

BLOQUE TEMÁTICO 2

UNIDAD TEMÁTICA 8

LECCION 27

FORJADOS UNIDIRECCIONALES

TIPOLOGIA

1.- INTRODUCCIÓN A LOS FORJADOS

1.1.- DEFINICIÓN

1.2.- GENERALIDADES

1.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS FORJADOS

1.4.- COMPETENCIAS Y AMBITO DE APLICACIÓN DE LA EF-96

2.- FORJADOS UNIDIRECCIONALES

2.1.- DEFINICIÓN DE SUS ELEMENTOS

2.2.- VIGUETAS. TIPOS

2.3.- PIEZAS DE ENTREVIGADO

2.4.- ARMADURAS

2.5.- HORMIGON

2.6.- CONDICIONES GEOMETRICAS DEL FORJADO UNIDIRECCIONAL

2.7.- MARCADO DE VIGUETAS

2.8.- PLANTA DE FORJADO

3.- DETALLES CONSTRUCTIVOS

3.1.- VIGUETAS PRETENSADAS

3.2.- SEMIVIGUETAS EN CELOSIA

1.- INTRODUCCIÓN A LOS FORJADOS.

1.1.- DEFINICIÓN

Se define el forjado como al elemento constructivo que formado por un entramado horizontal, generalmente de vigas o viguetas y otros elementos de relleno, que recibe y transmite las cargas a los diferentes elementos estructurales. Sirve para separar con plantas superpuestas en todo edificio.

1.2.- GENERALIDADES

1.2.1.- FUNCIONES QUE CUMPLE EL FORJADO

La función resistente debe atender a los dos aspectos más importantes que son: tener resistencia en si mismos y colaborar con el resto de los elementos estructurales del edificio. Los forjados en mayor o menor medida, forman parte de la estructura general del edificio, colaborando con ella al convertirse en un arriostramiento horizontal de la misma, tanto si el forjado se apoya sobre muros, como si lo hace sobre pórticos. Los forjados de la actualidad, forman una unidad con la estructura, tanto si esta es metálica, de hormigón o muros de fábrica; de esta forma resisten mejor las acciones horizontales provocadas por el viento o los movimientos sísmicos. Del mismo modo, los forjados deben tener un grado de homogeneidad suficiente para que las eventuales cargas concentradas, sean repartidas a todo lo ancho del muro o pórtico; deben tener un peso moderado que permita reducir las cargas permanentes y ofrecer resistencia al fuego, así como mantenerse estables en toda la vida del edificio.

Recibir las cargas y transmitir las a las vigas y/o soportes y por estos a la cimentación y al terreno.

Arriostrar los diferentes pórticos.

Cuando se asocia monolíticamente a las vigas, incrementar la capacidad resistente a flexión y torsión de estas.

Dar rigidez transversal a las vigas.

Solidarizar horizontalmente los entramados a nivel de cada planta.

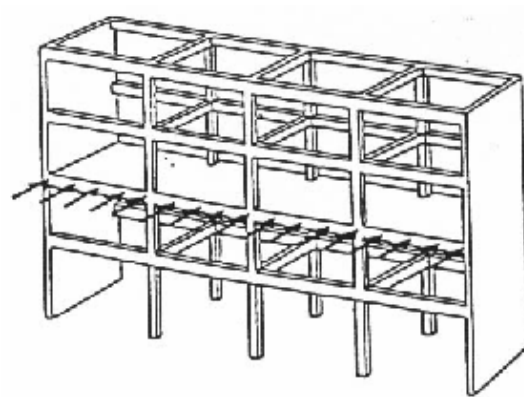
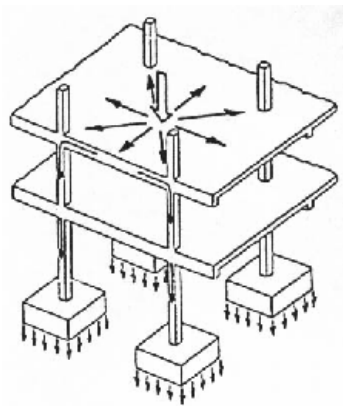
Alojar las conducciones horizontales.

Definir el techo o soportar el cielorraso cuando este exista.

Servir de apoyo al pavimento.

Actúa como elemento separador entre dos plantas consecutivas de todo edificio, lo que posibilita el desarrollo en altura de las construcciones, repitiendo unas plantas sobre otras.

Limita el volumen superiormente, creando espacios y recintos para el desarrollo de distintas actividades, por lo que ha de cumplir las exigencias de habitabilidad, aislamiento térmico y acústico.



El conjunto de todas estas funciones, hace que cualquier fuerza horizontal sobre un entramado debida a la asimetría en su forma, en sus cargas verticales o a acciones horizontales, se transmita a los restantes entramados de la estructura, que colaboran, por tanto en reducir la traslacionalidad de la estructura.

1.2.2.- CARGAS QUE SOPORTA EL FORJADO

Las cargas verticales que recibe el forjado, se dividen en dos grupos:

Cargas muertas o sobrecargas permanentes:

Peso propio del forjado (200-400 kg/m²).

Capa compuesta de pavimento, mortero y arena (80-100 kg/m²)

Tabiquería (100 kg/m²).

Cerramiento de fachada (500-600 kg/m²).

Cargas de servicio y sobrecargas de uso.

Edificaciones normales = 200 kg/m²

Colegios (sentados) = 300 kg/m²

(de pie) = 400 kg/m²

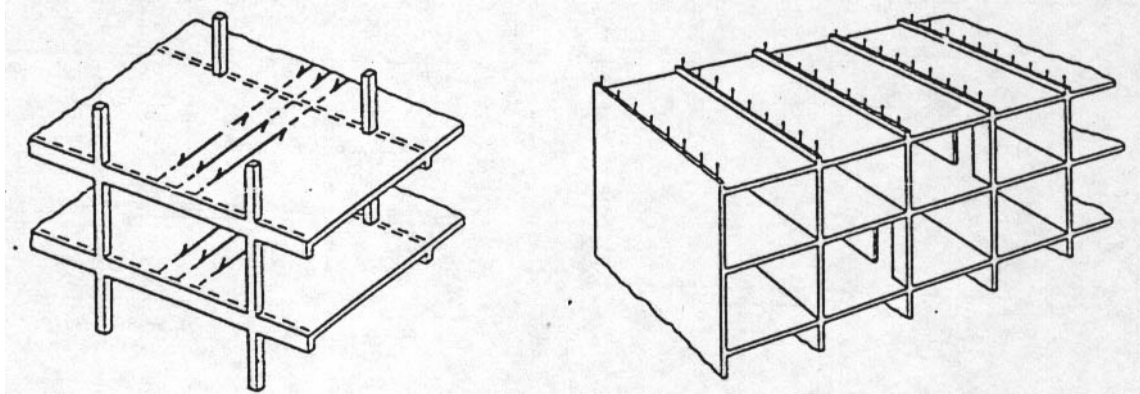
Gradas = 500 kg/m²

Para edificios de viviendas normales, la carga del peso total, es decir el peso propio y la sobrecarga de uso, que debe soportar un forjado oscila alrededor de los 500-600 kg/m².

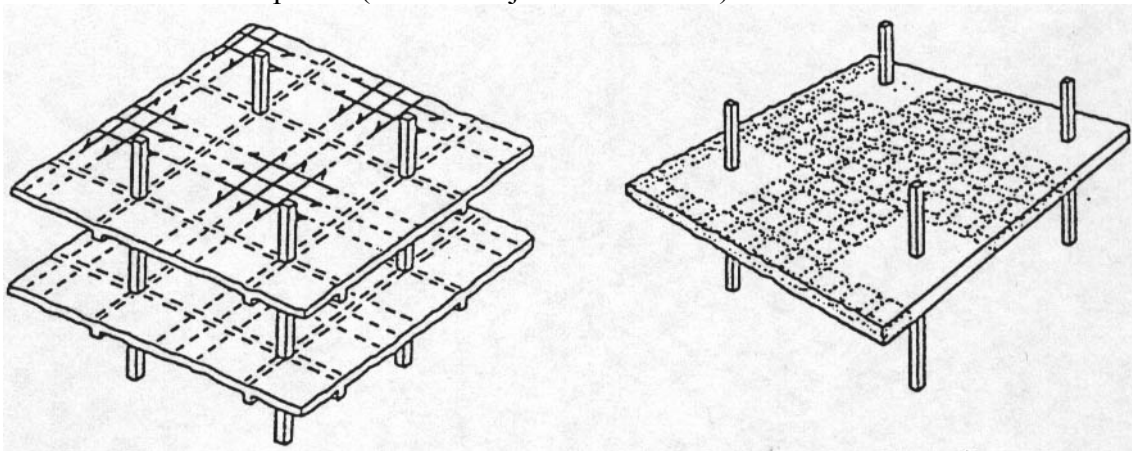
1.3.- CLASIFICACIÓN DE LOS FORJADOS

1.3.1.- POR EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE CARGAS: LOS FORJADOS SE CLASIFICAN EN:

Unidireccionales: Flectan básicamente en una dirección y transmiten las cargas a las vigas y estas a los soportes.



Bidireccionales: Flectan en dos direcciones y transmiten las cargas bien a las vigas en dos direcciones (caso de placas sobre vigas dispuestas en dos direcciones) o bien directamente a los soportes (caso de forjados reticulares).

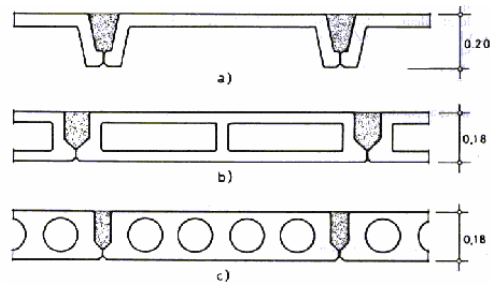


1.3.2.- POR EL SISTEMA DE EJECUCIÓN:

Forjados totalmente prefabricados: Este tipo de forjados está constituido por piezas prefabricadas autoresistentes capaces por sí solas de resistir la totalidad de los esfuerzos a que habrá de estar sometido el forjado. Estas pueden llevar o no piezas de entrevigado entre ellas.

Los espacios que quedan entre las distintas piezas se macizan con hormigón de relleno para conseguir una cierta continuidad transversal, con lo que queda así terminado el forjado.

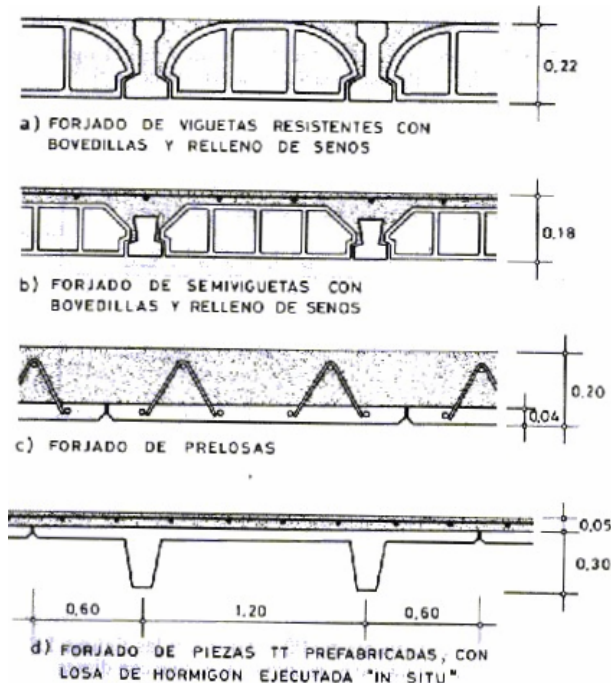
Las piezas de entrevigado pueden ser también losas prefabricadas que apoyen sobre los nervios, dejando un espacio que se rellena de hormigón, generalmente los nervios van provistos de conectores.



Este grupo de forjados ofrece la ventaja de una gran sencillez constructiva, reduciendo al mínimo las operaciones a realizar en la obra. La resistencia se confía totalmente a elementos prefabricados realizados con procesos industriales y con una calidad garantizada por el fabricante. De este modo se requiere un mínimo de cuidado en la ejecución, por lo que su empleo es preferente donde no se pueda conseguir un buen hormigón “in situ”. Dentro de los forjados prefabricados debe distinguirse entre los de viguetas con piezas de entrevigado entre ellas, como los antes reseñados; y los de piezas de mayor anchura que se colocan adosadas con una pequeña unión de hormigón “in situ”.

Forjados parcialmente prefabricados: En este grupo de forjados, los elementos prefabricados aportan una resistencia parcial que debe ser completada con hormigón “in situ” para que el forjado pueda soportar la totalidad de las cargas.

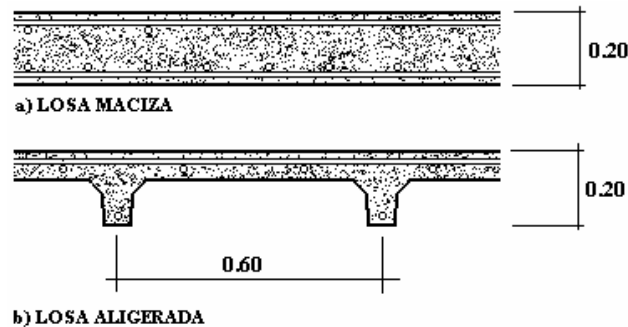
El principal tipo de este grupo de forjados es el forjado de semiviguetas, las cuales son elementos lineales prefabricados cuya resistencia debe ser completada con hormigón para constituir el forjado. Dentro de este grupo pueden considerarse los forjados formados por una losa de hormigón vertido “in situ” sobre una chapa de acero, que inicialmente sirva de encofrado y que luego queda incorporada como armadura inferior del forjado.



Forjados construidos totalmente “in situ”: Este tipo de forjados son losas de hormigón “in situ”, pudiendo ser macizas o nervadas. A igualdad de canto, las losas nervadas necesitan menos cantidad de hormigón por m² y su peso es menor.

Las losas macizas pueden trabajar a flexión en cualquiera de sus direcciones, de acuerdo con las condiciones de apoyo y la armadura de la que dispongan. Las losas nervadas están preparadas para trabajar en la dirección de sus nervios. Pueden ser unidireccionales o bidireccionales.

La formación de los nervios se realiza con piezas aligerantes que puedan ser incorporadas a la losa, o con moldes recuperables. Este tipo de forjados es el que presenta mayor monolitismo de todos, aunque su dificultad constructiva es mayor.



Al poder proyectarse libremente, sin las limitaciones que imponen las piezas prefabricadas, es el forjado idóneo para grandes luces o grandes cargas o las dos cosas. Un tipo de losa que se aparta de lo visto, es la losa translúcida, formada por piezas de vidrio que trabajan a compresión, entre una retícula de nervios de hormigón armado.

1.3.3.-POR SU GRADO DE HIPERESTATISMO.

Se clasifican en:

Forjados simplemente apoyados: Su empleo queda reducido casi exclusivamente a cubiertas, forjados aislantes...

Forjados continuos: Son los de empleo más general y los que realmente cumplen las funciones antes expuestas.

1.3.4.-POR SU CONSTITUCIÓN:

Forjados de losa maciza.

Forjados de losa aligerada o nervada.

Forjados de viguetas resistente: Pueden subdividirse en dos tipos, según que el relleno de los senos se realice con material resistente (hormigón), o con material no resistente como hormigón pobre, escorias..

Con carácter general, las instrucciones referente a forjados, exigen que para uso en la edificación, exista una losa superior sobre las viguetas. En este caso, si el relleno es de hormigón, la vigueta funciona como una semivigueta asociada al relleno, hecho este que ocurre habitualmente en edificación.

Forjado de semiviguetas.

Forjados de piezas especiales.

1.3.5.- POR SU ARMADURA: SE CLASIFICAN EN:

Forjados armados.

Forjados pretensados: Se realizan con armaduras pretensas. En el caso de los forjados de semiviguetas pretensadas, los momentos negativos son absorbidos con las armaduras pasivas, por lo que estamos ante un caso de sección compuesta, con armaduras activas pretensadas para resistir los momentos positivos, y armaduras activas y pasivas para resistir los momentos negativos.

Forjados con pretensado parcial: Son aquellos en los que la armadura esta constituida simultáneamente por armaduras activas y pasivas.

1.4.- COMPETENCIAS Y AMBITO DE APLICACIÓN DE LA EF-02

1.4.1.-CAMPO DE APLICACIÓN.

Los métodos de cálculo y las prescripciones de esta Instrucción, son aplicables a los forjados unidireccionales, constituidos por elementos superficiales planos con nervios flectando esencialmente en una dirección que cumplan las condiciones establecidas en 1.4.2.

1.4.2.-ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE UN FORJADO.

Se consideran los dos tipos siguientes:

Forjado de viguetas

En general está constituido por:

Viguetas prefabricadas de hormigón u hormigón y cerámica, armadas o pretensadas.

Piezas de entrevigado cuya función puede ser de aligeramiento o resistente.

Hormigón vertido en obra en relleno de nervios y formando la losa superior (capa de compresión).

Armadura colocada en obra.

Esta Instrucción es aplicable a los forjados unidireccionales, constituidos por elementos superficiales planos con nervios sometidos a flexión esencialmente en una dirección, que cumplan las condiciones siguientes:

El canto total no excede de 50 cm.

La luz de cada tramo no excede de 10 m.

La separación entre ejes de nervios no excede 100 cm.

Forjado de losas alveolares pretensadas

En general está constituido por:

Losas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado.

Hormigón vertido en obra en relleno de juntas laterales entre losas y formando la losa superior. Puede prescindirse de la losa superior mediante un estudio especial de las condiciones resistentes y de deformación, salvo cuando existan acciones laterales importantes.

Armadura colocada en obra.

Esta Instrucción es aplicable a los forjados de losas alveolares que cumplan las condiciones siguientes:

El canto de la losa prefabricada no excede de 50 cm.

La luz de cada tramo no excede de 20 m.

La anchura de los elementos resistentes no supera los 140 cm para losas sin armadura de reparto, ni 250 cm para aquellas que dispongan de esta armadura.

Esta Instrucción comprende los forjados realizados con elementos constituidos por viguetas armadas o pretensadas, prefabricados en instalación industrial fija exterior a la obra exterior a la obra, que soporta cargas habituales en el campo de la edificación. Cuando existan cargas estáticas uniformes y puntuales y cargas dinámicas que excedan de las indicadas en la normativa vigente sobre acciones en la edificación, será necesario un estudio complementario en el que se verifique el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Instrucción de Hormigón estructural EHE, en lo sucesivo Instrucción EHE.

Los forjados constituidos por elementos (viguetas o losas) ejecutados en obra, así como los forjados constituidos por otros elementos prefabricados diferentes de los anteriores no están incluidos en esta Instrucción, debiendo por tanto proyectarse y construirse de acuerdo con la Instrucción EHE.

Esta Instrucción supone que el proyecto, construcción y control de los forjados que constituyen su campo de aplicación serán llevados a cabo por técnicos y operarios con los conocimientos necesarios y la experiencia suficiente. Además, dichas estructuras estarán destinadas al uso para el que han sido construidas y serán adecuadamente conservadas.

El Autor del Proyecto y la Dirección Facultativa, están obligados a conocer y tener en cuenta las prescripciones de la presente Instrucción, pero, en uso de sus atribuciones, pueden, bajo su personal responsabilidad y previa justificación de que no se reducen los niveles de prestaciones, emplear sistemas de cálculo, disposiciones constructivas, etc., Diferentes.

Casos especiales de carga

Es necesario un estudio especial cuando existan cargas estáticas y uniformes y puntuales y cargas dinámicas que excedan de las indicadas en la NBE.AE.88 “Acciones en la edificación”.

Será necesario considerar las acciones sísmicas en los casos que establezca la NCS-94 Norma de Construcción Sismorresistente – Parte General y Edificación.

1.4.3.-AUTORIZACIÓN DE USO.

El fabricante de elementos prefabricados con función resistente para forjados debe poseer la “Autorización de uso” para sus sistemas, concedida por la autoridad competente, de acuerdo con las disposiciones específicas sobre la materia.

En el caso de productos provenientes de países que sean miembros de la Unión Europea o bien que sean parte en el Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, éstos estarán sujetos a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992, de diciembre (modificado por el Real Decreto 1328/1995, de 28 de julio), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento, los productos estarán sujetos a lo dispuesto en el artículo 9 del citado Real Decreto.

2.- FORJADOS UNIDIRECCIONALES

2.1.- DEFINICIÓN DE SUS ELEMENTOS

- **VIGUETA:** elemento longitudinal resistente, prefabricado en instalación fija exterior a la obra, diseñado para soportar cargas producidas en forjados de pisos o de cubiertas. Pueden ser armadas o pretensadas.
- **VIGUETA AUTORRESISTENTE:** vigueta capaz de resistir por sí sola, en un forjado, sin sopandas intermedias y sin la colaboración del hormigón vertido en obra, la totalidad de los esfuerzos a que habrá de estar sometido el forjado.
- **LOSA ALVEOLAR PRETENSADA:** elemento superficial plano de hormigón pretensado, prefabricado en instalación fija exterior a la obra, aligerado mediante alveolos longitudinales y diseñado para soportar cargas producidas en forjados. Sus juntas laterales están especialmente diseñadas para que, una vez rellenadas de hormigón, puedan transmitir esfuerzos cortantes a las losas adyacentes.
- **PIEZAS DE ENTREVIGADO:** elemento prefabricado de cerámica, hormigón, poliestireno expandido u otros materiales idóneos, con función aligerante o colaborante, destinado a formar parte, junto con las viguetas, la losa superior hormigonada en obra y las armaduras de obra, del conjunto resistente de un forjado.
- **LA LOSA SUPERIOR DE HORMIGÓN:** elemento formado por hormigón vertido en obra y armaduras, destinado a repartir las distintas cargas aplicadas sobre el forjado y otras funciones adicionales que le son requeridas (acción diafragma, arriostramiento y atado, resistencia mediante la formación de sección compuesta, etc.).

2.2.- FORJADO DE VIGUETAS.

Sistema constructivo constituido por:

Viguetas prefabricadas de hormigón u hormigón y cerámica, armadas o pretensadas.

Piezas de entrevigado cuya función puede ser de aligeramiento o también colaborante en la resistencia.

Armaduras de obra, longitudinales, transversales y de reparto, colocadas previamente al hormigonado.

Hormigón vertido en obra para relleno de nervios y formación de la losa superior del forjado.

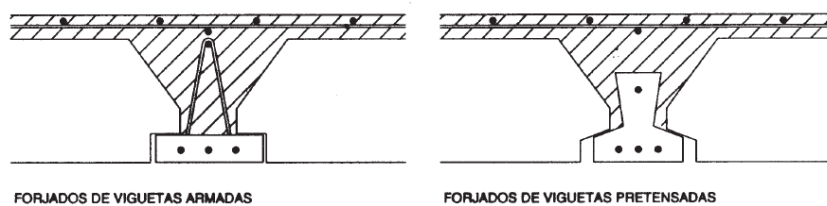


Figura 2.2 Tipos usuales de forjados de viguetas

2.3.- FORJADO DE LOSAS ALVEOLARES PRETENSADAS.

Sistema constructivo constituido por:

Losas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado.

Armadura colocada en obra, en su caso, y

Hormigón vertido en obra para relleno de juntas laterales entre losas y formación de la losa superior.

Excepto cuando existan acciones laterales importantes, puede prescindirse de la losa superior hormigonada en obra siempre que se justifique adecuadamente el cumplimiento de los estados límite últimos y de servicio.

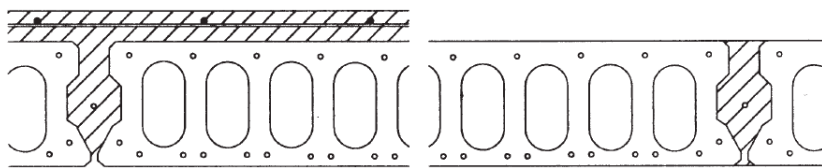


Figura 2.3 Tipos usuales de forjados de losas alveolares pretensadas

2.3.- VIGUETAS. TIPOS

Por viga debe entenderse un elemento lineal, con función resistente asociada con hormigón y armaduras colocadas en obra. Dicha denominación no presupone la forma, pudiendo ser las viguetas en forma de simple o doble T, o en forma de losas aligeradas o en TT.

Las viguetas armadas pueden prefabricarse a pie de obra, mientras que las pretensadas deben serlo en instalación industrial fija.

En ocasiones puede disponerse más de una vigueta por nervio. El empleo de varias viguetas por nervio depende de la luz, cargas a soportar, o si se quieren obtener cantos reducidos. También hay que tener en cuenta que en algunos casos no se necesita poner piezas de entrevigado para conseguir una cara inferior plana.

Es muy importante el control de recubrimiento, cuando el hormigón no queda visto.

La cuantía geométrica de la armadura no será inferior a 1,5% respecto al área de la sección total de vigueta, teniendo como mínimo dos alambres colocados en la zona inferior.

Pueden realizarse forjados que no necesiten piezas de entrevigado para conseguir una cara inferior plana.

Las piezas cerámicas utilizadas en viguetas, tendrán una resistencia característica no inferior a 250 kg/cm².

Las armaduras de las viguetas cumplirán las condiciones específicas en la normativa que las regula, así como lo indicado en la Ficha de Características Técnicas de Fabricación.

Las viguetas más corrientes en la actualidad son: viguetas resistentes y viguetas semiresistentes de hormigón armado.

2.2.1.- VIGUETAS SEMIRESISTENTES

En esencia las viguetas semiresistentes constan de medias viguetas, en las que para garantizar la diferencia entre el hormigón prefabricado y el hormigón in situ y poder absorber los esfuerzos cortantes se recurre a una de las siguientes soluciones:

Dejar armaduras transversales salientes definidas por horquillas, chapas desplegadas, triangulaciones u ondulaciones soldadas.

Hacer taladros en el alma, y reforzar o no con alambre helicoidal

Hacer resaltos en las caras laterales y superior para conseguir una buena adherencia entre hormigones.

Para la construcción de un forjado con viguetas semiresistentes, es preciso colocar sopandas intermedias de apoyo, separadas aproximadamente 1.50 m para evitar la puesta en carga de las viguetas, y por tanto, su deformación bajo el peso de las bovedillas y hormigón vertido in situ.

El hormigón de la cara superior cumple una función resistente importante, por lo que debe tener la resistencia exigida en cálculo, no pudiendo utilizarse un hormigón de relleno.

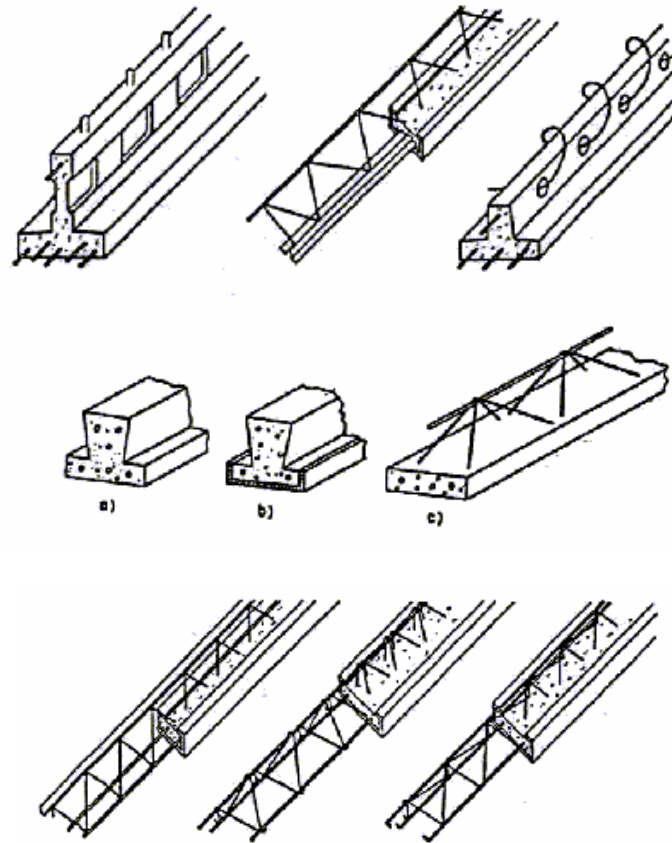
Las dimensiones usuales de las viguetas semiresistentes suelen oscilar alrededor de 12 cm de ancho de base y de 17 a 22 cm de canto.

Diferentes tipos de viguetas semiresistentes.

De hormigón

De hormigón y pieza cerámica

Celosía metálica



Diferentes tipos de semiviguetas

2.2.2.-VIGUETAS AUTORESISTENTES

La diferencia con las semiviguetas es que la resistencia del forjado está confiada exclusivamente a las viguetas, siendo éstas capaces de soportar todos los esfuerzos que las solicitan, sin que colabore para ello el entrevigado. Por ello hay que calcularlas para que absorban el momento flector y esfuerzo cortante con el debido coeficiente de seguridad y sin que su deformación produzca una flecha máxima superior al límite adecuado.

Normalmente suelen fabricarse por el sistema de pretensado de la armadura.

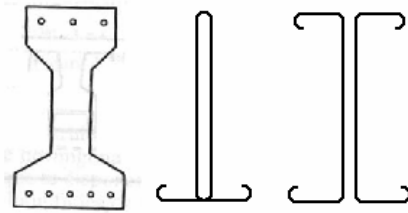
En obra se colocan estas vigas uniformemente espaciadas, salvando luces entre ejes de viguetas del orden de 50 a 80 cm.

Las viguetas suelen medir de 16 a 22 cm de canto aproximado, y sus secciones son generalmente de doble T, aunque la cabeza superior debe tener menos anchura para facilitar la colocación de las bovedillas.

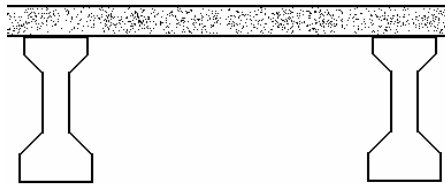
Para luces moderadas las viguetas simplemente apoyadas son capaces de resolver bien el problema de la sustentación, si bien al empotrarlas se reducen notablemente los momentos de vano, según el grado de empotrabilidad de las viguetas. Para ello la armadura superior hay que dimensionarla para que sea capaz de absorber los momentos negativos y darle la longitud de entrega suficiente en la jácena o forjado continuo para garantizar su anclaje.

Estas armaduras de momento negativo pueden incorporarse en obra, colocándolas en los senos, procurando que el hormigón de relleno tenga la resistencia

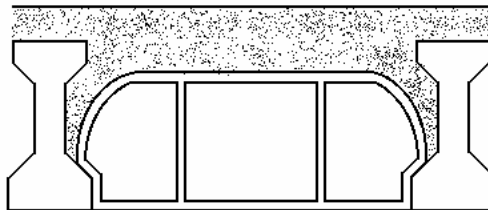
adecuada, de modo que pueda garantizarse las adherencias, anclaje de voladizos, continuidad de forjados, etc.



En ciertos casos, los elementos de cubierta o piso pueden ir superpuestos, como se indica en la siguiente figura:



Lo más frecuente es que empleen bovedillas, con relleno de hormigón “in situ”.

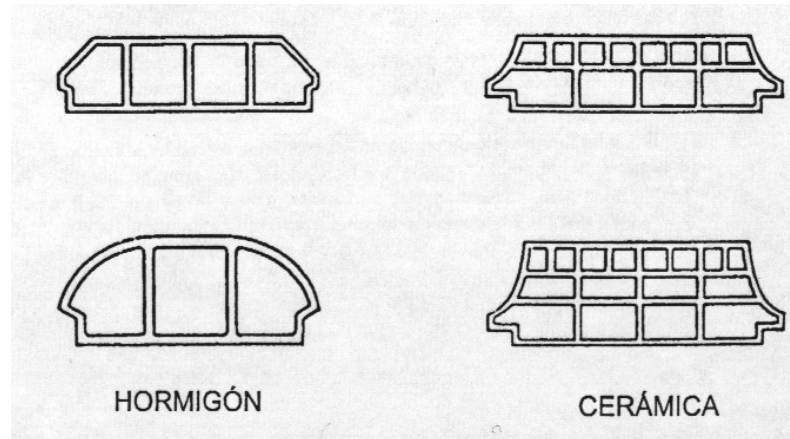


En este caso es inevitable una cierta asociación del hormigón de relleno con la vigueta, por lo que realmente estaríamos ante un forjado de sección compuesta, análogo a los de semiviguetas armadas. Sin embargo, se entiende que, en el caso que nos ocupa, no se establece ningún requisito resistente sobre el hormigón de relleno, si se verifica la adherencia entre éste y la vigueta, es decir que despreciamos su colaboración.

En caso necesario pueden duplicarse las viguetas, pero debe permitirse el paso del hormigón entre ellas, con un ancho mínimo de 4cm

2.3.- PIEZAS DE ENTREVIGADO

En la actualidad existen varios tipos de piezas de entrevigado: las realizadas con mortero de cemento, con cerámica, porexpan, etc.



Desde el punto de vista de su colaboración en el forjado, las bovedillas se clasifican en bovedillas aligerantes y bovedillas resistente.

Para las aligerantes, se exige únicamente que el material de que están constituidas no resulte agresivo para el hormigón ni para las armaduras y que la carga característica de rotura en vano sea mayor o igual que 100 Kp.

Para las bovedillas resistentes, los requisitos son los mismos que para las aligerantes, pero se exigen que sean de mortero o cerámica, con una resistencia a compresión no inferior a 175 Kp/cm² ni a la del hormigón “in situ” del forjado.

Toda pieza de entrevigado, tanto aligerante como resistente, será capaz de soportar una carga característica en vano de la menos 100 Kg.

La misión del entrevigado es la de salvar la luz transversal entre viguetas produciendo un acodamiento transversal entre las viguetas con objeto de evitar que trabajen y se deformen de una forma independiente unas de otras. La forma de conseguir esto es mediante el empleo de bovedillas, las cuales se diseñan para que apoyen en las alas inferiores de las viguetas y con el abovedado superior que define los senos, que una vez rellenos de hormigón son los que producen el acodamiento transversal.

En este orden de cosas, la forma de la bovedilla es muy importante, tendiéndose en la actualidad a las formas cóncavas que mejoran la unión del hormigón “in situ” con las viguetas, por lo tanto la resistencia a esfuerzo rasante del conjunto.

2.4.- ARMADURAS

2.4.1.- ARMADURA ACTIVA.

Se denominan armaduras activas a las de acero de alta resistencia mediante las cuales se introduce la fuerza del pretensado. Están constituidas por: alambres, barras y cordones.

La armadura activa longitudinal en forjados de hormigón armado con nervios, tanto en los prefabricados como en los realizados “in situ”, generalmente esta armadura

mínima longitudinal, estará constituida por al menos dos barras en toda la zona inferior traccionada de la vigueta, y otras dos barras en la zona superior de la vigueta, en la zona sometida a momentos negativos.

Si se utilizan forjados con viguetas prefabricadas, estas ya incorporan toda la armadura longitudinal, excepto los refuerzos de momentos negativos en los empotramientos y voladizos.

La distancia libre, horizontal y vertical entre dos armaduras aisladas consecutivas, será igual o mayor que el mayor de los tres valores siguientes:

- 15 mm para la separación horizontal y 10 mm para la separación vertical;
- el diámetro de la mayor;
- 1.25 veces el tamaño máximo del árido para la separación horizontal y 0.8 veces para la separación vertical.

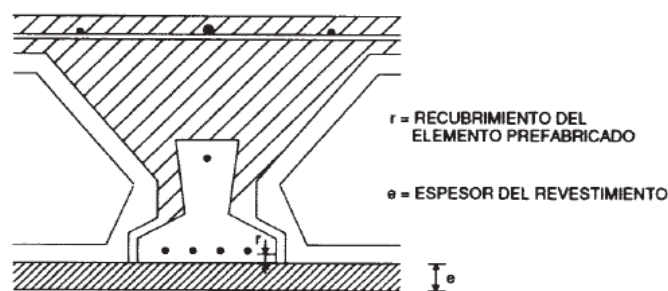


Figura 10.2 Recubrimiento de las armaduras activas

2.4.2.- ARMADURAS PASIVAS.

Son las armaduras habituales de hormigón armado. En la construcción de forjados se utilizan las siguientes: barras corrugadas, mallas electrosoldadas y armaduras básicas electrosoldadas en celosía.

La armadura pasiva esta constituida por una armadura de reparto o mallazo, colocada en la parte superior del forjado, con alambres de acero de al menos 4 mm de diámetro en las dos direcciones, a intervalos no superiores a 30 cm en la dirección perpendicular a los nervios, ni 50 cm en la dirección paralela a los nervios.

El motivo principal del uso de la armadura de reparto es el de dotar al forjado de una rigidez suficiente en su plano, como para recoger y distribuir entre los restantes elementos resistentes las fuerzas aplicadas al edificio según dicho plano; arriostrar los diferentes pórticos e impedir el pandeo lateral de las diferentes vigas,...

La armadura de reparto asegura la continuidad en la transmisión de esfuerzos a través del conjunto heterogéneo formado por viguetas y piezas de entrevigado.

Las funciones de esta armadura de reparto, son las siguientes:

Distribución transversal de las cargas locales, evitando fisuraciones del revestimiento de la cara inferior del forjado, controlando las fisuraciones por flechas diferenciales.

Reparto de las fisuras por cambios de temperatura y retracción.

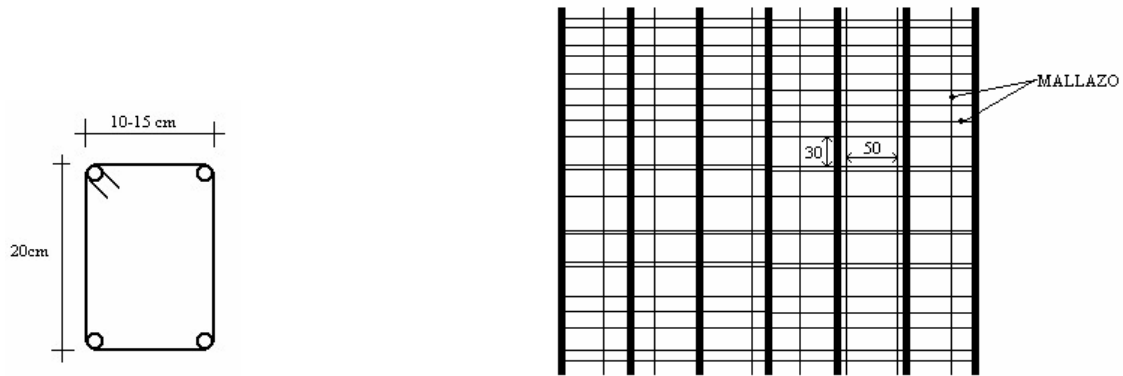
Evitar perforaciones por impactos y fuertes golpes.

Asegurar el enlace entre el forjado y el resto de la estructura frente a acciones imprevistas.

Mayor sección de la armadura para absorber momentos negativos.

Facilita la colocación e inmovilidad de las armaduras de momentos negativos.

Este mallazo al que se ha hecho referencia, puede ser sustituido por armaduras de 6mm colocadas en ambas direcciones formando una cuadrícula “in situ”. Asimismo el forjado también lleva armadura de momentos negativos, colocada sobre las viguetas, en las zonas de empotramiento, voladizos, continuidad,... armadura esta que puede y debe ser atada a la armadura de reparto para así evitar su descenso o su descolocación.



Las armaduras pasivas de las viguetas y losas alveolares pretensadas cumplirán las condiciones especificadas en el artículo 31° de la Instrucción EHE.

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas, será igual o mayor que el mayor de los tres valores siguientes:

- 15 mm;
- el diámetro de la mayor;
- 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

En el caso de grupos de barras se cumplirá lo que prescribe el apartado 66.4.2 de la Instrucción EHE.

A los efectos de un correcto hormigonado de los elementos prefabricados debe entenderse por recubrimiento la separación de toda superficie límite de hormigonado, y a los efectos de protección de armaduras aquellas superficies que lo sean de modo definitivo (figura 10.1)

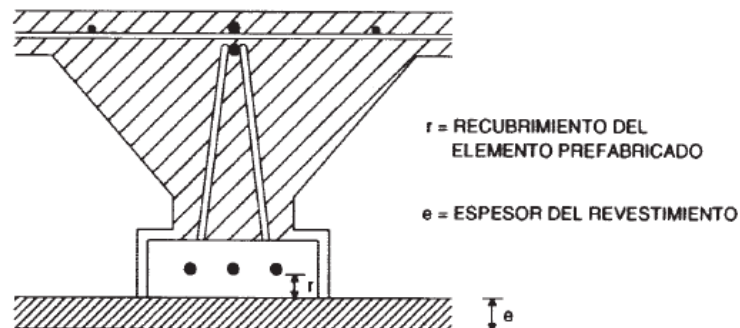


Figura 10.1 Recubrimiento de las armaduras pasivas

2.5.- HORMIGÓN

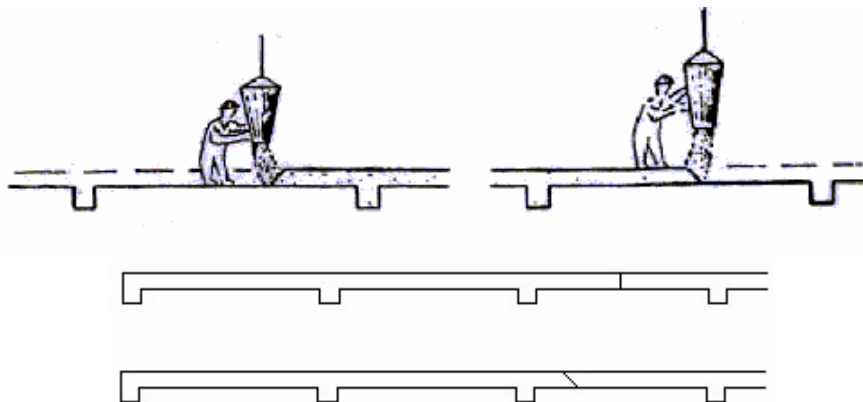
El hormigón usado para la confección del forjado será aquel cuyas características mecánicas, reológicas y de durabilidad satisfagan las exigencias del proyecto, con su granulometría y consistencias adecuadas, así como se cuidará una correcta puesta en obra.

Durante el hormigonado in situ, las viguetas deben soportar por si solas, el peso propio del forjado y la sobrecarga de ejecución que, salvo justificación especial, no se considerará inferior a 100 Kg/m².

Se tendrá especial cuidado en evitar el desplazamiento de armaduras, conductos de pretensado, anclajes y encofrados, así como producir daños en la superficie de estos últimos, especialmente cuando se permita la caída libre del hormigón.

El vertido del hormigón en caída libre, sino se realiza desde pequeña altura (inferior a dos metros), produce inevitablemente, la disgregación de la masa.

Las juntas de hormigonado deben reducirse al mínimo necesario, puesto que pueden presentar una resistencia a tracción y cortante más baja, reduciendo así la capacidad de carga en las proximidades de las mismas y la protección de las armaduras contra la corrosión. En lo posible, este tipo de juntas debe localizarse en zonas que no estén sometidas a solicitaciones importantes o en aquellos lugares donde, por otras razones, se requiera la existencia de una junta.



TIPOS DE JUNTAS DE HORMIGONADO

2.6.- CONDICIONES GEOMÉTRICAS DEL FORJADO UNIDIRECCIONAL

2.6.1.- CONDICIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.

La sección transversal del forjado cumplirá los requisitos siguientes (Figura 17.a):

a) el espesor mínimo h_0 de la losa superior hormigonada en obra, excepto en los forjados con losas alveolares pretensadas en las que pueden no dimensionarse ésta, será de:

- 40 mm sobre viguetas;
- 40 mm sobre piezas de entrevigado cerámicas o de hormigón y losas alveolares pretensadas;
- 50 mm sobre piezas de entrevigado de otro tipo;
- 50 mm sobre piezas de entrevigado en el caso de zonas con aceleración sísmica de cálculo mayor que 0.16 g.

b) el perfil de la pieza de entrevigado será tal que, a cualquier distancia c de su eje vertical de simetría, el espesor de hormigón de la losa superior hormigonada en obra no será menor que:

- $c/8$ en el caso de piezas de entrevigado colaborante.
- $c/6$ en el caso de piezas de entrevigado aligerantes.

c) en el caso de forjados de viguetas sin armaduras transversales de conexión con el hormigón vertido en obra, el perfil de la pieza de entrevigado dejará a ambos lados de la cara superior de la vigueta un paso de 30 mm, como mínimo;

d) en el caso de losas alveolares pretensadas, el espesor mínimo de las almas, del ala superior y del ala inferior, debe ser mayor que los valores siguientes:

- $\sqrt{2h}$, siendo h el canto total de la pieza prefabricada, en mm,
- 20 mm, y
- resultando de sumar 10 mm al tamaño máximo del árido.
-

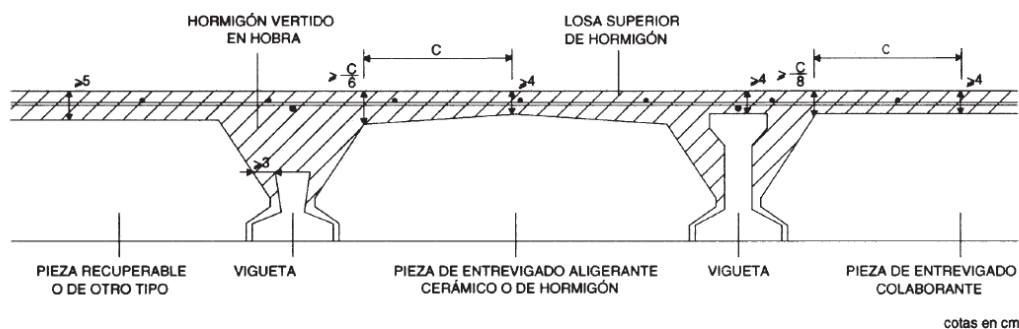


Figura 17.a Condiciones geométricas de los forjados

La forma de la junta será la adecuada para permitir el paso de hormigón de relleno, con el fin de crear un núcleo capaz de transmitir el esfuerzo cortante entre losas colaterales y para, en el caso de situar en ella armaduras, facilitar su colocación y asegurar una buena adherencia.

La sección transversal de las juntas deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- el ancho de la junta en la parte superior de la misma no será menor que 30 mm;
- el ancho de la junta en la parte inferior de la misma no será menor que 5 mm, ni al diámetro nominal máximo de árido D ;
- si en el interior de la junta se disponen barras de atado longitudinales, el ancho de la junta al nivel de la barra debe ser mayor o igual que el mayor de los dos siguientes valores:

$$\begin{aligned} &\varnothing + 20 \text{ mm} \\ &\varnothing + 2 D \\ &\text{con } D \text{ y } \varnothing \text{ expresados en mm.} \end{aligned}$$

Cuando la junta longitudinal deba resistir un esfuerzo cortante vertical, la superficie debe estar provista de, al menos, una ranura de tamaño adecuado con respecto a la resistencia del hormigón de relleno. En cualquier caso, la altura de la ranura debe ser mayor o igual a 35 mm, su profundidad (o ancho máximo) será mayor o igual a 10 mm y la distancia entre la parte superior de la ranura y la superficie superior de la losa alveolar pretensada será mayor o igual a 30 mm.

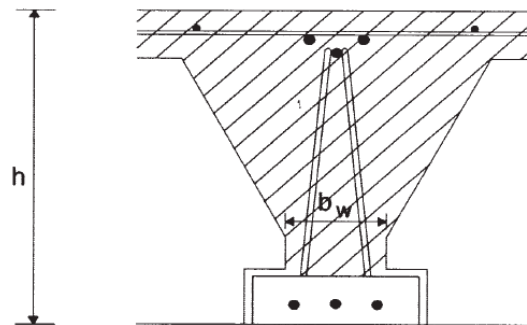
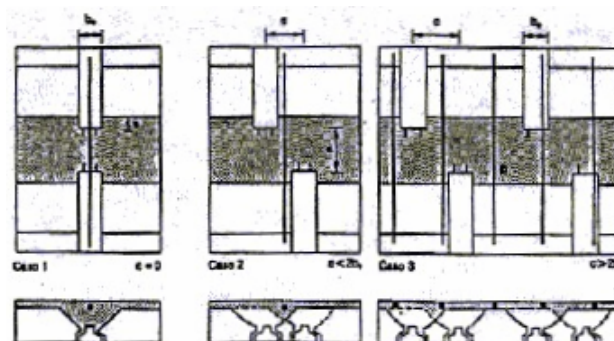


Figura 18 Detalle del nervio

2.6.2.- CONDICIONES DE LA PLANTA. ALINEADOS DE VIGUETAS.

Como norma general, las viguetas de un vano deben estar enfrentadas con las correspondientes del vano contiguo, de forma que las compresiones se transmitan de una a otra vigueta a través del hormigón de la viga de apoyo. Sin embargo, puede admitirse una cierta desviación “s” inferior a la distancia recta entre testas “s” en apoyos interiores y hasta 4 cm en apoyos en voladizo.



2.7.- MARCADO DE VIGUETAS.

Las viguetas prefabricadas deben llevar marcada su fecha de fabricación, así como en las caras superior o inferior la palabra “arriba” o “abajo”. Es preferible siempre la marca en cara inferior, pues la superior queda oculta por la losa superior y, por tanto, no resulta posible su verificación después del hormigonado.

Cuando las viguetas han sido proyectadas para trabajar en voladizo, deben llevar una marca que indique la posición del eje de apoyo del voladizo correspondiente.

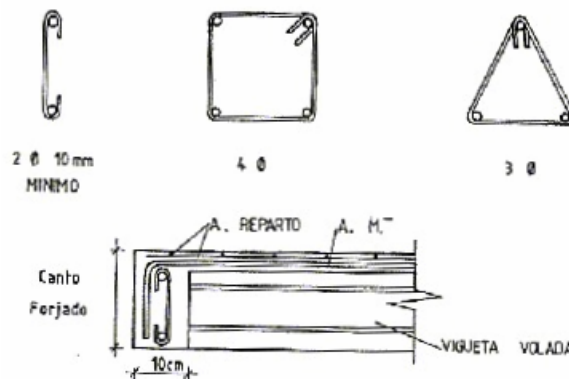
Es necesario también que sobre la vigueta figure marcado el tipo, con el fin de poder verificarlo adecuadamente en obra durante las operaciones de control.

2.8.- PLANTA DE FORJADO.

2.8.1.- ZUNCHOS.

La función fundamental de los zunchos es el arriostramiento, no soportando directamente cargas del forjado.

Se colocan bordeando y arriostrando todo el perímetro del forjado, huecos, voladizos, etc., en todas aquellas zonas donde no existan jácenas.



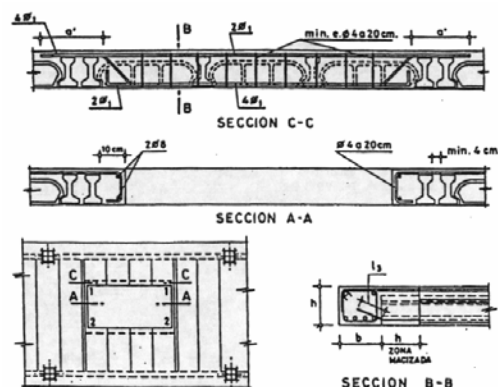
Los más usuales en construcción son: los zunchos de borde de voladizos, que unen los extremos de las viguetas voladas, y suele armarse con 2, 3 ó 4 barras; y los zunchos de medianería o borde de hueco, arriostrando todo el perímetro del hueco y suelen armarse con 4 barras.

2.8.2.- HUECOS

Los huecos en el forjado es un problema muy frecuente y en algunos casos requiere cuidados especiales.

Cuando los huecos son muy pequeños, es suficiente con quitar las piezas de entrevigado en dicho hueco.

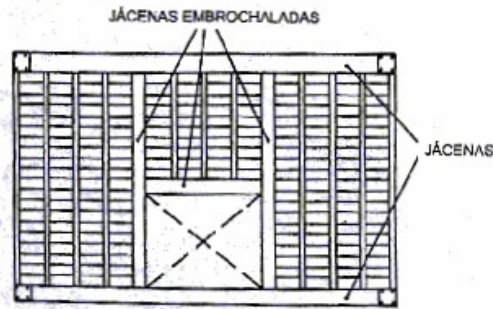
Cuando los huecos son más grandes, se puede optar por dos soluciones: la primera consistirá en duplicar o triplicar las viguetas que limitan el hueco del forjado, con el fin de que las viguetas suplementarias reciban las reacciones de las vigas. La segunda consistirá en bordear todo el hueco con jácenas (jácenas embrochadas) correctamente ancladas al resto de la estructura, con lo cual conseguiríamos un entorno del hueco fácilmente construible y de gran resistencia.



2.8.3.- BROCHALES.

Los brochales son vigas que se unen a las jácenas de la estructura para facilitar la realización de huecos.

La armadura del brochal es igual al de la viga, pero teniendo en cuenta que la jácena donde se une el brochal, esta deberá llevar armadura que aguante el momento torsor.



APOYO DE FORJADO DE LOSAS ALVEOLARES PRETENSADAS.

El apoyo de las losas alveolares pretensadas en vigas o muros debe hacerse sobre una capa de mortero fresco de al menos 15 mm de espesor, o sobre bandas de material elastomérico o apoyos individuales, situadas sobre cada nervio de la losa. No se permitirá apoyar directamente las losas alveolares pretensadas sobre ladrillo, debiendo realizarse zunchos de hormigón armado para apoyo.

Los apoyos pueden ser directos e indirectos.

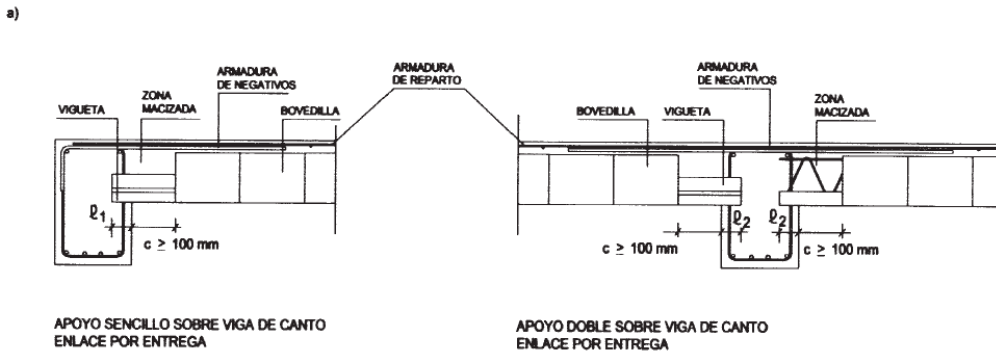


Figura 21.2.a

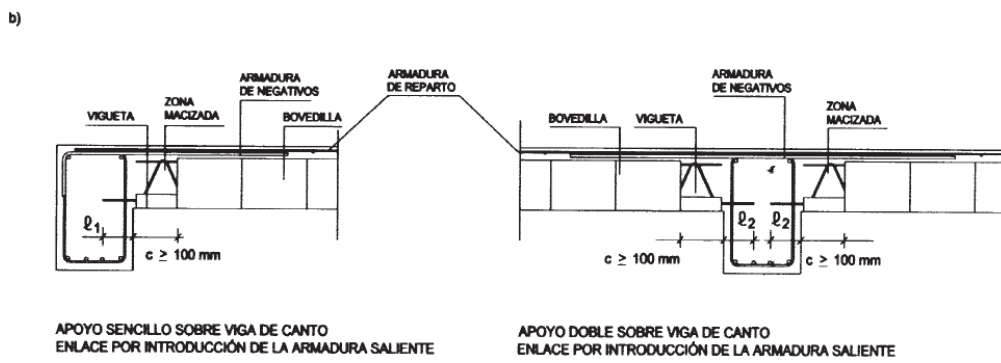


Figura 21.2.b

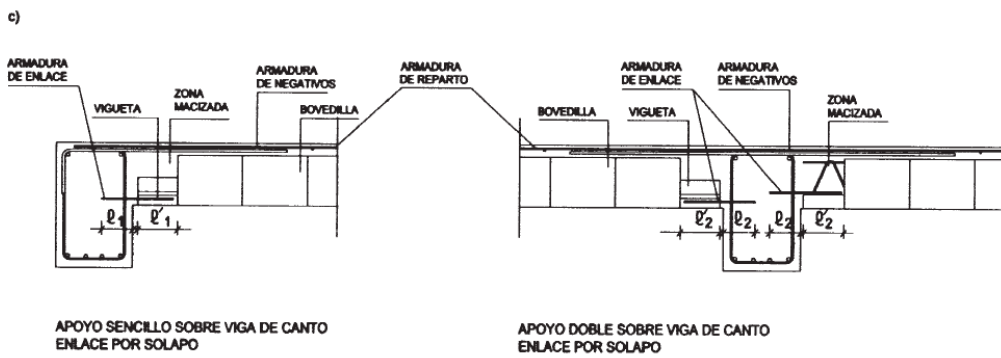


Figura 21.2.c

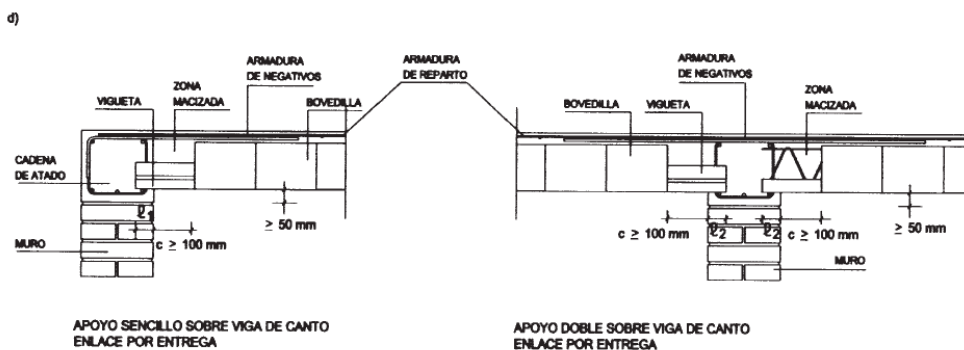


Figura 21.2.d

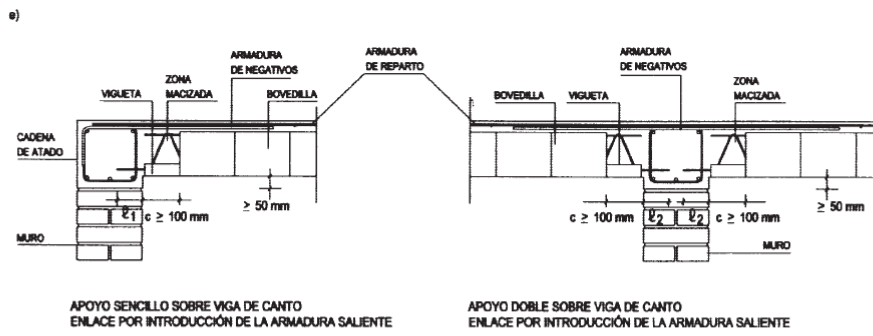


Figura 21.2.e

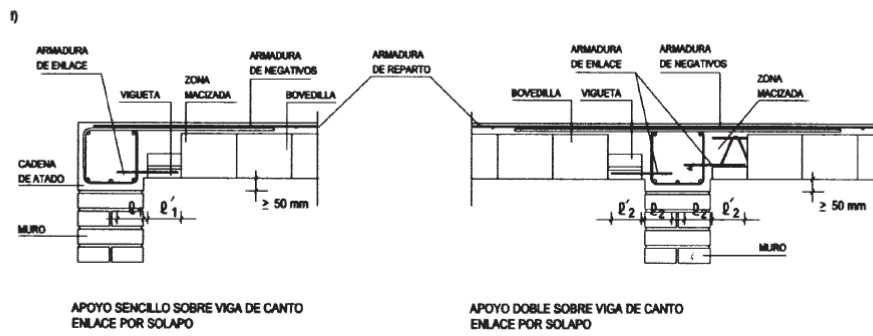


Figura 21.2.f

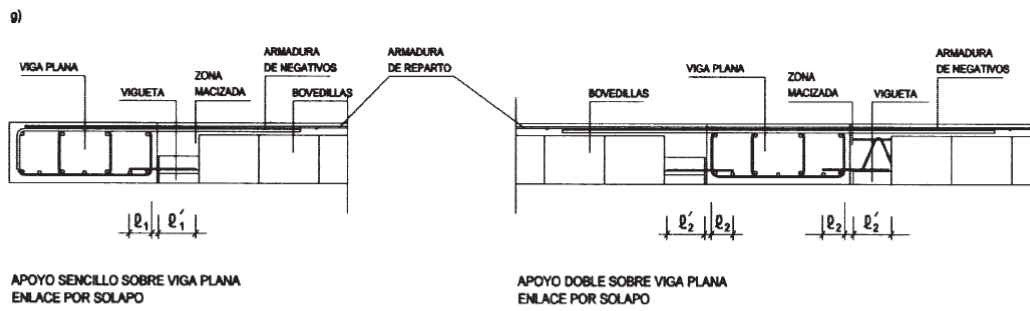


Figura 21.2.g

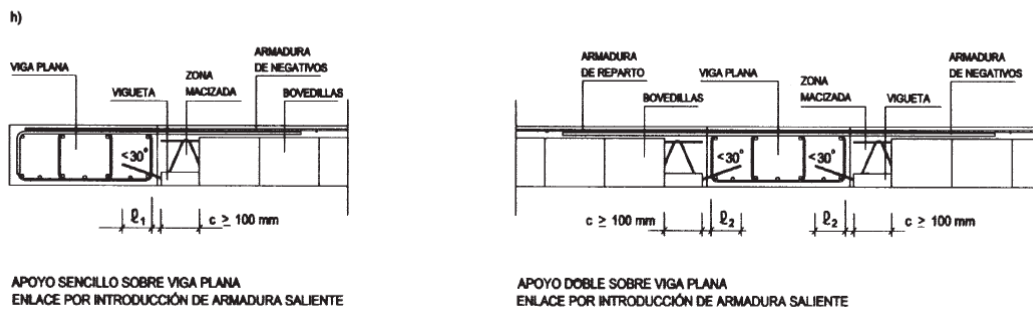


Figura 21.2.h

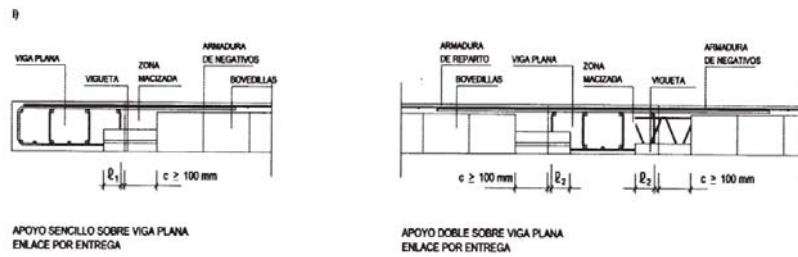


Figura 21.2.i

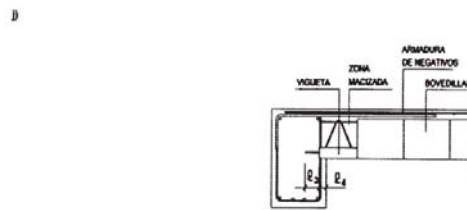


Figura 21.2.j

Figura 21.2 Apoyos directos e indirectos de viguetas

ARMADO SUPERIOR.

En los apoyos de los forjados de viguetas se colocará, como armadura para los momentos negativos, al menos una barra sobre cada vigueta. En el caso de que haya que colocar más de dos por nervio, se distribuirán sobre la línea de apoyo para facilitar que el hormigón rellene bien el nervio, anclándose adecuadamente en ambos lados del mismo.

En los apoyos exteriores de vano extremo se dispondrá una armadura superior capaz de resistir un momento flector, al menos igual a la cuarta parte del momento máximo del vano. Tal armadura se extenderá desde la cara exterior del apoyo en una longitud no menor que el décimo de la luz más el ancho del apoyo. En el extremo exterior la armadura se prolongará en patilla con la longitud de anclaje necesaria (figura 22.a).

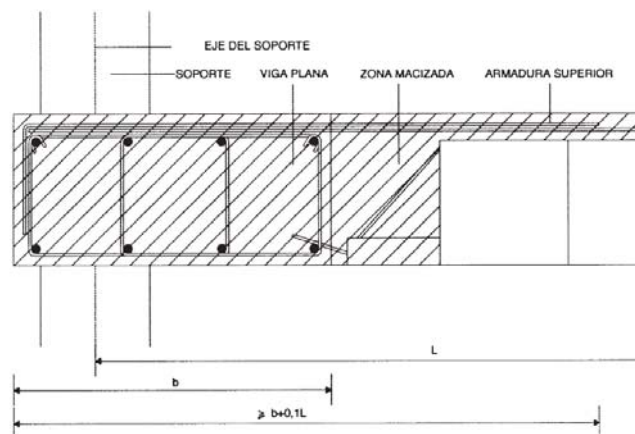


Figura 22.a Anclaje de armadura superior en extremo

En los forjados de losas alveolares pretensadas sin losa superior hormigonada en obra se dispondrá, cuando sea necesaria, la armadura superior en los alveolos que habrán sido preparados adecuadamente eliminando el hormigón de la parte superior en una longitud igual o mayor que la de las barras y posteriormente rellenos (figura 22.b).

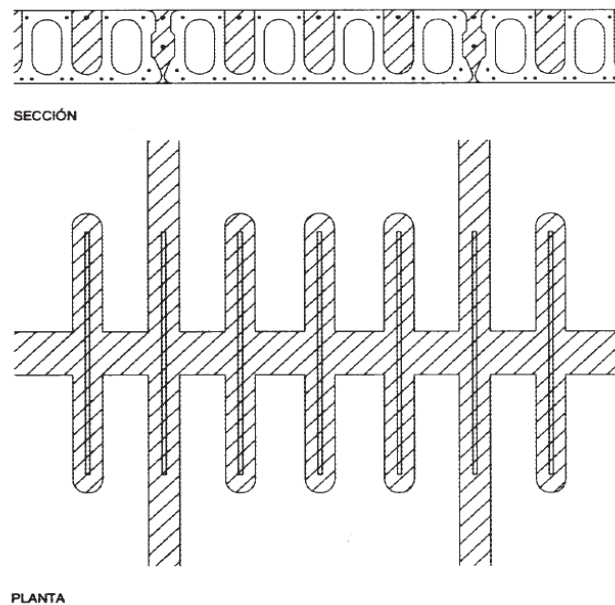


Figura 22.b Armadura superior en losas alveolares pretensadas

ENFRENTAMIENTO DE NERVIOS.

Cuando se tenga en cuenta la continuidad de los forjados, los nervios o viguetas se dispondrán enfrentados, pero puede admitirse una desviación c menor que la distancia recta entre testas s en apoyos interiores, y hasta 5 cm en apoyos de voladizo (figura 23.a).

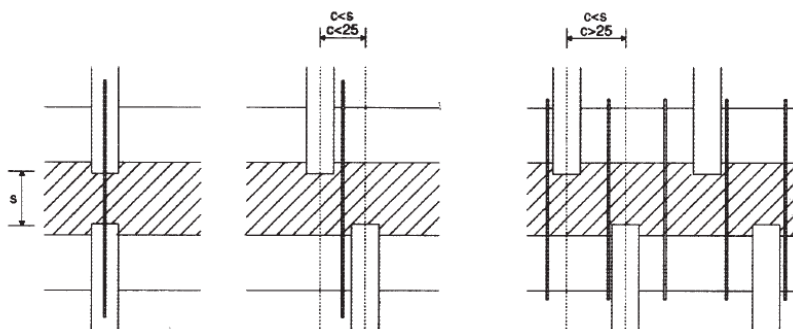


Figura 23.a Enfrentamiento de nervios

En los casos en los que un forjado acometa a otro perpendicularmente, su armadura superior se anclará por prolongación recta (figura 23.b). Cuando un voladizo tenga nervios perpendiculares a los del tramo adyacente, su armadura superior se anclará por prolongación recta una longitud no menor que la longitud del voladizo ni a dos veces el intereje.

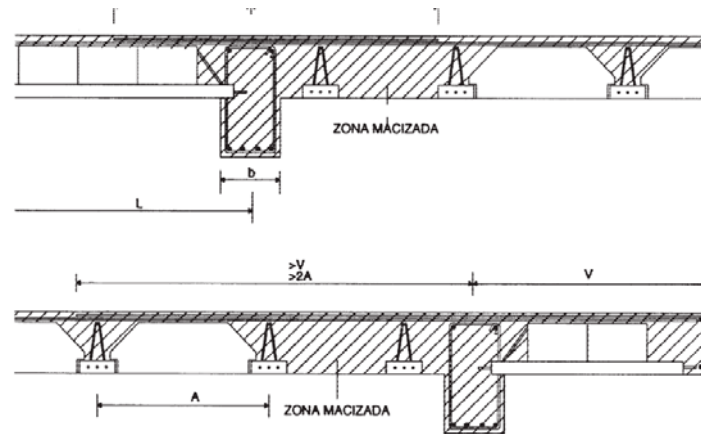


Figura 23.b Encuentro entre forjados perpendiculares

En ambos casos, se garantizará la resistencia a compresión de la parte inferior del forjado macizando las partes necesarias o con disposiciones equivalentes (figura 23.b)

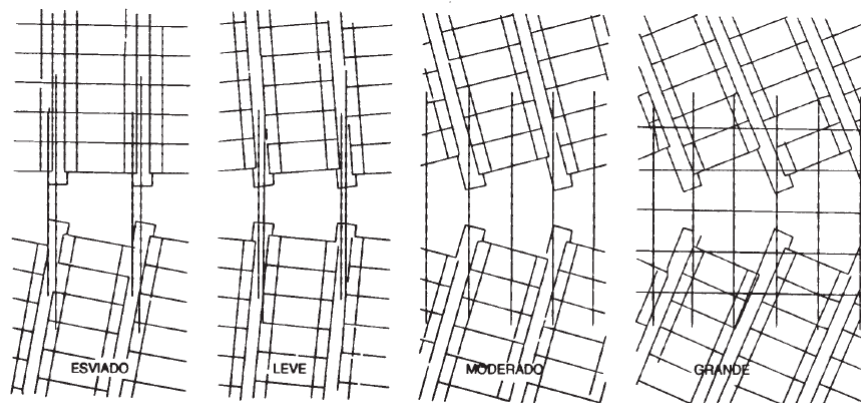


Figura 23.c Encuentro oblicuo de viguetas

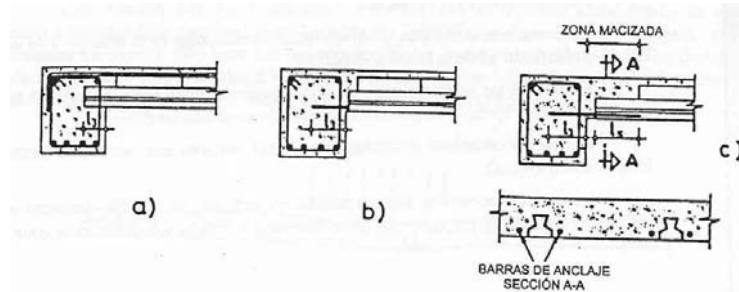
Si las viguetas acometen oblicuamente al apoyo, para ángulos pequeños, por ejemplo menores de 22° , la armadura calculada (teniendo en cuenta que pierde eficacia con el coseno al cuadrado del ángulo) se puede disponer según la bisectriz de ambas direcciones. Si el ángulo fuese mayor resulta aconsejable disponer una cuadrícula, cuya sección, en cualquiera de las dos direcciones, sea igual a la teóricamente necesaria (figura 23.c).

DETALLES CONSTRUCTIVOS

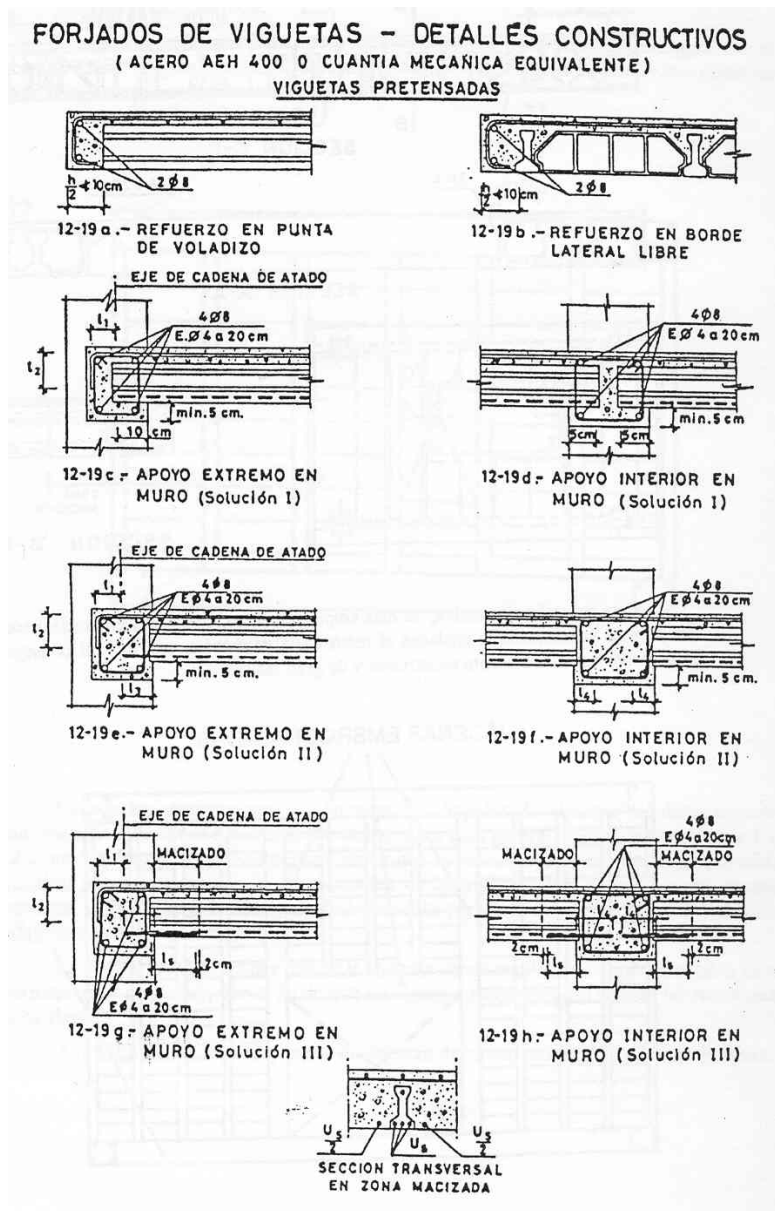
Se indican a continuación y afectan fundamentalmente a los enlaces del forjado con los diferentes elementos de la estructura. Es importante el anclaje de la armadura de positivos. El caso más desfavorable es el de la viga de borde. En las figuras siguientes vemos el método más simple y efectivo de enlace

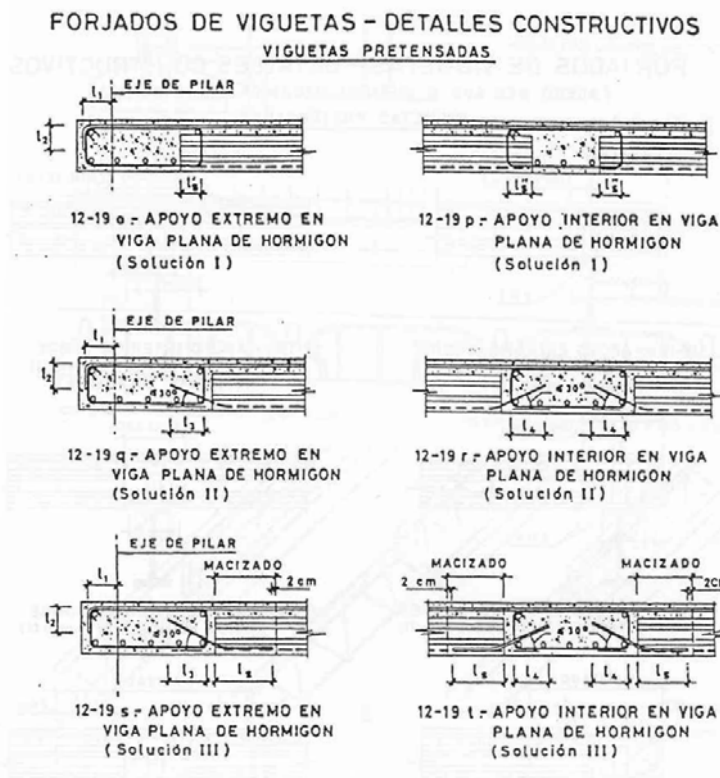
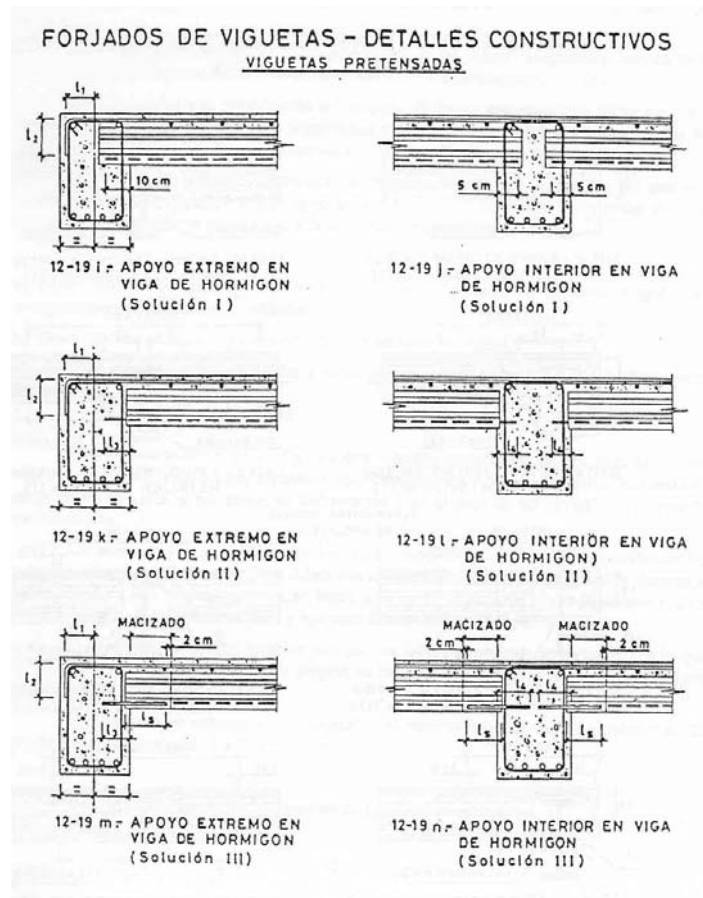
En la figura A solucionamos el enlace introduciendo la vigueta en la viga o correa de atado.

En la figura B se detalla dicho enlace introduciendo en la viga únicamente la armadura saliente de la vigueta, siendo la solución óptima. En la figura C se representa la solución para el caso en que ni la vigueta, ni su armadura entran en la viga.

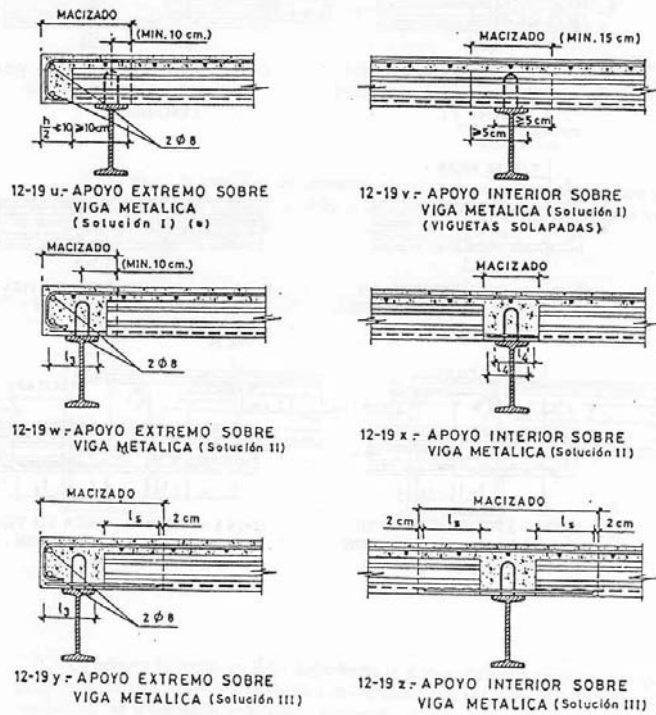


A continuación se detallan en varias páginas las uniones más corrientes de las viguetas con los distintos tipos de jácenas de hormigón armado y metálicas.

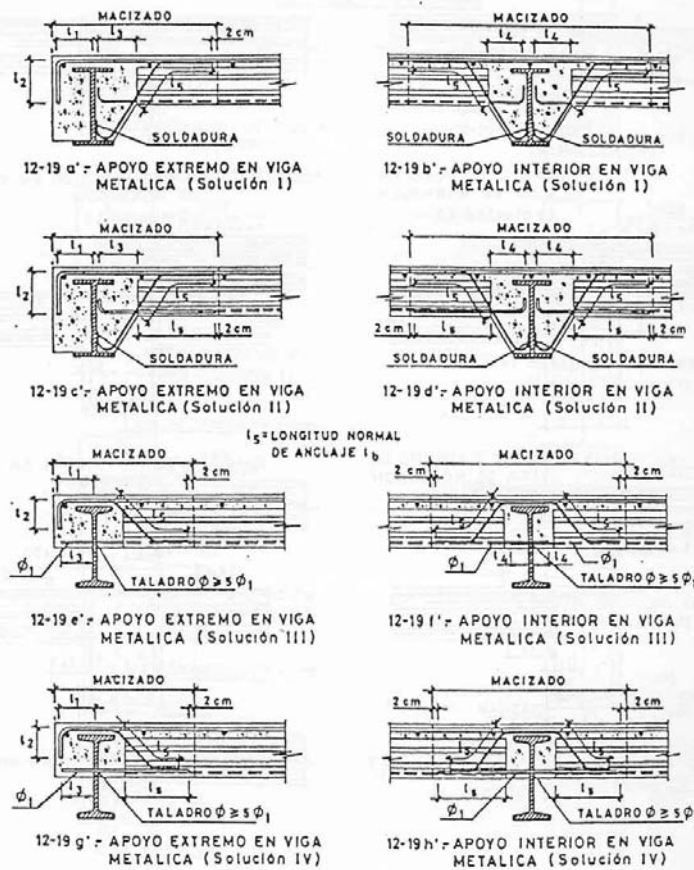




FORJADOS DE VIGUETAS - DETALLES CONSTRUCTIVOS
(ACERO AEH 400 O CUANTIA MECANICA EQUIVALENTE)
VIGUETAS PRETENSADAS

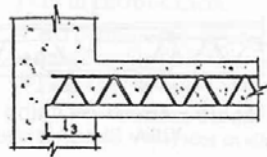


FORJADOS DE VIGUETAS - DETALLES CONSTRUCTIVOS
VIGUETAS PRETENSADAS

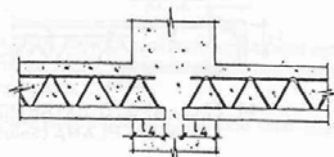


FORJADOS DE SEMIVIGUETAS - DETALLES CONSTRUCTIVOS

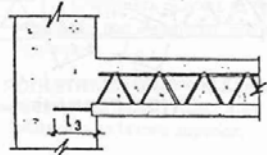
SEMIVIGUETAS DE CELOSIA



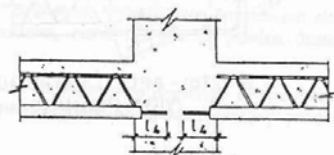
14-27i'- CASO GENERAL DE APOYO EXTREMO (Solución I)



14-27j'- CASO GENERAL DE APOYO INTERIOR (Solución I)

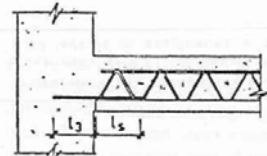


14-27k'- CASO GENERAL DE APOYO EXTREMO (Solución II)

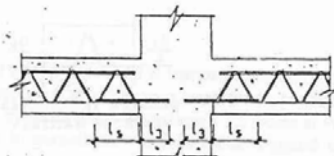


14-27l'- CASO GENERAL DE APOYO INTERIOR (Solución II)

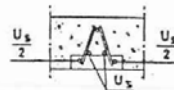
Los armaduras de momentos negativos y las de las vigas o cadenas de atado no se indican aquí; su disposición es análoga a la de las figuras



14-27m'- CASO GENERAL DE APOYO EXTREMO (Solución III)



14-27n'- CASO GENERAL DE APOYO INTERIOR (Solución III)



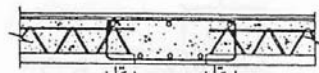
SECCION TRANSVERSAL EN ZONA MACIZADA

FORJADOS DE SEMIVIGUETAS - DETALLES CONSTRUCTIVOS

SEMIVIGUETAS DE CELOSIA



14-27o'- APOYO EXTREMO EN VIGA PLANA (Solución I)



14-27p'- APOYO INTERIOR EN VIGA PLANA (Solución I)



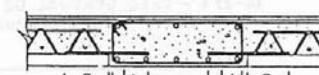
14-27q'- APOYO EXTREMO EN VIGA PLANA (Solución II)



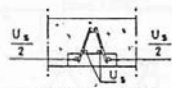
14-27r'- APOYO INTERIOR EN VIGA PLANA (Solución II)



14-27s'- APOYO EXTREMO EN VIGA PLANA (Solución III)



14-27t'- APOYO INTERIOR EN VIGA PLANA (Solución III)



SECCION TRANSVERSAL EN ZONA MACIZADA

a es la longitud de solapa, pero no menos que la distancia entre dos soldaduras consecutivas.

MODELO T-12
PREFABRICATS LOMAR, S.L.

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
DEL FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS
MODELO T-12

PREFABRICATS LOMAR, S.L.
Muntanyola, 2
08400 GRANOLLERS (Barcelona)

TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA: Jordi Amat

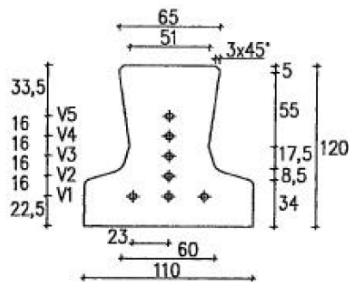
Hoja nº 1 de 64



Ministerio de Fomento
Dirección General de la Vivienda, la
Arquitectura y el Urbanismo
Autorización de Uso adaptada a R.D. 642/2002 : nº
6 7 8 4 - 0 4 3 0 MAR. 2004
Caduca a los cinco años
Visado El Jefe de la Sección

Fdo.: Angel Paz Martín

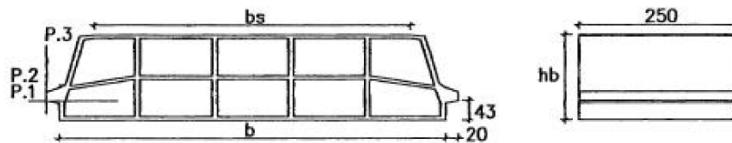
1.- VIGUETA T-12



PESO (kN/ml) : 0,22

Cotas en mm



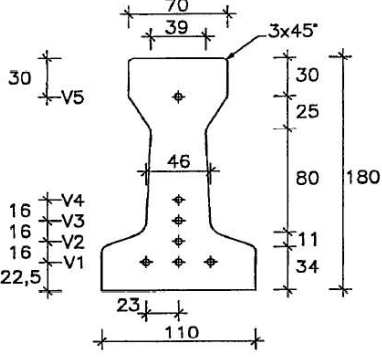
2.- BLOQUES ALIGERANTES




Código	Cotas y coordenadas en mm								PESO (N/ud.)			
	hb	b	bs	P.1		P.2		P.3		Cerámico	Hormigón	Poliest.
B16 * 70	162	580	480	0	25	31	35	43	116	95	186	2
B16 * 60	162	480	431	0	25	31	35	43	116	80	151	2
B17 * 70	172	580	480	0	25	31	35	45	127	98	191	2
B17 * 60	172	480	429	0	25	31	35	45	127	82	154	2
B18 * 70	182	580	480	0	25	31	35	47	137	101	196	2
B18 * 60	182	480	426	0	25	31	35	47	137	84	158	2
B20 * 70	202	580	480	0	25	31	35	50	157	106	205	3
B20 * 60	202	480	420	0	25	31	35	50	157	88	164	2
B21 * 70	212	580	480	0	25	31	35	52	168	108	209	3
B21 * 60	212	480	417	0	25	31	35	52	168	91	168	2
B22 * 70	222	580	480	0	25	31	35	53	178	111	214	3
B22 * 60	222	480	414	0	25	31	35	53	178	93	171	2
B25 * 70	252	580	480	0	25	31	35	53	209	118	227	3
B25 * 60	252	480	405	0	25	31	35	53	209	99	181	3
B30 * 60	302	480	400	0	25	31	35	53	209	110	198	3

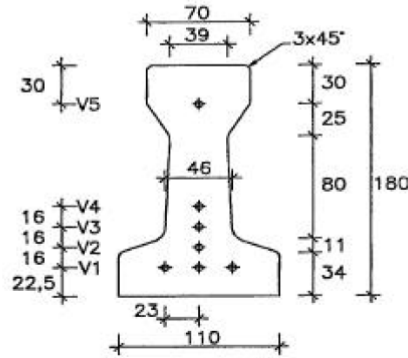
3.- FORJADOS



FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA VIGUETA AUTORRESISTENTE PRETENSADA MODELO T-18 PREFABRICATS LOMAR, S.L. Muntanyola, 2 08400 GRANOLLERS (Barcelona) TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA: Jordi Amat Hoja nº 1 de 2		 Ministerio de Fomento Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo Autorización de Uso adaptada a R.D. 642/2002 : nº 6 7 8 2 - 0 4 3 0 MAR. 2004 Caduca a los cinco años Visado El Jefe de la Sección  Fdo.: Angel Paz Martín					
1.- VIGUETA T-18							
		PESO (KN/ml) : 0.27 Cotas en mm					
2.- MATERIALES Y CONTROL							
HORMIGÓN VIGUETA 1 a 6 :		HP-45/P/12/IIa	fck = 45 N/mm ² Gamma.c = 1.5				
ACERO ARMADURA ACTIVA :		Y 1860 C I1	fyk = 1664 N/mm ² Gamma.s = 1.15				
3.- ARMADO, TENSIONES Y PERDIDAS DE LA VIGUETA T-18							
		TIPOS DE VIGUETA					
ARMADURA	ALTURA V (mm)	1	2	3	4	5	6
INFERIOR	V1	2φ4	2φ5	2φ5	3φ5	3φ5	3φ5
	V2			1φ5	1φ5	1φ5	1φ5
	V3					1φ5	1φ5
	V4						1φ5
SUPERIOR	V5	1φ4	1φ5	1φ5	1φ5	1φ5	1φ5
TENSION INICIAL (N/mm ²)							
Armadura inferior		1324	1324	1324	1324	1324	1324
Armadura superior		1324	1324	1324	1324	1324	1324
PÉRDIDAS FINALES (%)							
Armadura inferior		14.1	16.4	19.5	22.7	23.6	24.1
Armadura superior		12.9	14.2	14.5	13.8	14.3	15.3
FUERZA PRETENSADO P _i (KN)		47.31	72.89	95.62	117.6	139.8	162.0
EXCENTRICIDAD e (mm) (1)		14.22	13.77	19.49	25.48	24.72	22.15
CLASE EXP. AMBIENTE. RECUBRIM.		IIa	IIa	IIa	IIa	IIa	IIa

<p>FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS MODELO T-18</p> <p>PREFABRICATS LOMAR, S.L. Muntanyola, 2 08400 GRANOLLERS (Barcelona)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA: Jordi Amat</p> <p>Hoja nº 1 de 52</p>	 <p>Ministerio de Fomento Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo Autorización de Uso adaptada a R.D. 642/2002 : nº</p> <p style="font-size: 1.2em; font-weight: bold;">6 7 8 5 - 0 4 3 0 MAR. 2004</p> <p>Caduca a los cinco años</p> <p>Visado El Jefe de la Sección</p> <p><i>Angel Paz Martin</i> Fdo.: Angel Paz Martin</p>
--	---

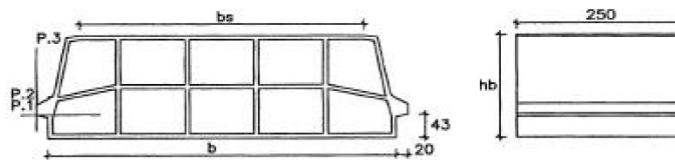
1.- VIGUETA T-18



PESO (kN/ml) : 0,27

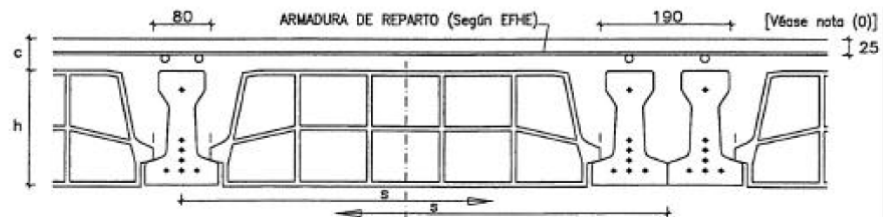
Cotas en mm


2.- BLOQUES ALIGERANTES



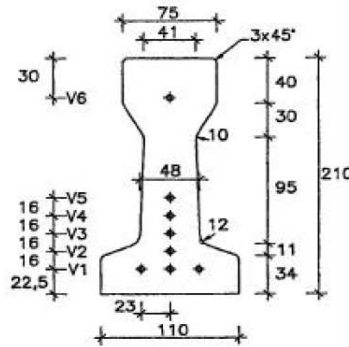
Código	Cotas y coordenadas en mm									PESO (N/ud.)		
	hb	b	bs	P.1			P.2			Cerámico	Hormigón	Poliest.
B17 * 70	172	580	480	0	25	31	35	45	127	98	191	2
B17 * 60	172	480	429	0	25	31	35			82	154	2
B18 * 70	182	580	480	0	25	31	35	47	137	101	196	2
B18 * 60	182	480	426	0	25	31	35			84	158	2
B20 * 70	202	580	480	0	25	31	35	50	157	106	205	2
B20 * 60	202	480	420	0	25	31	35			88	164	2
B21 * 70	212	580	480	0	25	31	35	52	168	108	209	2
B21 * 60	212	480	417	0	25	31	35			91	168	2
B22 * 70	222	580	480	0	25	31	35	53	178	111	214	2
B22 * 60	222	480	414	0	25	31	35			93	171	2
B25 * 70	252	580	480	0	25	31	35	57	209	118	227	2
B25 * 60	252	480	405	0	25	31	35			99	181	2
B30 * 60	302	480	400	0	25	31	35			110	198	2

3.- FORJADOS



<p>FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS MODELO T-21</p> <p>PREFABRICATS LOMAR, S.L. Muntanyola,2 08400 GRANOLLERS (Barcelona)</p> <p>TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA: Jordi Amat</p> <p>Hoja nº 1 de 36</p>	 <p>Ministerio de Fomento Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo Autorización de Uso adaptada a R.D. 642/2002 : nº</p> <p style="font-size: 1.2em;">6 7 8 6 - 0 4 3 0 MAR. 2004</p> <p>Caduca a los cinco años Visado El Jefe de la Sección</p> <p><i>Angel Paz Martin</i> Fdo.: Angel Paz Martin</p>
---	--

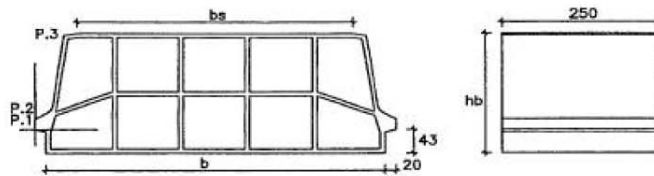
1.- VIGUETA T-21



PESO (kN/ml) : 0,32

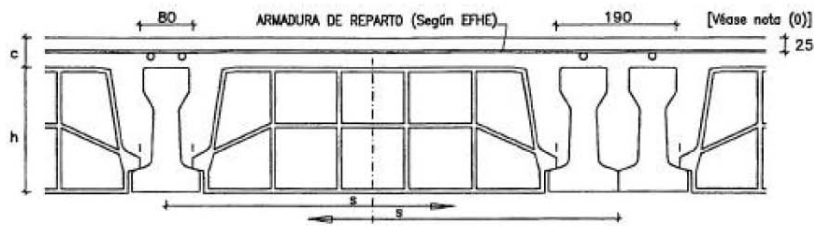
Cotas en mm

2.- BLOQUES ALIGERANTES






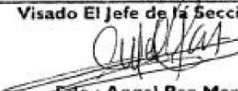
Código	Cotas y coordenadas en mm									PESO (N/ud.)		
	hb	b	bs	P.1		P.2		P.3		Cerámico	Hormigón	Poliest.
B20 * 70	202	580	480	0	25	31	35	50	157	106	205	3
B20 * 60	202	480	420	0	25	31	35			88	164	2
B21 * 70	212	580	480	0	25	31	35	52	168	108	209	3
B21 * 60	212	480	417	0	25	31	35			91	168	2
B22 * 70	222	580	480	0	25	31	35	53	178	111	214	3
B22 * 60	222	480	414	0	25	31	35			93	171	2
B25 * 70	252	580	480	0	25	31	35	57	209	118	227	3
B25 * 60	252	480	405	0	25	31	35			99	181	3
B30 * 60	302	480	400	0	25	31	35			110	198	3

3.- FORJADOS



TIPO DE FORJADO (h + c) * s [/ D]	BLOQUE	HORMIGÓN IN SITU	PESO (kN/m ²)		
		litros/m ²	Cerámico	Hormigón	Poliest.
(20+5) * 70.	B20 * 70	70	2,72	3,28	2,13
(20+5) * 60.	B20 * 60	73	2,84	3,35	2,27
(20+5) * 81. D	B20 * 70	78	3,15	3,64	2,64
(20+5) * 71. D	B20 * 60	82	3,31	3,75	2,83
(21+4) * 70	B21 * 70	63	2,55	3,13	

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS MODELO T-12 PREFABRICATS LOMAR, S.L. Muntanyola, 2 08400 GRANOLLERS (Barcelona) TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA: Jordi Amat Hoja nº 3 de 64		 Ministerio de Fomento Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo Autorización de Uso adaptada a R.D. 642/2002 : nº 6 7 8 4 - 0 4 3 0 MAR. 2004 Caduca a los cinco años Visado El Jefe de la Sección  Fdo.: Angel Paz Martín					
TIPO DE FORJADO (h + c) * s [/ D]	BLOQUE	HORMIGÓN IN SITU		PESO (kN/m ²)			
		litros/m ³		Cerámico	Hormigón	Poliest.	
(25+4) * 81. D	B25 * 70	97		3,37	3,92		
(25+4) * 71. D	B25 * 60	106		3,64	4,10		
(25+5) * 70.	B25 * 70	89		3,07	3,70	2,41	
(25+5) * 60.	B25 * 60	97		3,28	3,83	2,66	
(25+5) * 81. D	B25 * 70	107		3,61	4,16	3,04	
(25+5) * 71. D	B25 * 60	116		3,87	4,33	3,33	
(30+4) * 60.	B30 * 60	102		3,48	4,07		
(30+4) * 71. D	B30 * 60	126		4,18	4,68		
(30+5) * 60.	B30 * 60	112		3,72	4,30	3,00	
(30+5) * 71. D	B30 * 60	136		4,41	4,91	3,81	
4.- MATERIALES Y CONTROL						CONTROL (1)	
HORMIGÓN VIGUETA 1 a 6 :	HP-45/P/12/IIa	fck = 45	N/mm ²	Gamma.c = 1.5			
HORMIGÓN IN SITU :	HA-25/P/16/I	fck = 25	N/mm ²	Gamma.c = 1.5		NORMAL	
ACERO ARMADURA ACTIVA :	Y 1860 C I1	fpk = 1664	N/mm ²	Gamma.s = 1.15			
ACERO REFUERZO SUPERIOR :	B400S	fyk = 400	N/mm ²	Gamma.s = 1.15		NORMAL	
ACERO REFUERZO SUPERIOR :	B500S	fyk = 500	N/mm ²	Gamma.s = 1.15		NORMAL	
5.- ARMADO, TENSIONES, PERDIDAS Y VALORES RESISTENTES DE LA VIGUETA T-12							
	ALTURA	TIPOS DE VIGUETA					
ARMADURA	V (mm)	1	2	3	4	5	6
INFERIOR	V1 22,50	2φ4	2φ5	2φ5	2φ5	3φ5	3φ5
	V2 38,50			1φ5	1φ5	1φ5	1φ5
	V3 54,50				1φ5		1φ5
SUPERIOR	V4 70,50					1φ5	1φ5
	V5 86,50	1φ4	1φ5	1φ5	1φ5	1φ5	1φ5
TENSION INICIAL (N/mm ²)							
Armadura inferior		1324	1324	1324	1324	1324	1324
Armadura superior		1324	1324	1324	1324	1324	1324
PÉRDIDAS FINALES (%)							
Armadura inferior		14.8	17.8	21.0	22.4	24.5	25.5
Armadura superior		14.0	16.4	18.5	21.8	23.2	26.0
MOMENTO FLECTOR (m-kN)							
SERVICIO : Sobre sopandas		1.3	1.6	1.7	2.1	2.0	1.5
SERVICIO : En vano		1.4	2.2	3.0	3.3	3.3	2.8
ÚLTIMO : Sobre sopandas		2.0	2.6	2.8	3.1	3.4	3.4
ÚLTIMO : En vano		3.3	4.3	4.8	4.7	5.0	4.6
ESFUERZO CORTANTE (kN)		5.4	6.6	7.6	8.3	9.2	9.5
RIGIDEZ EI (m ² MN)		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
MÓDULO RESISTENTE W1,S (cm ³)		233	237	239	239	244	244
FUERZA PRETENSADO Pi (kN)		47.01	72.17	94.59	116.9	138.9	160.5
EXCENTRICIDAD e,s (mm)		7.26	7.01	8.07	5.85	6.56	5.20
CLASE EXP. AMBIENTE. RECUBR.		Ila	Ila	Ila	Ila	Ila	Ila

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL FORJADO DE VIGUETAS PRETENSADAS MODELO T-18 PREFABRICATS LOMAR, S.L. Muntanyola, 2 08400 GRANOLLERS (Barcelona) TÉCNICO AUTOR DE LA MEMORIA: Jordi Amat Hoja nº 3 de 52		 Ministerio de Fomento Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo Autorización de Uso adaptada a R.D. 642/2002 : nº 6 7 8 5 - 0 4 3 0 MAR. 2004 Caduca a los cinco años Visado El Jefe de la Sección  Fdo.: Angel Paz Martin					
4.- MATERIALES Y CONTROL							CONTROL (1)
HORMIGÓN VIGUETA 1 a 6 :	HP-45/P/12/IIa	fck =	45,0	N/mm ²	Gamma.c =	1.50	
HORMIGÓN IN SITU :	HP-25/B/16/I	fck =	25,0	N/mm ²	Gamma.c =	1.50	
ACERO ARMADURA ACTIVA :	Y 1860 C I1	fpk =	1664	N/mm ²	Gamma.s =	1.15	
ACERO REFUERZO SUPERIOR :	B400S	fyk =	400	N/mm ²	Gamma.s =	1.15	
ACERO REFUERZO SUPERIOR :	B500S	fyk =	500	N/mm ²	Gamma.s =	1.15	
5.- ARMADO, TENSIONES, PERDIDAS Y VALORES RESISTENTES DE LA VIGUETA T-18							
	ALTURA	TIPOS DE VIGUETA					
ARMADURA	V (mm)	1	2	3	4	5	6
INFERIOR	V1 22.50	2φ4	2φ5	2φ5	3φ5	3φ5	3φ5
	V2 38.50			1φ5	1φ5	1φ5	1φ5
	V3 54.50					1φ5	1φ5
	V4 70.50						1φ5
SUPERIOR	V5 150.00	1φ4	1φ5	1φ5	1φ5	1φ5	1φ5
TENSION INICIAL (N/mm ²)							
Armadura inferior		1324	1324	1324	1324	1324	1324
Armadura superior		1324	1324	1324	1324	1324	1324
PÉRDIDAS FINALES (%)							
Armadura inferior		14.1	16.4	19.5	22.7	23.6	24.1
Armadura superior		12.9	14.2	14.5	13.8	14.3	15.3
MOMENTO FLECTOR (m-kN)							
SERVICIO : Sobre sopandas		2.7	3.3	3.1	2.7	2.9	3.4
SERVICIO : En vano		2.7	4.1	6.0	8.2	9.7	9.5
ÚLTIMO : Sobre sopandas		3.2	4.7	4.9	4.7	4.8	5.1
ÚLTIMO : En vano		5.9	8.3	10.4	12.3	12.7	12.4
ESFUERZO CORTANTE (kN)		5.3	6.6	7.7	8.8	9.6	10.0
RIGIDEZ EI (m ² MN)		1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
MÓDULO RESISTENTE W1,S (cm ³)		502	514	522	535	538	539
FUERZA PRETENSADO Pi (kN)		47.31	72.89	95.62	117.6	139.8	162.0
EXCENTRICIDAD e,s (mm)		14.22	13.77	19.49	25.48	24.72	22.15
CLASE EXP. AMBIENTE. RECUBR.		Ila	Ila	Ila	Ila	Ila	Ila