

MOPU

6

Colección de Puentes de Vigas Pretensadas IC

Obras de paso de Carreteras

**Colección de
Puentes de Vigas
Pretensadas IC**

Obras de Paso de Carreteras

1986

1

INDICE

MEMORIA

1.1 GENERALIDADES	11
1.2 CAMPO DE APLICACION	12
1.2.1 Consideraciones generales	12
1.2.2 Elementos estructurales	14
1.2.2.1 Tableros	14
1.2.2.2 Pilas	15
1.2.2.3 Estribos	16
1.3 INSTRUCCIONES APLICADAS	16
1.4 CONTROL DE CALIDAD	17
1.5 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES Y DEL SISTEMA DE PRETENSADO	17
1.5.1 Hormigones	17
1.5.2 Armaduras pasivas	17
1.5.3 Armaduras activas	17
1.5.4 Sistema de pretensado	18
1.6 TERRENO DE CIMENTACION Y RELLENO DE TRASDOS	19
1.6.1 Terreno de cimentación	20
1.6.2 Características del relleno de trasdós	20
1.7 COEFICIENTES DE SEGURIDAD	20
1.7.1 Estados límites de utilización	20
1.7.2 Estados límites últimos	20
1.8 ACCIONES	21
1.8.1 Tableros	21
1.8.2 Pilas	21
1.8.3 Estribos	22
1.9 APOYOS Y TOPES LATERALES	22
1.10 EJEMPLO DE COMPROBACION DE APLICACION DE LA COLECCION	23

2

3

PLANOS

MEDICIONES

3.1 TABLEROS	111
3.2 PILAS	111
3.3 ESTRIBOS	112

ORDEN de 3 de junio de 1986 por la que se aprueban los documentos "Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IC", "Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IIC" y "Obras de paso de carreteras. Colección de pequeñas obras de paso 4.2. IC".

Ilustrísimo señor:

El Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo está facultado según el número 6 del artículo 5º de la Ley de Carreteras 51/1974, de 19 de diciembre, para el establecimiento revisión y actualización de la normativa técnica en dicha materia.

La puesta en marcha del Plan General de Carreteras y las modificaciones últimas de las instrucciones de hormigón armado y pretensado así como la experiencia en el uso de técnicas y materiales no tradicionales aconsejan la revisión y ampliación de la referida normativa.

La experiencia española de casi un siglo ha demostrado la eficacia y utilidad del empleo de colecciones oficiales de modelos de los elementos que más se repiten en las carreteras, como son las obras de fábrica y puentes de luces moderadas que, además de ahorrar la repetición de cálculos y dibujos permiten determinar con facilidad y suficiente aproximación la solución más adecuada en cada ocasión.

Las colecciones de puentes aprobadas hasta ahora están preparadas para que los tableros sean independientes por lo cual, cuando se construye una obra de varios vanos, es preciso una junta de pavimentos en cada estribo o pila. Modernamente se ha desarrollado la técnica de unir los tableros de dos o más tramos respetando la independencia de las vigas en que se apoya. Dos de las colecciones objeto de esta Orden introducen esta técnica en nuestra normativa.

Por otra parte y respecto de las pequeñas obras de fábrica entendiéndose como tales las luces libres iguales o menores de diez metros, la colección existente en la actualidad incluye únicamente obras en arco de hormigón en masa. Sin perjuicio de que dicha colección continúe estando vigente, pues no hay ningún inconveniente en ello, se ha considerado procedente ampliar los tipos estructurales y los materiales para construirlos. En la tercera de las colecciones objeto de esta Orden se incluyen marcos, pórticos, arcos y tubos de hormigón armado y tubos de acero corrugado así como las correspondientes boquillas y aletas.

De acuerdo con lo expuesto, con el informe favorable de la Comisión Permanente de Normas de la Dirección General de Carreteras y a propuesta de dicho Centro directivo,

Este Ministerio, en virtud de las facultades que le concede el artículo 5º, número 6, de la Ley 51/1974, de 19 de diciembre, de carreteras ha dispuesto:

1. Aprobar los siguientes documentos que figuran como anexo a esta Orden:

Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IC.

Obras de paso de carreteras. Colección de puentes de vigas pretensadas IIC.

Obras de paso de carreteras. Colección de pequeñas obras de paso 4.2. IC.

2. El uso de dichas colecciones no es obligatorio, debiendo considerarse en cada caso si las soluciones que en ellas figuran son las más adecuadas al mismo.

3. Justificando el uso, el Proyectista queda eximido de incluir en el proyecto los cálculos justificativos y mediciones detalladas del puente de que se trate.

4. Queda autorizado el empleo de las colecciones objeto de la presente Orden a partir de su publicación en el "Boletín Oficial del Estado".

Lo que comunico a V. I. para su conocimiento y efectos.
Madrid, 3 de junio de 1986.

SAENZ COSCULLUELA

Ilmo. Sr. Director General de Carreteras.

Esta Orden Ministerial ha sido publicada en el Boletín Oficial del Estado de los días comprendidos entre el 20 de junio y el 2 de julio de 1986.

1.1 GENERALIDADES

La presente Colección contiene los elementos estructurales necesarios para la definición de puentes de carreteras formados por tableros de vigas pretensadas, sustentados por pilas y estribos de hormigón armado.

La principal diferencia entre esta Colección y la "Colección de puentes de vigas pretensadas I" estriba en que en la presente Colección se ha considerado la posibilidad de unión entre las losas superiores de hormigón armado que forman la plataforma del tablero, en sus dos o más vanos sucesivos. Esta unión entre las losas disminuye el número de juntas necesarias en el tablero, con lo que se mejoran las condiciones de circulación y se disminuyen los gastos de conservación. El número de vanos que pueden ser unidos depende de los movimientos horizontales del tablero debidos a acciones termohigrométricas, sismo y frenado, a la tipología de los apoyos dispuestos a la altura y rigidez de las pilas, por lo que dicho número deberá ser comprobado por el proyectista en cada caso. En las losas a las que no se les haya dado continuidad, y en todos los casos en las zonas de estribos, se resolverá la unión, al igual que en la "Colección de puentes de vigas pretensadas I", mediante juntas de dilatación convencionales.

Para cada uno de los elementos estructurales anteriormente mencionados, se han fijado un cierto número de variables, en función de las cuales se desarrolla la presente Colección.

El proyectista deberá, en cada caso particular, realizar el encaje de la solución, definiendo parámetros tales como la longitud total del paso, la distribución de luces, posición y número de tableros cuya losa sea continua, etc. Asimismo deberá elegir los elementos concretos a utilizar y sus condiciones de uso entre las posibles alternativas que se presentan en la Colección, como tipo de barrera, tipo de estribos, tipo de viga, clase de comprobación de la misma, etc. La presente Colección, en resumen, es un conjunto de elementos que el proyectista deberá elegir y combinar para la resolución de un determinado puente, no existiendo, en general, un solución única para el mismo.

La presente Colección contiene los planos de definición geométrica y de armaduras y las mediciones de todos los elementos estudiados. No se han incluido las especificaciones ni mediciones de todos los elementos estudiados. No se han incluido las especificaciones ni mediciones de elementos como Impermeabilizaciones, Juntas, Pavimentos o Apoyos elastoméricos; se dá, sin embargo, una relación de los datos de cargas y movimientos previstos necesarios para la definición por parate del proyectista de los apoyos elastoméricos. De forma esquemática, y como recordatorio, se han recogido en un plano detalles sobre anclajes de barreras, cajeados de juntas y forma prevista para sustitución de apoyos.

En apartados posteriores de la presente memoria se incluyen las características de los diversos materiales y sus niveles de control, de acuerdo con las Instrucciones oficiales vigentes que deben aplicarse a cada elemento.

Respecto a la ejecución, medición y abono de las obras, se estará a lo dispuesto en las mencionadas Instrucciones y en el vigente Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG3-1975.

1.2 CAMPO DE APLICACION

1.2.1 CONSIDERACIONES GENERALES

La presente Colección consta de los siguientes elementos estructurales:

- Tableros
- Pilas
- Estribos

Esta prevista la posibilidad de diseñar pasos de un solo tramo compuestos únicamente de tablero y estribos, sin empleo de pilas.

Las variables básicas que han sido empleadas en el desarrollo de cada uno de los elementos son los siguientes:

- Ancho de plataforma de la carretera

Se han considerado tres posibles anchos totales de plataforma (calzada más arcenes) que son:

$$A = 7,00 \text{ m}$$

$$A = 10,00 \text{ m}$$

$$A = 12,00 \text{ m}$$

que corresponden a las secciones-tipo más frecuente empleadas en nuestra red de carreteras.

Se pueden emplear los tableros de la Colección para anchos de plataforma intermedios seleccionando el tablero de ancho inmediatamente superior y disminuyendo la distancia entre las vigas. Asimismo se pueden utilizar estribos de anchuras intermedias disponiendo la armadura más desfavorable de las previstas para los dos anchos-tipo inmediatos. Por lo que se refiere a las pilas, las modificaciones de anchura se realizarán disminuyendo la longitud total del dintel de la pila prevista para el ancho inmediatamente superior, pero sin modificar las dimensiones ni las armaduras del fuste ni las de las zapatas.

Las modificaciones de anchura respecto a los tres anchos-tipo previstos en la Colección modifican las mediciones y despieces de armaduras, así como los esfuerzos sobre apoyos elastoméricos, que es preciso obtener para el caso concreto.

- Tipos de barrera

Se ha previsto la utilización de dos tipos de barreras de seguridad:

Barrera rígida

Barrera semirrígida

donde la primera de ellas corresponde a una barrera de hormigón con un ancho en la base de 0,50 metros, anclada al elemento estructural, y la segunda está constituida por elementos verticales discontinuos, unidos por una banda continua de doble onda, anclados en el extremo interior de una acera cuyo ancho total es de 1,00 metro y en cuyo extremo exterior se dispone una barandilla metálica.

Está prevista la combinación de ambos tipos de barrera con los tres anchos de plataforma descritos en el punto anterior, con lo que en definitiva se obtienen seis secciones transversales-tipo para las que han sido desarrollados todos los elementos de la Colección.

— Grados de sismicidad

Para el desarrollo de la presente Colección se ha supuesto que las estructuras objeto de la misma van a quedar ubicadas en zonas del territorio nacional cuyo grado sísmico, de acuerdo con la Norma Sismorresistente P.D.S.-1, sea igual o inferior a VII.

De acuerdo con lo anterior se han considerado dos posibles zonas de ubicación de las obras:

Zona de sismicidad baja
(grado sísmico menor o igual a VI)

Zona de sismicidad media
(grado sísmico igual a VII)

Para el diseño de cada uno de los elementos frente a acciones sísmicas, se ha adoptado el criterio de mantener la forma y dimensiones geométricas del elemento, variando, cuando es necesario, las armaduras en función de la sismicidad de la zona. Este criterio general es aplicable a todos los elementos a excepción de las zapatas de pilas y estribos, cuyos condicionantes no permiten mantenerlo.

— Acciones sobre apoyos

Las acciones verticales sobre apoyos, tanto máxima ($R_{m\acute{a}x}$) como mínima ($R_{m\acute{i}n}$), se encuentran recogidas en función de la luz y tipo de viga en el plano 2.17, junto con la acción horizontal total por tablero debida al mismo y el giro previsible en cada apoyo.

Las acciones horizontales lentas por apoyo (H_1) debidas a acciones termohigrométricas (temperatura, retracción y fluencia) así como las acciones horizontales instantáneas por apoyo (H_i) debidas a frenado y sismo deberá determinarlas el proyectista mediante el correspondiente reparto de fuerzas en función de las características de los apoyos dispuestos y las rigideces de pilas y estribos. Estas acciones deberán cumplir, para que sean utilizables las pilas y estribos contenidos en la presente Colección, las siguientes limitaciones:

$$H_1 \leq 0,06 \times R_{m\acute{a}x}$$

$$H_i \leq 0,04 \times R_{m\acute{a}x} \text{ (para grado sísmico } G \leq VI)$$

$$H_i \leq 0,08 \times R_{m\acute{a}x} \text{ (para grado sísmico } G = VII)$$

En el apartado 1.10 se incluye un ejemplo de comprobación de dichas limitaciones.

— Tipos de terreno de cimentación

Para el diseño de las cimentaciones de las pilas y estribos se han considerado cuatro posibles tipos de terreno de ubicación de la obra, caracterizados por su tensión admisible (σ_{adm}) y ángulo de rozamiento entre zapata y terreno (δ_0).

Para cada uno de los elementos estructurales se han diseñado cimentaciones directas en cada uno de los cuatro tipos de terreno.

— Variables geométricas

Dada la enorme dificultad que supondría tener en consideración todas las variaciones geométricas que el trazado particular de la carretera, en la zona de ubicación de la obra, produciría en cada elemento, se ha adoptado como básica la definición geométrica siguiente:

- Trazado en planta: recto
- Trazado en alzado: horizontal
- Peraltes: nulos

Sin embargo algunos elementos han sido calculados, desde el punto de vista resistente, teniendo en cuenta los condicionantes introducidos por las variaciones de trazado. En el caso de los tableros se ha previsto el descentramiento de cargas producido por un posible trazado en planta curva con valores mínimos de los radios de curvatura en función de la luz de los siguientes valores:

Luz (m)	Radio mínimo (m)
$L \leq 24,00$	120,00
$24,00 < L \leq 26,00$	150,00
$26,00 < L \leq 29,00$	200,00
$29,00 < L \leq 33,00$	250,00
$33,00 < L \leq 36,00$	300,00
$36,00 < L$	350,00

El trazado real de la carretera, en cada caso concreto, tanto en planta como en alzado o peraltes, obligará al proyectista a realizar las pequeñas variaciones en las características geométricas de los elementos definidos en la Colección, que sean precisas, para adaptar el proyecto a dicho trazado. Entre otras cuestiones será preciso definir las siguientes:

- Voladizos laterales del forjado en cada punto del tablero.
- Recrecidos de las vigas o losa en la unión de ambos para adaptarse a la definición geométrica real de la plataforma.
- Escalonamientos y cotas de las plataformas de apoyo de las vigas sobre dinteles de pilas y estribos.
- Definición geométrica real de los dinteles de cabeza de pilas.
- Ángulos de los muros laterales del estribo con el muro frontal del mismo.

Todos los extremos anteriores y otros que fueran precisos, habrán de ser definidos para la realización de un proyecto real de construcción, siendo responsabilidad del proyectista la evaluación de su posible incidencia sobre las condiciones estáticas y resistentes de los elementos básicos definidos en la presente Colección.

1.2.2 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

1.2.2.1 Tableros

Los tableros que forman la presente Colección están constituidos por vigas pretensadas de sección doble T, apoyadas isostáticamente en sus extremos, losa superior de hormigón armado y vigas riostras que unen transversalmente las vigas en sus zonas de apoyos.

Las losas superiores de los tableros contiguos se pueden unir de acuerdo con los detalles contenidos en el plano 2.9. El número de tableros consecutivos entre los que se podrá establecer la continuidad de la losa superior, depende del cumplimiento de las condiciones sobre acciones horizontales en apoyos establecidas en el apartado 1.2.1, y deberá ser determinado en cada caso por el proyectista.

Las luces de cálculo de los tableros, entre ejes de apoyos, están comprendidas entre 15,00 y 38,40 m.

Se han establecido, para cubrir esta gama de luces, cinco tipos de vigas cuyos cantos varían, de 20 en 20 cm, entre 1,50 y 2,30 m. Cada viga puede ser utilizada en un cierto intervalo de luces variando en algún caso el número de tendones de pretensado. Existe además un cierto solape de los intervalos de cada una de las vigas, por lo cual permite escoger más de una solución para las luces próximas a los valores de transición de una viga a otra.

Con objeto de evitar variaciones de canto del tablero dentro de un mismo puente las vigas de los dos tableros que se apoyan en una pila serán del mismo tipo. Con este criterio, la máxima variación de luces posibles en un puente viene determinada por el intervalo de aplicación del tipo de viga utilizado en el mismo.

Los valores extremos de los intervalos de luces para los que son aplicables los tableros formados por cada tipo de vigas han sido determinados para las clases I y II de comportamiento en servicio frente a fisuración, según se definen en la Instrucción EP-80. El proyectista deberá optar por una de las dos clases en función de los condicionantes del proyecto y, en especial, del ambiente en que vaya a situarse la obra.

La planta de los tableros está formada por cuatro, cinco o seis vigas paralelas, perpendiculares a los ejes de apoyo, y separadas entre sí las distancias señaladas en los planos para cada sección-tipo de tablero.

1.2.2.2 Pilas

Las pilas están constituidas por tres elementos de hormigón armado: dintel, fuste y zapata de cimentación.

En esta Colección se ha seguido el criterio de mantener para todas las pilas de un puente, la misma sección transversal del fuste, correspondiente a la pila de máxima altura ($H_{m\acute{a}x}$) existente en él, con objeto de evitar la coexistencia en una misma obra de pilas con distinto canto, a pesar de que a cada altura posible de pila le correspondería un canto diferente.

En función de dicha altura máxima se han clasificado los puentes en los tres grupos siguientes:

$$\begin{aligned} &< H_{m\acute{a}x} \leq 10,00 \text{ m} \\ 10,00 \text{ m} < H_{m\acute{a}x} \leq 20,00 \text{ m} \\ 20,00 \text{ m} < H_{m\acute{a}x} \leq 30,00 \text{ m} \end{aligned}$$

a cada uno de los cuales les corresponde un canto diferente de pila.

La armadura que se ha de disponer en una pila cuya altura real h está comprendida entre 0 y $H_{m\acute{a}x}$ se ha definido en los planos para cada grupo y para intervalos de los valores de h .

De acuerdo con estos criterios, la solución a adoptar para cada uno de los elementos que constituyen la pila, depende de una serie de variables, todas las cuales afectan a las armaduras, y alguna también afecta a las dimensiones del elemento considerado.

Para cada elemento de la pila las variables que condicionan su definición son las siguientes:

- Dinteles
 - Ancho de plataforma
 - Tipo de barrera (afecta sólo a las armaduras)
 - Tipo de viga

— Fustes

- Ancho de plataforma
- Tipo de viga (afecta sólo a las armaduras)
- Altura de la pila más alta del puente (H_{máx})
- Altura de la pila (h) (afecta sólo a las armaduras)
- Grado sísmico (afecta sólo a las armaduras)

— Zapatas

- Ancho de plataforma
- Tipo de barrera (afecta sólo a las armaduras)
- Tipo de viga
- Altura de la pila más alta del puente (H_{máx})
- Altura de la pila (h)
- Tipo de terreno
- Grado sísmico

1.2.2.3 Estribos

Los estribos están constituidos por muros y zapatas de cimentación de hormigón armado. Los primeros incluyen el muro frontal, los muros laterales y las aletas.

Las luces de cálculo de las vigas, y por tanto del tablero, definen el estribo donde se apoya, independientemente del tipo de viga elegido. Se han considerado tres grupos de estribos según el valor de las citadas luces del tablero:

- 15,00 – 20,00 m
- 20,00 – 29,00 m
- 29,00 – 38,40 m

Se han considerado también dos tipos de estribos según que tengan o no derrame frontal de tierras, como se indica en los planos correspondientes.

Por último se han definido, para cada luz tipo, tres alturas de estribo diferentes (H) que corresponden a los casos siguientes:

- a) Gálibo de carretera (4,75 m) H = 5,75 m
- b) Gálibo de ferrocarril (6,00 m) H = 7,00 m
- c) Gálibo máximo no excepcional (7,00 m) H = 8,00 m

El ancho del muro frontal viene definido en los planos por la magnitud de "a", que dependerá de la sección transversal del tablero utilizado. Este valor "a" será igual al ancho de plataforma (calzada más arceles) más un metro.

1.3 INSTRUCCIONES APLICADAS

Las normas que se han aplicado son las vigentes en el momento de la redacción de esta Colección.

Las acciones se han considerado de acuerdo con la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el Proyecto de puentes de carreteras" de 28 de Febrero de 1972 (B.O.E. de 18 de Abril de 1972).

Para el cálculo de hormigón armado se ha seguido la "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-80" de 17 de octubre de 1980 (B.O.E. de 10 de enero de 1981) modificada y red denominada "EH-82" por el decreto de 24 de julio de 1982 (B.O.E. de 13 de septiembre de 1982).

Para el cálculo de hormigón pretensado se ha seguido la "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón pretensado EP-77" de 18 de febrero de 1977 (B.O.E. de 22 de junio de 1977) modificada y red denominada "EP-80" por el decreto de 14 de abril de 1980 (B.O.E. de 8 de septiembre de 1980).

Para el cálculo en zona sísmica se ha seguido la "Norma Sismorresistente P.D.S. - 1" (B.O.E. de 21 de noviembre de 1974).

Para el dimensionamiento de los apoyos se ha seguido las "Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de apoyos elastoméricos para puentes de carreteras" de la Dirección General de Carreteras (M.O.P.U. 1982).

1.4 CONTROL DE CALIDAD

El control de calidad previsto para esta Colección se atiene a lo especificado en las Instrucciones EH-82 y EP-80, habiéndose elegido tanto para los materiales como para la ejecución los siguientes niveles:

- a) Materiales
 - Acero: Control a nivel normal
 - Hormigón: Control a nivel normal

- b) Ejecución
 - Tableros: Control a nivel intenso
 - Pilas y estribos: Control a nivel normal

1.5 CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES Y DEL SISTEMA DE PRETENSADO

1.5.1 HORMIGONES

Los tipos de hormigones adoptados en el cálculo para los diferentes elementos son:

- Vigas pretensadas H-350

- Losa, vigas riostras del tablero, dinteles y fustes de pilas. H-250

- Zapatas de pilas, muro frontal, muros laterales, aletas y zapata de estribo H-200

El hormigón de nivelación a colocar en la base de las cimentaciones tendrá al menos una dosificación de 100 Kg. de cemento por metro cúbico de hormigón.

1.5.2 ARMADURAS PASIVAS

Las armaduras pasivas a disponer en todos los elementos de la Colección serán del tipo:

AEH - 400 N ó F

1.5.3 ARMADURAS ACTIVAS

Para el acero de pretensado de las vigas se han considerado en el cálculo las siguientes características:

- Módulo de deformación longitudinal $E_p = 1.900.000 \text{ Kp/cm}^2$

– Terreno tipo C

$$\sigma_{adm} \geq 5,0 \text{ kp/cm}^2$$

$$\delta_o = 30$$

– Terreno tipo D

$$\sigma_{adm} \geq 7,0 \text{ kp/cm}^2$$

$$\delta_o = 35$$

1.6.2 CARACTERISTICAS DEL RELLENO DE TRASDOS

En los cálculos se ha considerado un relleno de material granular en el trasdós de los muros de los estribos. Sus características son:

- Peso específico $\gamma = 1,8$
- Angulo de rozamiento interno $\varphi = 35^\circ$
- Angulo de rozamiento con el muro $\delta = 0^\circ$
- Cohesión $c = 0$
- Coeficiente de empuje activo $\lambda_a = 0,33$
- Talud de terraplén 2 : 1

1.7 COEFICIENTES DE SEGURIDAD

De acuerdo con los niveles de control de calidad definidos en 1.4, se adoptan los siguientes coeficientes de seguridad:

1.7.1 ESTADOS LIMITES DE UTILIZACION

- Coeficientes de minoración para el hormigón . . . $\gamma_c = 1$
- Coeficiente de minoración para el acero activo y pasivo $\gamma_s = 1$
- Coeficiente de ponderación de la fuerza de pretensado $\gamma_p = 0,9 \text{ o } 1,1$
- Coeficiente de ponderación de acciones $\gamma_f = 1$

1.7.2 ESTADOS LIMITES ULTIMOS

- Coeficiente de minoración para el hormigón . . . $\gamma_c = 1,5$
- Coeficiente de minoración para el acero activo y pasivo $\gamma_s = 1,15$
- Coeficiente de ponderación de la fuerza de pretensado $\gamma_p = 1$

Los coeficientes de ponderación de acciones y de seguridad al deslizamiento se han adoptado, en función de la fase de comprobación a que correspondan, con los siguientes valores:

a) Fases de construcción

- Coeficiente de ponderación de acciones $\gamma_f = 1,30$
- Coeficiente de seguridad al deslizamiento $\gamma_d = 1,40$

b) Fases de servicio

- Coeficiente de ponderación de acciones
 - Tablero $\gamma_f = 1,5$
 - Pilas y estribos $\gamma_f = 1,6$
- Coeficiente de seguridad al desplazamiento $\gamma_d = 1,60$

En la determinación de los anteriores coeficientes ha sido tenido en cuenta lo establecido en los artículos 4.2.2.1 y 5 de la "Instrucción relativa a las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carreteras".

1.8 ACCIONES

Se han considerado para el cálculo las siguientes acciones:

1.8.1 TABLEROS

- Cargas permanentes

Cargas de borde: acera, barandilla y barrera con un valor máximo total de 750 kp/m en cada borde, para barrera rígida, y 640 kp/m para barrera semi-rígida.

Cargas en superficie: peso de la losa y pavimento

Cargas longitudinales en vigas: peso propio

- Sobrecargas

Uniforme en toda la plataforma: 400 kp/m²

Vehículo pesado: 6 cargas puntuales de 10 Mp dispuestas según la instrucción de acciones

Sobrecarga frecuente: 40% de la sobrecarga máxima total

Acción sísmica

1.8.2 PILAS

- Cargas permanentes

Peso propio de la pila

Peso propio del relleno sobre zapatas

Acción permanente del tablero

— Sobrecargas

Acción de la sobrecarga en el tablero
Frenado
Viento transversal sobre el tablero
Viento transversal y longitudinal sobre el fuste y el dintel
Acción sísmica

1.8.3 ESTRIBOS

— Cargas permanentes

Peso propio del estribo
Peso propio del relleno de trasdós
Acción permanente del tablero

— Sobrecargas

Acción de la sobrecarga del tablero
Sobrecarga uniforme de 1.000 kp/m^2 sobre el relleno de trasdós
Acciones locales debidas al vehículo-tipo de 60 Mp
Frenado
Acción sísmica

— Empuje del relleno de trasdós

Según la teoría de Rankine

1.9 APOYOS

El cálculo y dimensionamiento de los apoyos de las vigas deberá ser realizado en cada caso por el proyectista en función de las características del puente (luces, tipo de vigas, altura y rigidez de pilas y estribos, tipología de apoyos, etc) y del ambiente en que se encuentre la estructura (humedad, grado sísmico, etc), debiéndose cumplir las limitaciones sobre acciones horizontales en apoyos contenidas en el apartado 1.2.1.

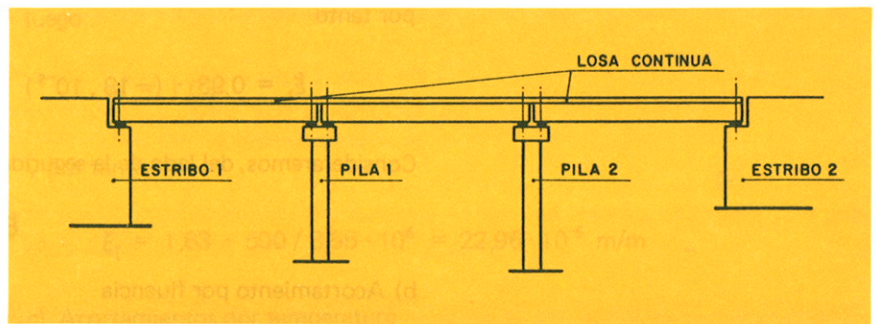
En el plano 2.17 se incluyen los datos básicos para la realización de los mencionados cálculos, que són:

- Reacción vertical mínima por apoyo en servicio
- Reacción vertical máxima por apoyo en servicio
- Giro previsto por apoyo

Se dan asimismo los valores totales por tablero de la fuerza horizontal debida al sismo, que ha servido de base para el cálculo de los topes horizontales.

En tableros de planta curva los valores totales de la fuerza centrífuga se determinarán en cada caso.

1.10 EJEMPLO DE COMPROBACION DE APLICACION DE LA COLECCION



Datos del proyecto:

- Luz de los tramos: 19,00 m
- Ancho de plataforma: 10,00 m
- Tipo de viga: II-A
- Altura de las pilas: 10,00 y 25,00 m
- Ambiente: humedad relativa del 90%
- Variación máxima de temperatura: $\pm 16^\circ$
- Colocación de vigas: 30 días después de hormigonadas
- Tipo de estribo: sin derrame frontal de tierras
- Grado sísmico: G=VII

Acortamiento de tableros

Cálculo del acortamiento total de las vigas debido a la retracción, fluencia y temperatura.

a) Acortamiento por retracción

La viga elegida, tipo II-A, tiene las siguientes características:

area: $A = 0,62 \text{ m}^2$
 perímetro: $u = 5,72 \text{ m}$

De acuerdo con el art. 26,8 de la Instrucción EH-82:

$$\xi_t = (\beta_t - \beta_j) \cdot \xi_{01} \cdot \xi_{02}$$

ξ_{01} para una humedad del 90 % vale: $-13,10^{-5}$

ξ_{02} depende del espesor ficticio e, que vale

$$e = \alpha \cdot 2 \cdot A/u$$

En nuestro caso α vale 5, luego:

$$e = 5 \cdot 2 \cdot 0,62 / 5,72 = 1084 \text{ mm}$$

y por tanto

$$\xi_{02} = 0,75$$

En nuestro caso

$$t = \infty \Rightarrow \beta_t = 0,95$$

$$j = 30 \Rightarrow \beta_j = 0,02$$

$$\beta_t - \beta_j = 0,95 - 0,02 = 0,93$$

por tanto

$$\xi_t = 0,93 \cdot (-13 \cdot 10^{-5}) \cdot 0,75 = -9,07 \cdot 10^{-5} \text{ m/m}$$

Consideraremos, del lado de la seguridad, que

$$\xi_{ts} = \xi_t$$

b) Acortamiento por fluencia

Según el art. 26.9 de la Instrucción EH-82

$$\xi_t = \varphi_t \cdot \frac{\sigma}{E_c}$$

donde:

σ = tensión constantemente aplicada

$$E_c = 19000 \sqrt{f_{ck}}$$

φ_t = coeficiente de fluencia

La viga II-A tiene 4 tendones tesados cada uno de ellos a 84,75 Mp a las 21 días.
Por lo tanto:

$$\sigma_{\text{inicial}} = 4 \cdot 84,75 / 0,62 = 546,77 \text{ Mp/m}^2$$

Suponiendo unas pérdidas medias del 15%:

$$\sigma = 0,85 \cdot 546,77 = 464,75 \text{ Mp/m}^2$$

adoptando para el cálculo, de un modo conservador

$$\sigma = 500 \text{ Mp/m}^2$$

E_c , para un $f_{ck} = 350 \text{ kp/cm}^2$, vale

$$E_c = 19000 \sqrt{350} = 3,55 \cdot 10^6 \text{ Mp/m}^2$$

φ_t , según el art. 26.9, vale:

$$\varphi_t = \beta_a(j) + \varphi_{01} \cdot \varphi_{02} \cdot (\beta_t - \beta_j) + 0,4 \cdot \beta_{tj}^2$$

La fluencia se contabiliza a partir del momento de colocación de las vigas, luego $j = 30$ días y $t = \infty$ (*). Siguiendo el citado art. 26.9:

$$\beta_a(j) = 0,8 \cdot \left(1 - \frac{f_j}{f_\infty}\right) = 0,8 \cdot (1 - 0,64) = 0,29$$

$$\varphi_{01} = 1,00$$

$$\varphi_{02} = 1,25$$

$$\beta_\infty = 1,00$$

$$\beta_j = 0,25$$

$$\beta_{tj}^2 = 1,00$$

(*) Dada la pequeña diferencia (9 días) se identifica el momento de puesta en carga 21 días, con el momento de colocación de las vigas. En rigor habría que tener en cuenta que ya se ha producido parte de la fluencia cuando se colocan las vigas.

luego:

$$\varphi_t = 1,63$$

y por tanto:

$$\xi_t = 1,63 \cdot 500 / 3,55 \cdot 10^6 = 22,96 \cdot 10^{-5} \text{ m/m}$$

c) Acortamientos por temperatura

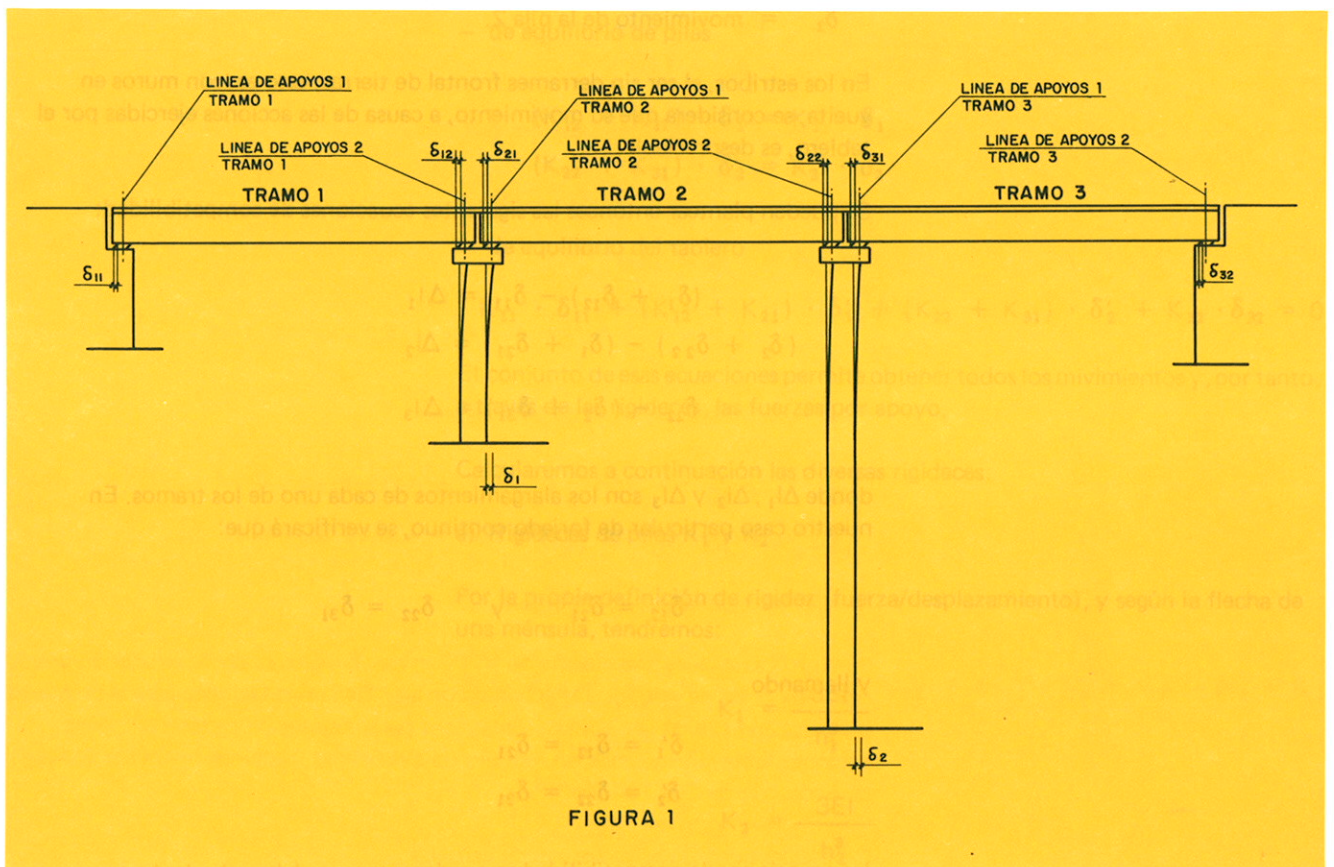
$$\xi_t = \alpha \cdot \Delta_t = 10^{-5} \cdot 16 = 16 \cdot 10^{-5} \text{ m/m}$$

El acortamiento por metro del tramo será la suma de todos los acortamientos (retracción, fluencia y temperatura):

$$\xi_t = 9,07 \cdot 10^{-5} + 22,96 \cdot 10^{-5} + 16 \cdot 10^{-5} = 48,03 \cdot 10^{-5} \text{ m/m}$$

luego el acortamiento total por tramo será:

$$\Delta_l = 48,03 \cdot 10^{-5} \cdot 19 \text{ m} = 0,91 \text{ cm}$$



Dimensionamiento de los aparatos de apoyo

De acuerdo con los datos de la Colección se adoptan, siguiendo las "Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de los apoyos elastoméricos para puente de carreteras" (M.O.P.U. 1982), los siguientes apoyos:

- en estribo: apoyos tipo A de 250 x 300 x 5 (8 + 3)
- en pilas : apoyos tipo A de 250 x 300 x 2 (8 + 3)

Acciones lentas en apoyos

De acuerdo con la figura 1, será:

δ_{11} = movimiento de la línea de apoyos del eje dorsal del tramo 1.

δ_{12} = movimiento de la línea de apoyos del eje frontal del tramo 1.

δ_{21} = movimiento de la línea de apoyos del eje dorsal del tramo 2.

δ_{22} = movimiento de la línea de apoyos del eje frontal del tramo 2.

δ_{31} = movimiento de la línea de apoyos del eje dorsal del tramo 3.

δ_{32} = movimiento de la línea de apoyos del eje frontal del tramo 3.

δ_1 = movimiento de la pila 1.

δ_2 = movimiento de la pila 2.

En los estribos, al ser sin derrames frontal de tierras, esto es, con muros en vuelta, se considera que su movimiento, a causa de las acciones ejercidas por el tablero, es despreciable.

Se pueden plantear entonces las siguientes ecuaciones de compatibilidad:

$$\begin{aligned}(\delta_1 + \delta_{12}) - \delta_{11} &= \Delta l_1 \\(\delta_2 + \delta_{22}) - (\delta_1 + \delta_{21}) &= \Delta l_2 \\ \delta_{22} - (\delta_2 + \delta_{31}) &= \Delta l_3\end{aligned}$$

donde Δl_1 , Δl_2 y Δl_3 son los alargamientos de cada uno de los tramos. En nuestro caso particular de forjado continuo, se verificará que:

$$\delta_{12} = \delta_{21} \quad \text{y} \quad \delta_{22} = \delta_{31}$$

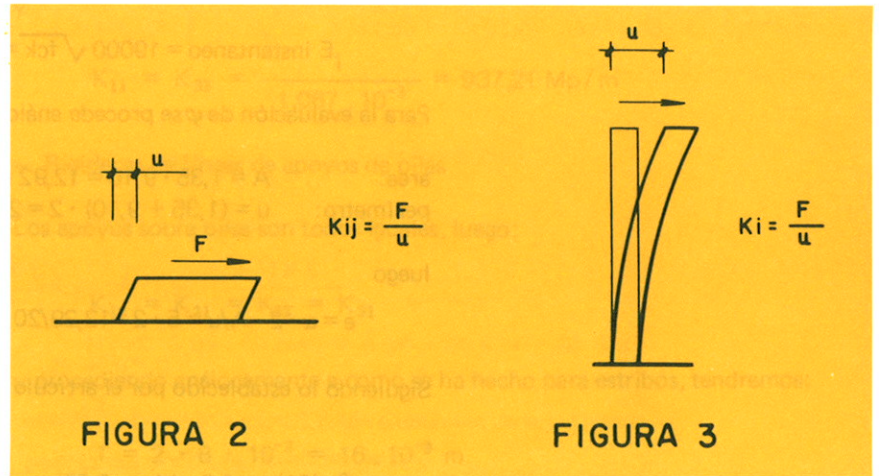
y llamando

$$\begin{aligned}\delta'_1 &= \delta_{12} = \delta_{21} \\ \delta'_2 &= \delta_{22} = \delta_{31}\end{aligned}$$

las ecuaciones de compatibilidad se pueden expresar del modo siguiente:

$$\begin{aligned}
 (\delta_1 + \delta'_1) - \delta_{11} &= \Delta l_1 \\
 (\delta_2 + \delta'_2) - (\delta_1 + \delta'_1) &= \Delta l_2 \\
 \delta_{32} - (\delta_2 + \delta'_2) &= \Delta l_3
 \end{aligned}$$

Si definimos como rigidez K_{ij} de una línea de apoyos al cociente entre la fuerza aplicada F y la deformación producida en la línea de apoyos (figura 2) y análogamente en las pilas una rigidez K_i (figura 3),



Se pueden plantear las siguientes ecuaciones:

— de equilibrio de pilas

$$\begin{aligned}
 (K_{12} + K_{21}) \cdot \delta'_1 &= K_1 \cdot \delta_1 \\
 (K_{22} + K_{31}) \cdot \delta'_2 &= K_2 \cdot \delta_2
 \end{aligned}$$

— de equilibrio del tablero

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + (K_{12} + K_{21}) \cdot \delta'_1 + (K_{22} + K_{31}) \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = 0$$

El conjunto de esas ecuaciones permite obtener todos los movimientos y, por tanto, a través de las rigideces, las fuerzas por apoyo.

Calcularemos a continuación las diversas rigideces:

a) Rigideces de pilas K_1 y K_2

Por la propia definición de rigidez (fuerza/desplazamiento), y según la flecha de una ménsula, tendremos:

$$K_1 = \frac{3EI}{h_1^3}$$

$$K_2 = \frac{3EI}{h_2^3}$$

La inercia de la sección recta de la pila, vale:

$$I = 9,1 \cdot 1,35^3 / 12 = 1,87 \text{ m}^4$$

El módulo de elasticidad, al tratarse de acciones lentas (temperatura, retractsión y fluencia), vale:

$$E = \frac{E_{\text{instantaneo}}}{1 + \varphi}$$

donde:

φ = coeficiente de fluencia

$$E_{\text{instantaneo}} = 19000 \sqrt{f_{ck}} = 19000 \sqrt{250} = 3 \cdot 10^6 \text{ Mp/m}^2$$

Para la evaluación de φ se procede análogamente al caso de la viga, es decir:

area: $A = 1,35 \cdot 9,10 = 12,92 \text{ m}^2$

perímetro: $u = (1,35 + 9,10) \cdot 2 = 20,90 \text{ m}$

luego

$$e = \alpha \cdot 2 \cdot A/u = 5 \cdot 2 \cdot 12,92/20,90 = 5,888 \text{ mm}$$

Siguiendo lo establecido por el artículo 26,9, tendremos:

$$\beta_a(30) = 0,8 \cdot (1 - 0,68) = 0,26$$

$$\beta_{\infty} = 1,00$$

$$\beta_{30} = 0,25$$

$$\beta'_{\infty-30} = \beta'_{\infty} = 1,00$$

$$\varphi_{01} = 1,00$$

$$\varphi_{02} = 1,12$$

luego

$$\varphi = 1,50$$

y

$$E = 3 \cdot 10^6 / (1 + 1,50) = 1,2 \cdot 10^6 \text{ Mp/m}^2$$

y por lo tanto, las rigideces de pilas serán:

$$K_1 = 3 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \cdot 1,87 / 10^3 = 6732,00 \text{ Mp/m}$$

$$K_2 = 3 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \cdot 1,87 / 25^3 = 430,85 \text{ Mp/m}$$

b) Rigideces de las líneas de apoyo

Para un ancho de la plataforma de 10,00 m hay 5 vigas, es decir, existen 5 apoyos por cada línea de apoyos. De acuerdo con las "Recomendaciones para el proyecto y puesta en obra de apoyos elastoméricos para puentes de carreteras", para acciones lentas tomaremos un módulo de elasticidad transversal para los apoyos de neopreno de $G = 100 \text{ Mp/m}^2$.

— Rigideces en línea de apoyos de estribos

Si se aplica una fuerza de 1 Mp a la línea de apoyos la fuerza por apoyo será:

$$H = 1/5 = 0,20 \text{ Mp}$$

El espesor de los neoprenos, despreciando las capas de recubrimiento es:

$$T = 5 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 40 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

luego

$$u = \frac{H}{a \cdot b \cdot G} \cdot T = \frac{0,20}{0,25 \cdot 0,30 \cdot 100} \cdot 40 \cdot 10^{-3} = 1,067 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

y

$$K_{11} = K_{32} = \frac{1}{1,067 \cdot 10^{-3}} = 937,21 \text{ Mp/m}$$

— Rigideces de líneas de apoyos de pilas

Los apoyos sobre pilas son todos iguales, luego:

$$K_{12} = K_{21} = K_{22} = K_{31}$$

y procediendo análogamente a como se ha hecho para estribos, tendremos:

$$T = 2 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 16 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$u = \frac{0,20}{0,25 \cdot 0,30 \cdot 100} \cdot 16 \cdot 10^{-3} = 0,427 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$K_{12} = K_{21} = K_{22} = K_{31} = \frac{1}{0,427 \cdot 10^{-3}} = 2341,92 \text{ Mp/m}$$

Resumiendo, tenemos las siguientes ecuaciones:

— de compatibilidad:

$$(\delta_1 + \delta'_1) - \delta_{11} = \Delta l_1$$

$$(\delta_2 + \delta'_2) - (\delta_1 + \delta'_1) = \Delta l_2$$

$$\delta_{32} - (\delta_2 + \delta'_2) = \Delta l_3$$

— de equilibrio de pilas:

$$(K_{12} + K_{21}) \cdot \delta'_1 = K_1 \cdot \delta_1$$

$$(K_{22} + K_{31}) \cdot \delta'_2 = K_2 \cdot \delta_2$$

— de equilibrio de tablero:

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + (K_{12} + K_{21}) \cdot \delta'_1 + (K_{22} + K_{31}) \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = 0$$

Si llamamos

$$K'_1 = K_{12} = K_{21}$$

$$K'_2 = K_{22} = K_{31}$$

y sustituimos las ecuaciones de equilibrio de pilas en las de compatibilidad, tendremos:

$$\begin{aligned} & \left[\frac{K_{12} + K_{21}}{K_1} \cdot \delta'_1 + \delta'_1 \right] - \delta_{11} = \Delta l_1 \\ & \left[\frac{K_{22} + K_{31}}{K_1} \cdot \delta'_2 + \delta'_2 \right] - \left[\frac{K_{12} + K_{21}}{K_1} \cdot \delta'_1 + \delta'_1 \right] = \Delta l_2 \\ & \delta_{32} - \left[\frac{K_{22} + K_{31}}{K_2} \cdot \delta'_2 + \delta'_2 \right] = \Delta l_3 \end{aligned}$$

es decir:

$$\begin{aligned} & \frac{2 K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1 - \delta_{11} = \Delta l_1 \\ & \frac{2 K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2 - \frac{2 K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1 = \Delta l_2 \\ & \delta_{32} - \frac{2 K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2 = \Delta l_3 \end{aligned}$$

y la ecuación de equilibrio del tablero:

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + 2 \cdot K'_1 \cdot \delta'_1 + 2 \cdot K'_2 \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = 0$$

Sustituyendo valores numéricos:

$$\begin{aligned} 1,696 \cdot \delta'_1 - \delta_{11} &= -0,91 \\ 11,871 \cdot \delta'_2 - 1,696 \cdot \delta'_1 &= -0,91 \\ \delta_{32} - 11,871 \cdot \delta'_2 &= -0,91 \end{aligned}$$

$$937,21 \cdot \delta_{11} + 4683,84 \cdot \delta'_1 + 4683,84 \cdot \delta'_2 + 937,21 \cdot \delta_{32} = 0$$

y resolviéndolo obtenemos:

$$\delta'_1 = 0,143 \text{ cm}$$

pudiendo entonces calcular los demás movimientos, es decir:

$$\delta_{11} = 1,153 \text{ cm}$$

$$\delta'_2 = -0,057 \text{ cm}$$

$$\delta_{32} = -1,581 \text{ cm}$$

$$\delta_1 = 0,099 \text{ cm}$$

$$\delta_2 = -0,620 \text{ cm}$$

Las fuerzas en cada línea de apoyos serán:

$$H_L = \text{Rigidez} \times \text{Desplazamiento}$$

y por apoyo

$$H_L = H_L / 5$$

luego tendremos:

$$\text{Estribo 1} \quad H_L = 937,21 \cdot 1,153 \cdot 10^{-2} / 5 = 2,16 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 1} \quad H_L = 2341,92 \cdot 0,143 \cdot 10^{-2} / 5 = 0,67 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 2} \quad H_L = 2341,92 \cdot (-0,057 \cdot 10^{-2}) / 5 = -0,27 \text{ Mp}$$

$$\text{Estribo 2} \quad H_L = 937,21 \cdot (-1,581 \cdot 10^{-2}) / 5 = -2,96 \text{ Mp}$$

De los datos de la colección obtendremos:

$$R_{\text{máx por apoyo}} = 81,5 \text{ Mp}$$

verificándose que:

$$H_L < 0,06 \cdot R_{\text{máx}} = 0,06 \cdot 81,5 = 4,89 \text{ Mp}$$

siendo por tanto de aplicación los elementos de esta Colección.

Acciones instantáneas

Con la misma notación del apartado anterior, se puede plantear el siguiente sistema de ecuaciones:

— de compatibilidad

$$\delta_1 + \delta'_1 = \delta_{11}$$

$$\delta_2 + \delta'_2 = \delta_1 + \delta'_1$$

$$\delta_{32} = \delta_2 + \delta'_2$$

— de equilibrio de pilas

$$2 \cdot K'_1 \cdot \delta'_1 = K_1 \cdot \delta_1$$

$$2 \cdot K'_2 \cdot \delta'_2 = K_2 \cdot \delta_2$$

— de equilibrio del tablero

$$K_{11} \cdot \delta_{11} + 2 \cdot K'_1 \cdot \delta'_1 + 2 \cdot K'_2 \cdot \delta'_2 + K_{32} \cdot \delta_{32} = H$$

Sustituyendo, se obtiene:

$$\frac{2 K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1 = \delta_{11}$$

$$\frac{2 K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2 = \frac{2 K'_1 + K_1}{K_1} \cdot \delta'_1$$

$$\delta_{32} = \frac{2 K'_2 + K_2}{K_2} \cdot \delta'_2$$

a) Rigideces de pilas K_1 y K_2

Se adopta, al tratarse de acciones instantáneas,

$$E = E_{\text{instantáneo}} = 3 \cdot 10^6 \text{ Mp / m}^2$$

y de los cálculos anteriores:

$$K_1 = 16830,00 \text{ Mp / m}$$

$$K_2 = 1077,13 \text{ Mp / m}$$

b) Rigideces de las líneas de apoyo

Adoptaremos un módulo de elasticidad transversal:

$$G = 200 \text{ Mp / m}^2$$

luego:

$$K_{11} = K_{32} = 2 \cdot 937,21 = 1874,42 \text{ Mp / m}$$

Análogamente

$$K_{12} = K_{21} = K_{22} = K_{31} = 2 \cdot 2341,92 = 4683,84 \text{ Mp / m}$$

y sustituyendo en las ecuaciones anteriores:

$$1,557 \cdot \delta'_1 = \delta_{11}$$

$$9,697 \cdot \delta'_2 = 1,557 \cdot \delta'_1$$

$$\delta_{32} = 9,657 \cdot \delta'_2$$

$$1874,42 \cdot \delta_{11} + 9367,68 \cdot \delta'_1 + 9367,68 \cdot \delta'_2 + 1874,42 \cdot \delta_{32} = H$$

Resolveremos el sistema para los valores de H correspondientes a frenado y sismo:

— Frenado

Se toma H frenado según la Instrucción de acciones:

$$H_{\text{frenado}} = (60 + 0,4 \cdot 3 \cdot 19 \cdot 10) / 20 = 14,4 \text{ Mp}$$

y resolviendo el sistema:

$$\delta'_1 = 0,086 \text{ cm}$$

$$\delta_{11} = 0,134 \text{ cm}$$

$$\delta'_2 = 0,014 \text{ cm}$$

$$\delta_{32} = 0,134 \text{ cm}$$

Análogamente a como se ha procedido en el caso anterior:

$$\text{Estribo 1} \quad H_f = 1874,42 \cdot 0,134 \cdot 10^{-2} / 5 = 0,50 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 1} \quad H_f = 4683,34 \cdot 0,086 \cdot 10^{-2} / 5 = 0,81 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 2} \quad H_f = 4683,34 \cdot 0,014 \cdot 10^{-2} / 5 = 0,13 \text{ Mp}$$

$$\text{Estribo 2} \quad H_f = 1874,42 \cdot 0,134 \cdot 10^{-2} / 5 = 0,50 \text{ Mp}$$

— Sismo

Del cuadro de acciones sobre apoyos elastoméricos (plano 2.17 de la Colección), se obtiene:

$$H_{\text{sismo por tablero}} = 28,3 \text{ Mp}$$

luego:

$$H_{\text{total}} = 3 \cdot 28,3 = 84,90 \text{ Mp}$$

Las fuerzas por apoyo serán directamente proporcionales a las obtenidas para el frenado, luego:

$$\text{Estribo 1} \quad H_s = 84,90 / 14,40 \cdot 0,50 = 2,95 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 1} \quad H_s = 84,90 / 14,40 \cdot 0,81 = 4,78 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 2} \quad H_s = 84,90 / 14,40 \cdot 0,13 = 0,77 \text{ Mp}$$

$$\text{Estribo 2} \quad H_s = 84,90 / 14,40 \cdot 0,50 = 2,95 \text{ Mp}$$

luego las fuerzas instantáneas totales por apoyo son:

$$\text{Estribo 1} \quad H_i = 3,45 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 1} \quad H_i = 5,59 \text{ Mp}$$

$$\text{Pila 2} \quad H_i = 0,90 \text{ Mp}$$

$$\text{Estribo 2} \quad H_i = 3,45 \text{ Mp}$$

cumpliéndose que:

$$H_i < 0,08 \cdot R_{\text{máx}} = 0,08 \cdot 81,5 = 6,52 \text{ Mp}$$

siendo por tanto de aplicación los elementos de esta Colección.

INDICE DE PLANOS

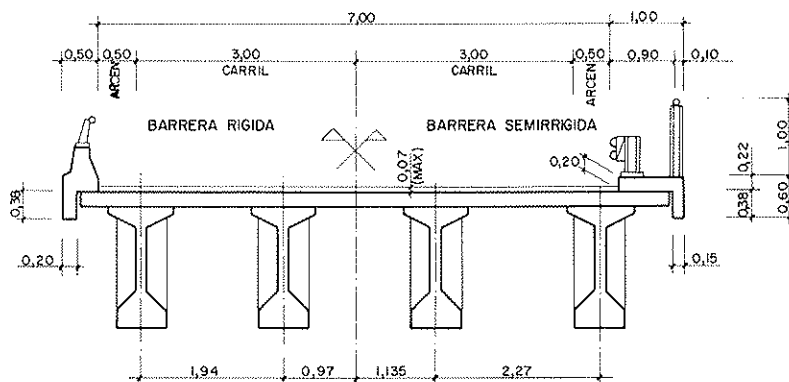
CONCEPTO	PLANOS
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	2.1
TABLEROS - SECCIONES GENERALES	2.2
PILAS - ALZADO Y SECCIONES GENERALES	2.3
ESTRIBOS SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES	2.4
ESTRIBOS CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES	2.5
PLANO - GUIA DE LOCALIZACION DE ELEMENTOS	2.6
TABLEROS	2.7 A 2.17
PILAS	2.18 A 2.48
ESTRIBOS SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS	2.49 A 2.58
ESTRIBOS CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS	2.59 A 2.68
TOPES SISMICOS	2.69 A 2.70
DETALLES	2.71

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

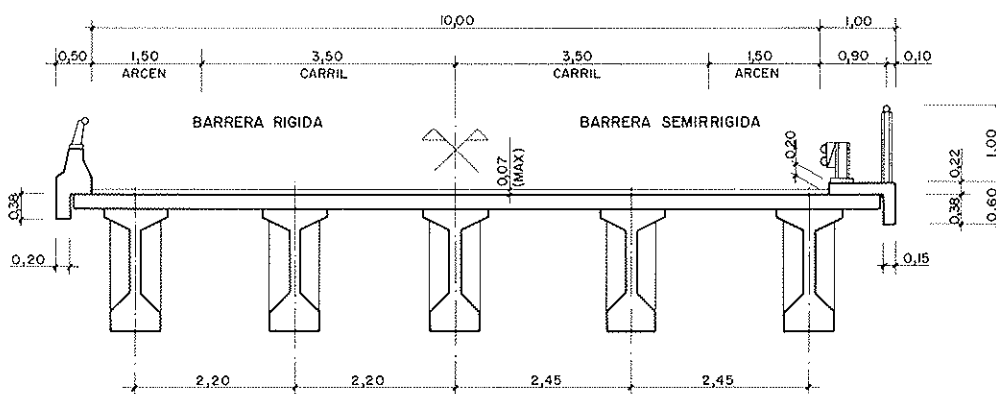
TABLEROS	CARACTERISTICAS
	<p>LUCES { MINIMA = 15.00 MAXIMA = 38.40</p> <p>ANCHOS DE PLATAFORMA { 7.00 m 10.00 m 12.00 m</p> <p>TIPOS DE BARRERA { SEMIRRIGIDA RIGIDA</p> <p>GRADO DE SISMICIDAD \leq VII</p>
PILAS	CARACTERISTICAS
	<p>ALTURA MAXIMA $h = 30.00$ m</p> <p>TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO DE CIMENTACION</p> <p>$\sigma_{adm} \geq$ { 2.00 kp/cm² 3.00 kp/cm² 5.00 kp/cm² 7.00 kp/cm²</p> <p>GRADO DE SISMICIDAD \leq VII</p>
ESTRIBOS	CARACTERISTICAS
<p>SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS</p> <p>CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS</p>	<p>ALTURA MAXIMA $H = 8.00$ m</p> <p>TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO DE CIMENTACION</p> <p>$\sigma_{adm} \geq$ { 2.00 kp/cm² 3.00 kp/cm² 5.00 kp/cm² 7.00 kp/cm²</p> <p>GRADO DE SISMICIDAD \leq VII</p>

SECCIONES TIPO DE TABLEROS

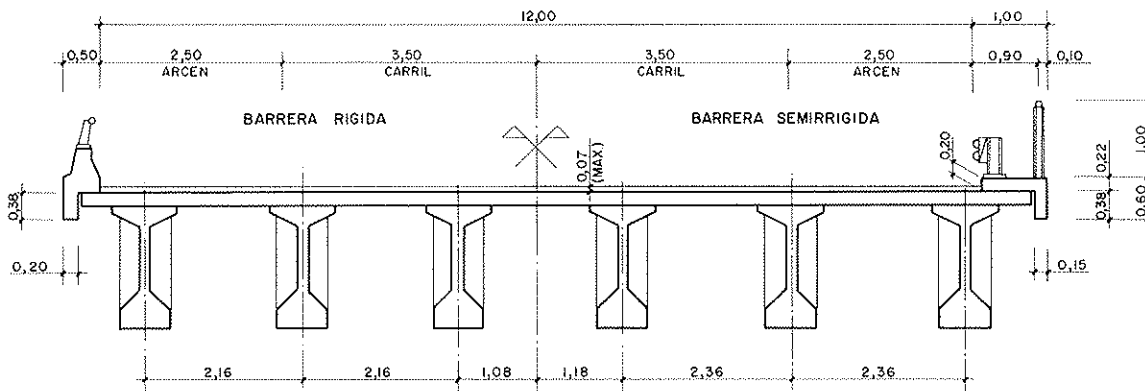
ANCHO DE PLATAFORMA 7,00m



ANCHO DE PLATAFORMA 10,00m



ANCHO DE PLATAFORMA 12,00m



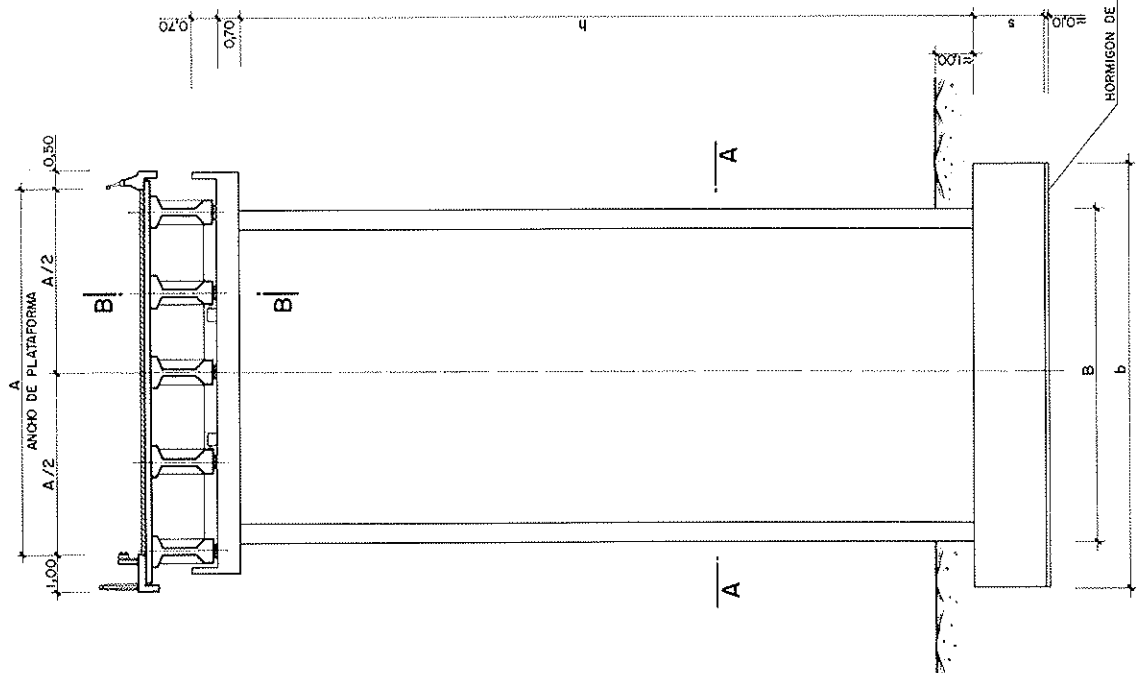
NOTAS:

- 1- EL ESPESOR DE PAVIMENTO ES CONSTANTE Y CON UN VALOR MAXIMO DE 0.07 M EN TODO EL ANCHO DE LA LOSA
- 2- EL AJUSTE DE LA ESTRUCTURA A LAS PENDIENTES TRANSVERSALES DE LA PLATAFORMA SE CONSEGUIRA MEDIANTE LA INCLINACION DE LA LOSA SUPERIOR, PARA LA QUE EL PROYECTISTA DEFINIRA LAS COTAS EXACTAS DE CADA VIGA Y LAS NECESARIAS CUÑAS DE RECREGIO DE LA LOSA O DE LA CABEZA DE LAS VIGAS. EN NINGUN CASO EL PAVIMENTO, DE ESPESOR CONSTANTE, SUPERARA LOS 7 CENTIMETROS

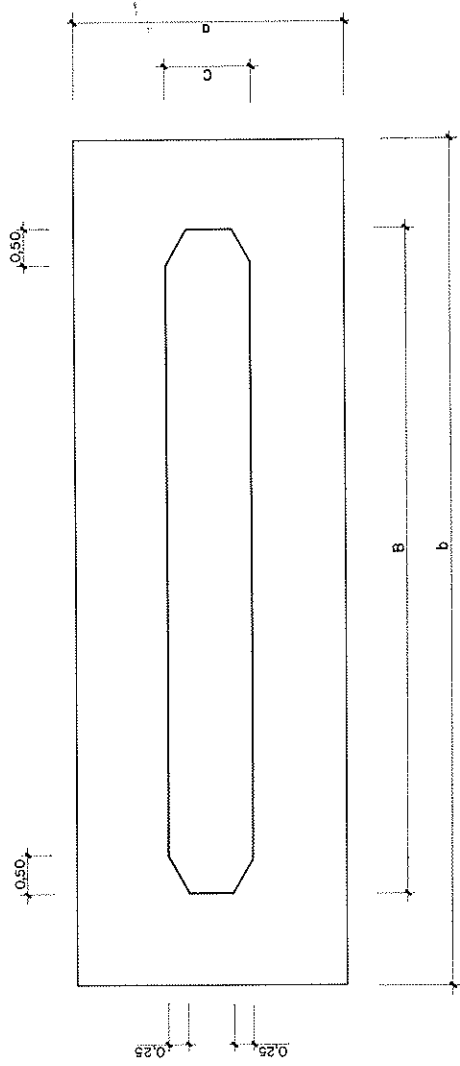
PILAS ALZADO Y SECCIONES GENERALES

SEMI - ALZADO
BARRERA SEMIRRIGIDA
ESCALA ④

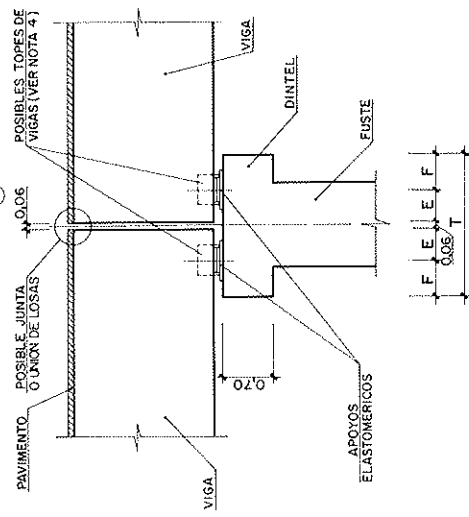
SEMI - ALZADO
BARRERA RIGIDA
ESCALA ⑤



SECCION A-A
ESCALA ③



SECCION B-B
ESCALA ③

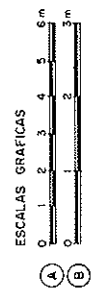


DIMENSIONES DEL DINTEL

	TIPO DE VIGA				
	I	II	III	IV	V
T (m)	1,96	1,96	2,26	2,26	2,26
E (m)	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
F (m)	0,55	0,50	0,60	0,55	0,50

NOTAS:

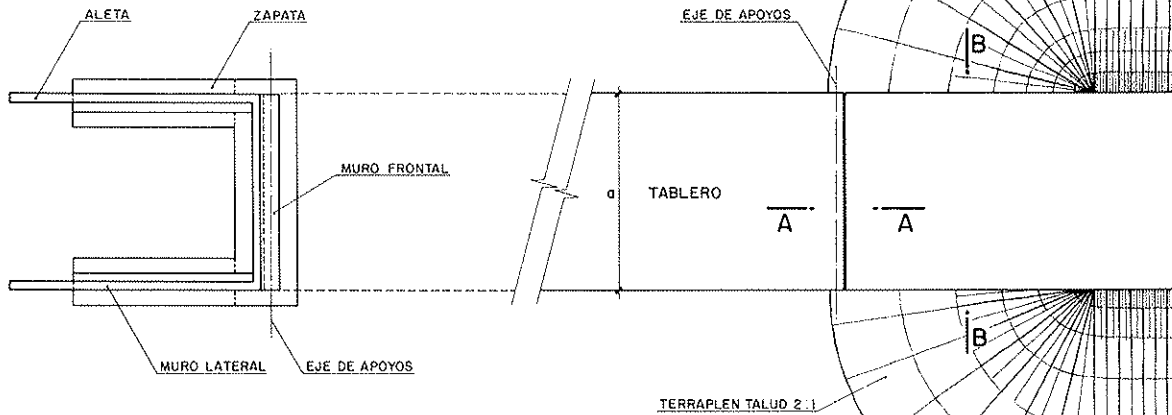
- 1.- EL CANTO C DE LAS PILAS ES FUNCION DE LA ALTURA $H_{máx}$ DE LA PILA MAS ALTA DEL PUENTE
- 2.- EL ANCHO B DE LAS PILAS DEPENDE DEL ANCHO A DE LA PLATAFORMA MA PERO NO DEL TIPO DE BARRERA UTILIZADO
- 3.- EL ANCHO DE PLATAFORMA(A) ESTA FORMADO POR CALZADA MAS ARCENES
- 4.- LOS TOPOS DE VIGAS SOLO SE PONDRAN EN CASO DE UTILIZACION EN ZONA DE GRADO SIMICO $G = VII$



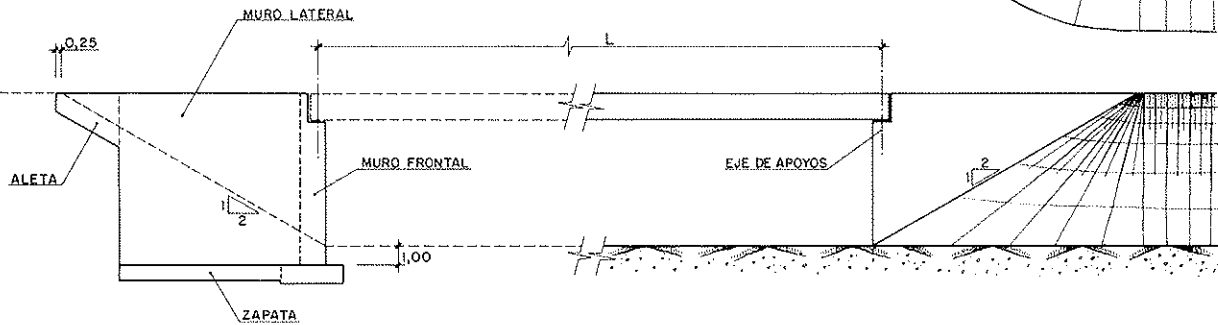
ESTRIBOS SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS

PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES

PLANTA



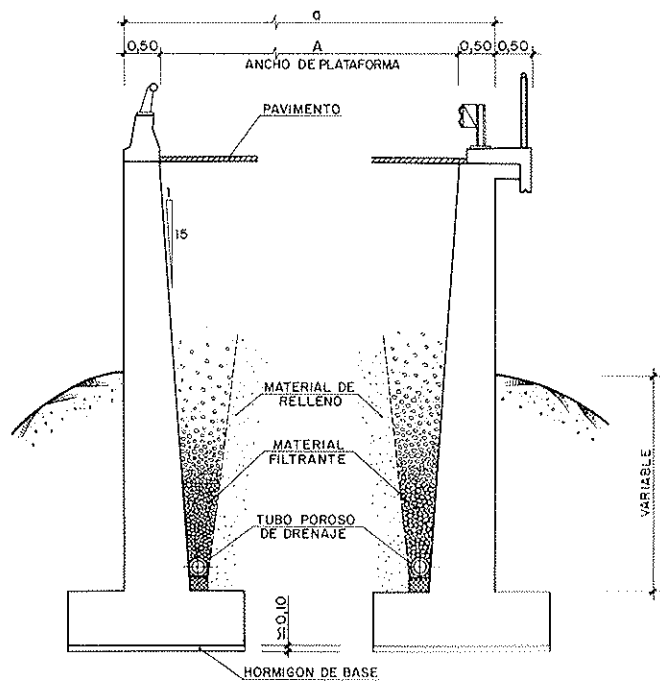
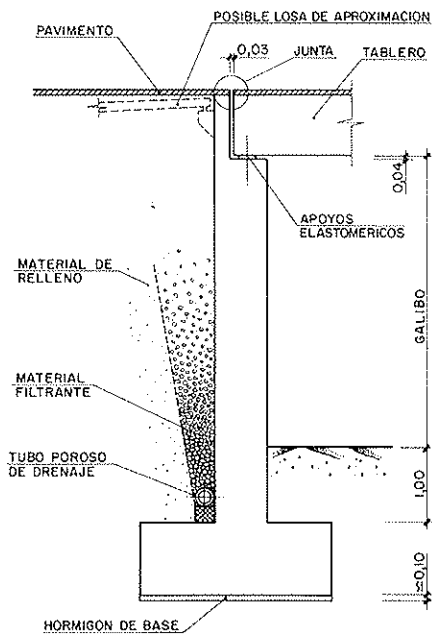
ALZADO



SEMI-SECCION B-B
BARRERA RIGIDA

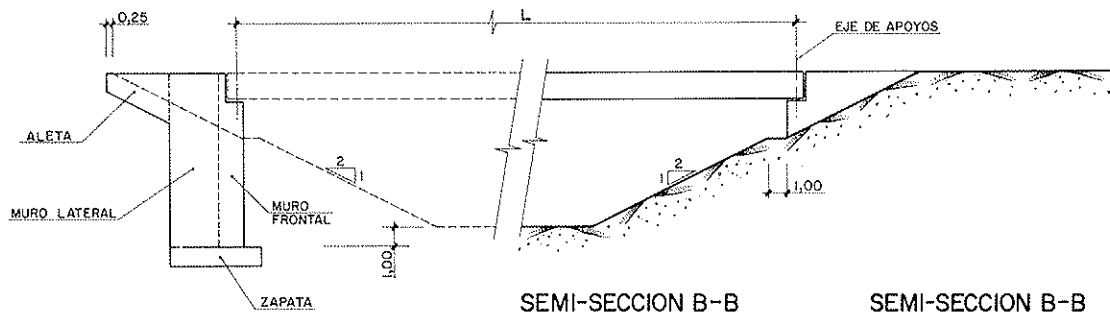
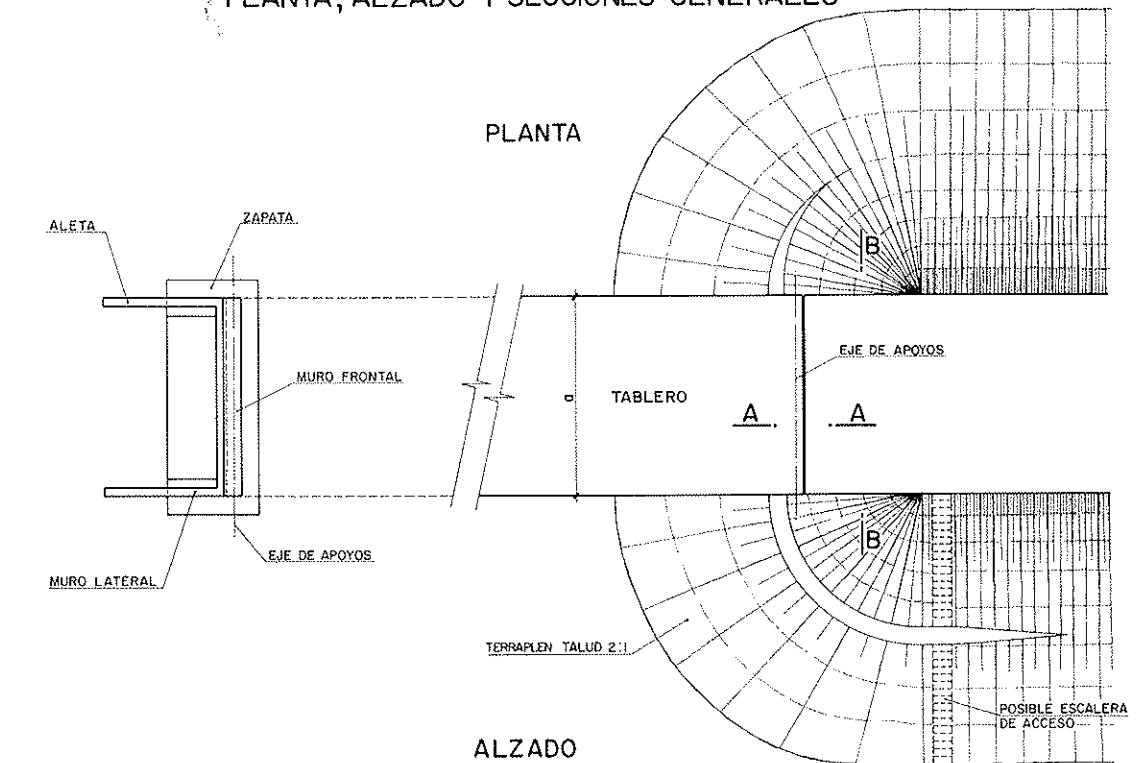
SEMI-SECCION B-B
BARRERA SEMIRRIGIDA

SECCION A-A



ESTRIBOS CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS

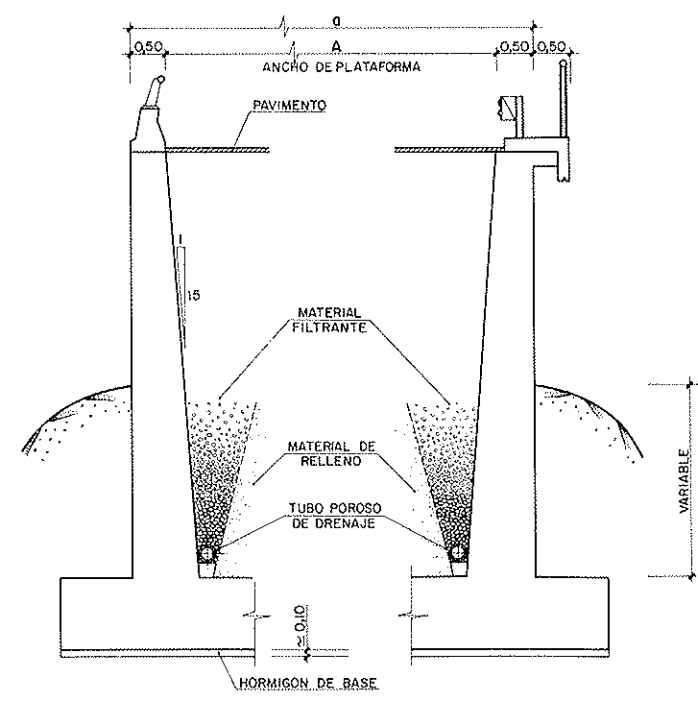
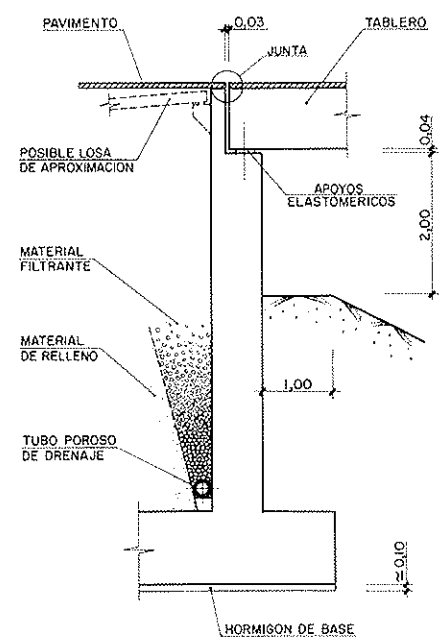
PLANTA, ALZADO Y SECCIONES GENERALES



SEMI-SECCION B-B
BARRERA RIGIDA

SEMI-SECCION B-B
BARRERA SEMIRRIGIDA

SECCION A-A



PLANO-GUIA DE LOCALIZACION DE ELEMENTOS

TABLEROS

ELEMENTO	DEFINICION GEOMETRICA	ARMADURA PASIVA	PRETENSADO	MEDICION
VIGAS	2.7 A 2.9	2.10 A 2.11	2.12 A 2.15	3.1
LOSA	2.9	2.16	—	3.1
VIGA RIOSTRA	2.9	2.16	—	3.2
ACCIONES SOBRE APOYOS	2.17	—	—	—
DETALLES	2.71	—	—	—

PILAS

ELEMENTO		ANCHO DE PLATAFORMA	ALTURA MAXIMA DE PILA EN EL PUENTE								
			Hmax ≤ 10,00m			10,00 < Hmax ≤ 20,00m			20,00 < Hmax ≤ 30,00m		
			DEFINICION GEOMETRICA	ARMADURA	MEDICION	DEFINICION GEOMETRICA	ARMADURA	MEDICION	DEFINICION GEOMETRICA	ARMADURA	MEDICION
DINTEL	VIGAS I, II	7,00	2.18	2.22	3.3	2.18	2.22	3.3	2.18	2.22	3.3
		10,00		2.24			2.24			2.24	
		12,00		2.26			2.26			2.26	
	VIGAS III, IV, V	7,00	2.18	2.23	3.3	2.18	2.23	3.3	2.18	2.23	3.3
		10,00		2.25			2.25			2.25	
		12,00		2.27			2.27			2.27	
FUSTE			2.18	2.19 A 2.21	3.4 y 3.5	2.18	2.19 A 2.21	3.4 y 3.5	2.18	2.19 A 2.21	3.4 y 3.5
ZAPATA	$\sigma \geq 2,0 \text{ kp/cm}^2$		2.28 y 2.29	2.28 y 2.29	3.6	2.28 y 2.33	2.28 y 2.34	3.7	2.28 y 2.41	2.28 y 2.42	3.9
	$\sigma \geq 3,0 \text{ kp/cm}^2$		2.28 y 2.30	2.28 y 2.30		2.28 y 2.35	2.28 y 2.36		2.28 y 2.43	2.28 y 2.44	
	$\sigma \geq 5,0 \text{ kp/cm}^2$		2.28 y 2.31	2.28 y 2.31		2.28 y 2.37	2.28 y 2.38	3.8	2.28 y 2.45	2.28 y 2.46	3.10
	$\sigma \geq 7,0 \text{ kp/cm}^2$		2.28 y 2.32	2.28 y 2.32		2.28 y 2.39	2.28 y 2.40		2.28 y 2.47	2.28 y 2.48	
TOPES PARA ZONA DE GRADO SISMICO G = VII			2.69	2.70							

ESTRIBOS SIN DERRAME FRONTAL DE TIERRAS

ELEMENTO	DEFINICION GEOMETRICA	ARMADURA	MEDICION SEGUN LUZ DEL TABLERO			
			15,00 < L ≤ 20,00	20,00 < L ≤ 29,00	29,00 < L ≤ 38,40	
MUROS	2.49 y 2.50	2.52 A 2.56	3.11	3.12	3.13	
ZAPATA	$\sigma \geq 2,0 \text{ kp/cm}^2$	2.51	2.57 y 2.58	3.14	3.18	—
	$\sigma \geq 3,0 \text{ kp/cm}^2$			3.15	3.19	3.22
	$\sigma \geq 5,0 \text{ kp/cm}^2$			3.16	3.20	3.23
	$\sigma \geq 7,0 \text{ kp/cm}^2$			3.17	3.21	3.24
TOPES PARA ZONA DE GRADO SISMICO G = VIII		2.69	2.70	—	—	—

ESTRIBOS CON DERRAME FRONTAL DE TIERRAS

ELEMENTO	DEFINICION GEOMETRICA	ARMADURA	MEDICION SEGUN LUZ DEL TABLERO			
			15,00 < L ≤ 20,00	20,00 < L ≤ 29,00	29,00 < L ≤ 38,40	
MUROS	2.59 y 2.60	2.62 A 2.65	3.25	3.26	3.27	
ZAPATA	$\sigma \geq 2,0 \text{ kp/cm}^2$	2.61	2.66 A 2.68	3.28	3.32	3.36
	$\sigma \geq 3,0 \text{ kp/cm}^2$			3.29	3.33	3.37
	$\sigma \geq 5,0 \text{ kp/cm}^2$			3.30	3.34	3.38
	$\sigma \geq 7,0 \text{ kp/cm}^2$			3.31	3.35	3.39
TOPES PARA ZONA DE GRADO SISMICO G = VIII		2.69	2.70	—	—	—

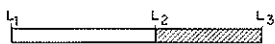
TIPOS DE VIGAS

BARRERA SEMIRRIGIDA

ANCHO DE PLATAFORMA	VIGA TIPO	LUZ					
		15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	39,00
7,00	I	15,00	17,50	19,70			
	II-A	16,50	19,40	21,90			
	II-B	18,50	21,60	23,90			
	III		20,50	24,60	27,50		
	IV-A			23,50	27,90	31,00	
	IV-B				26,50	30,40	33,40
	V					29,50	35,00
10,00	I	15,00	17,40	19,30			
	II-A	16,50	19,10	21,50			
	II-B	18,50	21,10	23,40			
	III		20,50	24,20	27,00		
	IV-A			23,50	27,50	30,60	
	IV-B				26,50	30,00	32,90
	V					29,50	34,50
12,00	I	15,00	17,50	19,50			
	II-A	16,50	19,20	21,70			
	II-B	18,50	21,30	23,70			
	III		20,50	24,40	27,20		
	IV-A			23,50	27,70	30,80	
	IV-B				26,50	30,20	33,10
	V					29,50	34,70

NOTA: LAS VIGAS II-A Y II-B ASÍ COMO LAS IV-A Y IV-B SE DIFERENCIAN ENTRE SÍ ÚNICAMENTE POR SU ARMADURA ACTIVA

SIMBOLOGIA:



- L_1 = LUZ MINIMA DEL TIPO DE VIGA CORRESPONDIENTE
- L_2 = LUZ MAXIMA PARA VIGA PROYECTADA EN CLASE I
- L_3 = LUZ MAXIMA PARA VIGA PROYECTADA EN CLASE II

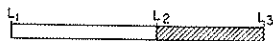
TIPOS DE VIGAS

BARRERA RIGIDA

ANCHO DE PLATAFORMA	VIGA TIPO	LUZ					
		15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	39,00
7,00	I	15,00	17,30	19,40			
	II-A	16,50	19,10	21,60			
	II-B	18,50	21,20	23,60			
	III	20,50	24,40	27,30			
	IV-A	23,50	27,80	31,00			
	IV-B	26,50	30,40	33,50			
	V	29,50	35,10	38,40			
10,00	I	15,00	16,70	18,80			
	II-A	16,50	18,50	21,00			
	II-B	18,50	20,60	23,00			
	III	20,50	23,70	26,60			
	IV-A	23,50	27,10	30,30			
	IV-B	26,50	29,60	32,70			
	V	29,50	34,30	37,50			
12,00	I	15,00	16,80	18,90			
	II-A	16,50	18,60	21,10			
	II-B	18,50	20,70	23,10			
	III	20,50	23,80	26,70			
	IV-A	23,50	27,20	30,40			
	IV-B	26,50	29,70	32,80			
	V	29,50	34,40	37,60			

NOTA: LAS VIGAS II-A Y II-B ASÍ COMO LAS IV-A Y IV-B SE DIFERENCIAN ENTRE SÍ ÚNICAMENTE POR SU ARMADURA ACTIVA

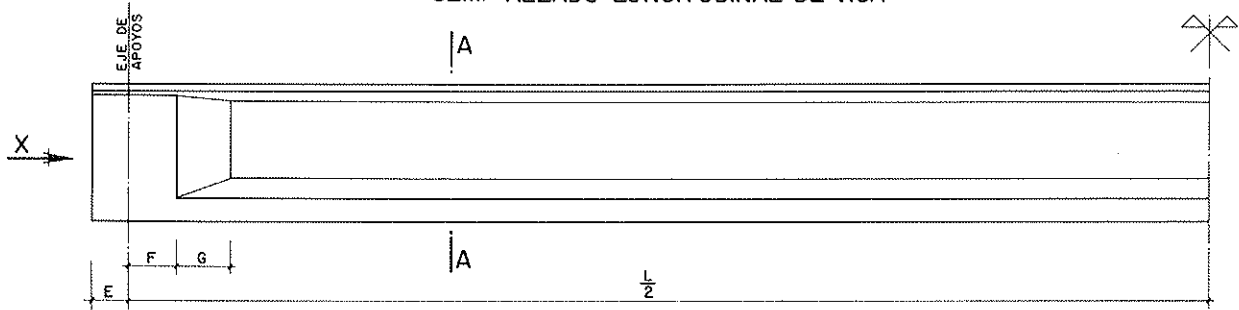
SIMBOLOGIA:



- L_1 = LUZ MINIMA DEL TIPO DE VIGA CORRESPONDIENTE
- L_2 = LUZ MAXIMA PARA VIGA PROYECTADA EN CLASE I
- L_3 = LUZ MAXIMA PARA VIGA PROYECTADA EN CLASE II

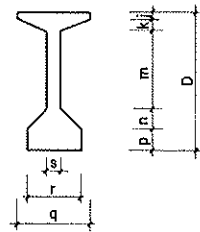
DEFINICION GEOMETRICA DE TABLEROS

SEMI-ALZADO LONGITUDINAL DE VIGA



SECCION A-A

VISTA POR X

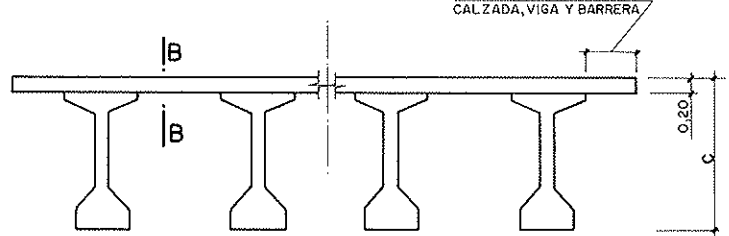
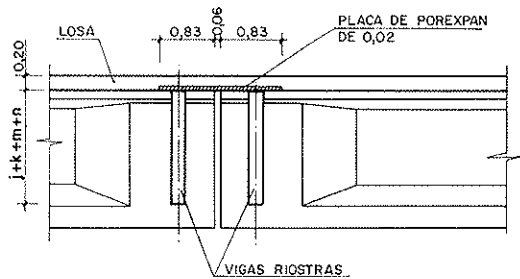


CONSTANTES GEOMETRICAS DE LAS VIGAS

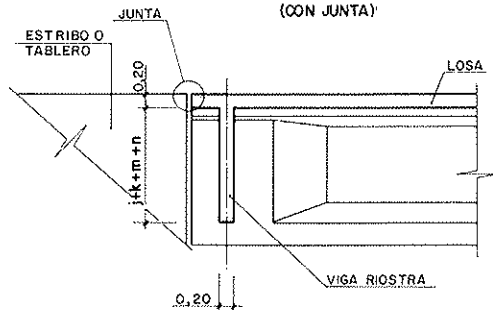
VIGA	LUZ	D	E	F	G	j	k	m	n	p	q	r	s
I	$15,00 \leq L < 19,70$	1,50	0,40	0,50	0,60	0,10	0,13	0,80	0,22	0,25	0,80	0,60	0,16
II	$16,50 \leq L < 23,90$	1,70	0,45	0,55	0,70	0,10	0,15	0,91	0,27	0,27	0,90	0,70	0,16
III	$20,50 \leq L < 27,50$	1,90	0,50	0,65	0,75	0,10	0,16	1,06	0,28	0,30	1,00	0,75	0,19
IV	$23,50 \leq L < 33,50$	2,10	0,55	0,70	0,85	0,10	0,17	1,23	0,30	0,30	1,10	0,80	0,19
V	$29,50 \leq L < 38,40$	2,30	0,60	0,80	0,90	0,10	0,18	1,37	0,30	0,35	1,20	0,80	0,19

SECCION B-B
(CON LOSA CONTINUA)

LOSA



SECCION B-B
(CON JUNTA)



CONTROL DE CALIDAD

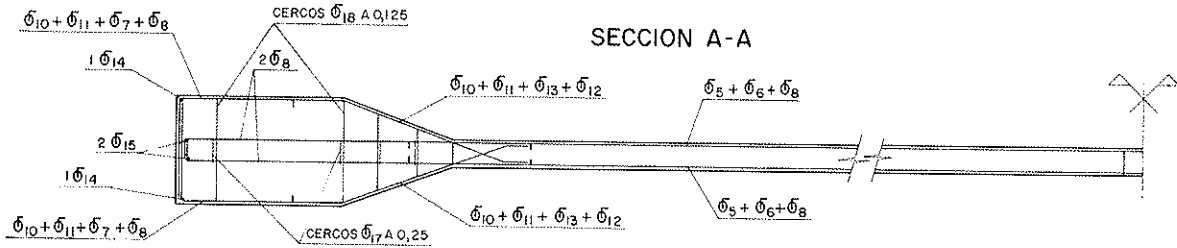
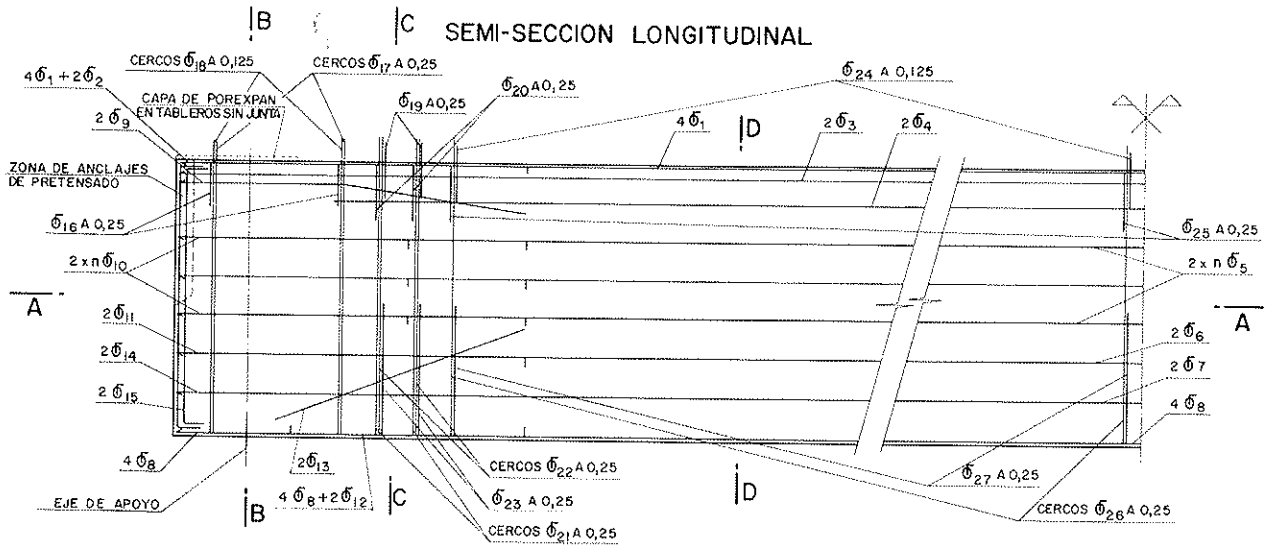
		DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	VIGAS	H-350	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
	FORJADO Y RIOSTRAS	H-250	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
ACERO	ARMADURAS PASIVAS	AEH-400	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
	ARMADURAS ACTIVAS	$R_{t1} \geq 113 \text{ Mp}$ $R_{t2} \geq 226 \text{ Mp}$	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION			INTENSO	$\gamma_f = 1,50$

NOTAS:

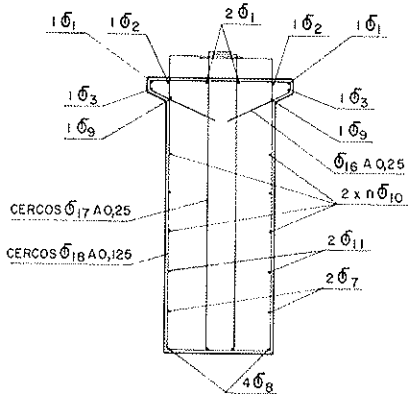
- PARA LUCES DE VIGAS VER PLANOS 2.7 Y 2.8
- LOS SIMBOLOS R_{t1} Y R_{t2} DEL CUADRO DE CONTROL INDICAN LA CARGA DE ROTURA DE LOS DOS TIPOS DE TENDONES POSIBLES

ARMADURA DE VIGAS (I)

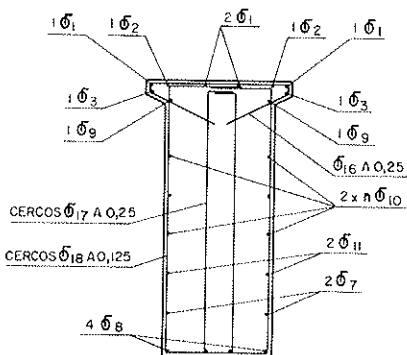
SEMI-SECCION LONGITUDINAL



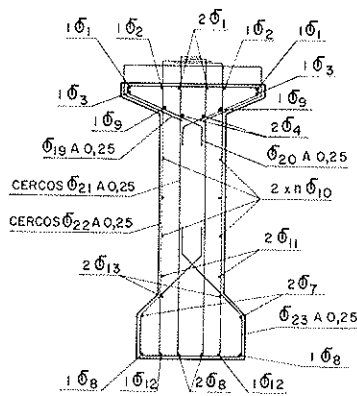
SECCION B-B
(TABLEROS CON JUNTA)



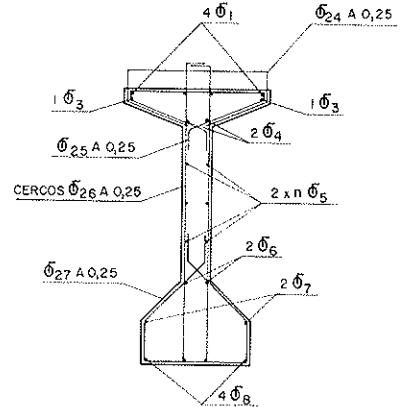
(TABLEROS SIN JUNTA)



SECCION C-C



SECCION D-D



DIAMETRO φ DE ARMADURAS

φ1 A φ16	10
φ17	12
φ18 A φ27	10

Nº DE BARRAS φ5

VIGAS	n
I, II	2
III	3
IV, V	4

CONTROL DE CALIDAD

	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	VIGAS	H-350	NORMAL $\gamma_c = 1,50$
	FORJADOS Y VIGAS RIOSTRAS	H-250	NORMAL $\gamma_c = 1,50$
ACERO	ARMADURAS PASIVAS	AEH-400	NORMAL $\gamma_s = 1,15$
	ARMADURAS ACTIVAS	$P_{f0} \approx 113 \text{ Mp}$ $P_{f2} \approx 226 \text{ Mp}$	NORMAL $\gamma_s = 1,15$
EJECUCION			INTENSO $\gamma_t = 1,50$

NOTAS:

1.- LAS VIGAS, ADEMAS DE LA ARMADURA AQUI DEFINIDA, LLEVARAN LA ARMADURA ADICIONAL QUE SE INDICA EN EL PLANO 2 II

2.- LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 0,02 m

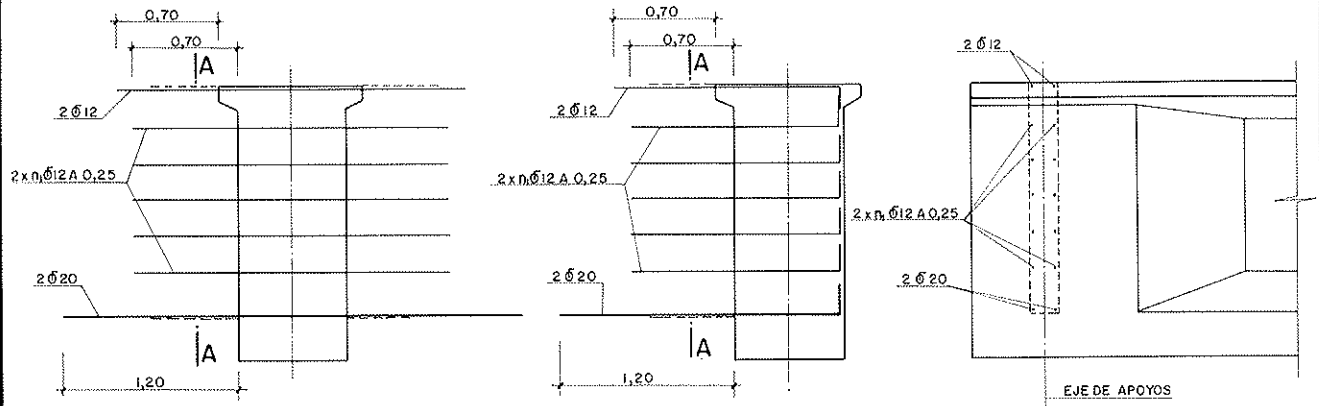
ARMADURA DE VIGAS (II)

ARMADURA ADICIONAL DE ESPERA DE VIGAS RIOSTRAS

VIGA INTERIOR

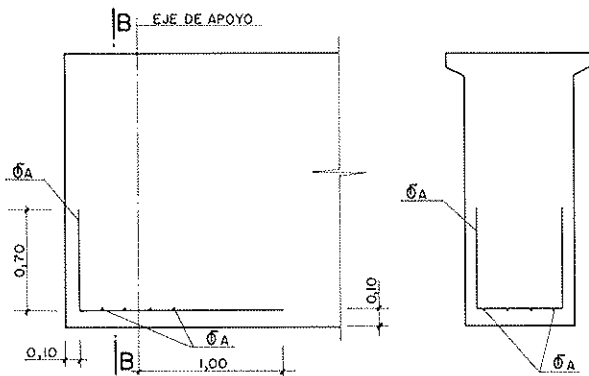
VIGA EXTERIOR

SECCION A-A



ARMADURA ADICIONAL EN APOYOS

SECCION B-B



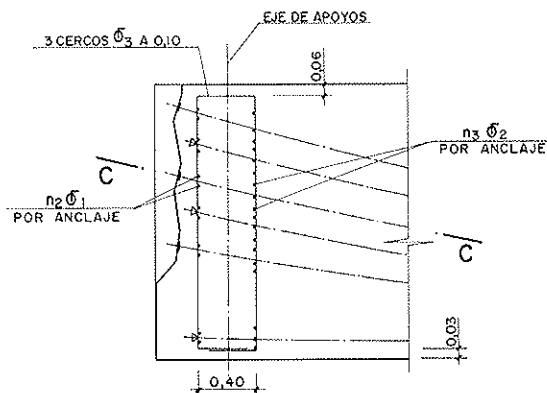
ARMADURA ϕ_A EN APOYOS

NUMERO n_i DE BARRAS EN TRAVIESAS

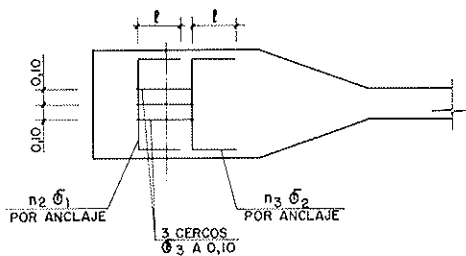
VIGA	ϕ_A
I	4 Ø16 A 0,15
II	5 Ø16 A 0,10
III	4 Ø20 A 0,10
IV	4 Ø20 A 0,10
V	5 Ø20 A 0,10

VIGA	n_i
I, II	4
III	5
IV, V	6

ARMADURA ADICIONAL DE REFUERZO EN ANCLAJES DE PRETENSADO



SECCION C-C



NUMERO DE BARRAS Y DIAMETROS ϕ EN REFUERZO DE ANCLAJES

VIGA	n_2	ϕ_1	n_3	ϕ_2	ϕ_3	f
I, II, III, IV-A	2	16	3	16	16	0,35
IV-B, V	3	20	3	20	20	0,45

NOTAS:

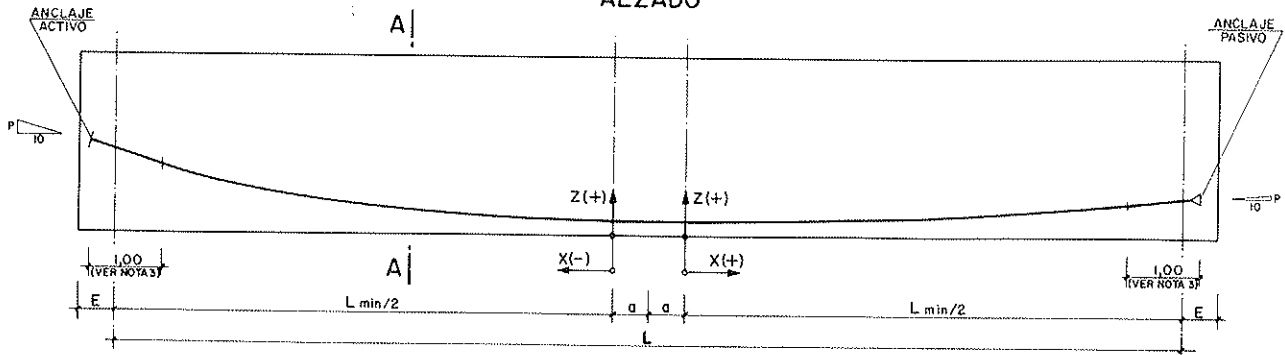
- LA ARMADURA AQUÍ DIBUJADA ES ADICIONAL DE LA DEFINIDA EN EL PLANO 2.10
- LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 0,02 m

CONTROL DE CALIDAD

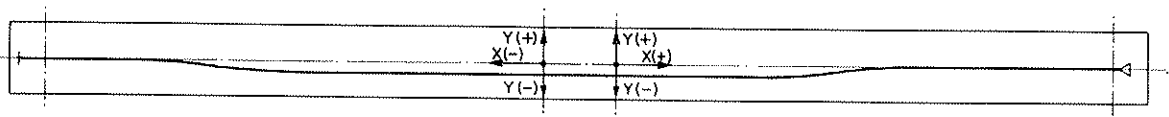
DEFINICION		NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	VIGAS	H-350	NORMAL $\gamma_c = 1,50$
	FORJADOS Y VIGAS RIOSTRAS	H-250	NORMAL $\gamma_c = 1,50$
ACERO	ARMADURAS PASIVAS	AEH-400	NORMAL $\gamma_s = 1,15$
	ARMADURAS ACTIVAS	$f_{tD} \approx 113 \text{ MPa}$ $f_{tE} \approx 226 \text{ MPa}$	NORMAL $\gamma_s = 1,15$
EJECUCION			INTENSO $\gamma_f = 1,50$

PRETENSADO DE VIGAS (I)

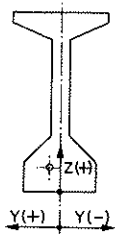
ALZADO



PLANTA



SECCION A-A



PRETENSADO DE VIGAS

VIGA	NUMERO DE TENDONES	TIPO DE LOS TENDONES	FUERZA DE TESADO (Mp)	
			A fct=200kp/cm ²	A LOS 21 DIAS fct=300kp/cm ²
I	4	①	40,00	84,75
II-A	4	①	45,00	84,75
II-B	5	①	42,00	84,75
III	6	①	45,00	84,75
IV-A	7	①	45,00	84,75
IV-B	4	②	92,50	169,50
V	5	②	95,00	169,50

CARACTERISTICAS DE LOS TENDONES

TIPO DE TENDON	AREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Mp)	CARGA AL LIMITE ELASTICO (Mp)
①	5,92	113,00	101,70
②	11,84	226,00	203,40

RECORRIDOS DE TESADOS PREVISTOS EN CM = X₁ + a + X₂

VIGA	TENDONES	TESADO PREVIO		TESADO FINAL	
		X ₁	X ₂	X ₁	X ₂
I	1 Y 3	0,553	5,00	0,638	5,60
	2 Y 4	0,553	5,10	0,638	5,70
II-A	1 Y 3	0,667	6,10	0,556	5,40
	2 Y 4	0,667	6,20	0,556	5,50
II-B	1 Y 4	0,611	6,45	0,611	6,55
	2	0,648	6,45	0,611	6,65
III	1 Y 4	0,671	7,60	0,586	6,70
	2 Y 5	0,700	7,60	0,586	6,80
IV-A	1 Y 5	0,640	8,75	0,587	7,65
	2 Y 6	0,680	8,75	0,587	7,75
IV-B	3	0,667	8,85	0,587	7,85
	4 Y 7	0,680	8,95	0,600	7,95
V	1 Y 4	0,719	11,70	0,562	9,10
	2	0,719	11,80	0,562	9,20
	3 Y 5	0,730	11,85	0,573	9,30

NOTA: a EN METROS

NOTAS:

- L_{min} ES LA LUZ MINIMA DEL TIPO DE VIGA ELEGIDO
- LA DIFERENCIA ENTRE LA LUZ DE LA VIGA (L) Y SU LUZ MINIMA (L_{min}) ES 2a
- EL TRAZADO DEL TENDON EN EL ULTIMO METRO EN PROYECCION HORIZONTAL Y HASTA EL ANCLAJE, ES RECTO Y SIGUE LA DIRECCION DE LA PENDIENTE INDICADA POR P
- LOS TENDONES SE TESARAN EN DOS FASES: PRIMERO CUANDO EL HORMIGON ALCANCE LOS 200 kp/cm² DE RESISTENCIA CARACTERISTICA Y SEGUNDO A LOS 21 DIAS O CUANDO SE ALCANCEN LOS 300 kp/cm² DE RESISTENCIA CARACTERISTICA
- LAS PERDIDAS POR ROZAMIENTO SE HAN DETERMINADO MEDIANTE LA FORMULA:
 $\Delta P = P_0 \cdot (A \cdot \alpha + K \cdot X)$
 CON LOS COEFICIENTES SIGUIENTES: COEFICIENTE DE ROZAMIENTO EN CURVA: $\alpha = 0,21$
 COEFICIENTE DE ROZAMIENTO PARASITO - TENDON TIPO ①: $K = 0,00189$
 - TENDON TIPO ②: $K = 0,00126$
- LA PENETRACION DE CUÑAS SERA IGUAL O INFERIOR A 4 mm
- LA RELAJACION DE LAS ARMADURAS ACTIVAS A 20° C Y 0,7 f_{max} SERA IGUAL O INFERIOR A LOS SIGUIENTES VALORES: EN ENSAYO A 120 HORAS - 1,35 %
 EN ENSAYO A 1000 HORAS - 2 %
- LOS ALARGAMIENTOS SE HAN DETERMINADO PARA $E_p = 1,9 \times 10^6$ kp/cm²

CONTROL DE CALIDAD

MATERIAL	DEFINICION		NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
	VIGAS	H		
HORMIGON	VIGAS	H-350	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
	FORJADOS Y VIGAS RIOSTRAS	H-250	NORMAL	$\gamma_c = 1,50$
ACERO	ARMADURAS PASIVAS	AEH-400	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
	ARMADURAS ACTIVAS	$P_{f0} \geq 113$ Mp $P_{f0} \geq 226$ Mp	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION			INTENSO	$\gamma_f = 1,50$

PRETENSADO DE VIGAS (II)
REPLANTEO DE TENDONES

VIGA I

TENDON	ANCLAJE		PASIVO/ACTIVO																				
	X	P	-7,50	-7,00	-6,00	-5,00	-4,00	-3,00	-2,00	-1,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	7,50	7,66	7,75	P	
1	Y	2,68	0	0	0	0	0	5	35	50	50	50	50	34	4	0	0	0	0	0	0	0	2,38
	Z	1350	1283	1149	891	672	493	354	255	195	175	175	196	259	364	511	700	929	1048	1086	0	0	
	Y	1,80	0	0	0	2	18	42	50	50	50	50	50	45	32	13	2	0	0	0	0	0	0,20
2	Z	864	813	711	518	359	295	146	93	75	75	75	77	82	91	103	118	137	147	150	0	0	
	Y	2,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Z	1086	1048	929	700	511	364	259	196	175	175	195	255	354	493	672	891	1149	1283	1350	0	2,68	
3	Y	0,20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Z	150	147	137	118	103	91	82	77	75	75	75	93	146	235	359	518	711	813	864	0	1,80	
	Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

VIGA II - A

TENDON	ANCLAJE		PASIVO/ACTIVO																						
	X	P	-8,25	-8,00	-7,00	-6,00	-5,00	-4,00	-3,00	-2,00	-1,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	8,25	8,46	8,55	P	
1	Y	3,09	0	0	0	0	0	6	33	47	50	50	50	47	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2,90
	Z	1550	1457	1360	1077	811	586	402	259	157	95	75	75	97	165	277	434	635	882	1167	1239	1300	0	0	
	Y	2,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,22
2	Z	1070	995	933	691	485	321	199	118	79	75	75	75	75	80	88	101	119	140	145	150	0	0	0	
	Y	2,90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,09
	Z	1300	1239	1167	882	635	434	277	165	97	75	75	95	157	259	402	586	811	1077	1280	1457	1550	0	0	
3	Y	0,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	150	145	140	119	101	88	80	75	75	75	75	79	118	199	321	485	691	933	995	1070	0	0	2,49	
	Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VIGA II - B

TENDON	ANCLAJE		PASIVO/ACTIVO																										
	X	P	-9,55	-9,46	-9,25	-9,00	-8,00	-7,00	-6,00	-5,00	-4,00	-3,00	-2,00	-1,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	9,25	9,46	9,55	P	
1	Y	2,61	0	0	0	0	0	0	3	25	47	50	50	50	47	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,38
	Z	1550	1472	1407	1151	922	724	556	419	312	236	190	175	175	239	318	430	574	749	956	1190	1250	1300	0	0	0	0	0	
	Y	2,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,86
2	Z	1070	1004	949	735	549	393	269	175	112	80	75	75	75	80	112	175	270	395	551	734	781	820	0	0	0	0	0	
	Y	1,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	830	775	729	548	395	271	178	114	81	75	75	75	75	75	76	80	89	102	120	141	146	150	0	0	0	0	0	0,21
3	Y	2,38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	1300	1250	1190	956	749	574	430	318	239	191	175	175	236	312	419	556	724	922	1151	1407	1472	1550	0	0	0	0	0	2,61
	Y	0,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Z	150	146	141	123	107	95	85	79	75	75	75	75	80	112	175	269	393	549	735	949	1004	1070	0	0	0	0	0	2,19
	Y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NOTAS:

1.- COORDENADAS "X" EN METROS E "Y" Y "Z" EN MILIMETROS

2.- PARA NOTAS Y CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2.12

PRETENSADO DE VIGAS (IV)
REPLANTEO DE TENDONES

VIGA IV - B

ANCLAJE	ACTIVO/PASIVO												PASIVO/ACTIVO																								
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z																
1	P	-15,60	-13,52	-13,23	-15,00	-12,00	-10,00	-9,00	-8,00	-7,00	-6,00	-5,00	-4,00	-3,00	-2,00	-1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	13,25	13,52	13,60	P		
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Z	1920	-	1833	1770	1524	1296	1088	899	731	592	453	344	255	185	136	106	96	96	96	106	135	183	251	337	444	569	714	878	1062	1264	1484	1540	1600	-	2,22	
2	P	1,97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15
	X	1280	-	1211	1162	969	794	638	502	386	289	212	154	116	98	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	0
	Z	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,50
3	P	2,22	-	1600	1540	1484	1264	1062	878	714	569	444	337	251	183	135	106	96	96	106	136	185	255	344	453	582	731	899	1088	1296	1524	1770	1833	-	1920	2,50	
	X	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	P	0,15	-	180	176	172	157	143	131	121	113	106	101	98	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	1,97
	X	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VIGA V

ANCLAJE	ACTIVO/PASIVO												PASIVO/ACTIVO																											
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z				
1	P	-15,15	-15,07	-14,75	-14,00	-13,00	-12,00	-11,00	-10,00	-9,00	-8,00	-7,00	-6,00	-5,00	-4,00	-3,00	-2,00	-1,00	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00	14,00	14,75	15,07	15,15	P		
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	2120	-	2026	1850	1626	1419	1228	1054	896	755	631	523	431	357	299	257	232	224	224	224	226	243	278	329	398	484	588	708	846	1001	1173	1362	1569	1731	1800	-	2,15		
2	P	1,98	1480	-	1401	1252	1065	894	740	602	481	376	288	217	162	123	102	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	1,84
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	P	1,69	1160	-	1092	966	808	665	538	428	333	254	191	144	113	98	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	0,15
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	P	2,15	-	1800	1731	1569	1362	1173	1001	846	708	588	484	398	329	278	243	226	224	224	232	257	299	357	431	523	631	755	896	1054	1228	1419	1626	1850	2026	-	2,35			
	X	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	P	0,13	-	180	176	166	154	143	133	124	116	110	105	101	98	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	1,98
	X	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Z	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

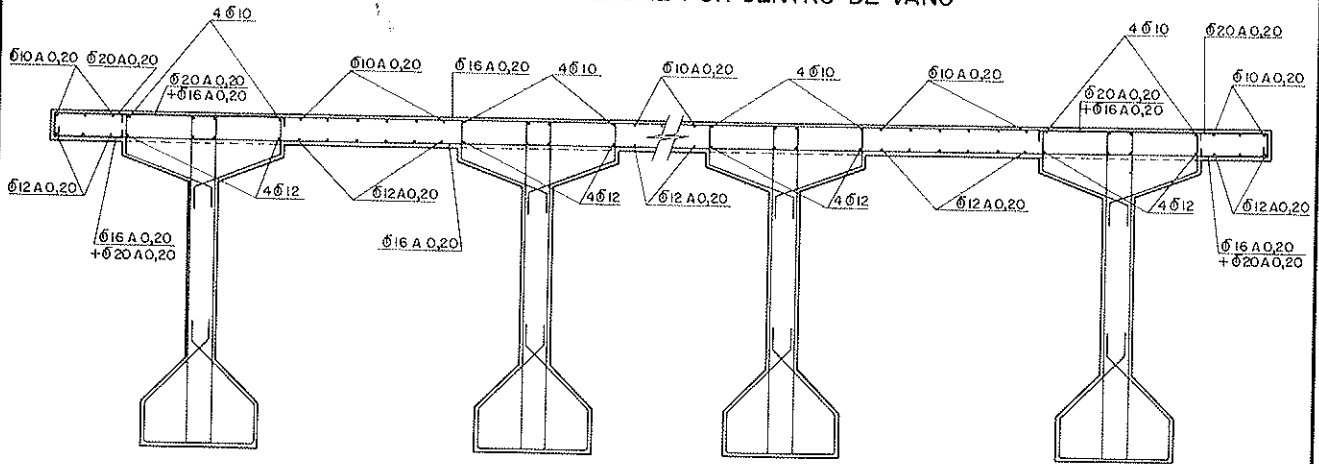
NOTAS:

1.- COORDENADAS "X", "Y" Y "Z" EN MILIMETROS

2.- PARA NOTAS Y CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2.12

ARMADURA DE LOSA

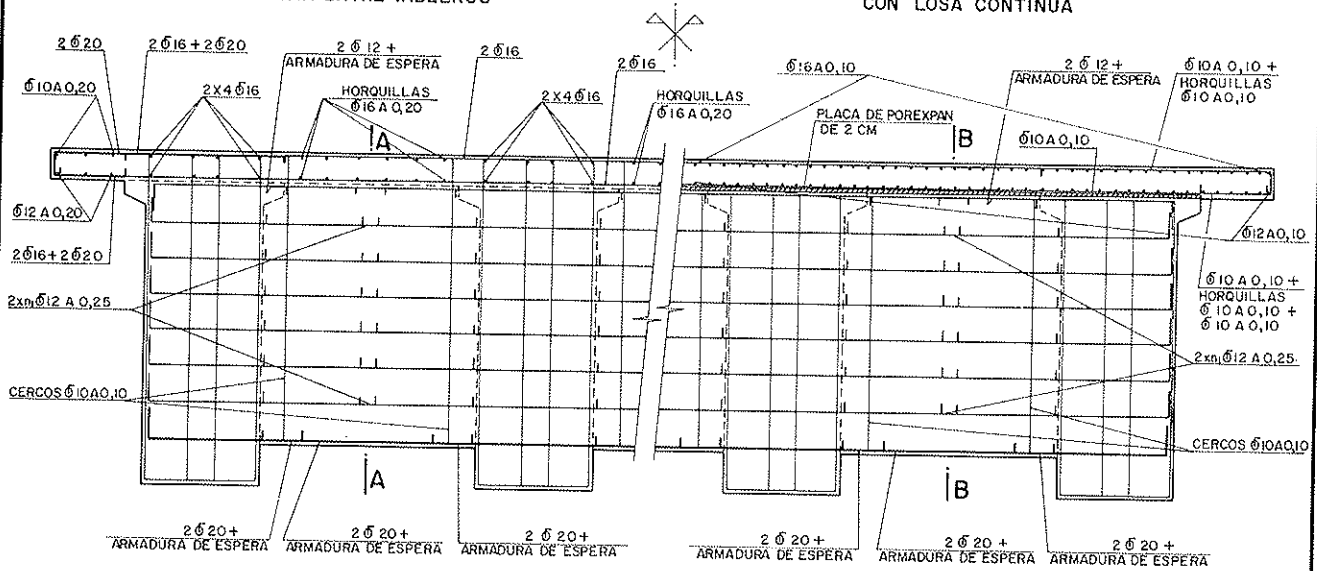
SECCION TRANSVERSAL POR CENTRO DE VANO



SECCION TRANSVERSAL POR VIGA RIOSTRA

CON JUNTA ENTRE TABLEROS

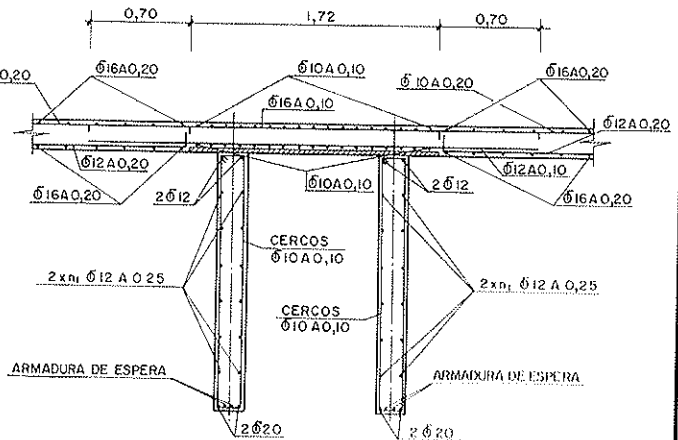
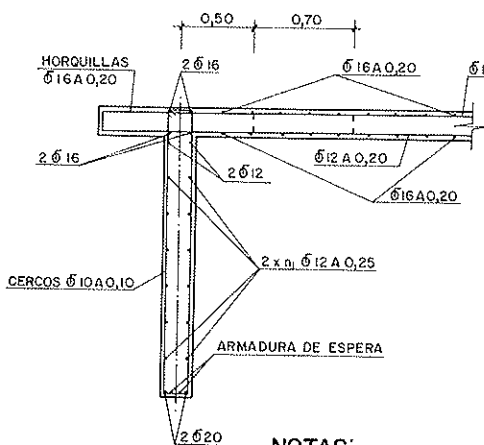
CON LOSA CONTINUA



NOTA: PARA MAYOR CLARIDAD DEL DIBUJO NO SE HA REPRESENTADO NI ACOTADO LA ARMADURA LONGITUDINAL DE LA VIGA

SECCION A-A

SECCION B-B



NOTAS:

- 1- PARA P₁ VER PLANO 2.11
- 2- PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2.10

ACCIONES SOBRE LOS APOYOS ELASTOMERICOS

LUZ (m)	VIGA TIPO	REACCIONES (Mp)		GIRO (Rad x 10 ⁻³)	FUERZA HORIZONTAL TOTAL POR TABLERO DEBIDA AL SISMO (Mp)		
		MINIMA*	MAXIMA		A = 12,00	A = 10,00	A = 7,00
15	I	27,5	67,3	0,77	23,9	20,4	16,1
17	I	30,9	72,5	1,07	26,7	22,8	18,0
	II-A	34,4	76,1	0,70	30,1	25,6	20,2
19	II-A	38,2	81,5	0,93	33,2	28,3	22,3
	II-B	38,2	81,5	0,93	33,2	28,3	22,3
21	II-A	42,1	86,9	1,22	36,4	31,0	24,4
	II-B	42,1	86,9	1,22	36,4	31,0	24,4
	III	46,6	91,5	0,85	40,7	34,6	27,3
23	II-B	46,9	92,1	1,56	39,5	33,7	26,6
	III	50,7	97,1	1,09	44,2	37,5	29,7
25	III	54,4	101,6	1,35	47,6	40,5	32,0
	IV-A	57,4	105,8	1,00	51,5	43,7	34,6
27	III	56,7	105,4	1,65	51,1	43,4	34,3
	IV-A	61,0	109,9	1,21	55,2	46,9	37,0
	IV-B	61,0	109,9	1,21	55,2	46,9	37,0
29	IV-A	65,0	114,3	1,47	58,9	50,0	39,5
	IV-B	65,0	114,3	1,46	58,9	50,0	39,5
31	IV-A	68,6	118,3	1,74	62,5	53,1	42,0
	IV-B	68,6	118,3	1,73	62,5	53,1	42,0
	V	73,2	123,0	1,32	67,0	56,9	45,0
33	IV-B	72,5	122,6	2,04	66,2	56,6	44,5
	V	77,4	127,6	1,56	70,9	60,2	47,6
35	V	81,1	131,6	1,82	74,8	63,5	50,2
37	V	84,8	135,7	2,10	78,7	66,8	52,8

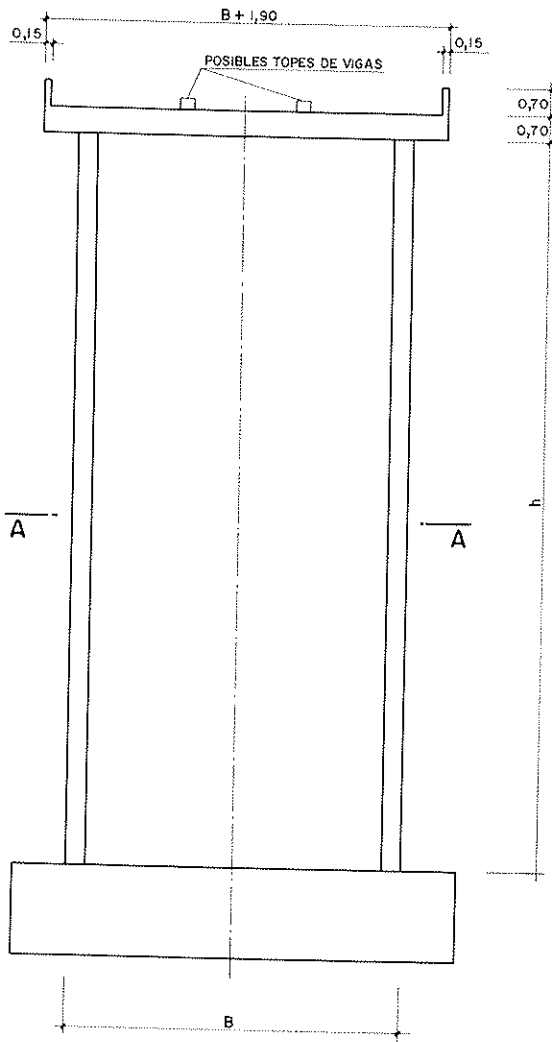
NOTAS:

- 1- LOS VALORES INDICADOS EN EL CUADRO SE PODRAN INTERPOLAR PARA LUCES INTERMEDIAS
- 2- EN TABLEROS DE PLANTA CURVA, LOS VALORES DE LA FUERZA CENTRIFUGA HABRAN DE SER CALCULADOS EN CADA CASO
- 3- EN CADA CASO SE CALCULARA LA FUERZA HORIZONTAL DEBIDA A VIENTO

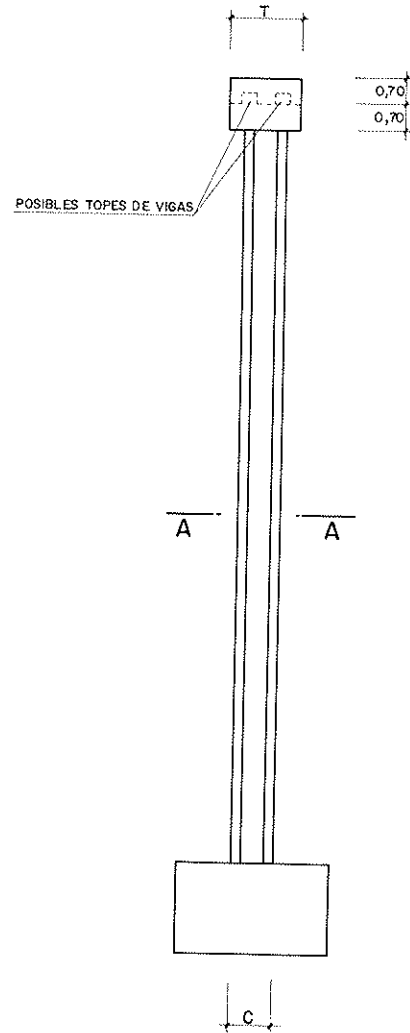
* EN HIPOTESIS SISMICAS, LOS VALORES DE LA REACCION MINIMA DEBERAN MULTIPLICARSE POR EL FACTOR 0,88

DEFINICION GEOMETRICA DE PILAS

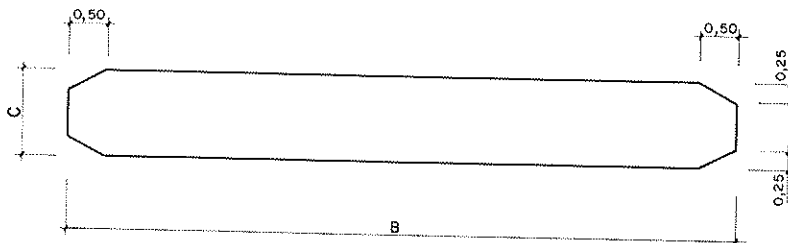
ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL



SECCION A-A



DEFINICION DE LAS VARIABLES GEOMETRICAS

$$B = \begin{cases} 6,10 & \text{PARA } A = 7,00\text{m} \\ 9,10 & \text{PARA } A = 10,00\text{m} \\ 11,10 & \text{PARA } A = 12,00\text{m} \end{cases}$$

$$C = \begin{cases} 1,05 & \text{PARA } H_{\text{max}} \leq 10,00 \\ 1,15 & \text{PARA } 10,00 < H_{\text{max}} \leq 20,00\text{m} \\ 1,35 & \text{PARA } 20,00 < H_{\text{max}} \leq 30,00\text{m} \end{cases}$$

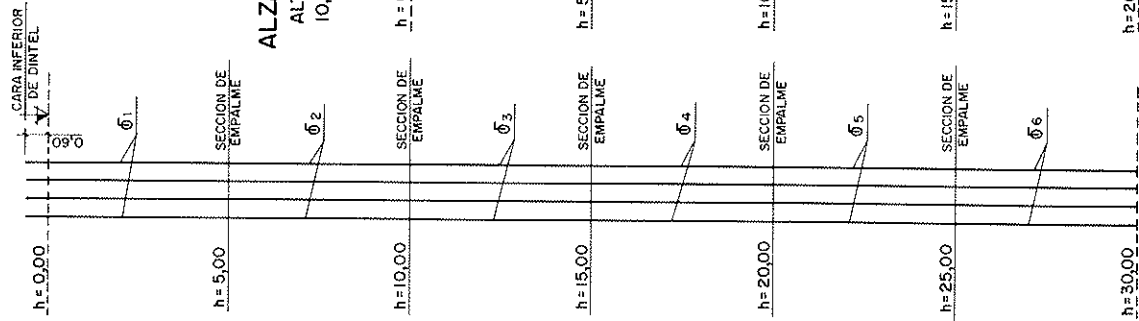
$$T = \begin{cases} 1,96 & \text{PARA VIGAS I Y II} \\ 2,26 & \text{PARA VIGAS III, IV Y V} \end{cases}$$

NOTAS:

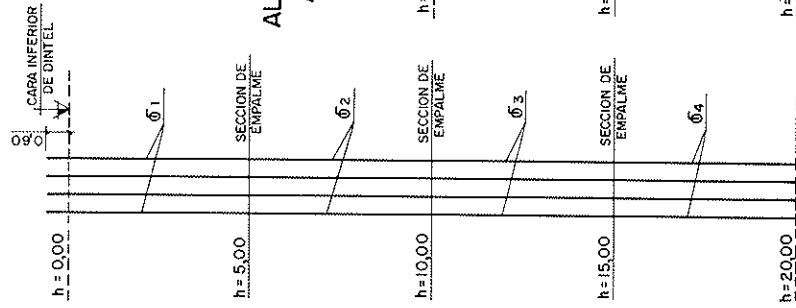
- 1.- EL ANCHO DE LA PILA ES INDEPENDIENTE DEL TIPO DE BARRERA UTILIZADA
- 2.- SE DENOMINA ALTURA DE PILA h, A LA DISTANCIA ENTRE LA CARA SUPERIOR DE ZAPATA Y LA CARA INFERIOR DE DINTEL
- 3.- SE DENOMINA ALTURA MAXIMA DE LA PILA $H_{\text{máx}}$ A LA ALTURA h DE LA PILA MAS ALTA EXISTENTE EN EL PUENTE
- 4.- EL ANCHO DE PLATAFORMA (A) ESTA FORMADO POR CALZADA MAS ARCENES
- 5.- PARA DEFINICION DE TOPES DE VIGAS VER PLANOS 2.69 Y 2.70
- 6.- PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2.19

ARMADURAS DE PILAS (I)

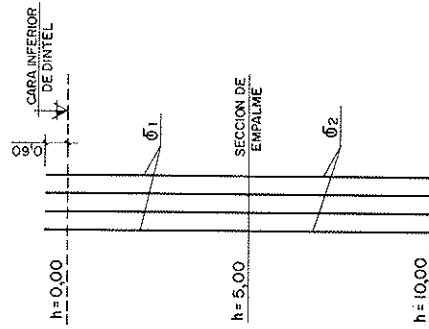
ALZADO DE ARMADURAS ALTURA MÁXIMA DE PILA $20,00 < H_{max} \leq 30,00$ m



ALZADO DE ARMADURAS ALTURA MÁXIMA DE PILA $10,00 < H_{max} \leq 20,00$ m

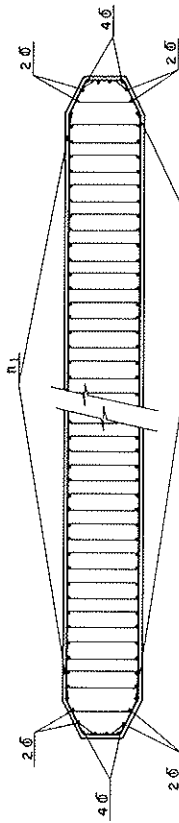


ALZADO DE ARMADURAS ALTURA MÁXIMA DE PILA $H_{max} \leq 10,00$ m

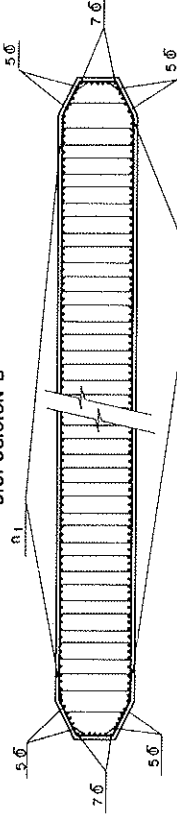


DISPOSICIONES TIPO DE ARMADURA

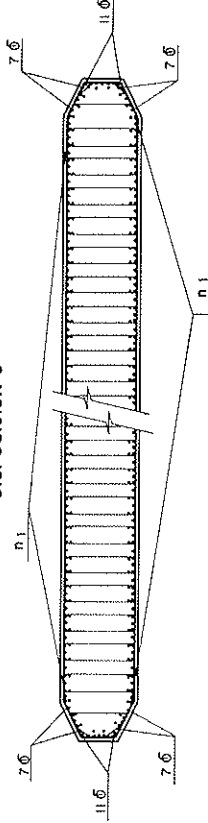
DISPOSICION A



DISPOSICION B



DISPOSICION C



NOTAS:

1.- n_T ES EL NUMERO TOTAL DE BARRAS EN LA SECCION

2.- n_1 ES EL NUMERO DE BARRAS EN EL PARAMENTO SEGUN ESQUEMA

ANCHO	n_T	n_1	DISPOSICION DE ARMADURAS
7,00	70	27	A
	140	53	B
	210	80	C
10,00	98	41	A
	196	81	B
	294	122	C
12,00	118	51	A
	235	101	B
	354	152	C

CONTROL DE CALIDAD

DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
H - 250	NORMAL	$\gamma_c = 1,15$
ACERO	AEH - 400	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION	NORMAL	$\gamma_f = 1,6$

ARMADURA DE PILAS (II)

ALTURA MAXIMA DE PILA $H_{max} \leq 10,00m$

GRADO SISMICO	ANCHO VIGA	7,00					10,00					12,00				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
G ≤ VI	Ø ₁	70Ø16	70Ø16	70Ø16	70Ø16	70Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16
	Ø ₂	70Ø20	140Ø16	140Ø16	140Ø16	140Ø16	98Ø20	98Ø20	98Ø20	98Ø20	98Ø20	118Ø20	118Ø20	118Ø20	118Ø20	118Ø20
G = VII	Ø ₁	70Ø20	70Ø20	70Ø20	70Ø25	70Ø25	98Ø16	98Ø20	98Ø20	98Ø20	98Ø25	118Ø16	118Ø20	118Ø20	236Ø16	118Ø25
	Ø ₂	70Ø25	70Ø25	70Ø25	70Ø25 + 70Ø20	70Ø25 + 70Ø20	98Ø20	98Ø25	98Ø25	196Ø20	98Ø25 + 98Ø20	118Ø20	118Ø25	236Ø20	236Ø20	118Ø25 + 118Ø20

ALTURA MAXIMA DE PILA $10,00 < H_{max} \leq 20,00m$

GRADO SISMICO	ANCHO VIGA	7,00					10,00					12,00				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
G ≤ VI	Ø ₁	70Ø16	70Ø16	70Ø16	70Ø16	70Ø20	98Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø20	118Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16
	Ø ₂	70Ø20	70Ø20	70Ø20	70Ø20	70Ø25	98Ø20	98Ø20	98Ø20	98Ø20	98Ø25	118Ø20	118Ø20	118Ø20	118Ø20	118Ø20
	Ø ₃	70Ø25	70Ø25 + 70Ø20	70Ø25 + 70Ø20	70Ø25 + 70Ø20	140Ø25	98Ø25	98Ø25	98Ø25	98Ø25	196Ø25	118Ø25	118Ø25	118Ø25	118Ø25	118Ø25
	Ø ₄	70Ø32 + 70Ø25	70Ø32 + 70Ø25	70Ø32 + 70Ø25	70Ø32 + 70Ø25	140Ø32	196Ø25	196Ø25	196Ø25	98Ø32 + 98Ø25	98Ø32 + 98Ø25	236Ø25	236Ø25	236Ø25	236Ø25	118Ø32 + 118Ø25
G = VII	Ø ₁	70Ø20	70Ø20	70Ø20	70Ø20	70Ø20	98Ø16	98Ø16	98Ø20	98Ø20	98Ø20	118Ø16	118Ø16	118Ø20	118Ø20	118Ø20
	Ø ₂	70Ø25	70Ø25	70Ø25	70Ø25	70Ø25 + 70Ø20	98Ø20	98Ø20	98Ø25	98Ø25	98Ø25	118Ø20	118Ø20	118Ø25	118Ø25	118Ø25
	Ø ₃	70Ø25 + 70Ø20	70Ø25 + 70Ø20	140Ø25	140Ø25	70Ø32 + 70Ø25	98Ø25 + 98Ø20	98Ø25 + 98Ø20	196Ø25	196Ø25	196Ø25	118Ø25 + 118Ø20	118Ø25 + 118Ø20	236Ø25	236Ø25	236Ø25
	Ø ₄	70Ø32 + 70Ø25	70Ø32 + 70Ø25	140Ø32	140Ø32	140Ø32	98Ø32 + 98Ø25	98Ø32 + 98Ø25	196Ø32	196Ø32	196Ø32	118Ø32 + 118Ø25	118Ø32 + 118Ø25	236Ø32	236Ø32	236Ø32

ALTURA MAXIMA DE PILA $20,00 < H_{max} \leq 30,00m$

GRADO SISMICO	ANCHO VIGA	7,00					10,00					12,00				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
G ≤ VI	Ø ₁	70Ø16	70Ø16	70Ø16	70Ø16	70Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16
	Ø ₂	70Ø16	70Ø16	70Ø16	70Ø16	70Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16
	Ø ₃	70Ø20	70Ø20	70Ø20	70Ø20	70Ø20	98Ø20	98Ø20	98Ø20	98Ø20	98Ø20	118Ø20	118Ø20	118Ø20	118Ø20	118Ø20
	Ø ₄	140Ø20	140Ø20	140Ø20	70Ø25 + 70Ø20	70Ø25 + 70Ø20	98Ø25	98Ø25	98Ø25	98Ø25	98Ø25	118Ø25	118Ø25	118Ø25	118Ø25	118Ø25
	Ø ₅	140Ø25	140Ø25	140Ø25	70Ø32 + 70Ø25	70Ø32 + 70Ø25	98Ø25 + 98Ø20	196Ø25	196Ø25	196Ø25	196Ø25	118Ø25 + 118Ø20	118Ø25 + 118Ø20	118Ø25 + 118Ø20	236Ø25	236Ø25
	Ø ₆	140Ø32	140Ø32	140Ø32	70Ø32 + 140Ø25	70Ø32 + 140Ø25	98Ø32 + 98Ø25	98Ø32 + 98Ø25	98Ø32 + 98Ø25	98Ø32 + 98Ø25	98Ø32 + 98Ø25	118Ø32 + 118Ø25	118Ø32 + 118Ø25	118Ø32 + 118Ø25	236Ø32	236Ø32
G = VII	Ø ₁	70Ø16	70Ø16	70Ø16	70Ø16	70Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø16	98Ø20	98Ø20	118Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16	118Ø16
	Ø ₂	70Ø20	70Ø20	70Ø20	70Ø20	70Ø20	98Ø20	98Ø20	98Ø20	98Ø25	98Ø25	118Ø20	118Ø20	118Ø20	118Ø20	118Ø20
	Ø ₃	70Ø25	70Ø25 + 70Ø20	70Ø25 + 70Ø20	70Ø25 + 70Ø20	70Ø25 + 70Ø20	196Ø20	196Ø20	196Ø20	98Ø25 + 98Ø20	98Ø25 + 98Ø20	118Ø25 + 118Ø20	118Ø25 + 118Ø20	118Ø25 + 118Ø20	118Ø25 + 118Ø20	118Ø25 + 118Ø20
	Ø ₄	140Ø25	70Ø32 + 70Ø25	70Ø32 + 70Ø25	70Ø32 + 70Ø25	70Ø32 + 70Ø25	196Ø25	196Ø25	196Ø25	98Ø32 + 98Ø25	98Ø32 + 98Ø25	118Ø32 + 118Ø25	118Ø32 + 118Ø25	118Ø32 + 118Ø25	118Ø32 + 118Ø25	118Ø32 + 118Ø25
	Ø ₅	140Ø32	70Ø32 + 140Ø25	70Ø32 + 140Ø25	70Ø32 + 140Ø25	70Ø32 + 140Ø25	196Ø32	196Ø32	196Ø32	98Ø32 + 196Ø25	98Ø32 + 196Ø25	118Ø32 + 236Ø25	118Ø32 + 236Ø25	118Ø32 + 236Ø25	118Ø32 + 236Ø25	118Ø32 + 236Ø25
	Ø ₆	210Ø32	210Ø32	210Ø32	210Ø32	210Ø32	294Ø32	294Ø32	294Ø32	294Ø32	294Ø32	394Ø32	394Ø32	394Ø32	394Ø32	394Ø32

NOTA: PARA CONTROL DE CALIDAD VER PLANO 2 21

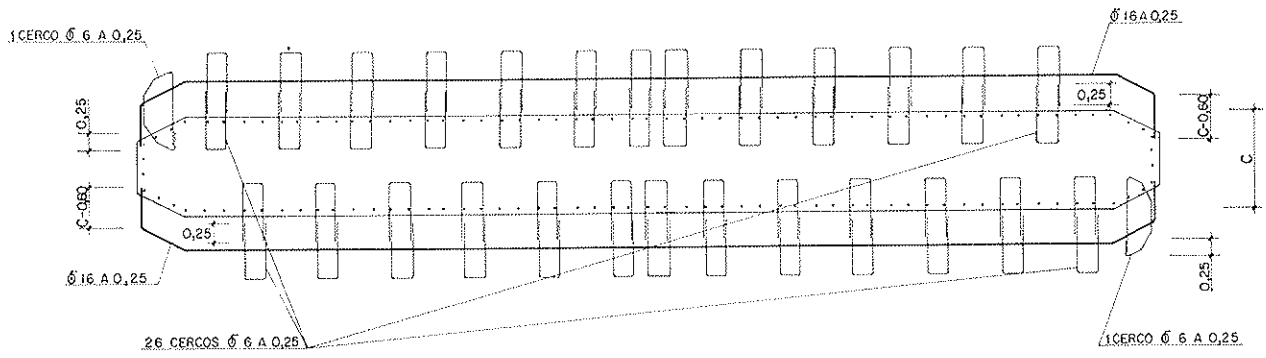
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

COLECCION DE PUENTES
DE VIGAS PRETENSADAS IC

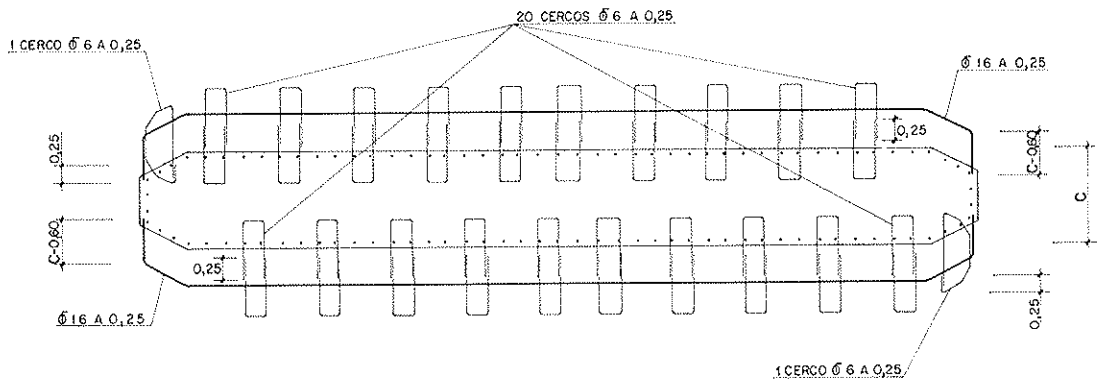
2.20

ARMADURA DE PILAS (III)

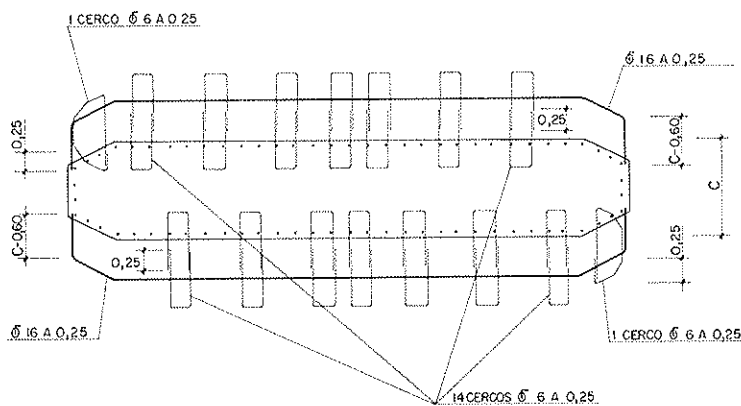
DESPIECE DE CERCOS PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 12,00m



DESPIECE DE CERCOS PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 10,00m



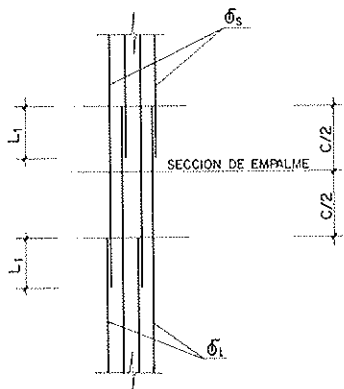
DESPIECE DE CERCOS PARA ANCHO DE PLATAFORMA DE 7,00m



NOTAS:

- 1.- LOS RECUBRIMIENTOS DE LA ARMADURA TRANSVERSAL SERAN DE 0,02m
- 2.- LA ARMADURA VERTICAL DE LA PILA TERMINA EN LA CARA SUPERIOR DE LA ZAPATA
- 3.- CUANDO LA ALTURA h de LA PILA, DISE MENOS DE C/2 DE LA SECCION DE EMPALME MAS PROXIMA, NO SE COLOCARA LA ARMADURA INFERIOR ϕ_i , PROLONGÁNDOSE LA SUPERIOR ϕ_s , HASTA ALCANZAR LA CARA SUPERIOR DE ZAPATA
- 4.- LA COTA C INDICA EL ANCHO DE PILA

DETALLE DE EMPALME DE ARMADURAS



LONGITUD DE EMPALME L_1 (m)

$\phi_i \backslash \phi_s$	ϕ 32	ϕ 25	ϕ 20	ϕ 16
ϕ 32	2,20	2,20	—	—
ϕ 25	2,20	1,35	1,35	—
ϕ 20	—	1,35	0,90	0,90
ϕ 16	—	—	0,90	0,60

CONTROL DE CALIDAD

	DEFINICION	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
HORMIGON	H-250	NORMAL	$\gamma_c = 1,5$
ACERO	AEH-400	NORMAL	$\gamma_s = 1,15$
EJECUCION		NORMAL	$\gamma_f = 1,6$