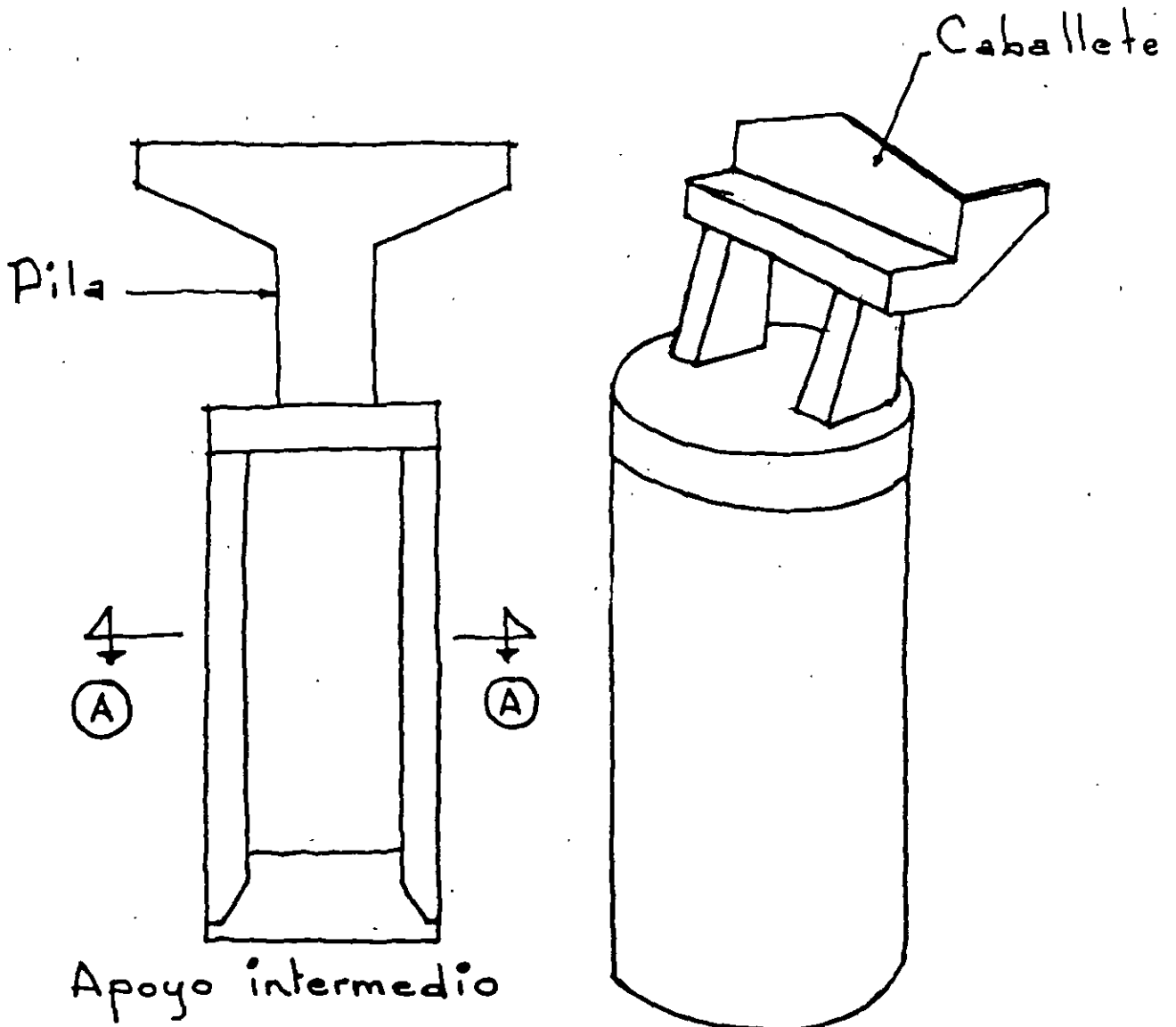
Para mantos blandos



Para estratos duros

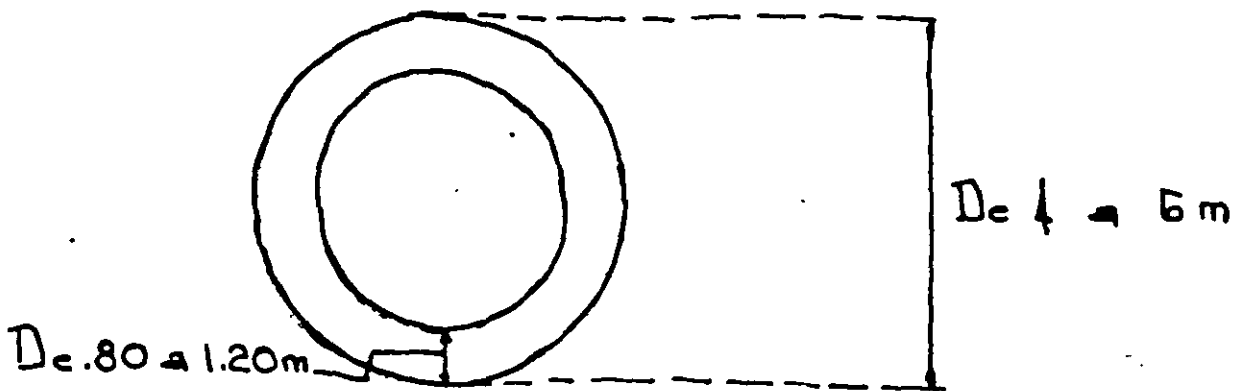


CILINDROS



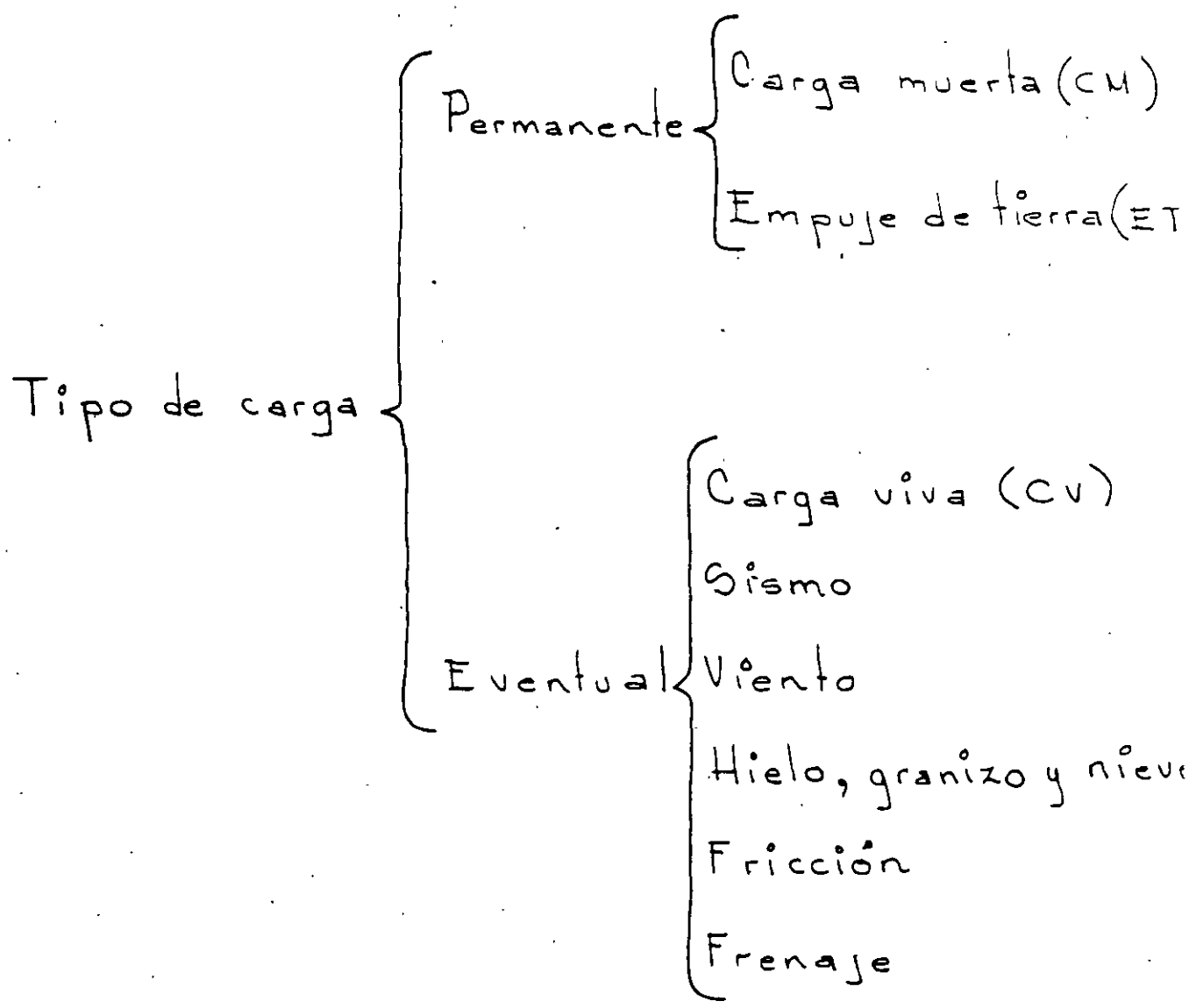
Apoyo intermedio

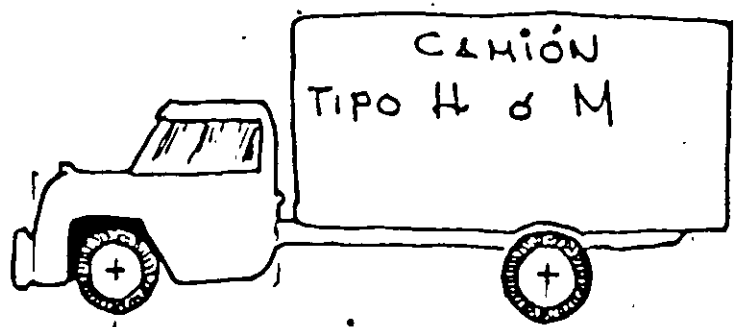
Apoyo extremo



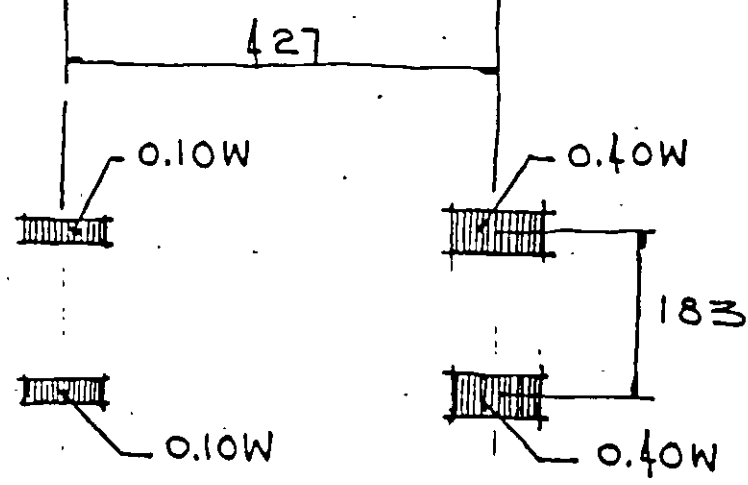
CORTE A-A

CARGAS SOBRE PUENTES





3629 Kg	14515 Kg	H-20 (M-18)
2722 Kg	10886 Kg	H-15 (M-13.5)
1814 Kg	7257 Kg	H-10 (M-9)



W = Peso total del camión y carga.

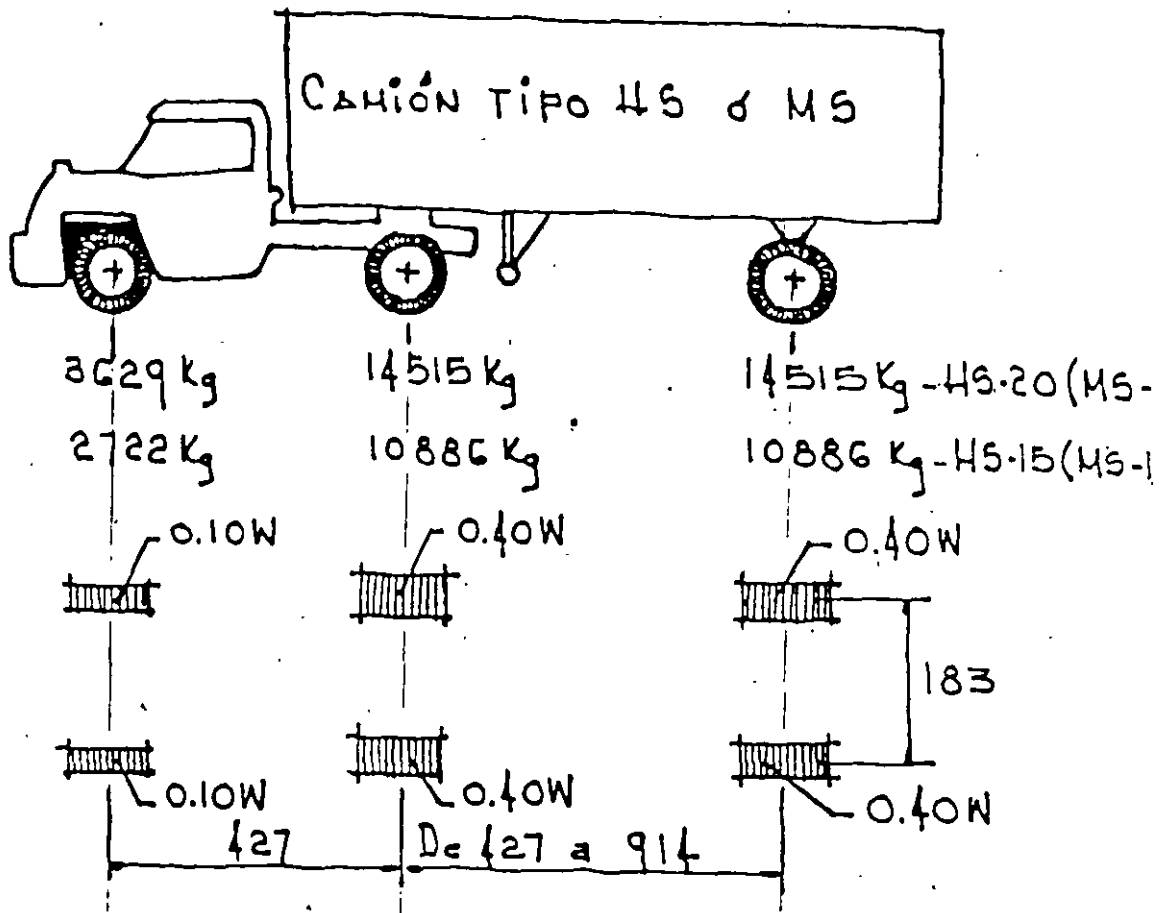
Carga concentrada | Para momento = 8165 Kg
 Carga concentrada | Para cortantes = 11793 Kg
 Carga uniforme 952 Kg/m lineal de carril de carga

CARGA H-20 (M-18)
 Carga concentrada | Para momento = 6123 Kg
 Carga concentrada | Para cortantes = 8845 Kg
 Carga uniforme 714 Kg/m lineal de carril de carga

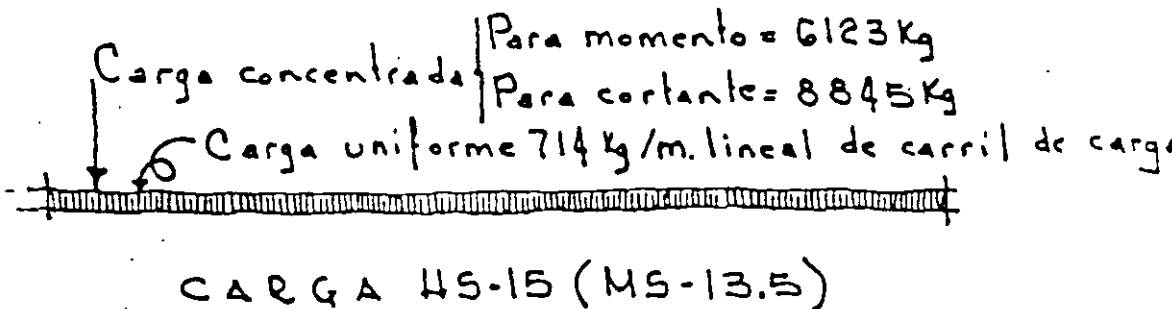
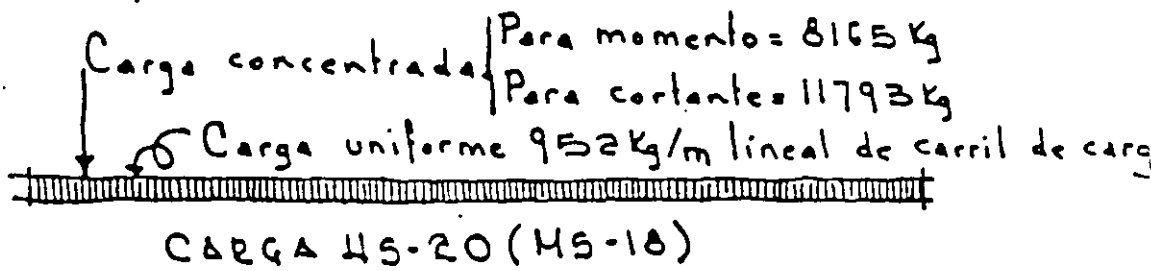
CARGA H-15 (M-13.5)
 Carga concentrada | Para momento = 4082 Kg
 Carga concentrada | Para cortantes = 5897 Kg
 Carga uniforme 476 Kg/m lineal de carril de carga

CARGA H-10 (M-9)

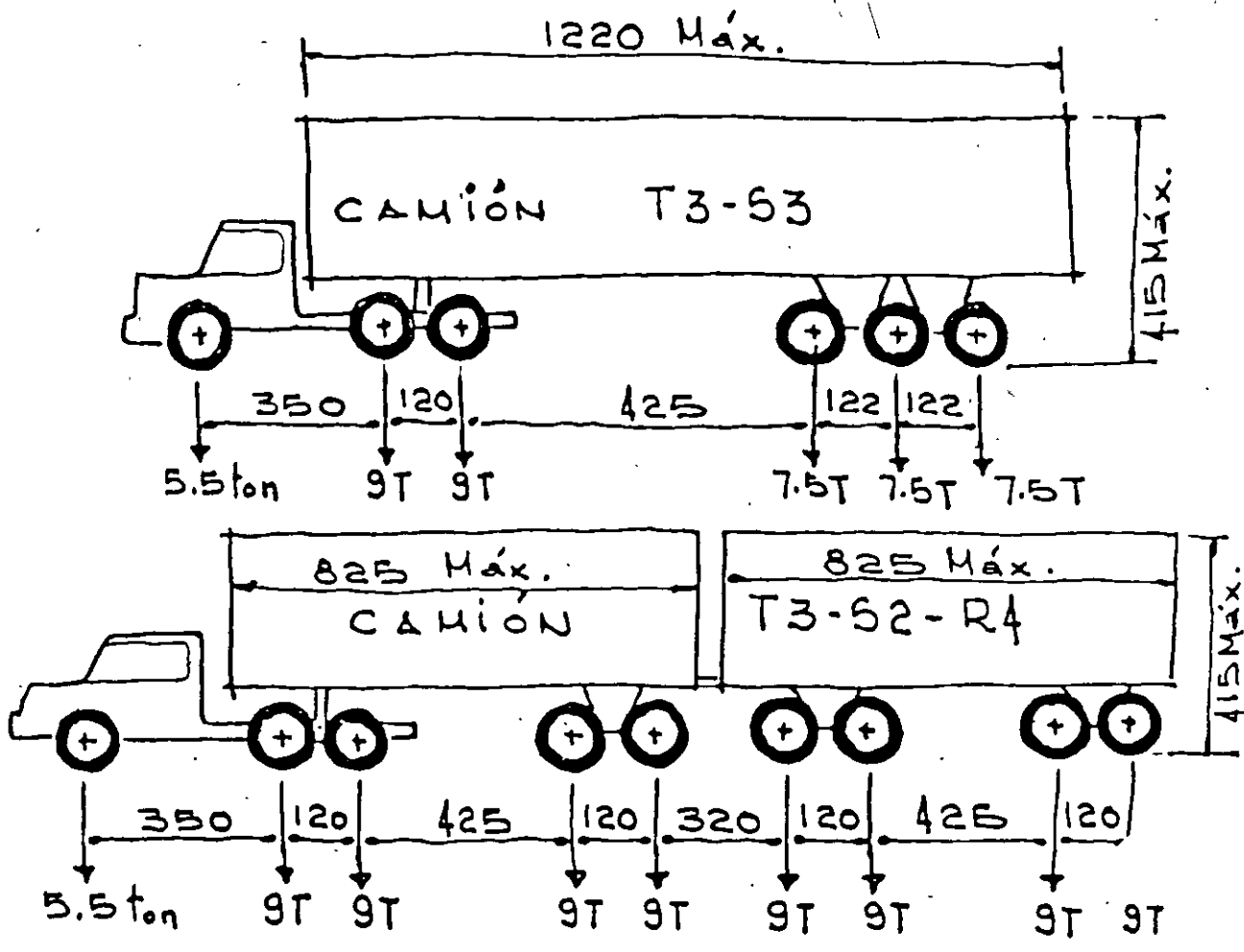
CARGA UNIFORME EQUIVALENTE



W = Peso combinado de los dos primeros ejes, igual al que tiene el camión tipo M correspondiente.



CARGA UNIFORME EQUIVALENTE



RESUMEN DEL PESO DE CAMIONES

Tipo de camión	Peso total incluyendo carga.
H-10 (M-9)	9071 Kg.
H-15 (M-13.5)	13608 Kg.
H-20 (M-18)	18144 Kg.
H5-15 (M5-13.5)	24494 Kg.
H5-20 (M5-18)	32659 Kg.
T3-53	46000 Kg.
T3-52-R4	77500 Kg.

CARGAS DE FERROCARRIL

Así como los caminos a través del tiempo se fueron ensanchando, hasta llegar a las autopistas, algo similar sucedió con los ferrocarriles al pasar de la vía angosta a la vía ancha, de la locomotora de vapor a la eléctrica o a la diesel.

Los durmientes de madera se fueron relegando y surgieron los de concreto armado y los presforzados.

Ahora bien dentro de las cargas más usuales para el proyecto de puentes están las siguientes:

E-50

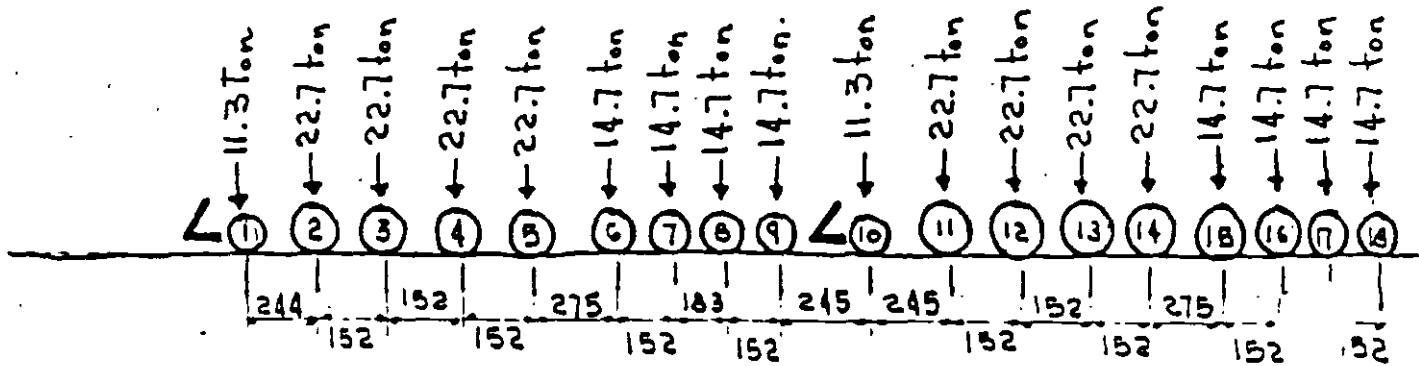
E-60

E-72

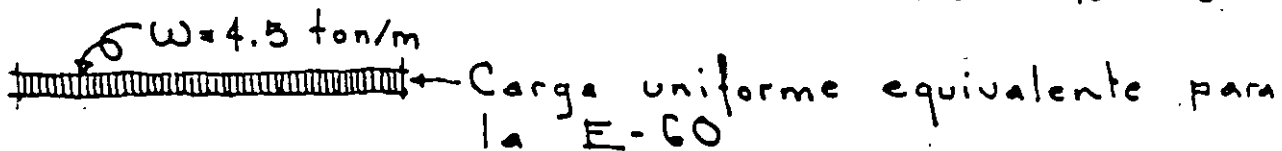
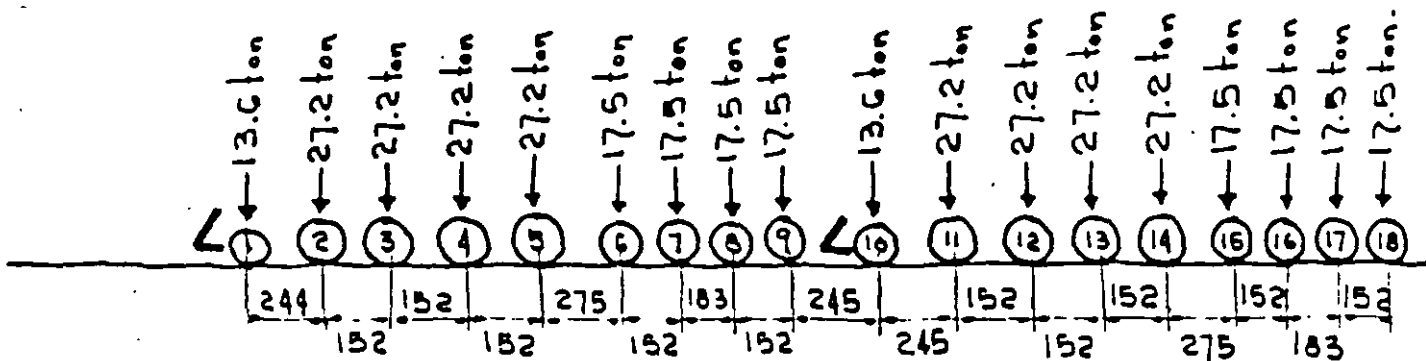
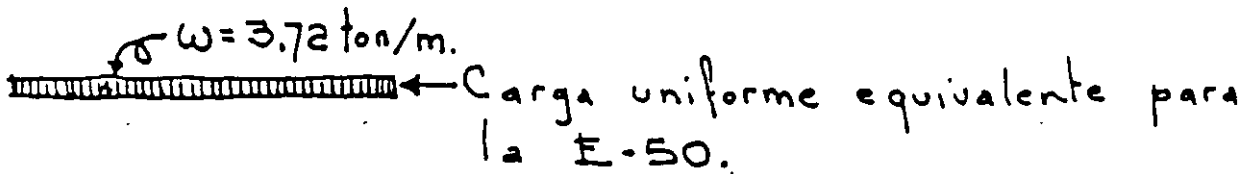
E-75

Los números después de la letra E, son los miles de libras que transmite cada uno de los cuatro ejes motrices al riel.

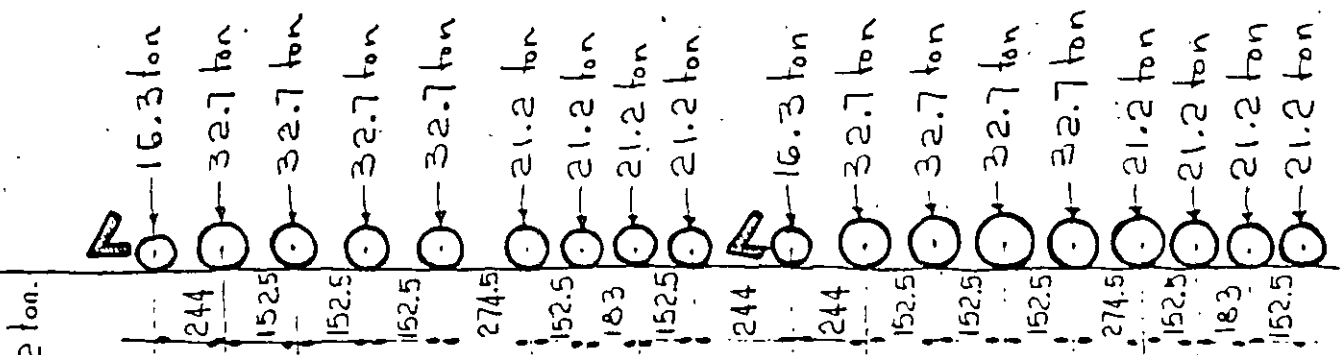
Tomemos el caso de la E-50 en la cual la transmisión por eje es de 50000 l por lo tanto $50000 \times 0.453592 = 22680 \text{ Kg}$ (por eje)
 Por rueda = $\frac{22680}{2} = 11340 \text{ Kg}$.



CARGA COOPER E-50

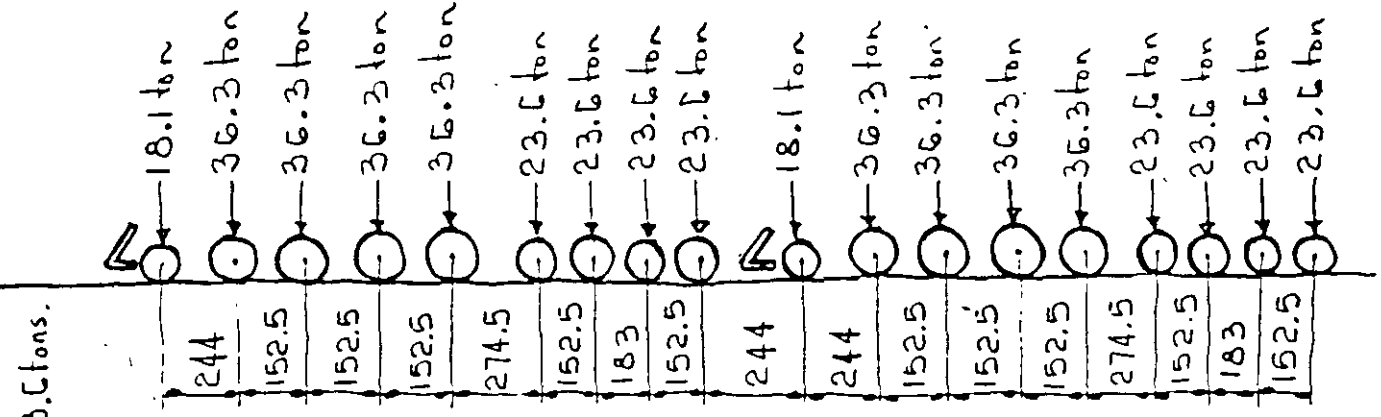


CARGA COOPER E-60



$w = 5.4 \text{ ton/m}$
 Carga uniforme equivalente del tren

CARGA COOPER E-72



11.9 ton/m
 Carga uniforme equivalente del tren.

CARGA COOPER E-80

PESO DE LOCOMOTORAS.

- E-50 ————— 161 ton.
- E-60 ————— 192.5 ton
- E-72 ————— 231.9 ton
- E-80 ————— 257.7 ton.

Los siguientes grupos representan varias combinaciones de cargas y fuerzas a las que podrá estar sometida una estructura.

Grupo I	= CM + CV + I + ET + S + PC	100 %
Grupo II	= CM + ET + S + PC + VE	125 %
Grupo III	= Grupo I + FL + F + 30% VE + VCV	125 %
Grupo IV	= Grupo I + A + C + T	125 %
Grupo V	= Grupo II + A + C + T	140 %
Grupo VI	= Grupo III + A + C + T	140 %
Grupo VII	= CM + ET + S + PC + TT	133 %
Grupo VIII	= Grupo I + PH	140 %
Grupo IX	= Grupo II + PH	150 %

CM = Carga Muerta

CV = Carga Viva

I = Impacto por Carga Viva

ET = Empuje de Tierra

S = Subpresión

VE = Viento sobre estructura

VCV = Presión del viento sobre la Carga Viva - 149 Kg por m lineal

FL = Fuerza longitudinal por Carga Viva

F = Fuerza longitudinal debida a la fricción

A = Acortamiento por Compresión

C = Contracción

T = Temperatura

TT = Sísmo

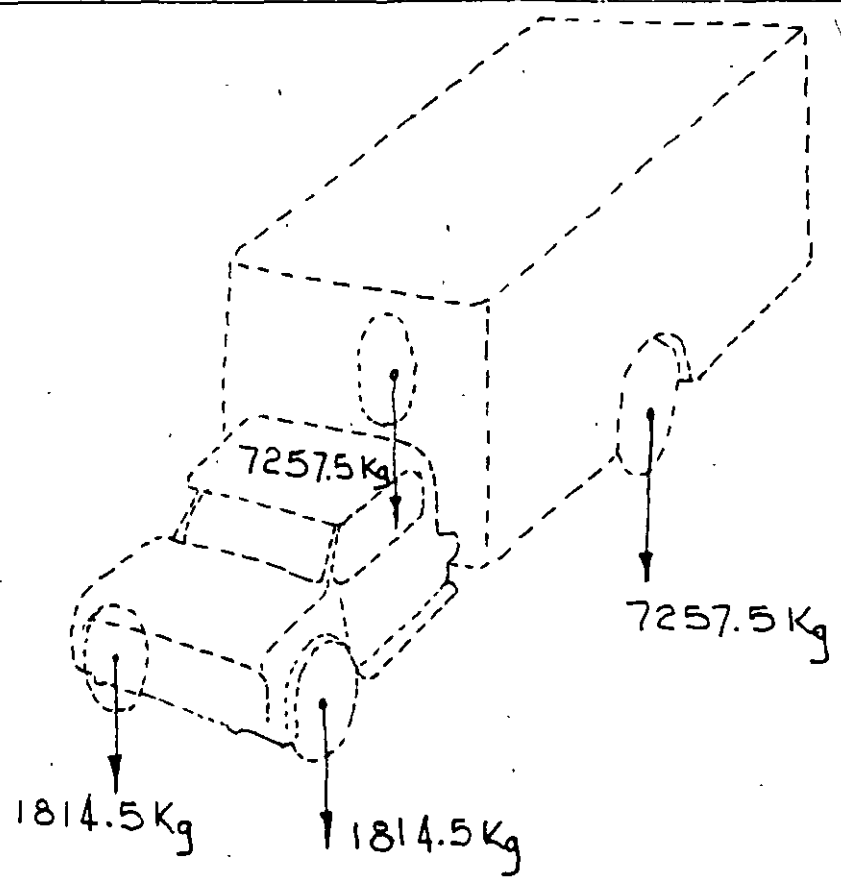
PC = Presión de la Corriente

PH = Presión de Hielo

Fc = Fuerza centrífuga

D I S T R I B U C I O N
D E
C A R G A S

DISTRIBUCION DE CARGAS

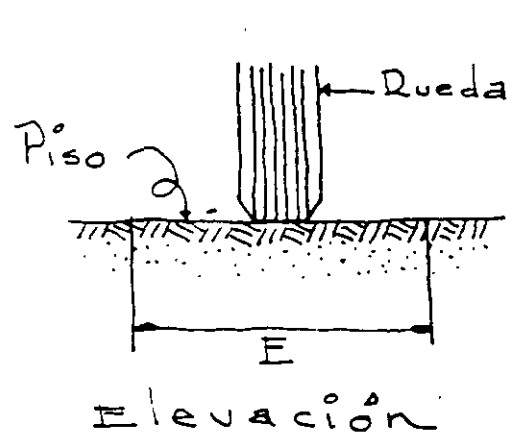


Camión 4-20 (M-18)

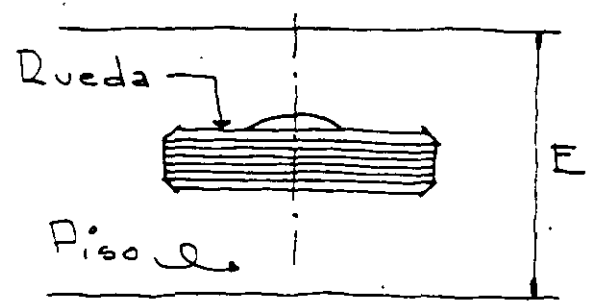
Peso total del camión cargado:

$$W = 2 \times 1814.5 + 2 \times 7257.5 = \underline{18144 \text{ Kg.}}$$

Distribución de la carga en la superficie de rodamiento



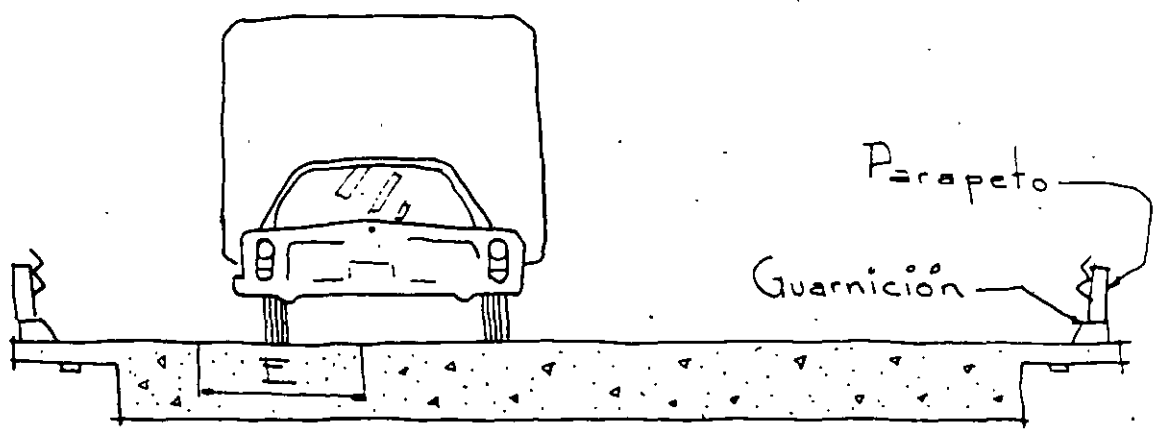
Elevación



Planta

E = Ancho de distribución

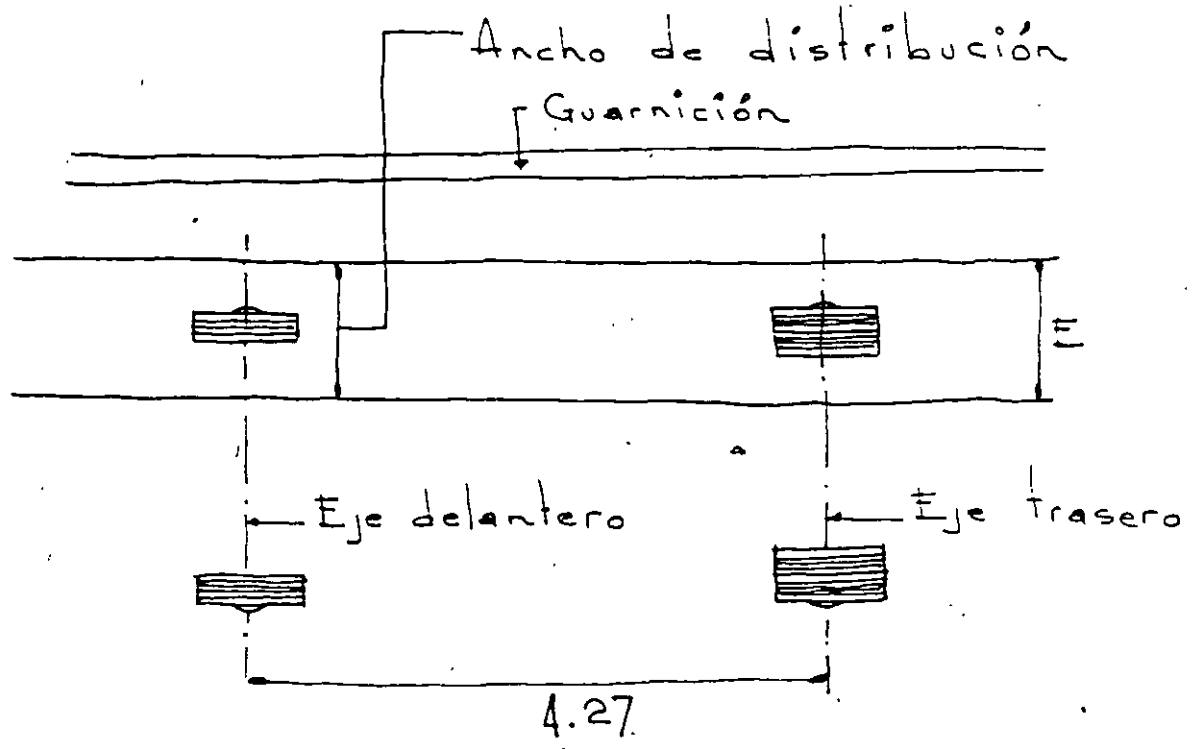
①. - CUANDO EL ARMADO PRINCIPAL ES PARALELO AL EJE DEL CAMINO



Según AASHTO:

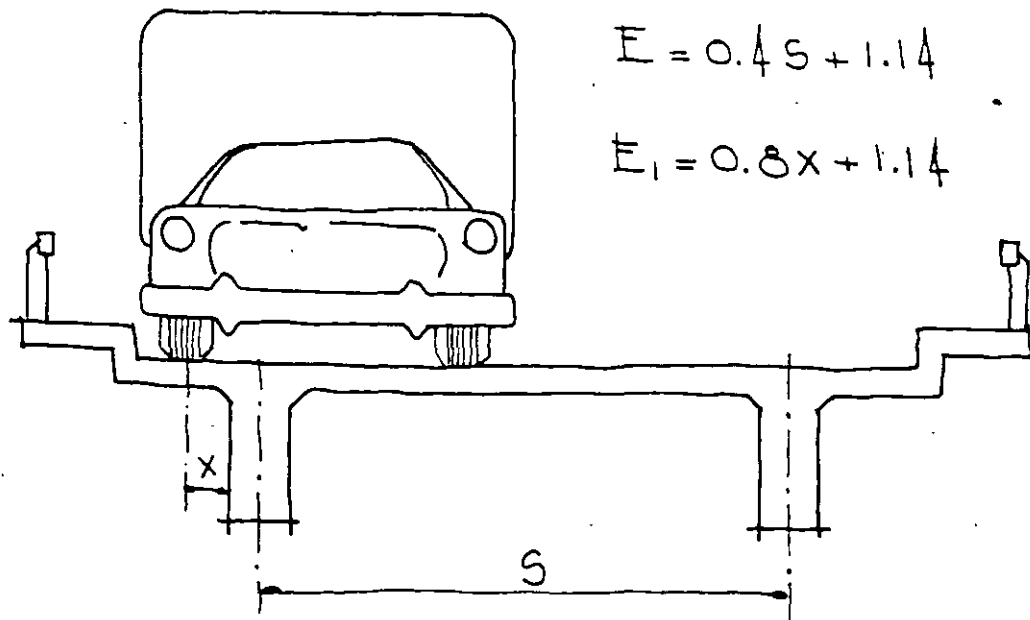
$$E = 1.22 + 0.06S \leq 2.13m$$

S = Claro de la losa

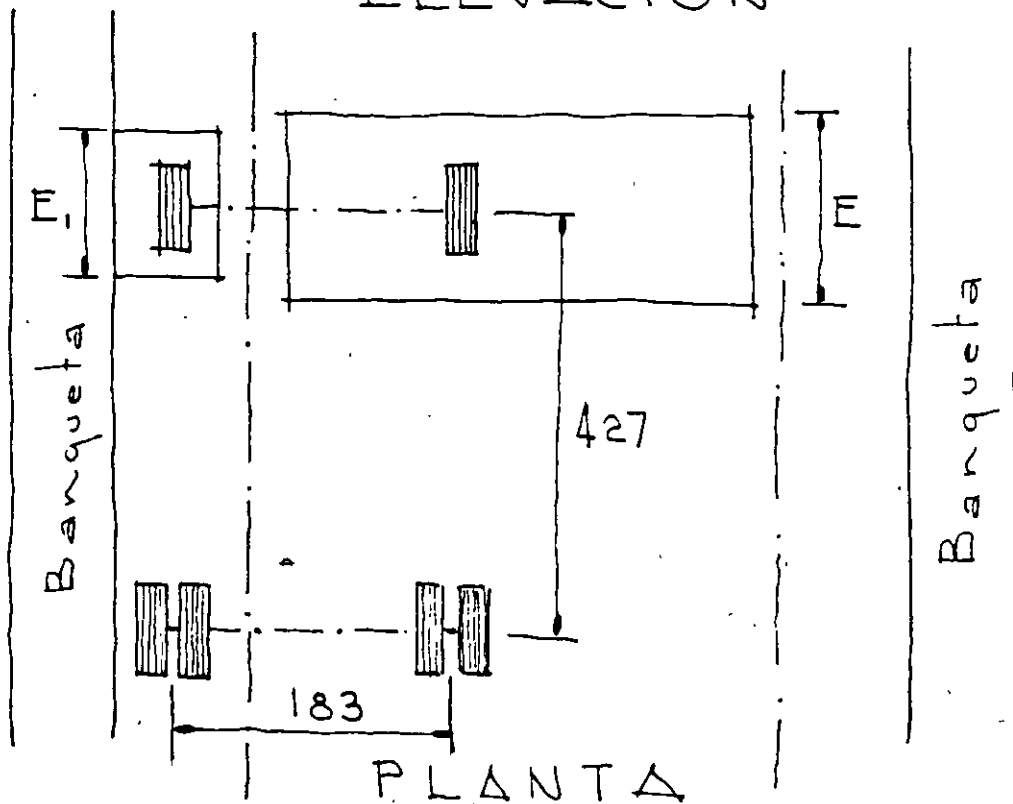


PLANTA

- ② - CUANDO EL ARMADO PRINCIPAL ES PERPENDICULAR AL EJE DEL CAMINO.

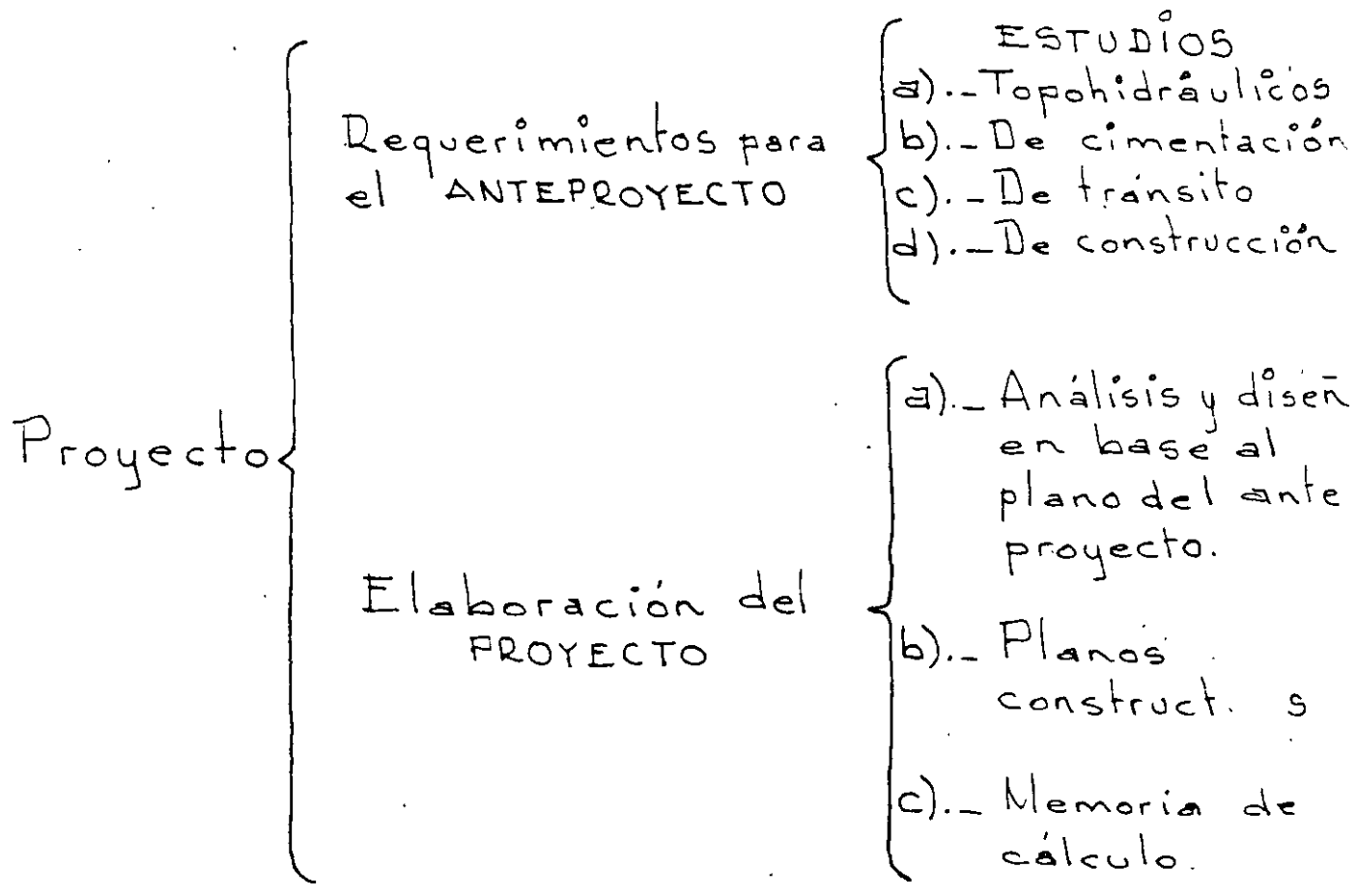


ELEVACION



ANTEPROYECTO Y PROYECTO
DE UN PUENTE

SECUELA DEL ANTEPROYECTO Y PROYECTO DE UN PUENTE



ESTUDIOS TOPOHIDRAULICOS. -

- a). - Planta general del cruce en donde se puede observar las ventajas y desventajas del trazo

- b.- Planta detallada del cruce a mayo escala.
- c.- Perfil de construcción
- d.- Secciones hidráulicas, aguas arriba y aguas abajo, así como en el cruce.
- e.- Gasto hidráulico máximo, velocidad de llegada, elevaciones de N.A.Mín, N.A.M y N.A.M.E.
- f.- Perfil probable de socavación durante las crecientes.
- g.- Dimensiones de cuerpos flotantes
- h.- Influencia de puentes y presas cercanas, si existen.

ESTUDIOS DE CIMENTACIÓN.-

- a.- Perfil estratigráfico del cruce
- b.- Profundidad de las aguas freáticas
- c.- Perfil de socavación (General y local)
- d.- Alternativas de cimentación de acuerdo a la capacidad de carga y asentamientos

e.- Taludes en excavaciones

f.- Recomendaciones de construcción

ESTUDIOS DE TRANSITO.-

a.- El ancho de la carretera irá de acuerdo al aforo vehicular y a la importancia del camino.

b.- La velocidad considerada será en función al tipo de camino

c.- Definir el peso máximo permisible en diferentes tipos de caminos.

ESTUDIOS DE CONSTRUCCION

a.- Caminos de acceso a la obra

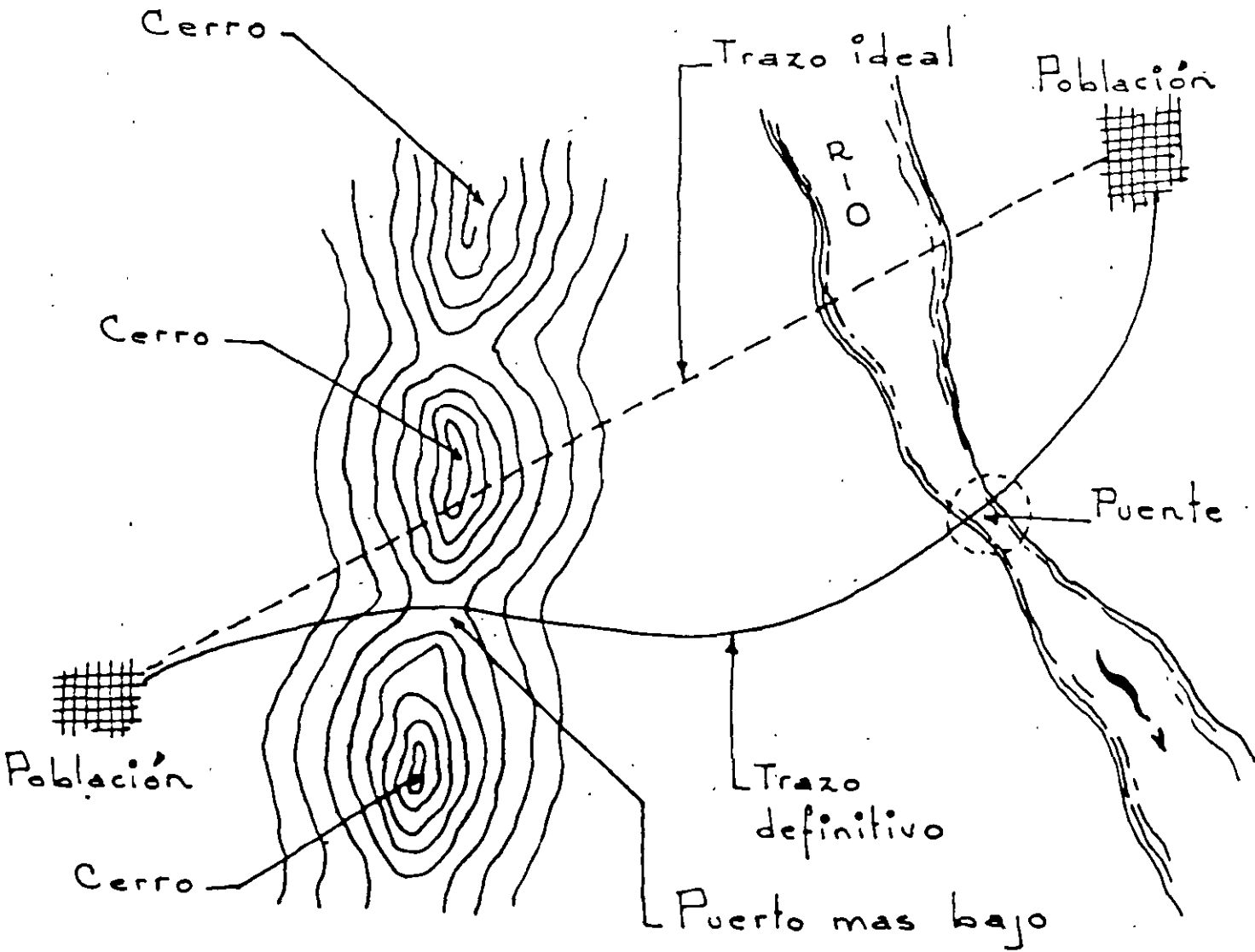
b.- Localización de bancos de arena y grava, cuando exista esta posibilidad.

c.- Disponibilidad de agua

d.- Fuente de abastecimiento de materiales y costo

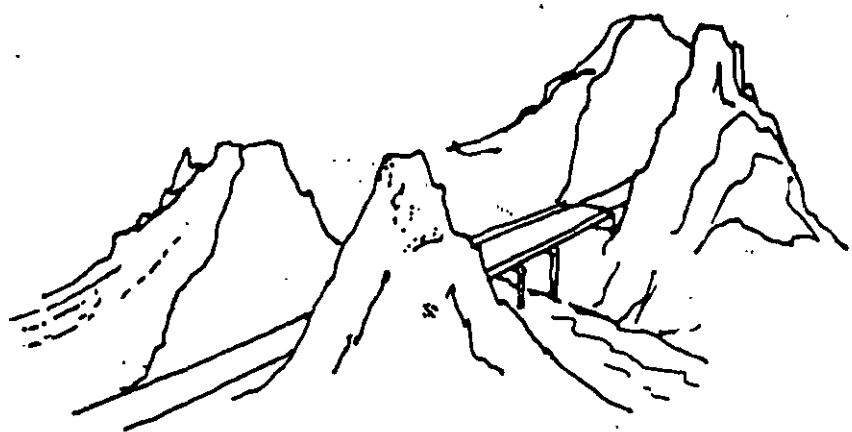
e.- Mano de obra y sueldos en la región

LOCALIZACION

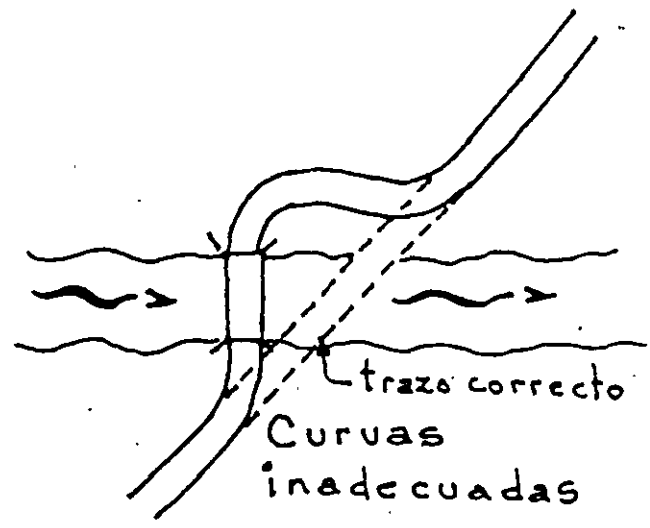


LOCALIZACION DEL CRUCE CON
PUNTOS OBLIGADOS

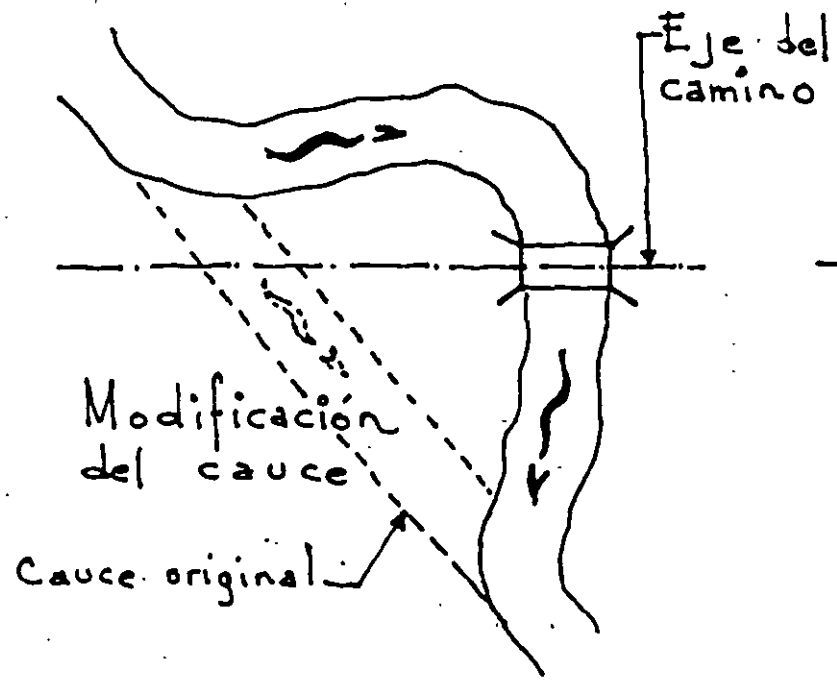
LO QUE DEBE EVITARSE EN LA LOCALIZACION DEL CRUCE.



Cortes excesivos y costosos.

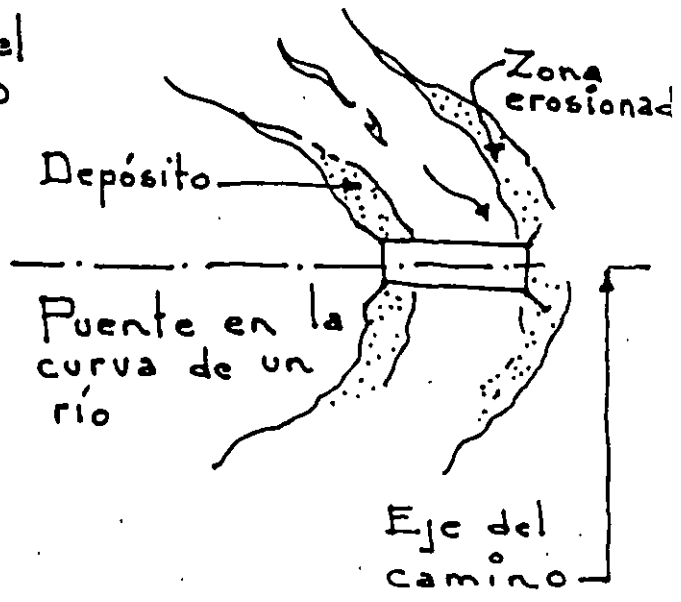


trazo correcto
Curvas inadecuadas



Modificación del cauce
Cauce original

Eje del camino



Depósito

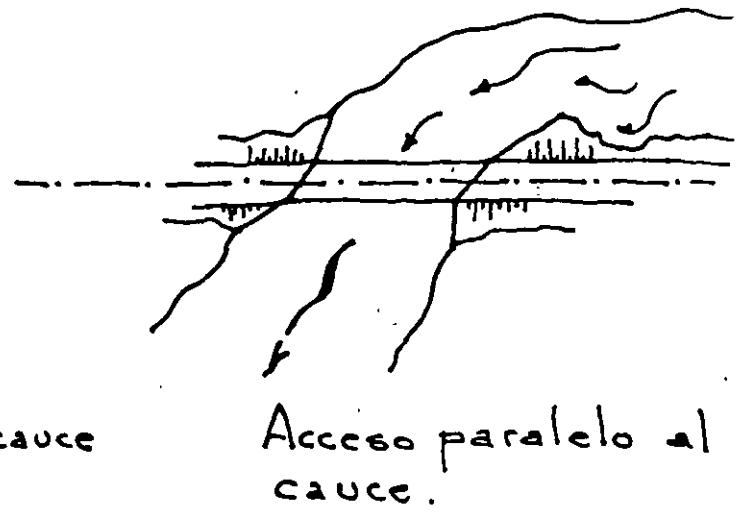
Puente en la curva de un río

Zona erosionada

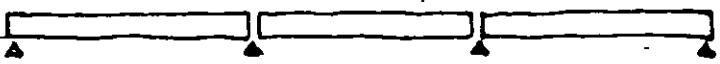
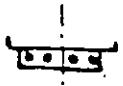
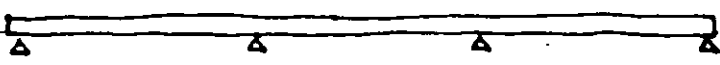
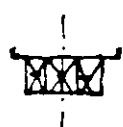
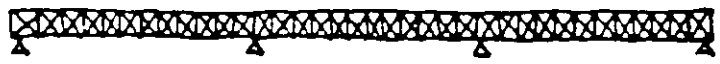
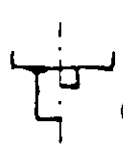
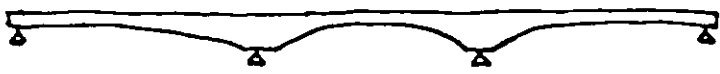
Eje del camino



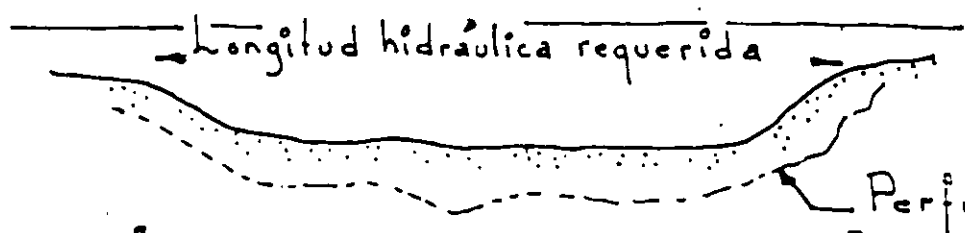
Degradación del cauce
Puente cerca de una cascada



Acceso paralelo al cauce.

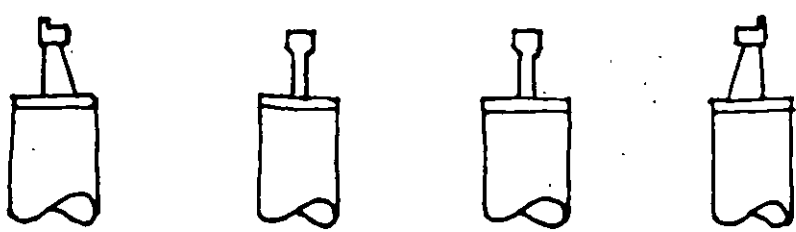
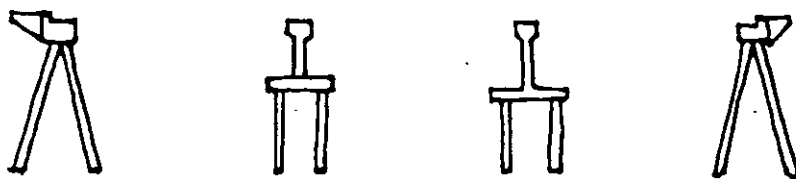


ALTERNATIVAS DE SUPERESTRUCTURA



Perfil de excavación

ALTERNATIVAS DE SUBESTRUCTURAS.



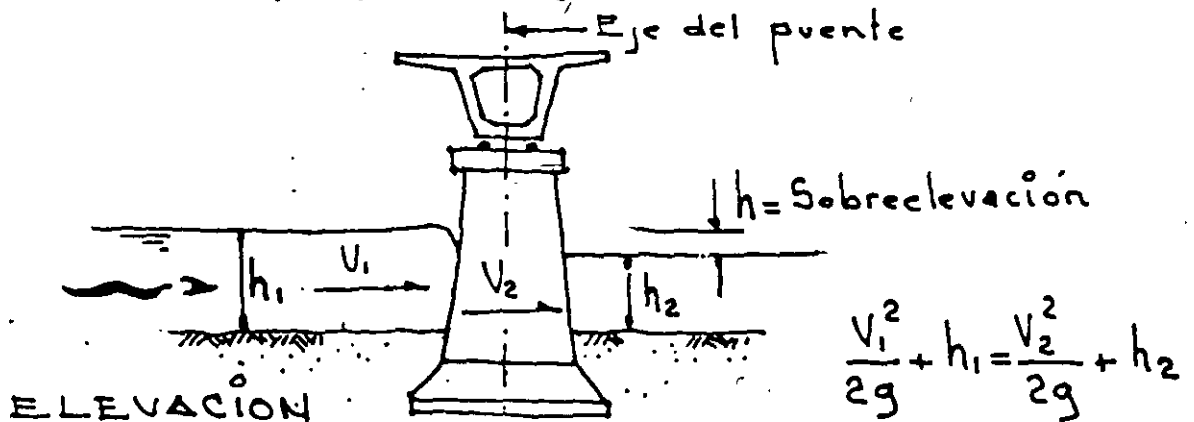
LONGITUD DEL PUENTE

Una vez obtenido el gasto hidráulico máximo para el cruce, así como la velocidad de llegada por medio de los estudios topohidráulicos, se procede a tomar la sección hidráulica más representativa y se determina la longitud del puente, aplicando el teorema de Bernoulli.

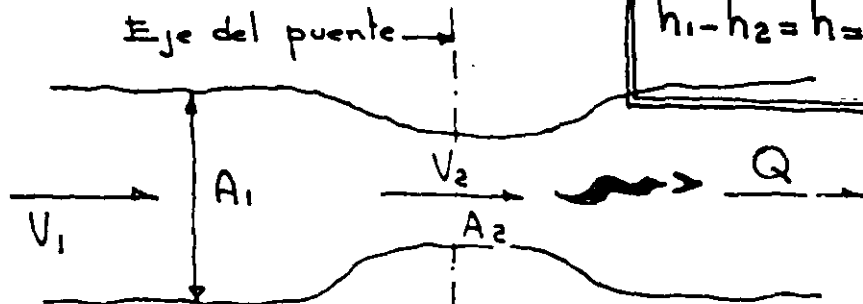
Cabe hacer notar que la longitud del puente estará limitada por una sobreelevación que no provoque socavación.

Ahora bien cuando el cauce nos presenta un solo tramo hidráulico, la aplicación del teorema es directa. En cambio cuando son varios tramos hidráulicos, se llega a la solución por medio de tanteos.

Teorema de Bernoulli



$$h_1 - h_2 = h = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$$



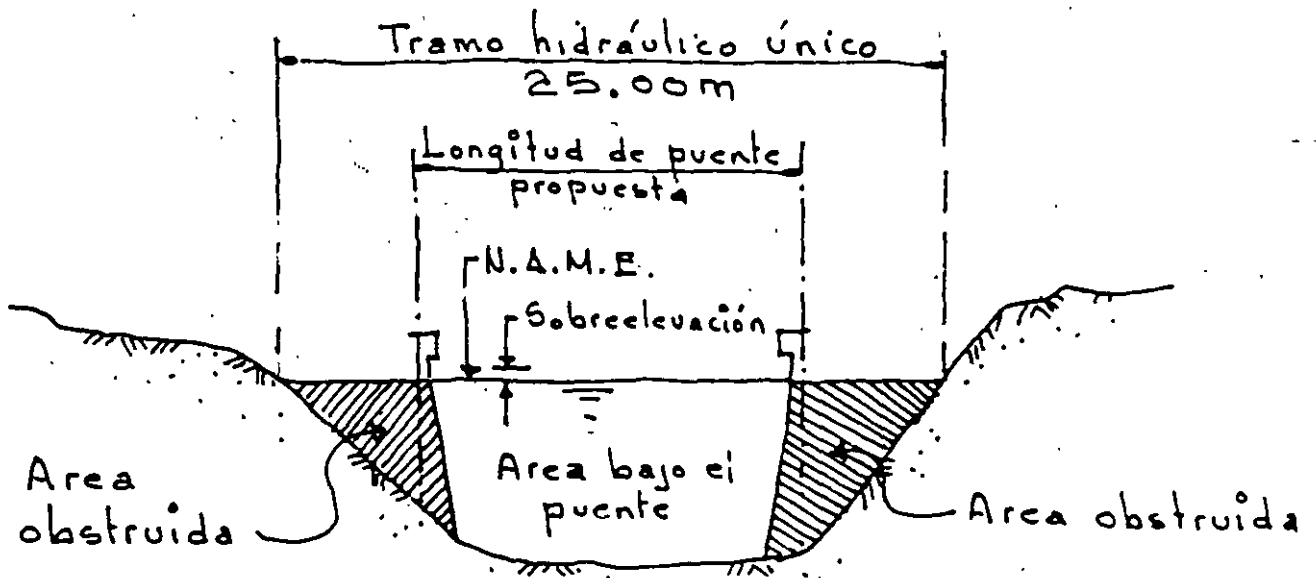
$$V_1 = \frac{Q}{A_1}$$

$$V_2 = \frac{Q}{A_2}$$

V_1 = Velocidad de llegada ; Q = Gasto hidráulico
 A_1 = Área hidráulica libre
 V_2 = Velocidad bajo el puente
 A_2 = Área hidráulica bajo el puente

PLANTA

EJEMPLO. - Tramo hidráulico único. Cruce normal a la corriente.



SECCIÓN HIDRAULICA

Limitantes de la sobreelevación por efectos de socavación

TIPO DE TERRENO	h Máxima
Rocoso	40 cms.
Firme (Boleos)	30 cms.
Blandos	20 cms.
Sueltos (Arenas)	10 cms.

Determinación de la longitud de puente:

Se disponen de los siguientes datos:

Gasto $Q = 70 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Área libre (hidráulica) = 28 m^2

Velocidad de llegada o inicial = $V_0 = 2.5 \text{ m/seg.}$

tenemos un terreno firme que nos permite una sobreelevación máxima de 0.30m.

Así que propondremos un puente de 15.00m de longitud.

Area obstruida 10.0 m²

Area bajo el puente 18.0 m²

La velocidad bajo el puente será:

$$V_2 = \frac{70}{18} = 3.9 \text{ m/seg. por lo tanto la}$$

$$\text{sobrelevación será } h = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{3.9^2 - 2.5^2}{2 \times 9.81} = 0.46 \text{ m}$$

0.46 > 0.30 no se acepta el claro

Ahora propondremos un claro de 18.0

Area obstruida 8.0 m²

Area bajo el puente 20.0 m²

Velocidad bajo el puente

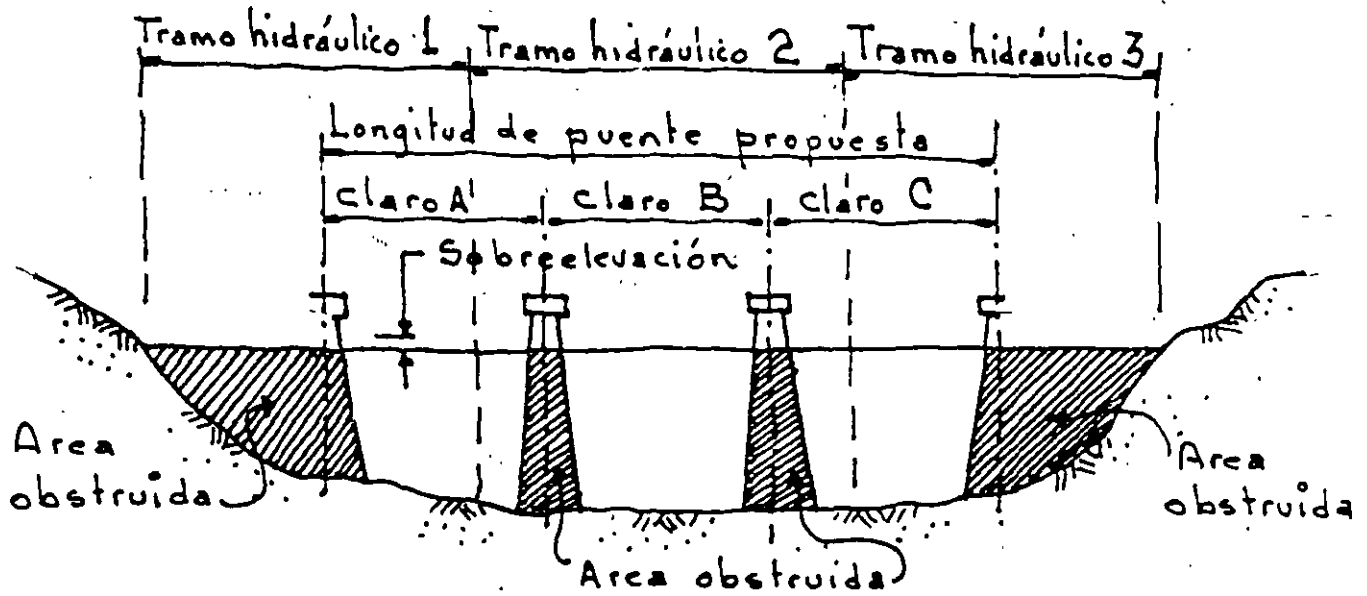
$$V_2 = \frac{70}{20} = 3.5 \text{ m/seg.}$$

Tendremos una sobreelevación de:

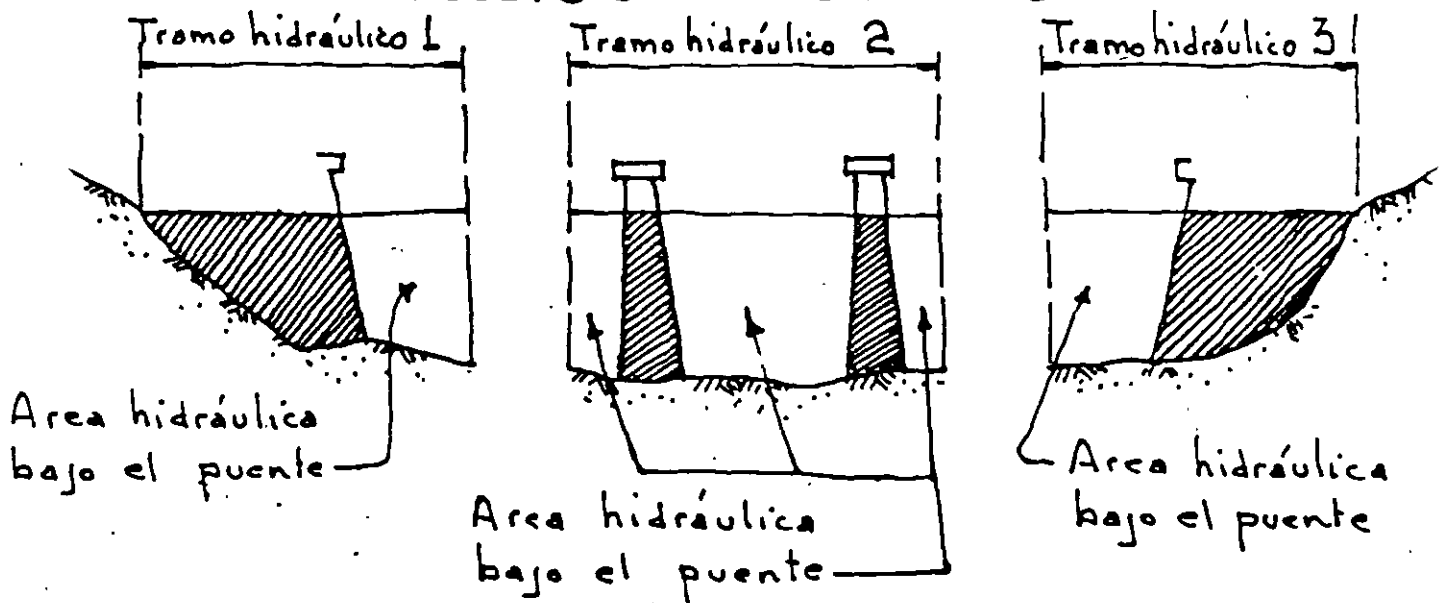
$$h = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} = \frac{3.5^2 - 2.5^2}{19.62} = 0.30 \text{ m} = \text{Al permisible}$$

Se acepta el claro de 18.00m.

EJEMPLO.- 3 tramos hidráulicos. Cruce normal a la corriente



SECCIÓN HIDRAULICA



Datos hidráulicos de la sección libre

Tramo hidráulico	Area en m ²	Velocidad (m/seg)	Gasto (m ³ /seg)
1	65	2.7	175.5
2	74	3.0	222.0
3	60	2.0	120.0
			517.5

Tramo hidráulico 1
Área obstruida = 19.0 m²
Área bajo el puente = 46.0 m²

Tramo hidráulico 2
Área obstruida = 11 m²
Área bajo el puente = 64.0 m²

Tramo hidráulico 3
Área obstruida = 17.0 m²
Área bajo el puente = 43 m²

De acuerdo a Bernoulli:

$$h = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$$

$$2gh = V_2^2 - V_1^2 ; V_2^2 = 2gh + V_1^2$$

$$\therefore V_2 = \sqrt{2gh + V_1^2}$$

V_2 = Velocidad bajo el puente

V_1 = Velocidad de llegada o inicial

h = Sobreelevación

En nuestro caso supondremos un valor a la sobreelevación, hasta obtener un resultado satisfactorio en el gasto. Es decir que el gasto total que obtengamos, sea igual o parecido al de la sección libre.

$$V_{p1} = \sqrt{2gh + V_1^2} ; \text{ Suponiendo una sobreelevación de } 0.25 \text{ m.}$$

$$V_{p1} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.25 + 2.7^2} = 3.5 \text{ m/seg.}$$

$$v_{p2} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.25 + 3^2} = 3.7 \text{ m/seg.}$$

$$v_{p3} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.25 + 2^2} = 2.98 \text{ m/seg.}$$

Gastos parciales en los diferentes tramos hidráulicos bajo el puente:

$$Q_1 = 46 \times 3.5 = 161 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q_2 = 64 \times 3.7 = 236.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$Q_3 = 43 \times 2.98 = 128.1 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

$$\text{TOTAL } \underline{525.9 \text{ m}^3/\text{seg}} > 517.5 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

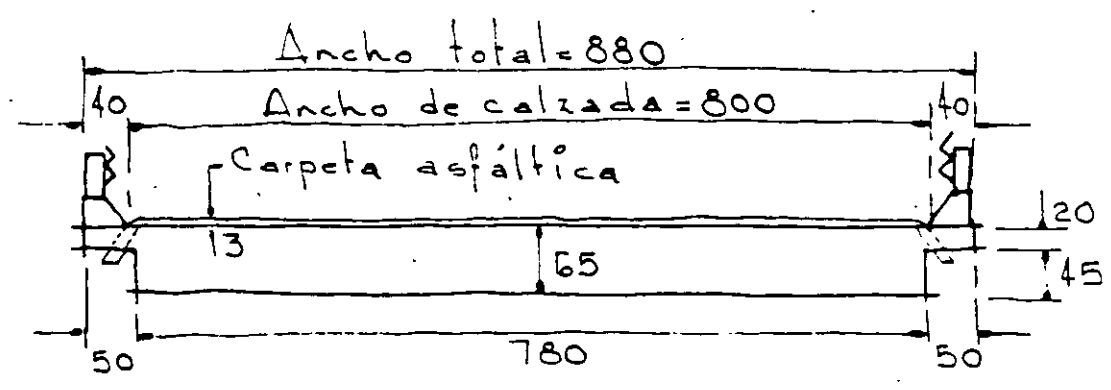
En este caso resultó mayor el gasto que el de la sección libre, por lo tanto se seguirá el procedimiento de tanteos hasta lograr la igualación de gastos, con lo que finaliza el problema.

CALCULO DE LOSA PLANA
MACIZA

CALCULO DE UNA LOSA PLANA MACIZA

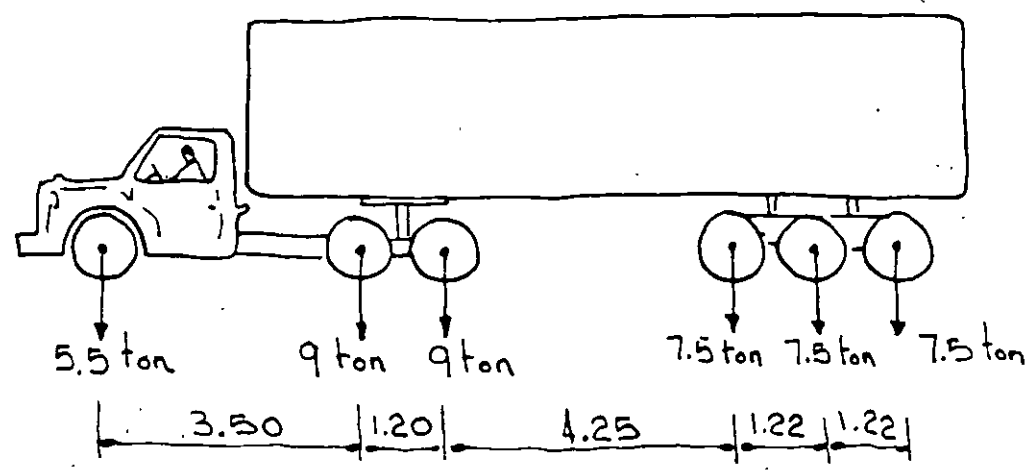
Datos de proyecto. —

- Claro = 12.00 m
- Ancho total = 8.80 m
- Ancho de calzada = 8.00 m
- Guarniciones de 0.40 m
- Carga móvil T3-S3 (45.0 ton.)



SECCION PROPUESTA

CARGA VIVA



CALCULO.-

CARGA MUERTA

Pilastra, lámina y guarnición ——— 252 x 2 = 504 Kg.
 Carpeta asfáltica = 0.10 x 2000 x 8.00 = 1600 Kg.
 Losa = 7.80 x .65 x 2400 = 12168 Kg.
 Volados = 1.00 x .20 x 2400 = 480 Kg.

14752 Kg.

$$\omega = \frac{14752}{7.80} = 1891.28 \text{ Kg/m} ; M_{cm} = \frac{1891.28 \times 12^2}{8} = 34043 \text{ K}$$

$$V_{cm} = 1891.28 \times 6 = 11347.68 \text{ Kg}$$

CARGA VIVA

De la tabla de momentos y cortantes perteneciente al camión T3-53 tenemos para el claro de 12.00m:

$$M_{cv} = 61710 \text{ Kg-m} ; V_{cv} = 27673 \text{ Kg}$$

Impacto.-

$$I = \frac{15.24}{12 + 38} = 30.5 > 30\%$$

Por lo tanto tomaremos el máximo permisible que es: 30%, así que tendremos:

$$M_{cv+I} = 61710 \times 1.30 = 80223 \text{ Kg-m}$$

$$V_{cv+I} = 27673 \times 1.30 = 35897 \text{ Kg}$$

ARMADO PRINCIPAL PARALELO AL EJE DEL CAMINO.

Ancho de distribución según AASHTO:

$$E = 1.22 + 0.65 \leq 2.13 \text{ m}$$

S = Claro

$$E = 1.22 + 0.6 \times 12 = 1.94 \text{ m} < 2.13 \text{ m}$$

$$M_{cv+I} = \frac{80223}{2 \times 1.94} = 20676 \text{ Kg-m}$$

$$V_{cv+I} = \frac{35897}{2 \times 1.94} = 9252 \text{ Kg}$$

MOMENTO ULTIMO:

$$M_u = 1.30 \left(M_{cm} + \frac{5}{3} M_{cv+I} \right)$$

$$M_u = 1.30 \left(34043 + \frac{5}{3} 20676 \right)$$

$$M_u = 89053.9 \text{ Kg-m/m}$$

Peralte requerido:

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{\phi b f'_c q (1 - 0.60 q)}}$$

$$\phi = 0.90 ; q = \rho \frac{f_y}{f'_c} ; \rho = \rho' \times 0.50$$

$$\rho' = \frac{0.85 \times 0.85 \times f'_c}{f_y} \times \frac{6116}{6116 + f_y}$$

$$\rho' = \frac{0.85 \times 0.85 \times 250}{4000} \times \frac{6116}{6116 + 4000} = 0.0273$$

$$\rho = 0.0273 \times 0.50 = 0.0136$$

$$q = 0.0136 \frac{4000}{250} = 0.218$$

Por lo tanto:

$$d = \sqrt{\frac{8905390}{0.90 \times 100 \times 250 \times 0.218 (1 - 0.60 \times 0.218)}}$$

$$d = 45.7 \text{ cm.} < 59 \text{ cm.}$$

Acero de refuerzo:

$$A_s = \frac{0.85 b d f'_c}{f_y} - \sqrt{\left(\frac{0.85 b d f'_c}{f_y}\right)^2 - \frac{1.89 f'_c b M_u}{f_y^2}}$$

$$\frac{0.85 \times 100 \times 59 \times 250}{4000} = 313.44$$

$$313.44^2 = 98244.63$$

$$\frac{1.89 \times 250 \times 100 \times 8905390}{4000^2} = 26298.73$$

$$A_s = 313.44 - \sqrt{98244.63 - 26298.73} = 45.2 \text{ cm}^2$$

Utilizando varillas de 8C (1") tenemos:

$$\text{Separación} = \frac{5.07 \times 100}{45.2} = 11.2 \text{ cm.}$$

pondremos las varillas @ 11 c.a.c.

Porcentaje mínimo de acero

$$p_{\text{mín.}} = \frac{14}{f_y} = \frac{14}{4000} = 0.0035$$

En nuestro caso:

$$p = \frac{45.2}{100 \times 59} = 0.0077 > 0.0035 \quad \text{Bien}$$

Acero de distribución. -

Porcentaje del acero principal = $\frac{55}{\sqrt{S}} \leq 50\%$

S = Claro ; S = 12

$\frac{55}{\sqrt{12}} = 15.9\% < 50$

$A_{sd} = 45.2 \times .159 = 7.2 \text{ cm}^2$

Utilizando vars. de 4C ϕ (1/2")

Separación = $\frac{1.27 \times 100}{7.2} = 17.6 \text{ cm.}$

Pondremos las vars. @ 17 cm. c.a.c.

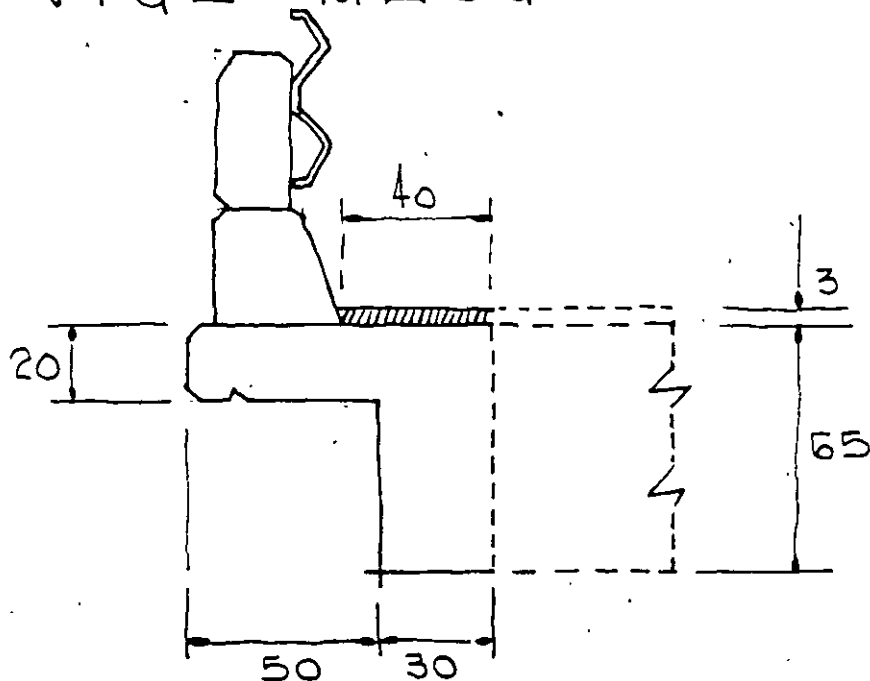
Acero por temperatura. -

$A_{st} = 0.0015 \times 59 \times 100 = 8.8 \text{ cm}^2$

Vars 4C ϕ Separación = $\frac{127}{8.8} = 14.4 \text{ cm.}$

Pondremos las vars. @ 14 cm. c.a.c.

VIGA MARGINAL



CARGA MUERTA

Parapeto (Filastra, guarnición y lámina) = 252 Kg/m

Carpeta asfáltica - $.40 \times .10 \times 2000 = 80 \text{ Kg/m}$

Concreto $(.20 \times .80 + .45 \times .30) \times 2400 = 708 \text{ Kg/m}$

$$\underline{w = 1040 \text{ Kg/m}}$$

$$M_{CM} = \frac{1040 \times 12^2}{8} = 18720 \text{ Kg-m}$$

$$V_{CM} = 1040 \times 6 = 6240 \text{ Kg}$$

CARGA VIVA

$$M_{cv} = 0.10 P S$$

P = Peso de una rueda
S = Claro

$$M_{cv} = 0.10 \times 4500 \times 12 = 5400 \text{ Kg-m}$$

Cortante. -

Se considera un 20% del cortante por banda, así que:

$$V_{cv} = 27673 \times 0.20 = 5535 \text{ Kg}$$

MOMENTO ULTIMO

$$M_u = 1.30 \left(18720 + \frac{5}{3} 7020 \right) = 39546 \text{ Kg-m}$$

CORTANTE ULTIMO

$$V_u = 1.30 \left(6240 + \frac{5}{3} 7195.5 \right) = 23702 \text{ Kg}$$

Peralte requerido

$$d = \sqrt{\frac{3954600}{0.90 \times 30 \times 250 \times 0.218 (1 - 0.60 \times 0.218)}} = 55.6 \text{ cm}$$

$$55.6 < 59 \quad \text{Bien}$$

Acero de refuerzo

$$A_s = \frac{0.85 b d f'_c}{f_y} - \sqrt{\left(\frac{0.85 b d f'_c}{f_y}\right)^2 - \frac{1.89 f'_c b M_u}{f_y^2}}$$

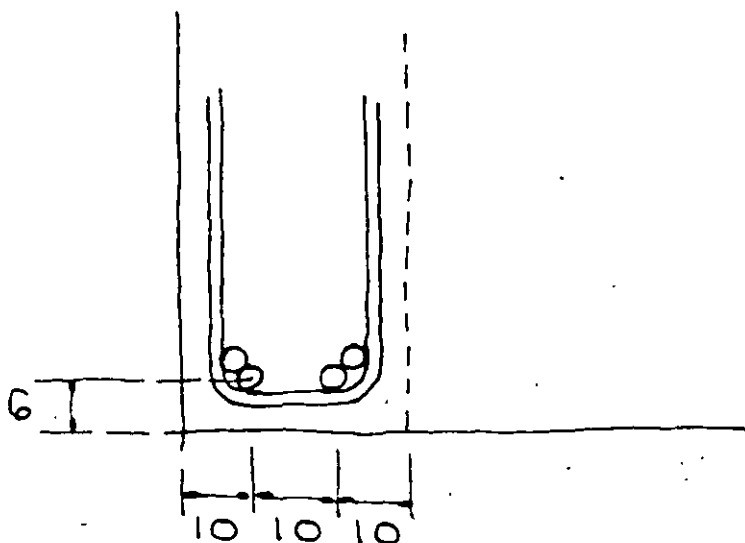
$$\frac{0.85 \times 30 \times 59 \times 250}{4000} = 94.0$$

$$94.0^2 = 8836$$

$$\frac{1.89 \times 250 \times 30 \times 3954600}{4000^2} = 3503.53$$

$$A_s = 94 - \sqrt{8836 - 3503.53} = 20.9 \text{ cm}^2$$

Pondremos 4 varillas de 8C ϕ (1")



Revisión por cortante.-

$$v_u = \frac{23702}{30 \times 59} = 13.4 \text{ Kg/cm}^2$$

$$v_p = 1.6 \phi \sqrt{f'_c} = 1.6 \times 0.85 \times \sqrt{250} = 21.5 \text{ Kg/cm}^2$$

Cortante que toma el concreto:

$$v_c = 0.50 \phi \sqrt{f'_c} = 0.50 \times 0.85 \sqrt{250} = 6.7 \text{ Kg/cm}^2$$

Separación de estribos

$$S = \frac{A_v \phi f_y}{b(v_u - v_c)} = \frac{2 \times 1.27 \times 0.85 \times 4000}{30(13.4 - 6.7)} = 42.9 \text{ cm.}$$

$$\text{Separación máxima} = \frac{d}{2} = \frac{59}{2} = 29.5 \text{ cm.}$$

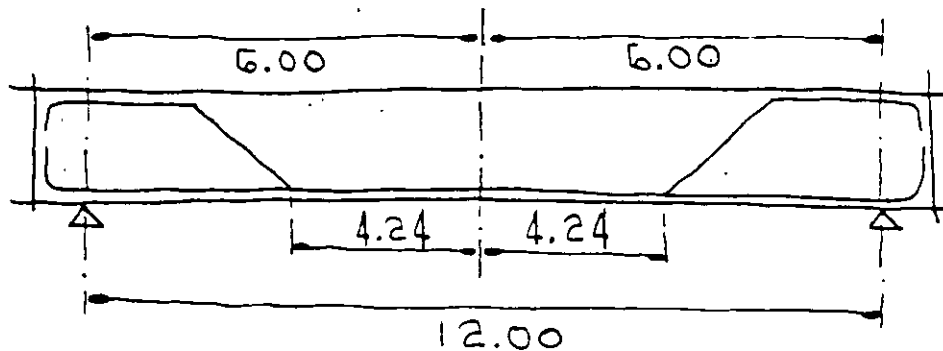
Pondremos estribos $\phi 4C @ 28 \text{ c.a.c.}$

Doblado de varillas según

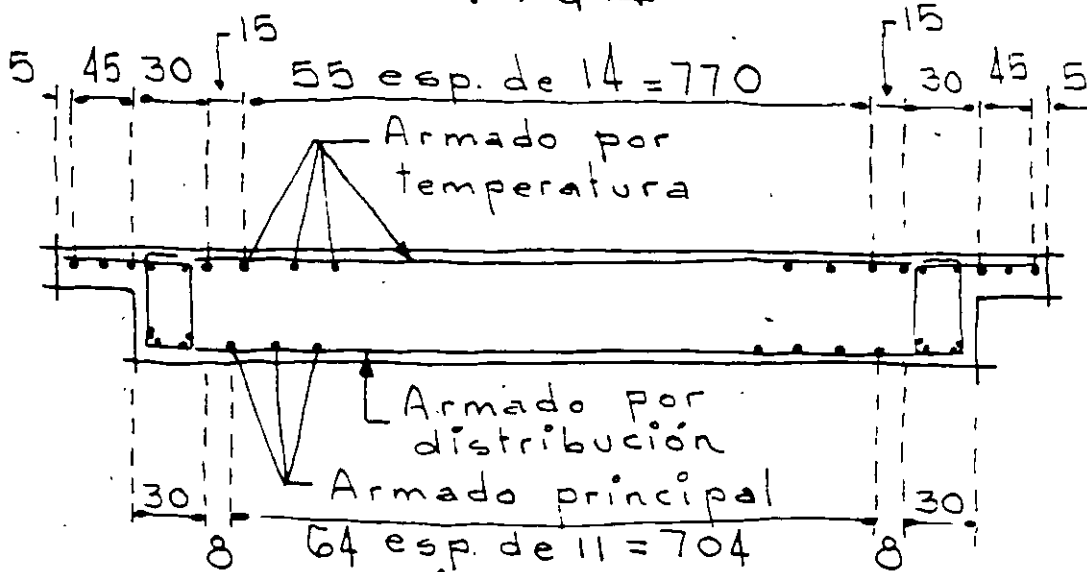
fórmula:

$$X = \frac{L}{2} \sqrt{\frac{A_d}{A_t}}$$

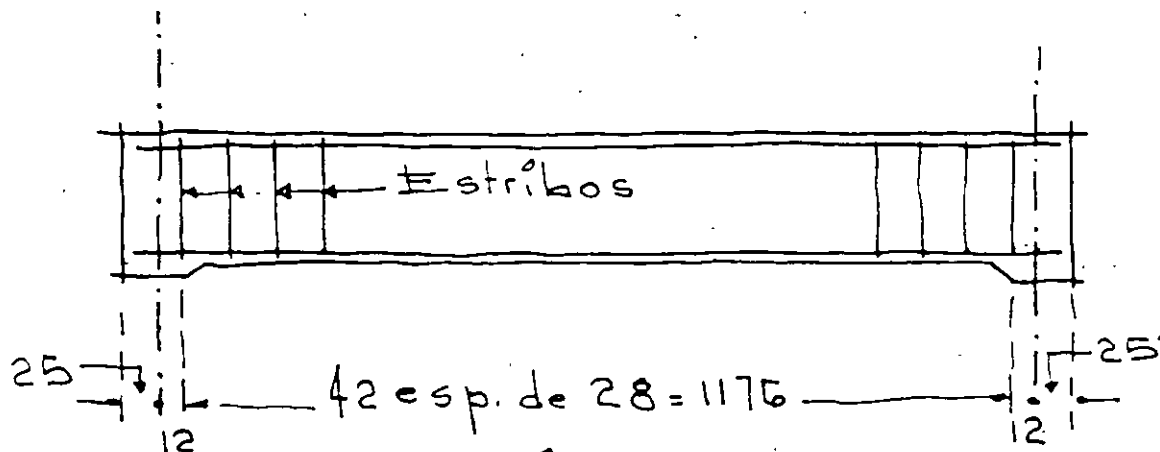
$$X = \frac{12}{2} \sqrt{\frac{2}{4}} = 4.24 \text{ m}$$



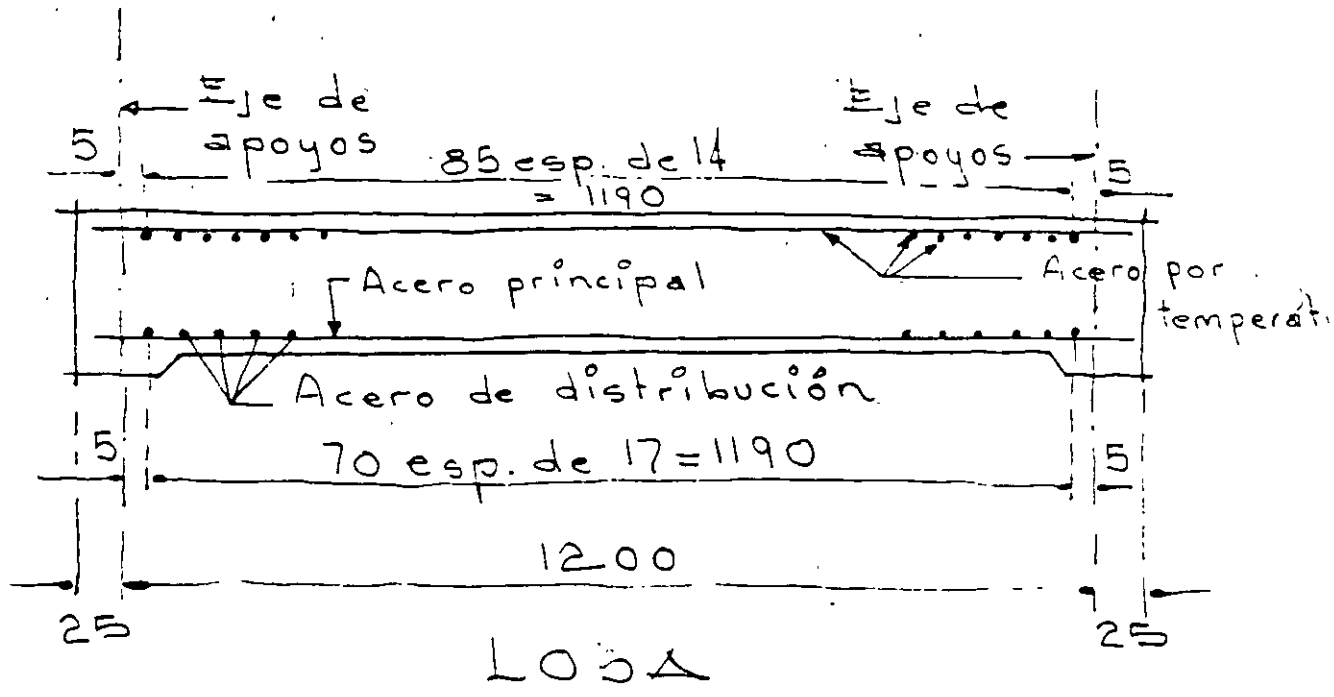
VIGA



SECCION TRANSVERSAL



VIGA



7

TABLAS DE MOMENTOS
Y CORTANTES DE CARGAS
MOVILES DE VEHICULOS
Y FERROCARRILES

CARGA TIPO H - 15

CLARO (en m.)	MOMENTO (en Kg-m)	CORTANTE (en Kg.)
1.00	2730	10886
2.00	5447	10886
3.00	8162	10886
4.00	10891	10886
5.00	13605	11303

CARGA TIPO H - 20

1.00	3639	14515
2.00	7263	14515
3.00	10883	14515
4.00	14522	14515
5.00	18139	15041

CARGA TIPO H 15 - S 12

1.00	2730	10886
2.00	5447	10886
3.00	8162	10886
4.00	10891	10886
5.00	13605	12465

CARGA TIPO H 20 - S 16

1.00	3639	14515
2.00	7263	14515
3.00	10883	14515
4.00	14522	14515
5.00	18139	16637

APENDICE "A"

CARGA TIPO II 15-44

TABLA DE MOMENTOS FLEXIONANTES, ESFUERZOS CORTANTES Y REACCIONES, MAXIMOS.- CLAROS SIMPLES.- UN CARRIL

Estos valores quedan sujetos a la especificación de reducción que se aplica al caso de varios carriles cargados simultáneamente.- No está incluido el impacto.

Claro en m	Momento en Ton.m	E.C. y R. en Ton. (a)	Claro en m	Momento en Ton.m	E.C. y R. en Ton. (a)
6	16.320 (b)	11.674	51	310.496	27.000
7	19.052 (b)	11.929	52	321.111	27.417
8	21.797 (b)	12.167	53	332.165	27.774
9	25.088 (b)	12.316	54	343.219	28.132
10	28.463 (b)	12.465	55	354.348	28.489
11	31.837 (b)	12.758	56	365.952	28.816
12	35.225 (b)	13.142	57	377.555	29.203
13	39.279 (b)	13.574	58	389.206	29.560
14	41.931 (b)	13.822	59	401.349	29.917
15	45.390 (b)	14.199	60	413.492	30.275
16	48.778 (b)	14.571	61	425.668	30.632
17	52.180 (b)	14.903	62	438.630	30.929
18	56.497 (b)	15.270	63	451.592	31.266
19	61.329	15.718	64	464.554	31.703
20	66.341	15.977	65	477.716	31.952
21	71.536	16.340	66	488.810	32.418
22	76.952	16.702	67	496.908	32.775
23	82.462	17.060	68	517.429	33.132
24	88.213	17.417	69	531.480	33.403
25	94.278	17.774	70	545.530	33.846
26	100.182	18.131	71	559.580	34.203
27	106.478	18.488	72	573.631	34.550
28	112.923	18.845	73	587.681	34.918
29	119.495	19.203	74	602.655	35.275
30	126.335	19.560	75	617.794	35.632
31	133.392	19.917	76	632.933	35.989
32	140.637	20.274	77	648.073	36.346
33	147.885	20.631	78	663.212	36.703
34	155.389	20.988	79	678.351	37.061
35	163.177	21.346	80	694.309	37.418
36	170.966	21.703	81	710.537	37.775
37	178.987	22.060	82	726.765	38.132
38	187.324	22.417	83	742.923	38.439
39	195.662	22.774	84	759.221	38.746
40	204.202	23.131	85	775.468	39.204
41	213.079	23.489	86	792.390	39.326
42	221.956	23.846	87	809.707	39.918
43	231.013	24.203	88	827.023	40.275
44	240.439	24.560	89	844.340	40.632
45	249.865	24.917	90	861.657	40.989
46	259.442	25.274			
47	269.408	25.632			
48	279.374	25.989			
49	289.467	26.346			
50	299.982	26.703			

(a) E.C. y R = Esfuerzo cortante y reacción en el apoyo.- La carga concentrada se considera sobre el apoyo. Las cargas usadas son las estipuladas para esfuerzo cortante.

(b) Valores máximos determinados usando las cargas de camión tipo. Cuando no se especifique de otra manera, gobierna la carga tipo por carril.

APENDICE "A"

CARGA TIPO II 20-44

DE MOMENTOS FLEXIONANTES, ESFUERZOS CORTANTES Y REACCIONES, MÁXIMOS.- CLAROS SIMPLES, - UN CARRIL

Estos valores quedan sujetos a la especificación de reducción que se aplica al caso de varios carriles cargados simultáneamente.- No está incluido el impacto.

Momento en Ton.m	E.C. y R. en Ton.(a)	Claro en m	Momento en Ton.m	E.C. y R. en Ton.(a)
21.773(b)	15.561	51	413.988	36.080
25.402(b)	15.910	52	428.289	36.556
29.062(b)	16.216	53	443.848	37.033
33.448(b)	16.423	54	459.407	37.509
37.953(b)	16.593	55	472.464	37.985
42.457(b)	17.022	56	487.932	38.461
46.967(b)	17.514	57	503.400	38.937
52.380(b)	18.078	58	518.932	39.414
55.904(b)	18.443	59	535.126	39.890
60.520(b)	18.944	60	551.320	40.366
65.042(b)	19.401	61	567.557	40.842
69.566(b)	19.892	62	584.840	41.319
75.327(b)	20.374	63	602.122	41.795
81.768	20.828	64	619.405	42.271
88.457	21.312	65	636.687	42.747
95.380	21.804	66	653.970	43.223
102.599	21.954	67	671.252	43.700
109.953	22.825	68	689.905	44.176
117.619	23.222	69	708.639	44.652
125.509	23.699	70	727.373	45.128
133.571	24.175	71	746.107	45.604
141.963	24.651	72	764.841	46.031
150.560	25.003	73	783.575	46.557
159.331	25.604	74	803.541	47.033
168.449	26.080	75	823.726	47.509
177.849	26.556	76	843.911	47.986
187.511	27.032	77	864.097	48.462
197.173	27.508	78	884.283	48.938
207.177	27.985	79	904.469	49.414
217.565	28.461	80	925.745	49.890
227.953	28.937	81	947.382	50.367
238.648	29.413	82	969.020	50.843
249.761	29.889	83	990.657	51.319
260.875	30.366	84	1012.294	51.795
272.261	30.842	85	1033.931	52.271
284.100	31.318	86	1056.520	52.748
295.939	31.794	87	1079.609	53.224
300.016	32.271	88	1102.698	53.700
320.582	32.747	89	1125.787	54.176
333.147	33.223	90	1148.875	54.652
345.915	33.699			
359.206	34.175			
372.496	34.652			
385.956	35.128			
399.972	35.604			

E.C. y R. = Esfuerzo cortante y reacción en el apoyo.- La carga concentrada se considera sobre el apoyo. Las cargas usadas son las estipuladas para esfuerzo cortante.

Valores máximos determinados usando las cargas de camión tipo. Cuando no se especifique de otra manera, es la carga tipo por carril.

APENDICE "A"

CARGA TIPO HS 15-44.

TABLA DE MOMENTOS FLEXIONANTES, ESFUERZOS CORTANTES Y REACCIONES, MAXIMOS.- CLAROS SIMPLES, - UN CARRIL

Estos valores quedan sujetos a la especificación de reducción que se aplica al caso de varios carriles cargados simultáneamente.- No está incluido el impacto.

Claro en m	Momento en Ton.m	E. C. y R. en Ton.(a)	Claro en m	Momento en Ton.m	E. C. y R. en Ton.(a)
6	16.350 (b)	14.023	51	310.496	27.060
7	19.052 (b)	15.139	52	321.111	27.417
8	23.416 (b)	15.977	53	332.165	27.774
9	28.518 (b)	16.745	54	343.219	28.132
10	33.682 (b)	17.519	55	354.348	28.489
11	39.458 (b)	18.160	56	365.952	28.846
12	45.402 (b)	18.692	57	377.555	29.203
13	52.730 (b)	19.198	58	389.206	29.560
14	57.458 (b)	19.489	59	401.349	29.917
15	63.648 (b)	19.841	60	413.492	30.275
16	69.720 (b)	20.139	61	425.668	30.632
17	75.805 (b)	20.396	62	438.630	30.999
18	81.883 (b)	20.620	63	451.592	31.346
19	87.975 (b)	20.835	64	464.554	31.703
20	94.065 (b)	21.021	65	477.476	31.952
21	100.152 (b)	21.178	66	489.810	32.418
22	106.244 (b)	21.236	67	496.908	32.775
23	112.331 (b)	21.472	68	517.429	33.132
24	118.419 (b)	21.591	69	531.480	33.499
25	124.559 (b)	21.709	70	545.530	33.846
26	130.664 (b)	21.826	71	559.580	34.203
27	136.770 (b)	21.915	72	573.631	34.560
28	142.839 (b)	22.005	73	587.681	34.918
29	148.880 (b)	22.094	74	602.655	35.275
30	155.066 (b)	22.183	75	617.794	35.632
31	161.208 (b)	22.257	76	632.933	35.999
32	167.319 (b)	22.316	77	648.073	36.346
33	173.429 (b)	22.376	78	663.212	36.703
34	179.541 (b)	22.436	79	678.351	37.051
35	185.656 (b)	22.495	80	694.309	37.418
36	191.770 (b)	22.555	81	710.537	37.775
37	197.685 (b)	22.646	82	726.765	38.132
38	203.999 (b)	22.780	83	742.993	38.499
39	210.114 (b)	22.914	84	759.221	38.846
40	216.229 (b)	23.131	85	775.448	39.203
41	222.343 (b)	23.489	86	792.390	39.375
42	228.458 (b)	23.646	87	809.707	39.918
43	235.159 (b)	24.203	88	827.023	40.275
44	243.001 (b)	24.560	89	844.340	40.632
45	250.963 (b)	24.917	90	861.657	40.999
46	259.442	25.274			
47	269.408	25.632			
48	279.374	25.989			
49	289.467	26.346			
50	299.902	26.703			

(a) E.C. y R = Esfuerzo cortante y reacción en el apoyo.- La carga concentrada se considera sobre el apoyo. Las cargas usadas son las estipuladas para esfuerzo cortante.

(b) Valores máximos determinados usando las cargas de camión Upo. Cuando no se especifique de otra manera, gobierna la carga tipo por carril.

APENDICE "A"

CARGA TIPO IIS 20-44

TABLA DE MOMENTOS FLEXIONANTES, ESFUERZOS CORTANTES Y REACCIONES, MAXIMOS.- CLAROS SIMPLES, - UN CARRIL

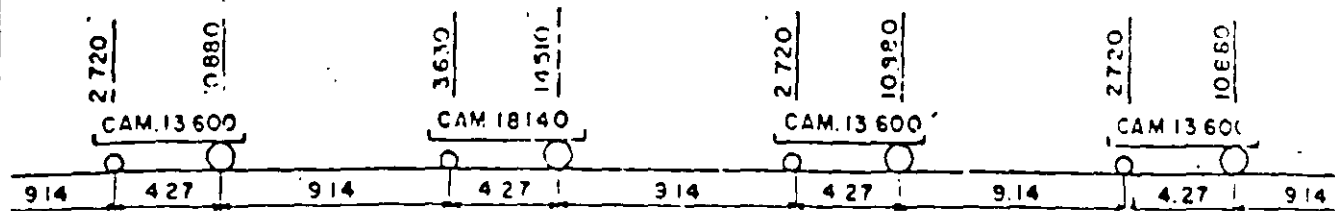
Estos valores quedan sujetos a la especificación de reducción que se aplica al caso de varios carriles cargados simultáneamente.- No está incluido el impacto.

Claro en m	Momento en Ton.m	E. C. y R. en Ton.(a)	Claro en m	Momento en Ton.m	E.C. y R. en Ton.(a)
6	21.773(b)	18.698	51	411.988	36.080
7	25.402(b)	20.171	52	428.289	36.556
8	31.226(b)	21.295	53	443.618	37.033
9	38.017(b)	22.327	54	459.407	37.509
10	44.916(b)	23.353	55	472.464	37.985
11	52.605(b)	24.197	56	487.932	38.461
12	60.648(b)	24.924	57	503.400	38.937
13	70.301(b)	25.608	58	518.932	39.414
14	76.606(b)	25.972	59	535.126	39.890
15	84.865(b)	26.446	60	551.320	40.366
16	92.967(b)	26.863	61	567.557	40.842
17	101.076(b)	27.194	62	584.840	41.319
18	109.175(b)	27.492	63	602.122	41.795
19	117.299(b)	27.781	64	619.405	42.271
20	125.419(b)	28.044	65	636.687	42.747
21	133.533(b)	28.231	66	653.970	43.223
22	141.661(b)	28.444	67	671.252	43.700
23	149.784(b)	28.644	68	689.905	44.176
24	157.931(b)	28.792	69	708.639	44.652
25	166.078(b)	28.939	70	727.373	45.128
26	174.223(b)	29.087	71	746.107	45.604
27	182.361(b)	29.205	72	764.841	46.081
28	190.499(b)	29.323	73	783.575	46.557
29	201.868(b)	29.444	74	803.541	47.033
30	206.793(b)	29.563	75	823.726	47.509
31	214.944(b)	29.668	76	843.911	47.986
32	223.091(b)	29.756	77	864.097	48.462
33	231.238(b)	29.845	78	884.283	48.938
34	239.387(b)	29.927	79	904.469	49.414
35	247.539(b)	30.002	80	925.745	49.890
36	255.690(b)	30.074	81	947.382	50.367
37	263.843(b)	30.196	82	969.020	50.843
38	271.999(b)	30.373	83	990.657	51.319
39	280.155(b)	30.550	84	1012.294	51.795
40	288.309(b)	30.642	85	1033.931	52.271
41	296.460(b)	31.318	86	1056.520	52.748
42	304.612(b)	31.794	87	1079.609	53.224
43	313.546(b)	32.271	88	1102.698	53.700
44	324.083(b)	32.747	89	1125.787	54.176
45	334.629(b)	33.223	90	1148.875	54.652
46	345.915	33.699			
47	359.206	34.175			
48	372.496	34.652			
49	385.956	35.128			
50	399.972	35.604			

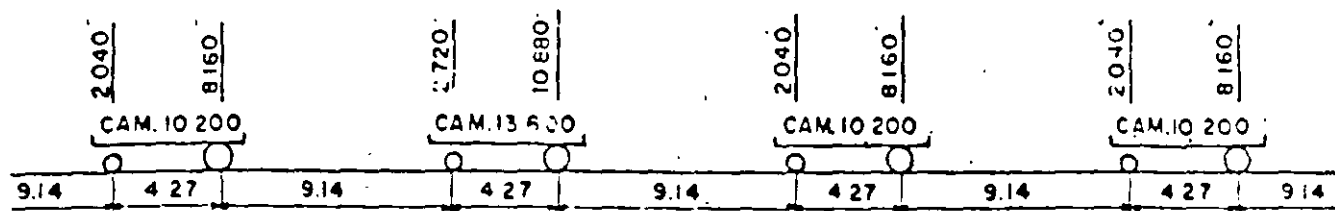
(a) E.C. y R. = Esfuerzo cortante y reacción en el apoyo.- La carga concentrada se considera sobre el apoyo.- las cargas usadas son las estipuladas para esfuerzo cortante.

(b) Valores máximos determinados usando las cargas de camión tipo. Cuando no se especifica de otra manera, gobierna la carga tipo por carril.

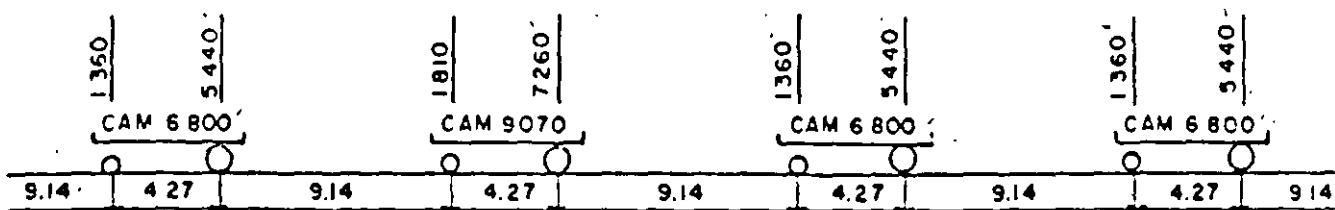
APÉNDICE B



CARGA H-20-35



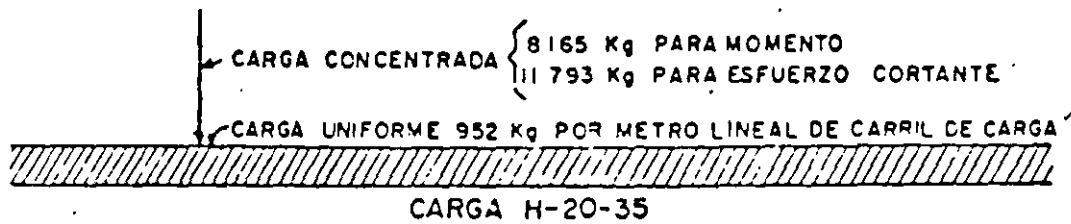
CARGA H-15-35



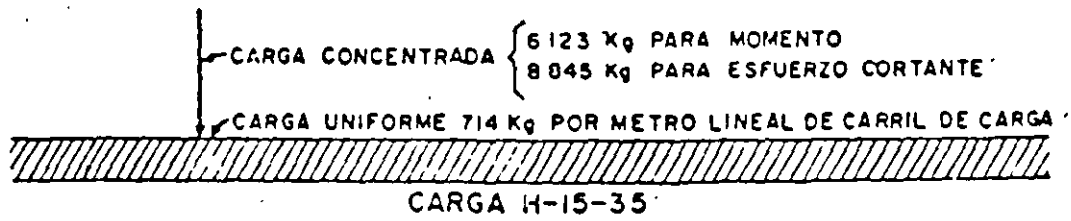
CARGA H-10-35

Los cargas en los camiones estan dados en kilogramos y las dimensiones en metros

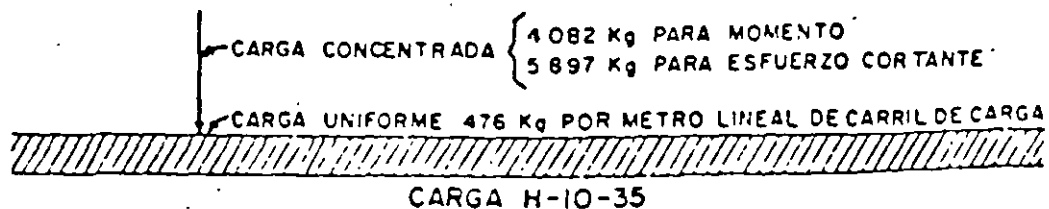
CARGA FORMADA POR CONVOY DE CAMIONES



CARGA H-20-35



CARGA H-15-35



CARGA H-10-35

CARGA UNIFORME EQUIVALENTE
PARA CARRIL CON ANCHO DE 3.05m

70

MOMENTO FLEXIONANTE Y FUERZA CORTANTE MAXIMA PARA UNA
CARGA RODANTE T3-S3

CLARO L (M)	MOMENTO MAX (TON-M)	CORTANTE MAX (TON)
12	61 71	27 673
13	72 953	29 083
14	84 231	30 291
15	95 541	31 338
16	106 873	32 255
17	118 226	33 063
18	129 594	33 782
19	140 977	34 425
20	152 371	35 004
21	163 775	35 527
22	175 189	36 003
23	186 609	36 438
24	198 036	36 836
25	209 469	37 203
26	220 908	37 541
27	232 35	37 855
28	243 797	38 148
29	255 248	38 416
30	266 702	38 669
31	278 158	38 906
32	289 618	39 127
33	301 08	39 336
34	312 544	39 532
35	324 01	39 716
36	335 478	39 891
37	346 948	40 056
38	358 42	40 213
39	369 893	40 361
40	381 367	40 502
41	392 842	40 636
42	404 319	40 764
43	415 798	40 885
44	427 276	41 002
45	438 755	41 113
46	450 236	41 219
47	461 717	41 321
48	473 199	41 418
49	484 682	41 512
50	496 166	41 602

MOMENTO FLEXIONANTE Y FUERZA CORTANTE MAXIMA PARA UNA
CARGA RODANTE T3-S2-R4

CLARO L (M)	MOMENTO MAX (TON-M)	CORTANTE MAX. (TON)
12	68 828	25 65
13	81 948	23 677
14	93 195	26 132
15	102 942	33 12
16	118 103	31 05
17	134 45	34 941
18	149 25	33 001
19	166 358	35 053
20	182 856	42 3
21	202 204	43 976
22	221 554	45 5
23	240 907	46 891
24	260 261	48 167
25	279 617	49 34
26	298 975	50 423
27	318 334	51 426
28	337 694	52 357
29	357 055	53 224
30	376 417	54 033
31	395 779	54 79
32	415 143	55 5
33	434 508	55 167
34	453 872	56 794
35	473 237	57 386
36	492 603	57 944
37	511 97	58 473
38	531 337	58 974
39	550 704	59 449
40	570 072	59 9
41	589 44	60 329
42	608 808	60 738
43	628 177	61 128
44	647 546	61 5
45	666 915	61 856
46	686 285	62 196
47	705 654	62 521
48	725 024	62 833
49	744 395	63 133
50	763 765	63 42

MOMENTOS Y CORTANTES MAXIMOS
CARGA VIVA COOPER E-72 UN RIEL

CLARO (M)	MOMENTO I-m	CORTANTE (TON.)			REACCI EN FILA
		EXTREMO	1/4 CLARO	CENTRO	
8.00	82.048	47.652	30.330	14.968	63.93
9.00	99.517	50.901	32.402	15.599	69.68
10.00	117.871	54.462	34.454	16.081	75.84
11.00	137.117	57.736	36.345	16.849	81.41
12.00	155.484	60.980	37.800	17.751	87.08
13.00	182.290	64.323	39.709	18.630	92.72
14.00	205.971	67.541	41.393	19.363	98.46
15.00	230.370	70.517	43.226	20.077	103.87
16.00	256.597	73.423	44.985	20.955	109.77
17.00	284.719	76.335	46.840	21.724	116.13
18.00	314.336	79.192	48.635	22.495	123.18
19.00	345.786	82.086	50.242	23.370	130.77
20.00	379.135	85.355	51.849	24.172	138.20
21.00	413.445	89.043	53.457	24.659	142.52
22.00	447.834	92.748	55.005	25.676	148.52
23.00	484.542	96.598	56.206	26.495	154.45
24.00	522.556	100.104	57.952	27.168	160.19
25.00	561.877	103.660	59.561	28.093	165.67
26.00	602.953	107.070	61.427	28.877	170.79
27.00	645.645	110.610	63.381	29.661	176.22
28.00	689.042	113.995	65.501	30.390	181.37
29.00	733.363	117.388	67.427	31.066	186.44
30.00	779.027	120.843	69.624	31.795	191.33
31.00	825.959	124.144	71.713	32.525	196.06
32.00	880.190	127.412	73.586	33.093	200.83
33.00	936.822	130.573	75.603	33.806	205.58
34.00	994.404	133.787	77.513	34.352	210.23
35.00	1053.229	136.893	79.532	35.171	214.75
36.00	1113.067	139.998	81.442	35.901	219.36
37.00	1173.773	143.104	83.297	36.588	224.09
38.00	1237.053	146.173	85.316	37.251	228.91

DAÑOS MAS FRECUENTES EN PUENTES

En Superestructuras:

- Grietas en el concreto
- Infiltraciones de humedad
- Desgaste de superficie de rodamiento
- Acero de refuerzo expuesto
- Acero de refuerzo corroído
- Acero estructural {
 - Requiere renovacion de pintura
 - Oxidación
 - Corrosión
- Golpes por montaje
- Golpes de vehiculos
- Baches en losa
- Concreto desconchado
- Deformaciones por carga muerta o viva
- Vibración excesiva
- Drenaje mal encausado
- Soldadura agrietada
- Remaches descabezados
- Piezas rotas

En juntas:

- Excesivamente abiertas
- Excesivamente cerradas
- Vegetación
- Impacto de vehiculos
- Sello caído

En apoyos:

- Apoyos metálicos oxidados
- Apoyos metálicos corroídos
- Plomo fluido
- Dados agrietados
- Mecedora desplomada
- Neopreno desgarrado

En subestructura:

- Grietas en concreto o en mampostería
- Desprendimiento de piedras
- Erosión en el concreto
- Acero de refuerzo al descubierto
- Grietas en la corona bajo apoyos
- Asentamientos
- Socavación
- Azolve

En accesos:

- Asentamiento respecto al puente
- Drenaje defectuoso
- Deslizamiento de taludes
- Golpes de vehículos en defensas metálicas
- Roturas por crecientes

En cauce:

- Área hidráulica insuficiente
- Vegetación
- Socavación
- Azolve
- Degradación del fondo
- Divagación
- Explotación de materiales en el cauce
- Basura

En cimentación

- Cimentación visible por efectos de la socavación
- Pilotes flexionados
- Pilotes agrietados por corrosión
- Pilotes de madera o concreto con plagas marinas
- Asentamientos por falta de capacidad de carga
- Asentamientos por socavación