

# **BLOQUE TEMÁTICO 3**

## **UNIDAD TEMÁTICA 11**

### **LECCION 42**

### **FORJADOS**

## **INDICE**

### **1. INTRODUCCIÓN Y DEFINICIÓN.**

### **2. TIPOLOGÍAS.**

#### **○ METÁLICOS**

##### 2.1 Forjado de vigueta metálica.

###### 2.1.1 Apoyo en vigas.

###### 2.1.2 Vigas armadas

###### 2.1.3 Voladizos.

#### **○ MIXTOS**

##### 2.2 Forjados de hormigón armado sobre viga metálica.

##### 2.3 Forjados de chapa colaborante.

### **3. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y DETALLES CONSTRUCTIVOS.**

### **4. PROGRAMACIÓN, PREPARACIÓN Y MONTAJE.**

## **1. INTRODUCCIÓN Y DEFINICIÓN.**

A pesar del elevado consumo de acero que representan, los forjados de vigas de acero todavía se emplean, tanto en las construcciones industriales como en los edificios de vivienda. Son apropiados, sobre todo, para **grandes superficies continuas** destinadas a una finalidad homogénea, en las que todas las vigas pueden situarse a grandes distancias, o cuando menos no variar en cada una de las crujeías. En la construcción industrial, los forjados de vigas metálicas son convenientes en aquellos lugares en los que los procesos de fabricación requieran con frecuencia modificaciones constructivas o estructurales.

Entonces es posible conectar a las vigas, sin dificultad alguna, toda clase de cargas, conducciones, transmisiones, etc. y en caso necesario pueden posteriormente reforzarse o sustituirse. **Las vigas continuas que abarcan varios tramos pueden, sin limitación, utilizarse en todo su efecto de continuidad.** Mediante vigas cortas se pueden formar vigas continuas haciendo empalmes a tope con eficacia. Los forjados de vigas metálicas son utilizables en los casos de elevadas cargas útiles y también en el caso de cargas rodantes. Los inconvenientes de los forjados de vigas de acero son principalmente el elevado consumo de acero y el peligro de la corrosión.

Gran parte de las necesidades de construcción de viviendas y de edificios de oficinas, almacenes, etc. es cubierta por las estructuras metálicas, por las ventajas que presentan especialmente en su puesta en obra, ya que las técnicas empleadas son más económicas al requerir menor cantidad de mano de obra.

Las estructuras de edificios de vivienda tienen como característica principal que las luces de sus elementos horizontales son de valores pequeños (5 o 6 m.). En cambio, en edificios destinados a oficinas, locales públicos, hoteles, almacenes, comercios, etc., suelen ser normales las luces que superen los 10 metros, comenzando a ser competitivo el acero frente al hormigón armado. Sin embargo, en lo que respecta a su altura, las estructuras metálicas están presentes en los edificios más elevados que existen.

En estructuras de edificación, estos elementos forman parte de “entramados” estructurales más complejos como los forjados o entramados horizontales (formados por vigas y viguetas) que reciben las cargas y las transmiten a los entramados verticales formados por vigas y soportes (no siempre pilares, ya que el apoyo puede estar constituido por muros), que a su vez las transmiten a los cimientos.

## **2. TIPOLOGÍAS.**

## **FORJADOS METÁLICOS**

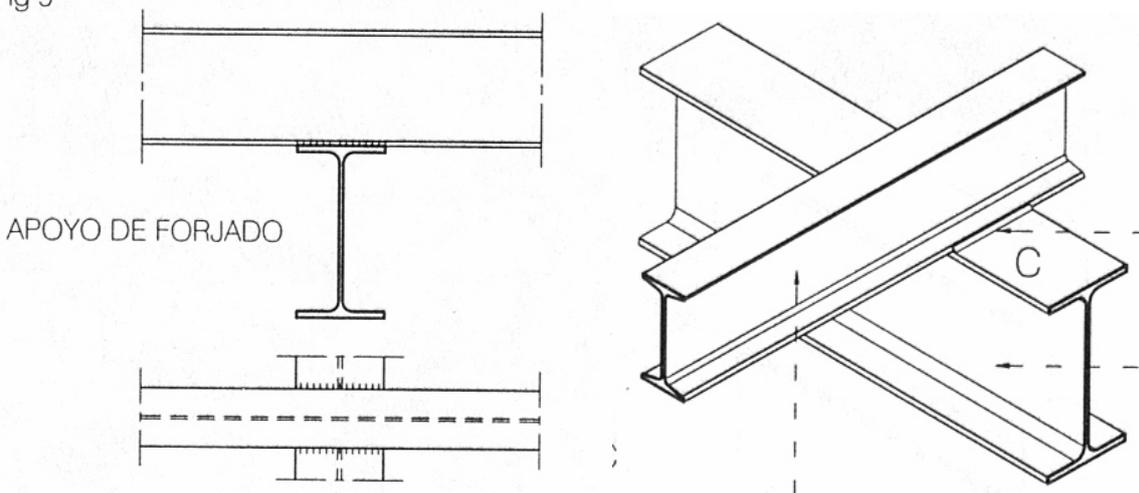
### **2.1. Forjado de vigueta metálica.**

Se trata de sustituir las viguetas de hormigón prefabricado o realizado “in situ”, por perfiles laminados de acero. Ya que es un forjado de viguetas, trabaja de forma unidireccional, análogamente que las compuestas de hormigón.

#### **2.1.1 Apoyo en vigas.**

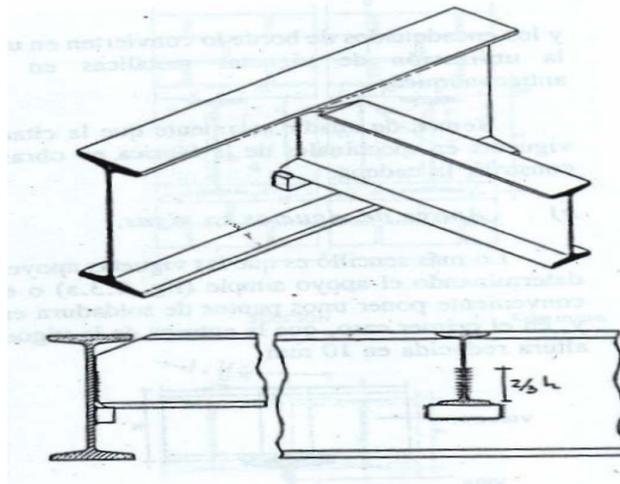
Lo más sencillo es que las viguetas apoyen directamente encima de las vigas determinando el apoyo simple o el apoyo continuo. Es conveniente poner unos puntos de soldadura en el apoyo para acodalar las vigas y, en el primer caso, que la entrega de las viguetas no sea inferior a la mitad de su altura reducida en 10 mm.

Fig 9



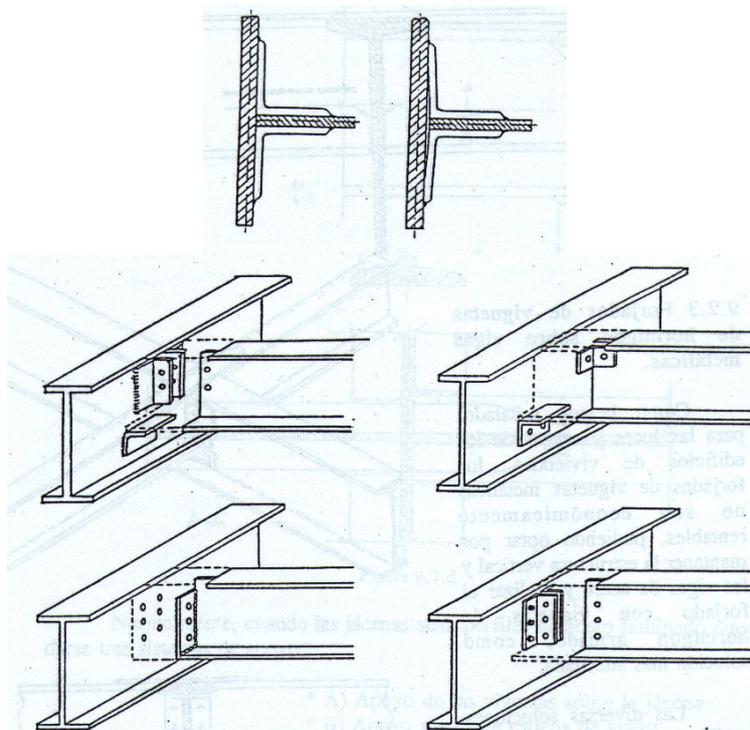
Como se aprecia en la ilustración el mayor inconveniente de apoyar las viguetas en la viga directamente es la posible discontinuidad entre los diferentes vanos de la edificación.

Estas soluciones son válidas para forjados de naves industriales o edificios que puedan disponer de falsos techos donde ocultar el descuelgue de las vigas, pero requieren demasiado canto en el caso de entramados horizontales de vivienda. Para disminuir el descuelgue y al mismo tiempo arriostrar las vigas, la disposición que se emplea es sustentar las vigas de las carreras lateralmente, constituyendo un “embrochalado”.



Es conveniente realizar una muesca en el ala superior de la vigüeta para que ésta quede enrasada, en su parte superior con la viga, si no se hace el ala superior de la vigüeta deberá entrar por debajo del ala superior de la jácena, y como las alas quedan embebidas en la cara de compresión, se aumenta innecesariamente el espesor.

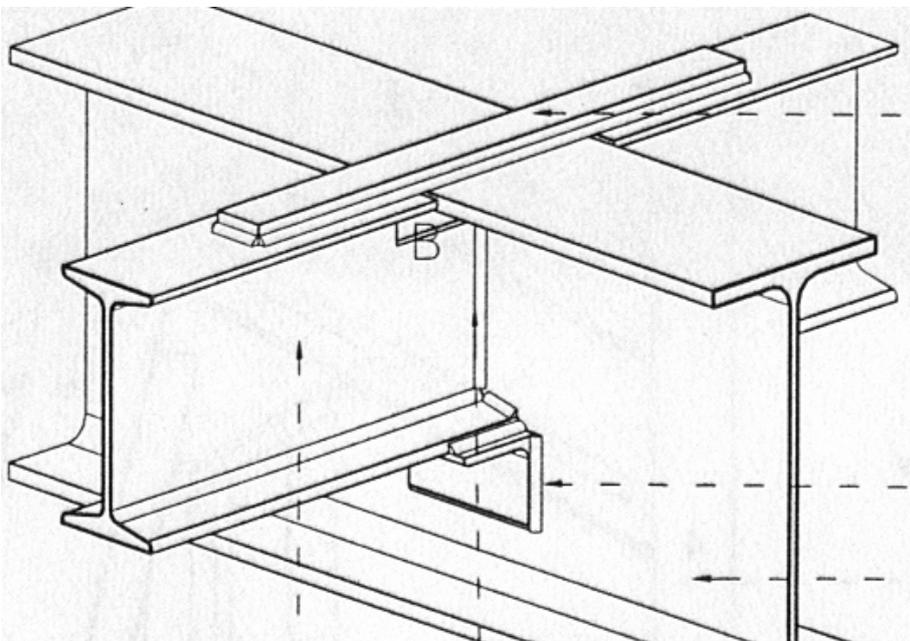
Para facilitar la puesta en obra de las vigüetas, las uniones soldadas, la jácena trae dispuesta de taller un cuadradillo o un angular que facilite el apoyo. Si la unión es soldada, el cordón ira en la parte inferior del alma de la vigüeta y su longitud será menor de los  $2/3$  de ella, con el fin de conseguir la unión articulada. Como este cordón de soldadura es el que resiste al cortante, en caso de precisar mas longitud puede recurrirse al empleo de angulares. Los angulares deberán venir soldados de taller pero solo con cordones verticales, nunca en la parte superior, ya que, la flexibilidad de la unión está confiada a la deformabilidad de éstos. **Muy adecuadas para conseguir uniones articuladas y semirígidas son también enlaces atornillados.**



El enlace entre vigüeta y viga puede realizarse con unión rígida, consiguiendo disminuir el canto de la primera, al reducir los momentos flectores positivos. No obstante en estructuras metálicas, debido a la elasticidad del acero, suele ser la flecha mínima la que decida el perfil a elegir; por otro lado en los apoyos extremos (sin

continuidad), un empotramiento produciría momentos torsores en la viga jácena. Aunque también es cierto que al realizarse un apoyo embrochalado dando continuidad a las viguetas, tiene la ventaja de que no se producen grietas en el forjado en las secciones correspondientes a los planos verticales de apoyo sobre las carreras.

**Para conseguir esta continuidad deben colocarse platabandas** que unan las alas superiores, con el fin de que resistan las tracciones, y materializar la unión de las almas inferiores teniendo presente las compresiones que se producen en la transmisión de esfuerzos. Así, por ejemplo, si la unión es atornillada hay que disponer “tacos de compresión” y si el canto de las jácenas es grande en relación con el de las viguetas que acometen en ella o estas son de distinto canto, debe facilitarse ala transmisión de las compresiones producidas en el alma de la viga, desde la vigueta de mayor canto a la menor.

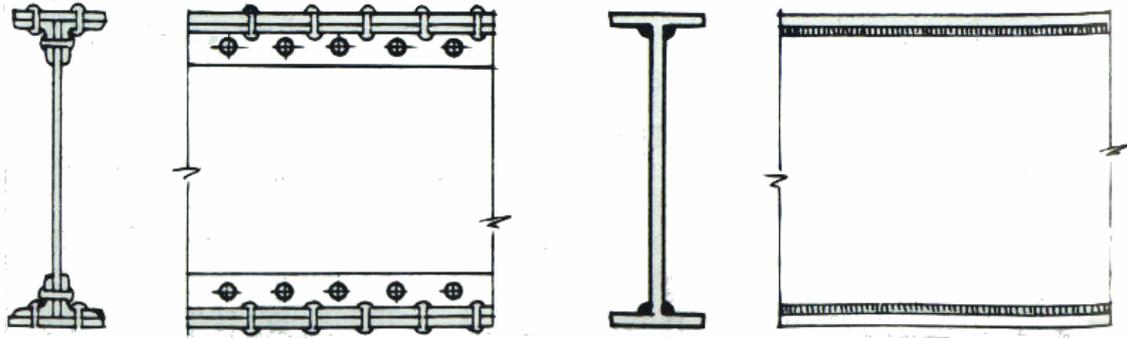


### **Disposición de platabanda superior para garantizar la continuidad entre los vanos.**

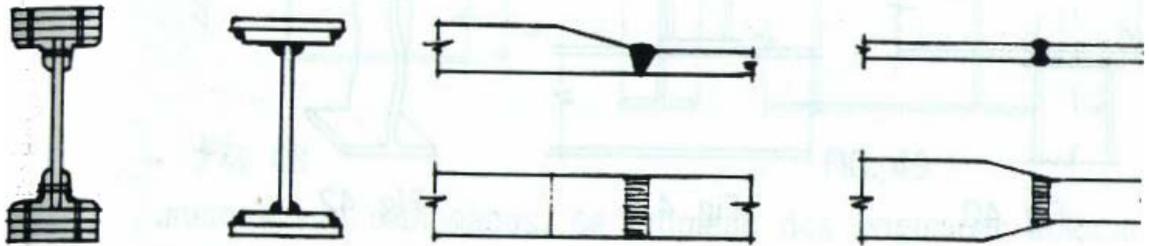
En este detalle se puede apreciar la platabanda superior soldada a la viga y a la vigueta por sus correspondientes alas. Además se dispone un apoyo en la parte inferior de la vigueta que facilita la puesta en obra.

### 2.1.2 Vigas armadas.

Fundamentalmente están compuestas por un palastro de alma y dos palastros de ala, unido por angulares en caso de elementos de vástago, o soldadas directamente.

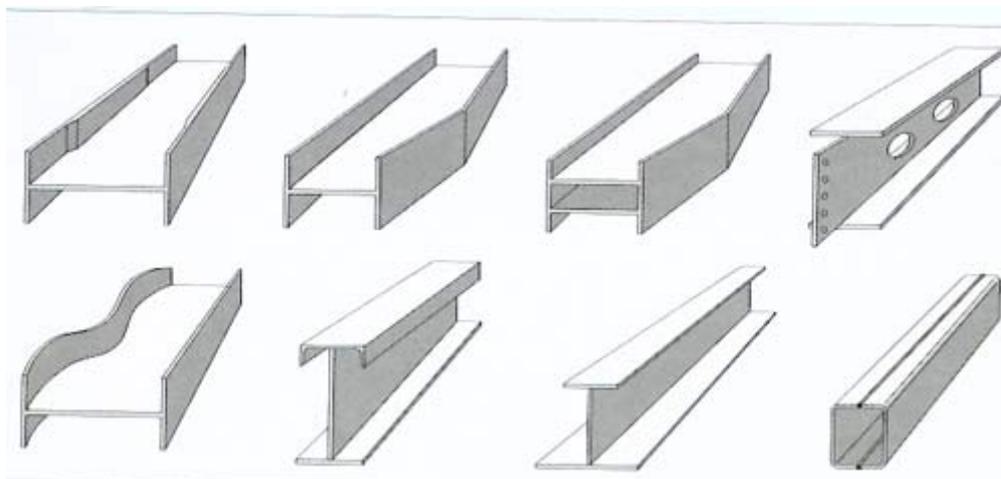


En las roblonadas o atornilladas puede ampliarse la cabeza poniendo hasta cuatro platabandas como máximo mientras que en las soldadas se abandona el sistema de platabandas y se sustituye por el de escalonamiento de espesores conservando el ancho de la platabanda, o bien, conservando el espesor, aumentar dicho ancho en las secciones en que el módulo resistente de la sección ( $W_x$ ), tiene que ser mayor por serlo el momento flector.



Para vigas armadas que trabajan a torsión o cuando la altura de que disponemos es limitada se utilizan las vigas-cajón.

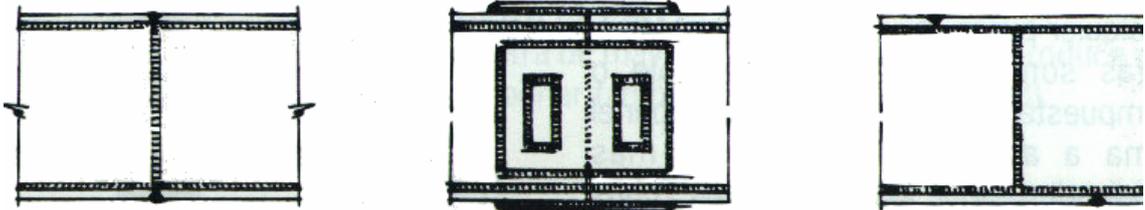
Aquí unos ejemplos de vigas armadas en axonometría:



### Empalmes de vigas armadas.

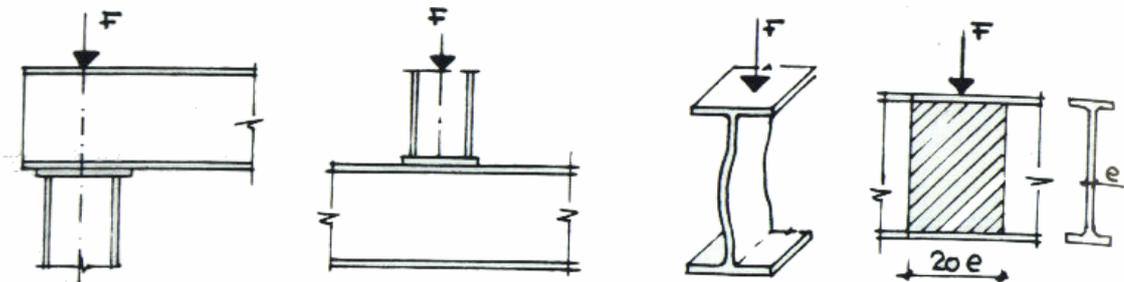
Como en cualquier clase de viga, el empalme debe realizarse en las secciones en que el momento flector sea pequeño.

En las uniones soldadas los empalmes se producían desde por soldadura a tope para momentos pequeños, hasta cubrejuntas con ranura para momentos de mucha importancia. Actualmente se tiende a no usar cubrejuntas sobretodo en estructuras con cargas dinámicas disponiéndose las soldaduras alternas.

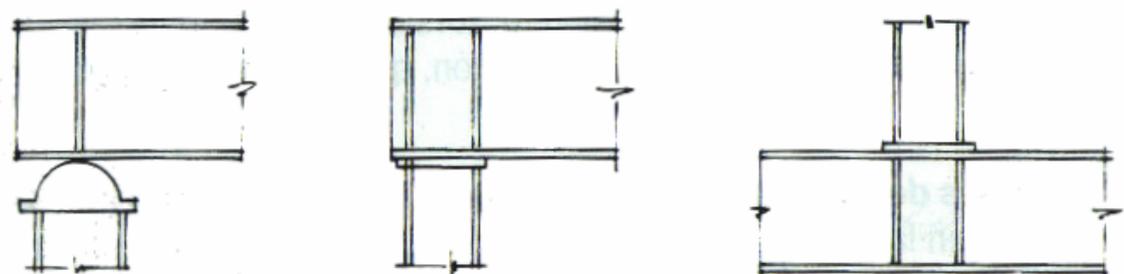


### Organización de vigas armadas de gran canto.

En los apoyos de cualquier viga en los muros o pilares, se produce una concentración de cargas y lo mismo ocurre cuando sobre la viga actúa una carga aislada. En las secciones que soportan estas compresiones existe el peligro de que el alma pandee lateralmente, aceptándose que la longitud de alma que resiste la carga concentrada es igual a veinte veces su espesor.



Para evitar el pandeo del alma se disponen montantes de refuerzo de la misma rigidizadores. Cuando el apoyo es puntual se dispone un solo rigidizador; si el apoyo es a través de placa, se dispone dos o más rigidizadores.

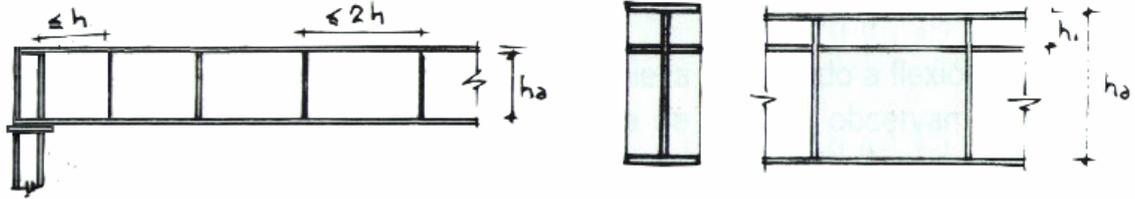


Así como los perfiles laminados, el empleo de rigidizadores sólo es necesario en casos muy desfavorables, en las vigas armadas es muy frecuente debido a la desproporción entre la altura del alma y el espesor del palastro que la forma.

También debemos tener en cuenta, el posible abollamiento o abolladura del alma producida por las tensiones de compresión existentes en cualquier punto de la viga.

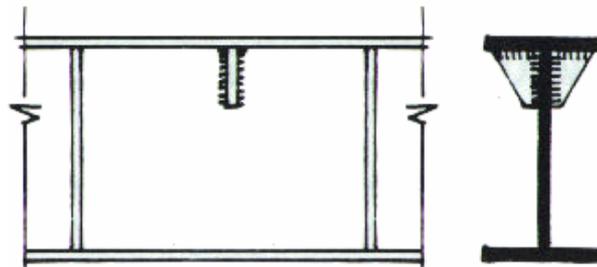
Cuando no fueran suficientes los rigidizadores transversales se dispondrán, además rigidizadores longitudinales en la zona comprimida.

Si las uniones son roblonadas, se emplean dos angulares colocados simétricamente cuando el rigidizador es intermedio y cuatro en los rigidizadores de los apoyos. En las uniones soldadas, los rigidizadores son simples hierros planos.

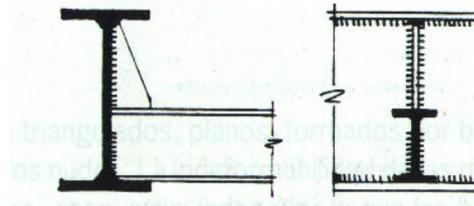


En las uniones soldadas, los rigidizadores irán soldados en el alma y en las alas, no debiendo hacerlo en estas cuando trabajan a tracción, pues la deformación angular de la soldadura crearía una tracción suplementaria.

Contra el pandeo del ala comprimida entre dos rigidizadores sucesivos, se disponen pequeños refuerzos de forma triangular.

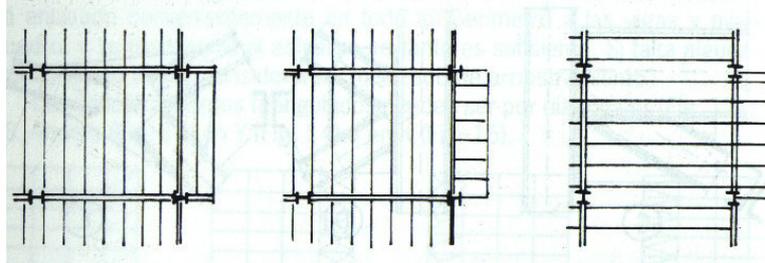


En los apoyos de una viga en otra de mayor altura, si el apoyo se produce por la parte inferior del alma, se deben poner también rigidizadores.

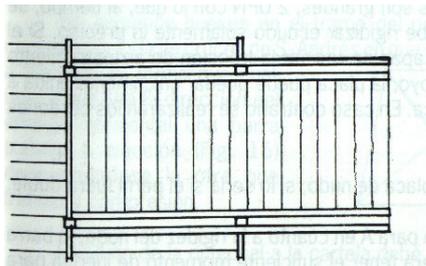


### **2.1.3 Voladizos. Disposición y ejecución.**

Si el voladizo es de pequeña luz, se pueden prolongar las vigas soldándolas a los pilares; soldar trozos de vigueta a pilares y vigas de borde o prolongar las viguetas de piso para que trabajen como continuas si los entramados son paralelos a la fachada.



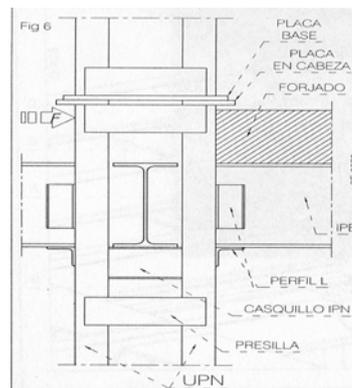
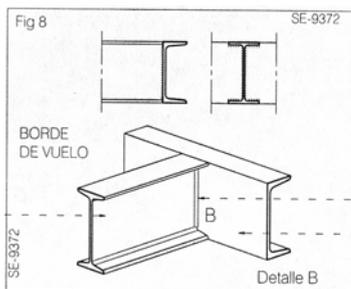
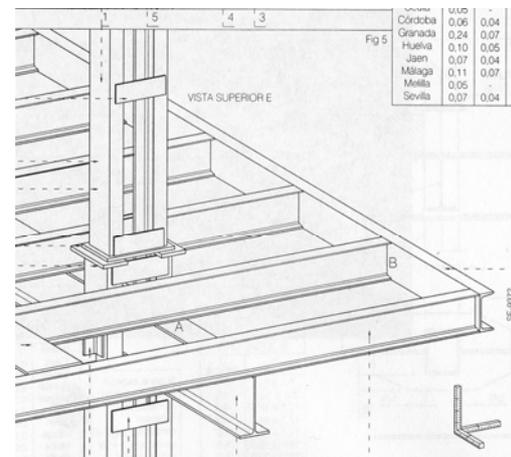
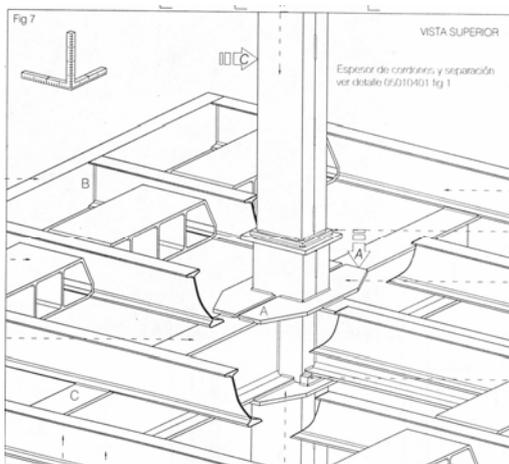
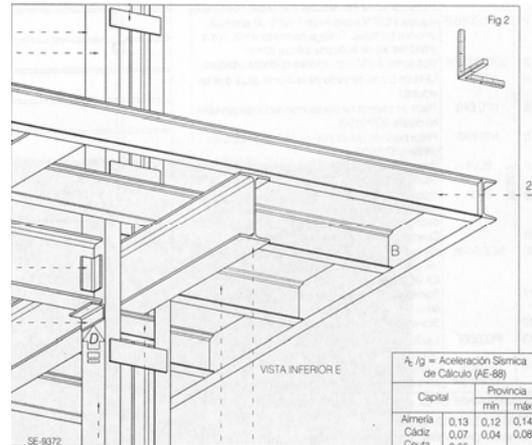
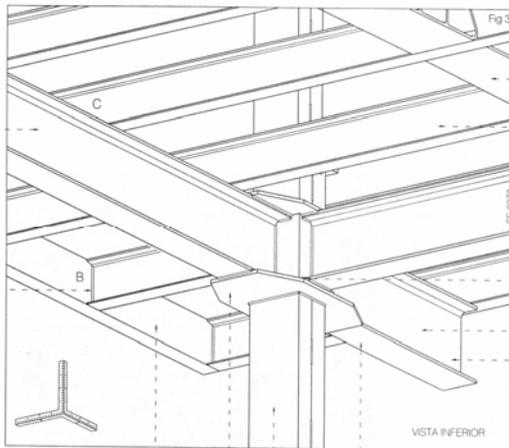
En caso de voladizos mayores y de gran peso en los extremos (por ejemplo cargando en ellos el cerramiento de fachada) producen grandes momentos de vuelco que interesamos compensar anclando las vigas de una longitud suficiente dentro del edificio. Para ello si no podemos hacer la viga pasante por dentro del pilar debemos disponer viga doble abrazando el soporte.



Se dispone ahora una situación de un forjado de vigueta metálica en esquina. Se adjunta esquema de planta y detalle constructivo.

### **PLANTA DEL VUELO EN ESQUINA**





## **FORJADOS MIXTOS**

Son aquellos compuestos por vigas metálicas y, el resto, por cualquiera de la tipología vista de hormigón armado. Es decir:

- Forjados de viguetas de hormigón sobre viga metálica.
- Forjados reticulares sobre viga metálica.
- Forjados de placas alveolares sobre viga metálica.
- Forjados de losa sobre viga metálica.
- Forjado de chapa colaborante.

### **2.2.- Forjados de vigueta de hormigón sobre viga metálica.**

Para luces y cargas de los edificios de vivienda los forjados de viga metálica no son económicamente rentables, pudiendo optar por mantener la estructura vertical y la viga de acero y realizar el forjado con viguetas de hormigón armado, como solución mas adecuada.

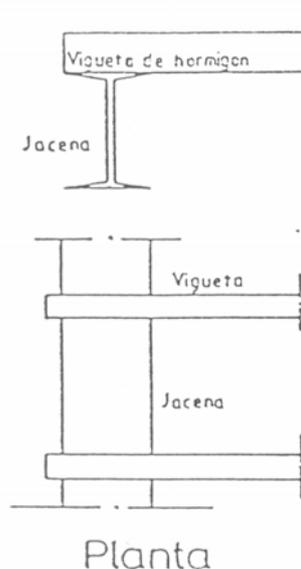
Las diversas soluciones posibles pasan por el empleo de nervios realizados “in situ” hasta los distintos tipos de viguetas y semiviguetas prefabricadas, y elementos de relleno bien de hormigón aligerado o de cerámica. Además, puede optarse por apoyar los forjados sobre las vigas metálicas o enrasarlos con ellas.

Normalmente, cuando las jácenas sean perfiles de acero laminado pueden darse tres sistemas de apoyo:

- a) Apoyo de las viguetas sobre la jácena.
- b) Apoyo mediante cadena de atado
- c) Apoyo embebido.

#### **A) Apoyo de las viguetas sobre la jácena**

Tanto si se emplean viguetas autoresistentes como si son semirresistentes, la distancia  $l_2$  desde el borde interior del ala de la jácena hasta el extremo de la vigueta no debe ser inferior a 10 cm.

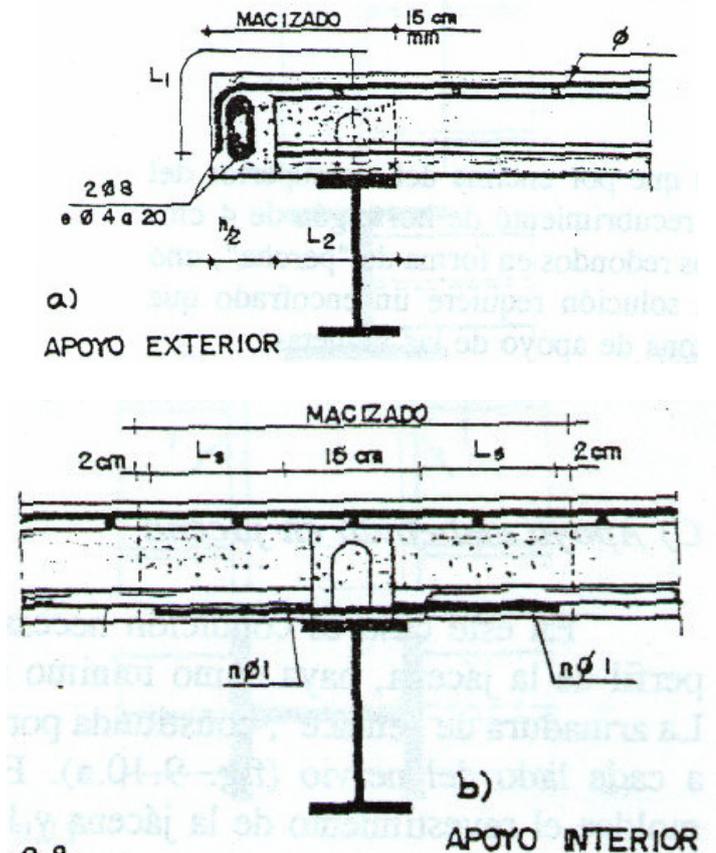


Como el forjado queda libre en el extremo, es necesario cerrar con un nervio de borde de anchura no menor a 5 cm o la mitad del canto de forjado, lo cual se precisará de la realización de un encofrado.

Aunque la solución planteada materializa en realidad un apoyo, con el objeto de evitar las fisuras que se producirían en la parte superior de la losa, es conveniente

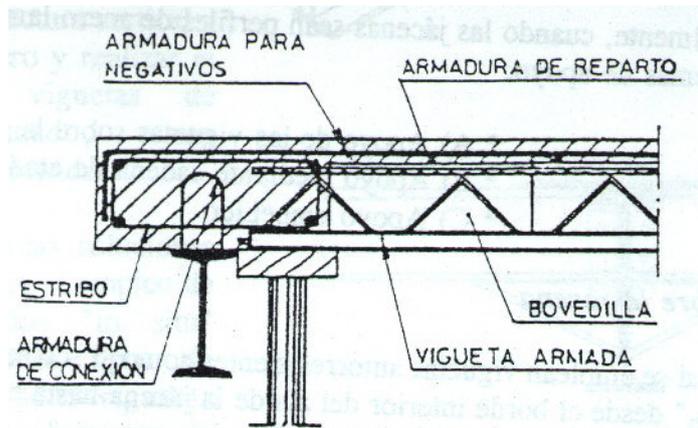
colocar una armadura superior, de una cuantía suficiente, para absorber un momento igual al cuarto del momento positivo del vano.

En los casos de apoyo interior o central, si el ala del perfil de la jácena lo permite, es conveniente realizar el forjado con continuidad, para cumplir las condiciones exigidas a los forjados. No obstante la solución de apoyar las viguetas sobre el ala puede precisar de un control métrico estricto, por lo que, en ocasiones será prácticamente un “apoyo indirecto”, precisando de armadura de enlace ( $n \varnothing 1$ )



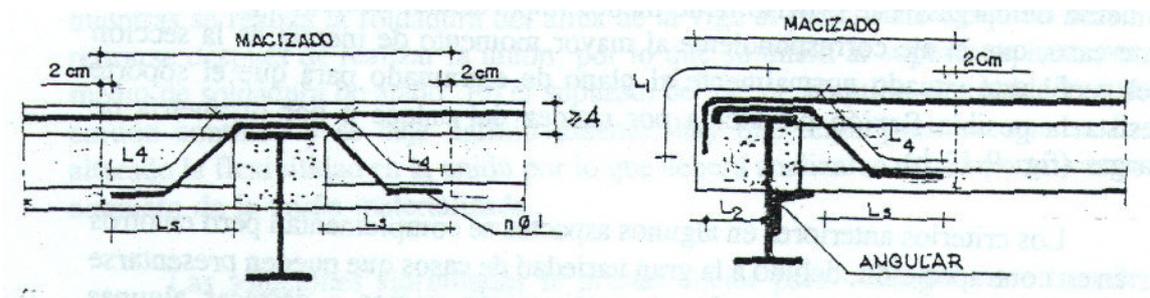
### B) Apoyo mediante cadena de atado

En realidad esta solución consiste en la creación de una jácena mixta, funcionando la cadena como cabeza de compresión y el perfil como elemento resistente a tracción, para lo cual es preciso introducir el ala del perfil dentro del encadenado o utilizar armaduras de conexión. Esta solución resulta conveniente cuando el ala de la jácena es de pequeñas dimensiones, aunque presente desventajas, desde el punto de vista de su ejecución, ya que precisa de encofrado y apeo para formar el encadenado.

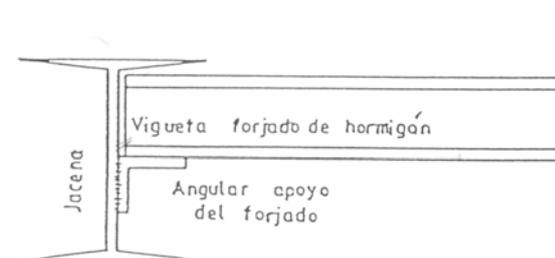
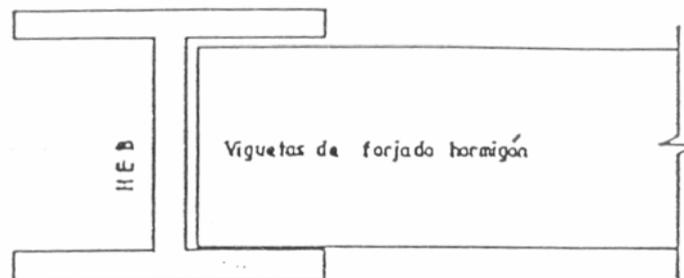


**C) Apoyo embebido en jácena.**

En este caso es condición necesaria que por encima del ala superior del perfil de la jácena, haya como mínimo un recubrimiento de hormigón de 4 cm. La armadura de “enlace”, constituida por dos redondos en forma de “percha” uno a cada lado del nervio. Esta solución requiere un encofrado que moldee el revestimiento de la jácena y la zona de apoyo de las viguetas.



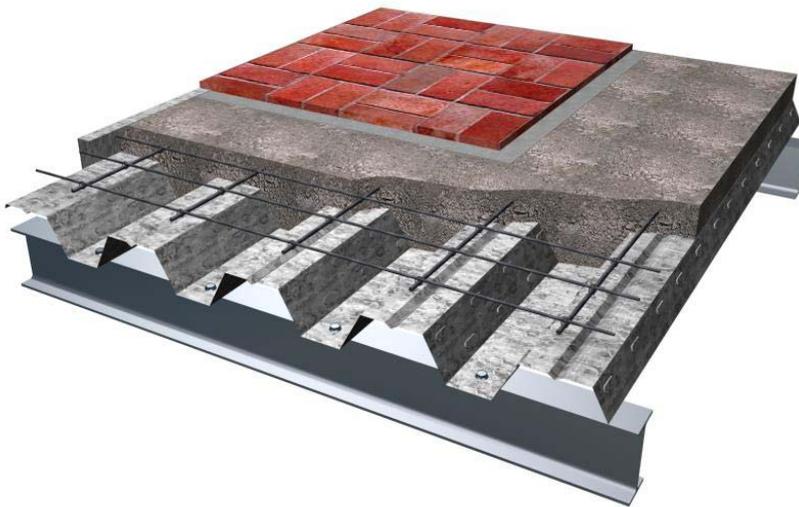
Si la jácena esta formada por un perfil HEB, dicha unión podría efectuarse embutiendo las viguetas del forjado lateralmente dentro de la jácena. También podríamos apoyar las viguetas del forjado lateralmente a cualquier jácena colocándole un angular de apoyo suficientemente ancho que nos garantiza un buen apoyo.



### 2.3 Forjados de chapa colaborante.

De entre todos los forjados de estructura metálica, en cuanto a lo que se refiere a **rendimiento, rapidez de ejecución y sencillez**, podemos destacar a los de chapa colaborante. Estos tienen un diseño en buena armonía con la lógica estructural, ya que constan de una chapa de acero grecada con una capa de hormigón que podría incluso no llevar armadura adicional. Con un mismo espesor de chapa se consigue aumentar mucho su inercia al ondularla, al tiempo que se aumenta su superficie de unión con el hormigón.

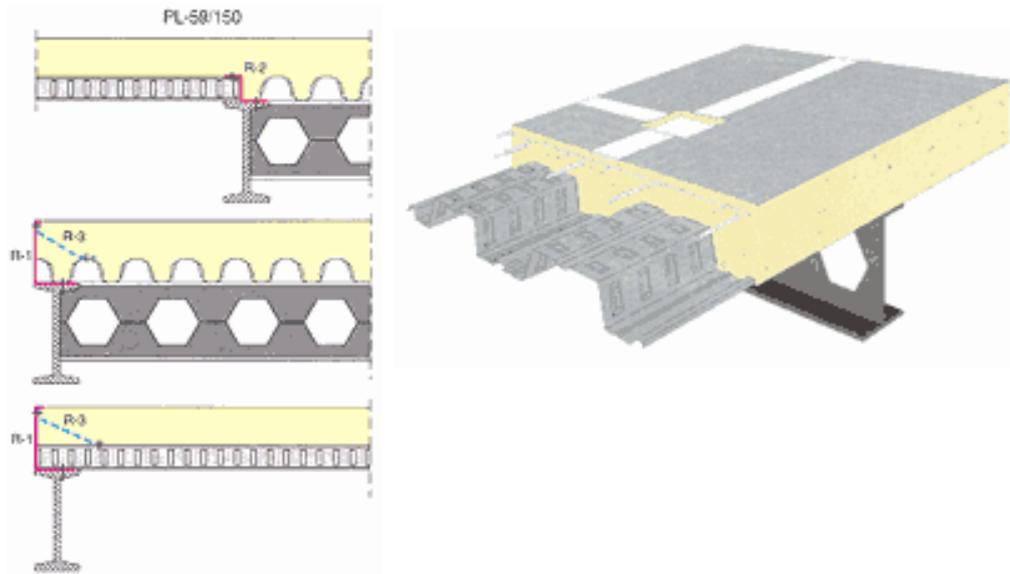
La lógica estructural reside en utilizar en la cara inferior del forjado la chapa de acero, que soporta excepcionalmente las tracciones (hace de armadura de tracción de un forjado tradicional de hormigón) y en la cara superior comprimida hormigón, de todos conocida su bondad ante las compresiones.



En contra de lo que pudiese parecer, un forjado de chapa colaborante no actúa como un elemento estructural superficial, sino que se comporta como un **forjado unidireccional**. La dirección del forjado, “dirección de las viguetas”, coincide con la dirección de las ondulaciones, que actúan como nervios. Por ello es habitual agregar alguna armadura de negativos a lo largo de estos nervios, incluso mallazo de reparto como en cualquier forjado convencional. En la figura se muestra una sección de chapa colaborante, que puede ser más redondeada o más angulosa, existen diversidad de formas en el mercado.

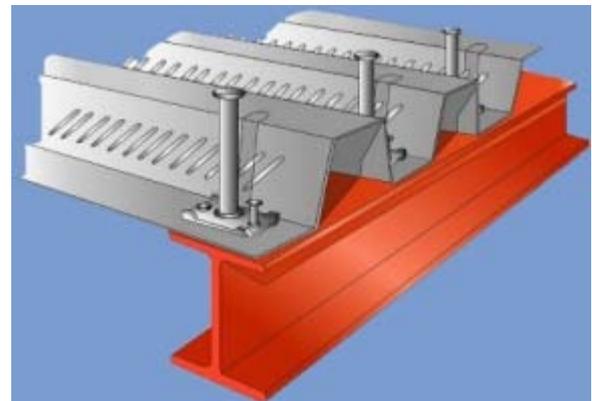
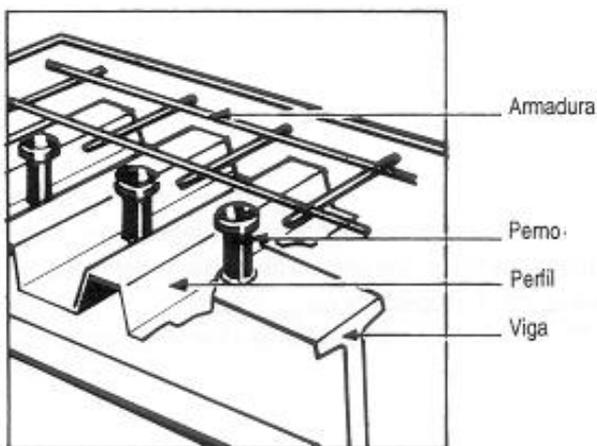
Es muy importante que la chapa apoye adecuadamente sobre la viga. Puesto que **las ondulaciones son las hipotéticas viguetas, la dirección del forjado entonces será la misma de éstas**, el apoyo se realizará convenientemente. Por ejemplo en la figura anterior, la dirección de la viga sobre la que apoya este forjado será perpendicular a las ondulaciones, es decir, la dirección horizontal del plano del papel.

Un apoyo en la dirección errónea, equivaldría a apoyar una vigueta sobre el aire, es decir, ruina segura. En las siguientes figuras se muestran posibles apoyos.



Con este tipo de apoyo, se pueden salvar luces de forjado de unos 6-7 m con espesores de forjado relativamente pequeños, del orden de 15-20 cm.

Algunas chapas llevan adicionados en su cara interior unos pernos o ganchos para anclarse y mejorar la adherencia con el hormigón. Estos también pueden vincularse desde la viga.



Las chapas se fabrican en un determinado formato, pues bien, las uniones de chapa conviene solaparlas para asegurarlas. También pueden además del solape, soldarse, para dar continuidad al forjado, al hacer la chapa continua, ya que el hormigón lo es por naturaleza.

En un gran porcentaje de casos prácticos es suficiente un único mallazo realizando la doble función de armadura de retracción y de absorción de esfuerzos derivados de los momentos negativos sobre los apoyos como armado del forjado.

En determinadas situaciones, pueden ser precisas armaduras adicionales con otras funciones específicas.

Las diferentes secciones de armaduras descritas en los párrafos siguientes se calculan bajo simple petición del cliente.

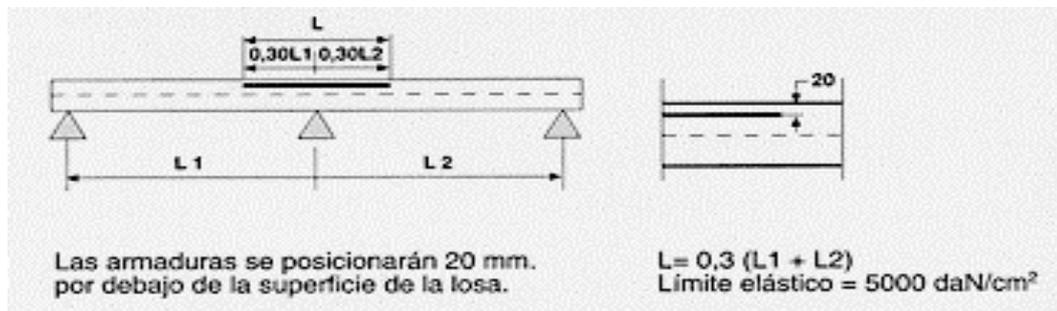
### Mallazo antifisuración

En una losa colaborante, como en cualquier losa de hormigón, se debe prever un mallazo soldado que soporte los esfuerzos debidos a la retracción provocada por el secado del hormigón.



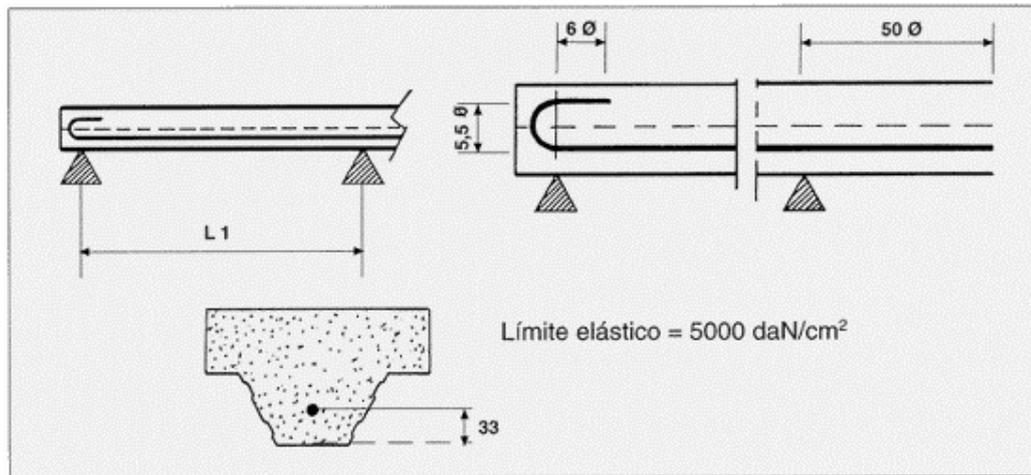
### Armaduras sobre apoyos intermedios

Sobre los apoyos intermedios, igualmente que para cualquier losa de hormigón armado tradicional, son necesarias unas armaduras para los momentos negativos. Estas armaduras deben cubrir como mínimo una zona igual a 0,3 veces la luz a ambos lados del eje de apoyo.



### Armaduras de flexión

Si el esfuerzo rasante solicitante es superior al admisible, se pueden añadir armaduras complementarias a nivel inferior. Este refuerzo puede ser necesario solamente en los vanos extremos.

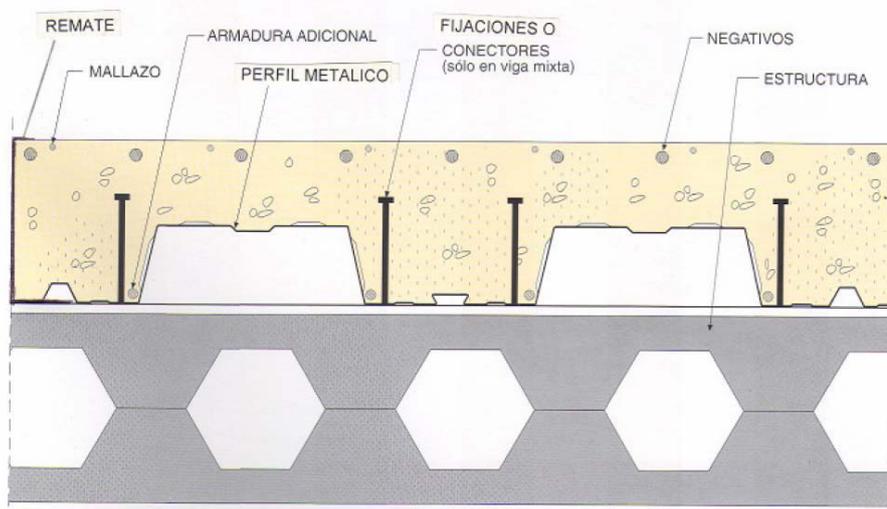


### Armaduras de resistencia al fuego

Para mejorar el comportamiento al fuego del forjado colaborante se pueden dimensionar armaduras complementarias que realizarán, además, funciones de armaduras de flexión en la fase de servicio normal.

### Armaduras de continuidad sobre vigas principales

Cuando, en estructuras con viguetas embrochadas a las vigas principales, sí se tiene en cuenta la continuidad, y/o cuando esté previsto un revestimiento de suelo frágil, son necesarias unas armaduras complementarias sobre las vigas principales, ya que se originan unos momentos negativos que pueden ser muy superiores a los considerados para el forjado colaborante.

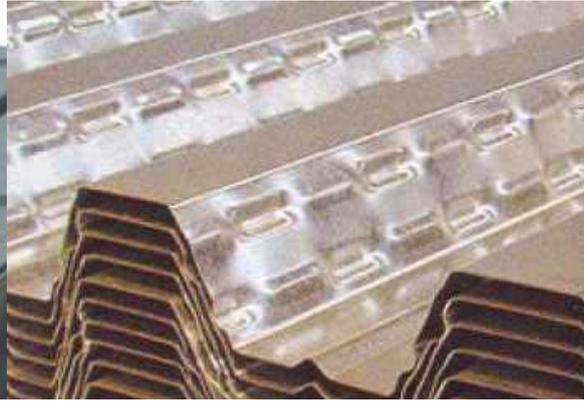


### Resaltes

Las embuticiones o resaltes son el elemento de anclaje, adherencia y colaboración con la losa de hormigón. La cantidad y diseño de los resaltes ha de asegurar una adherencia superior al esfuerzo rasante y cortante vertical. Tipos:



Resalte inclinado



Resalte horizontal

### Fijaciones

La chapa debe fijarse a las vigas para evitar el desplazamiento. Para ello se disponen las llamadas fijaciones que son generalmente dos tipos:



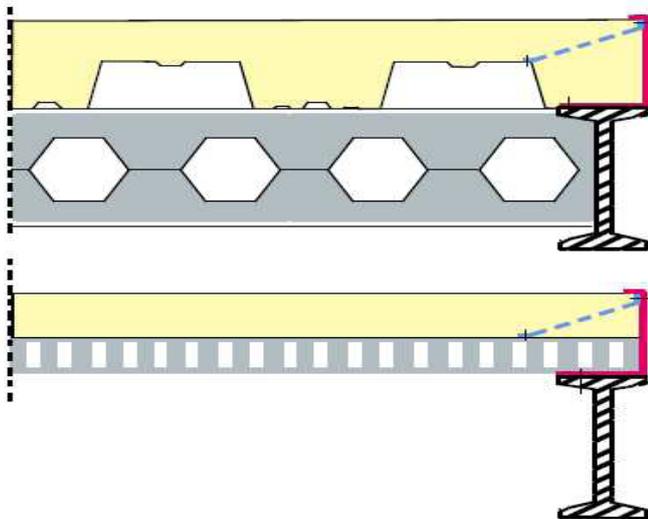
Clavos



Conectores

### Remates

Por último, se disponen remates perimetrales para la contención del hormigón en su fase húmeda, es decir, se convierte en un encofrado.



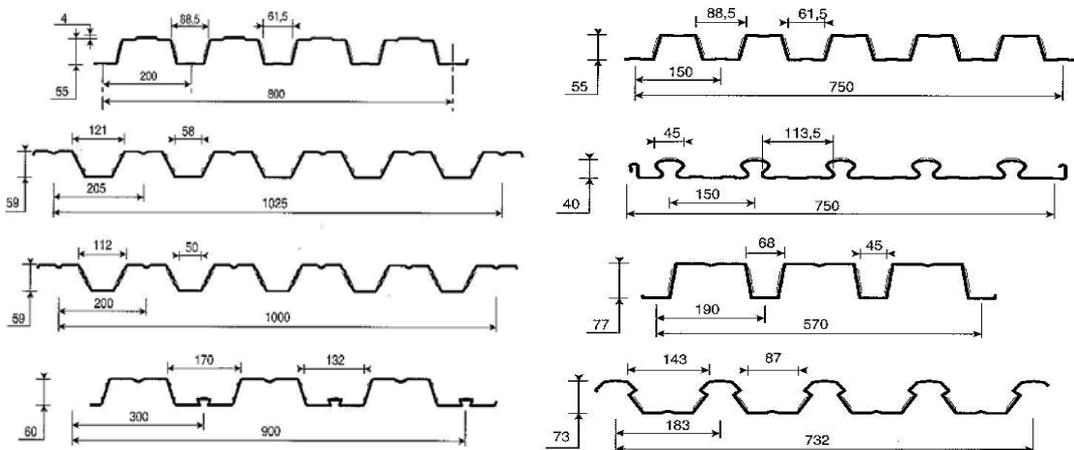


### Huecos

Para la disposición de pasos en el forjado.



### Tipologías de perfiles más utilizadas



### **Ventajas e inconvenientes:**

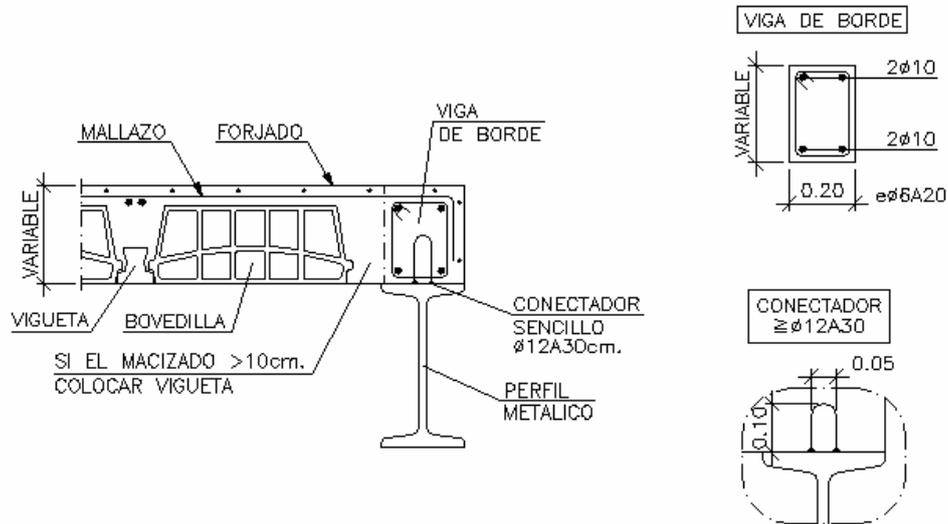
Como ventajas de este tipo de forjados, podemos, en general, señalar:

- Ahorro de armaduras, ya que la chapa soporte de acero constituye directamente la armadura de tracción.
- Eliminación de andamiajes y encofrados, constituyendo la propia chapa una plataforma segura de trabajo.
- Economía de mano de obra por la rapidez de montaje y la simplicidad de aplicación.
- Apreciable reducción del espesor de losa, con la correspondiente ventaja económica y de peso, que incide en la estructura soporte y cimentaciones.
- En caso de aplicación en un espacio sanitario, éste debe ser ventilado, controlado y mantenido adecuadamente.

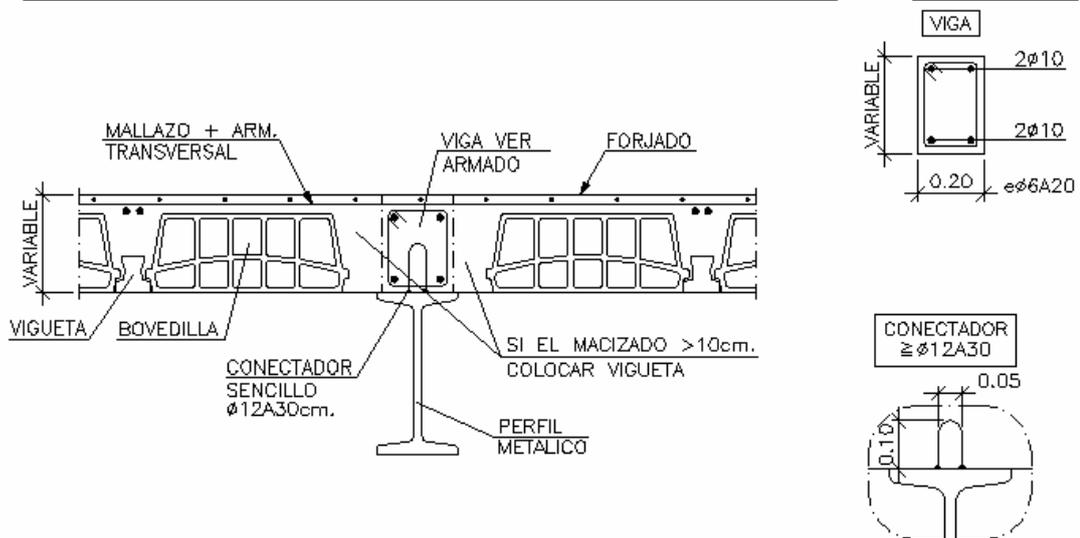
El principal inconveniente de los forjados de chapa colaborante es precisamente su escaso espesor. Esto hace que tengan un mal comportamiento como aislante acústico, siendo esto un grave problema en viviendas y locales que requieran cierto aislamiento acústico, no siendo inconveniente en edificios destinados a actividades ruidosas que no requieran aislamiento acústico.

### 3. CONSTRUCCIÓN. DETALLES.

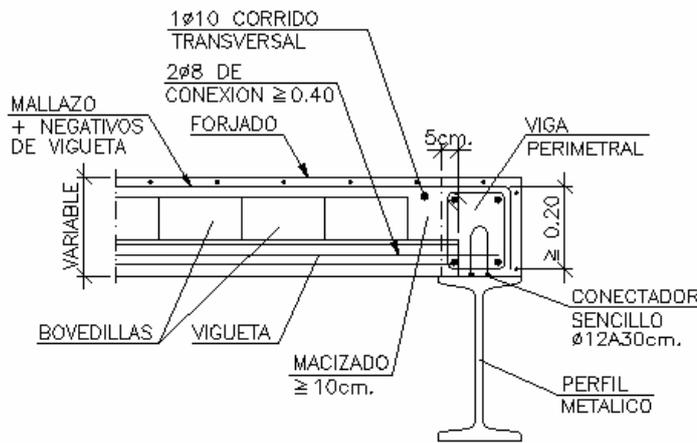
#### Remate en Extremo de Vano Sobre Viga Metalica Forjado Unidireccional. Viguetas Paralelas



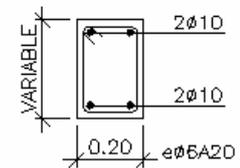
#### Remate Entre Vanos Sobre Viga Metalica Forjado Unidireccional. Viguetas Paralelas



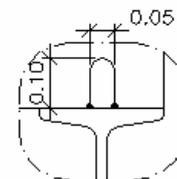
Apoyo en Extremo de Vano Sobre Viga Metalica  
Forjado Unidireccional. Viguetas Pretensadas



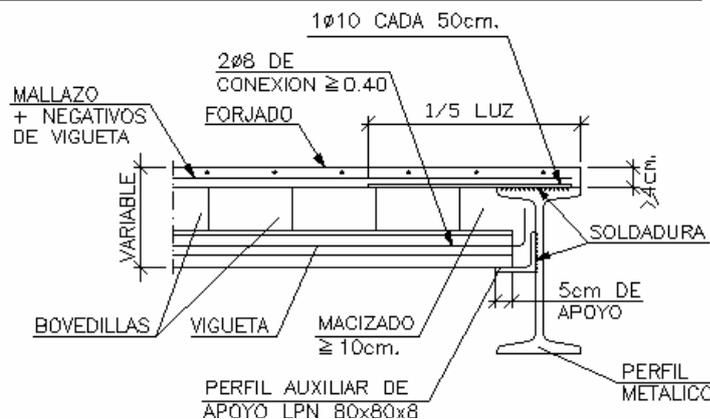
VIGA PERIMETRAL



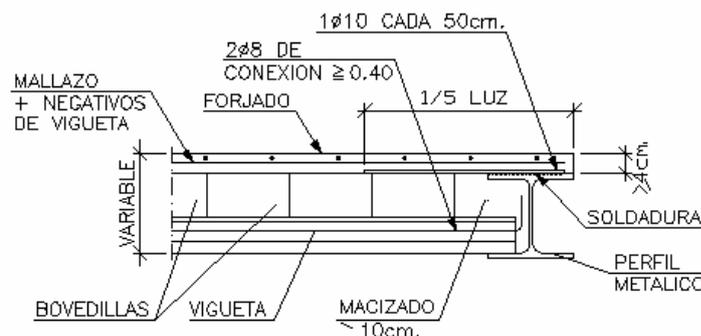
CONECTADOR  
≥ Ø12A30



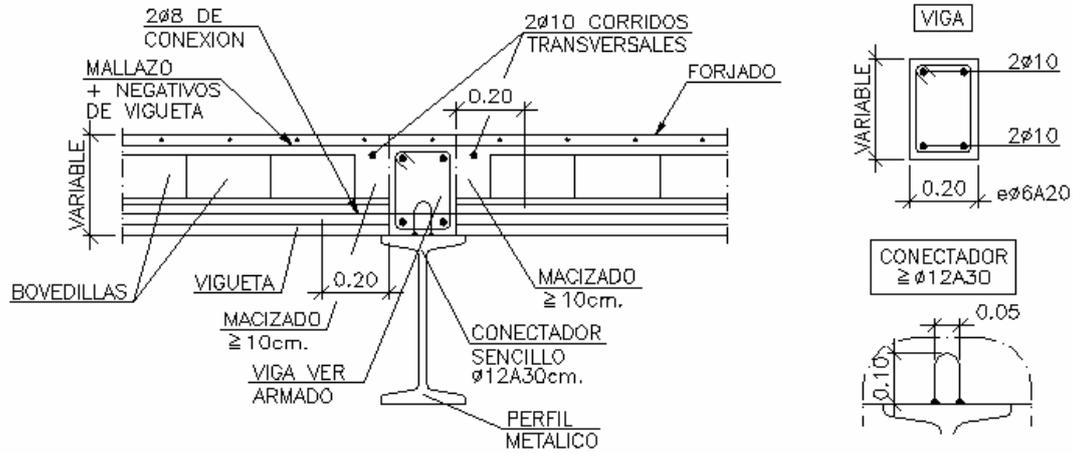
Apoyo en Extremo de Vano con Forjado  
Embebido en Viga Metalica Descolgada  
Forjado Unidireccional. Viguetas Pretensadas



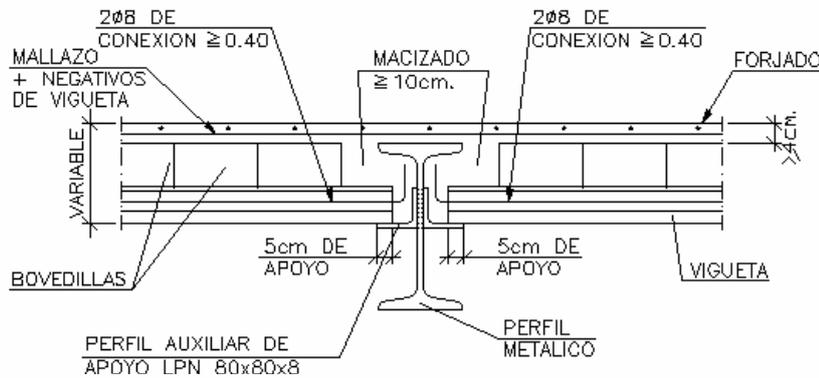
Apoyo en Extremo de Vano con Forjado  
Embebido en Viga Metalica de Canto Inferior  
Forjado Unidireccional. Viguetas Pretensadas



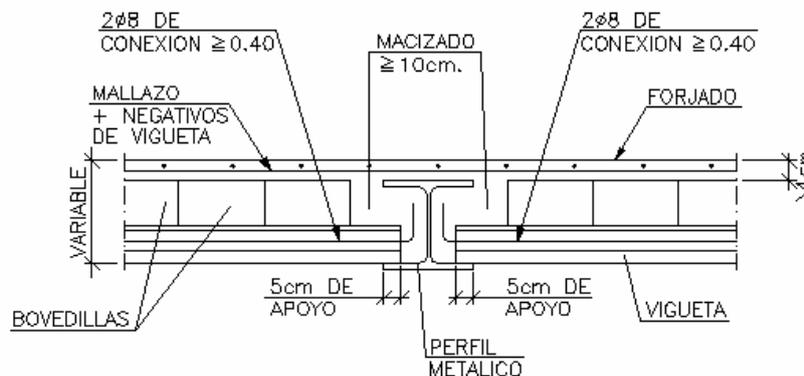
Apoyo Entre Vanos Sobre Viga Metalica  
Forjado Unidireccional. Viguetas Pretensadas



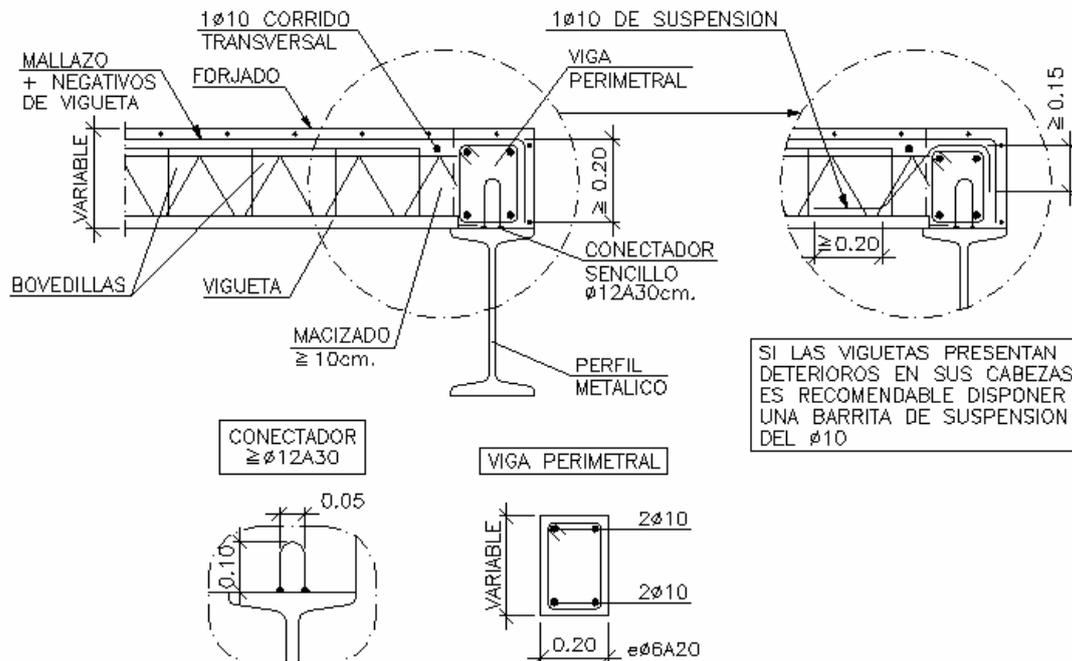
Apoyo Entre Vanos con Forjado Embebido  
en Viga Metalica Descolgada  
Forjado Unidireccional. Viguetas Pretensadas



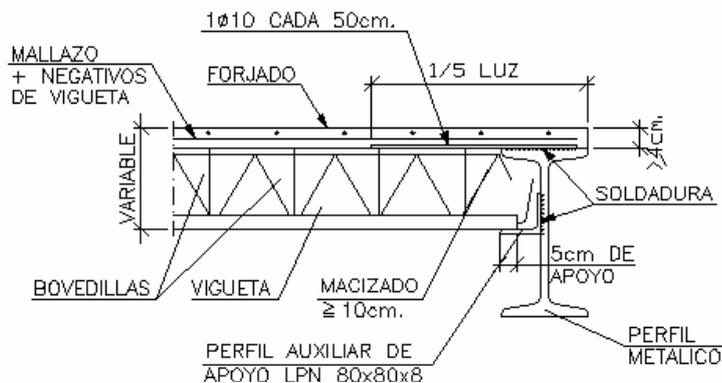
Apoyo Entre Vanos con Forjado Embebido  
en Viga Metalica de Canto Inferior  
Forjado Unidireccional. Viguetas Pretensadas



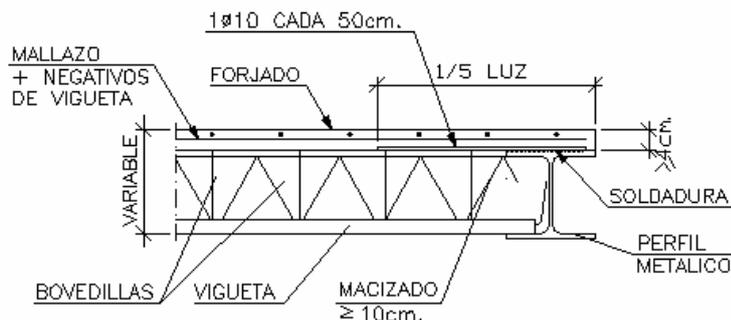
Apoyo en Extremo de Vano  
Sobre Viga Metalica  
Forjado Unidireccional. Viguetas de Celosia



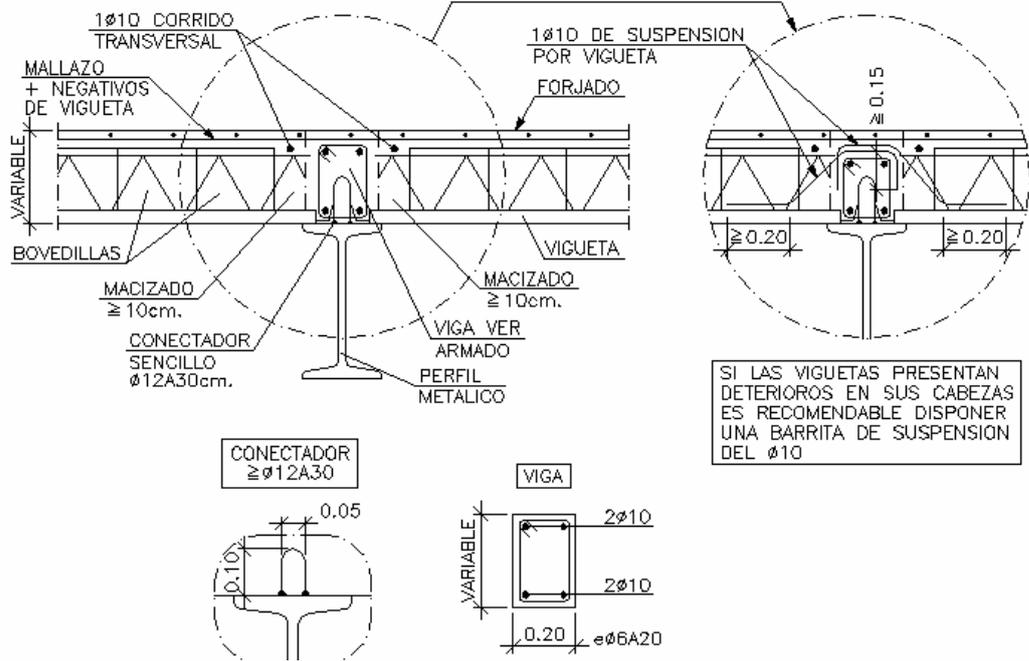
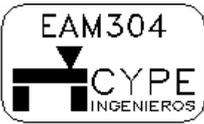
Apoyo en Extremo de Vano con Forjado  
Embebido en Viga Metalica Descolgada  
Forjado Unidireccional. Viguetas de Celosia



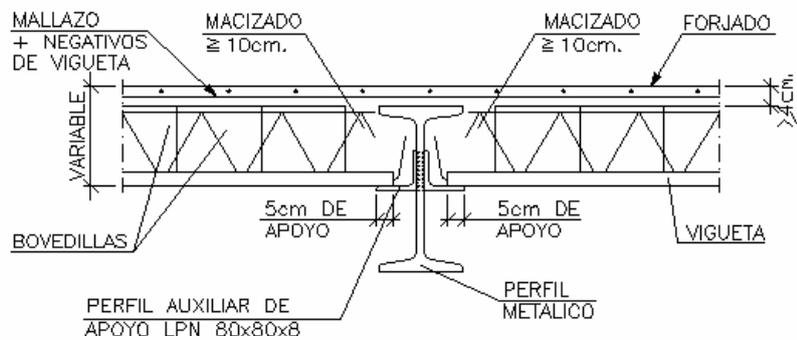
Apoyo en Extremo de Vano con Forjado  
Embebido en Viga Metalica de Canto Inferior  
Forjado Unidireccional. Viguetas de Celosia



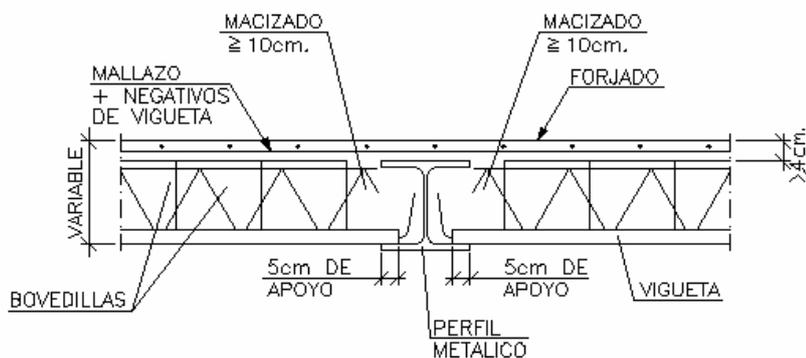
**Apoyo Entre Vanos Sobre Viga Metalica  
Forjado Unidireccional. Viguetas de Celosia**



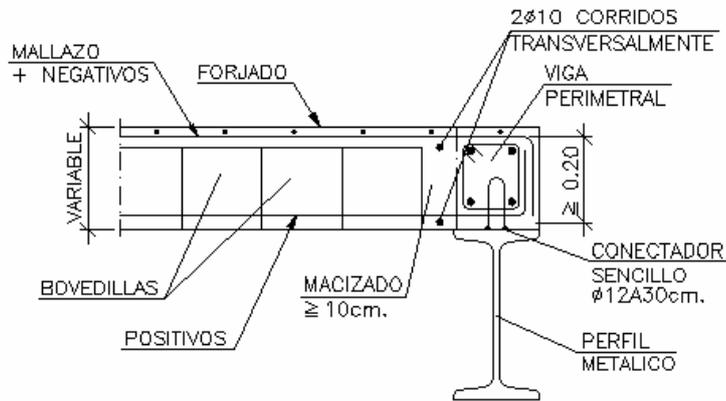
**Apoyo Entre Vanos con Forjado Embebido  
en Viga Metalica Descolgada  
Forjado Unidireccional. Viguetas de Celosia**



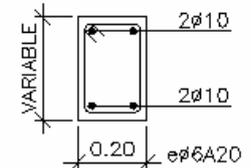
**Apoyo Entre Vanos con Forjado Embebido  
en Viga Metalica de Canto Inferior  
Forjado Unidireccional. Viguetas de Celosia**



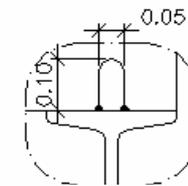
Apoyo en Extremo de Vano  
Sobre Viga Metalica  
Forjado Unidireccional. Nervios "In Situ"



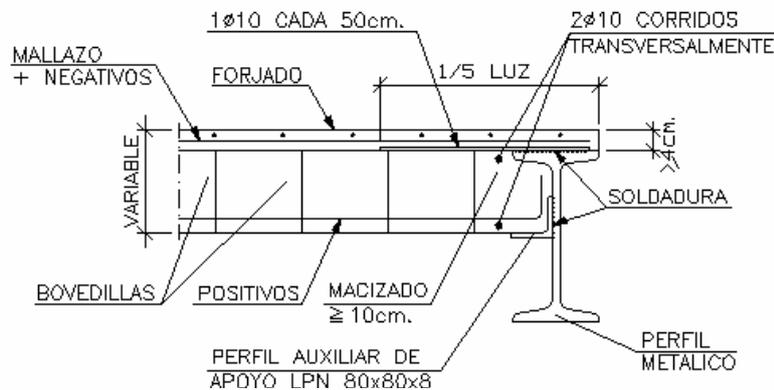
VIGA PERIMETRAL



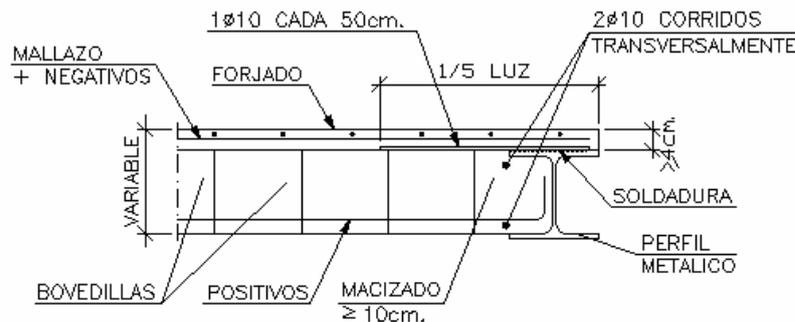
CONECTADOR  
≥ φ12A30



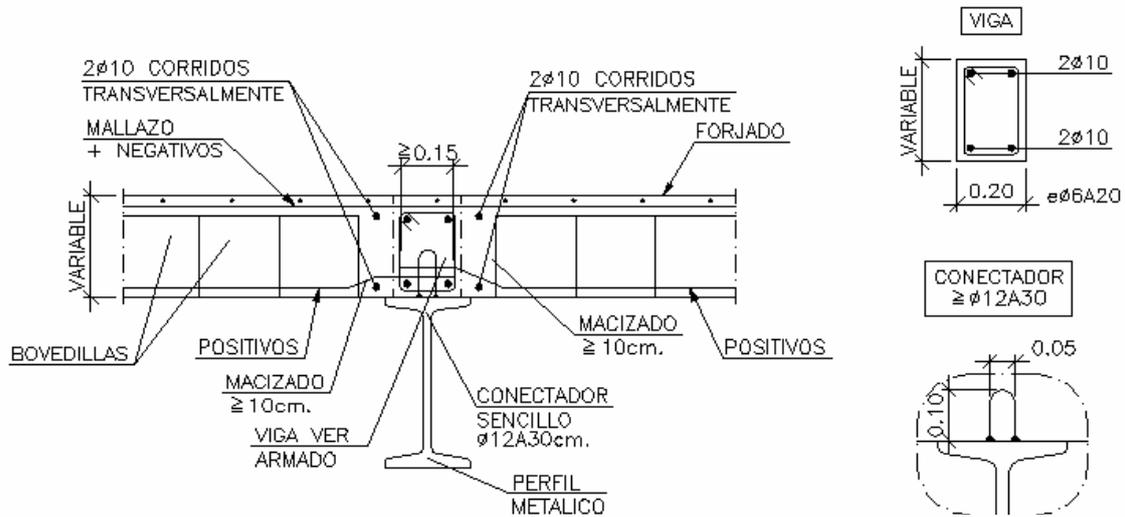
Apoyo en Extremo de Vano con Forjado  
Embebido en Viga Metalica Descolgada  
Forjado Unidireccional. Nervios "In Situ"



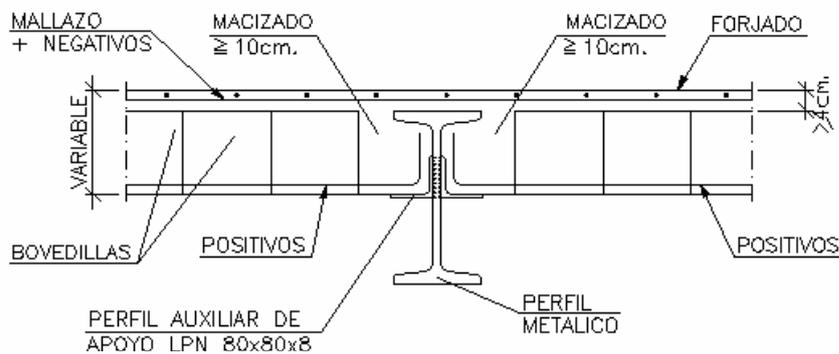
Apoyo en Extremo de Vano con Forjado  
Embebido en Viga Metalica de Canto Inferior  
Forjado Unidireccional. Nervios "In Situ"



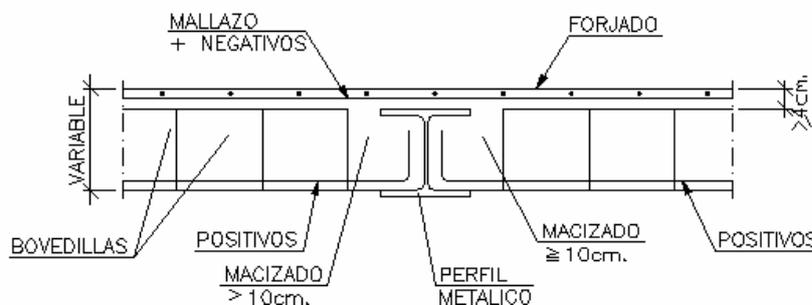
Apoyo Entre Vanos Sobre Viga Metalica  
Forjado Unidireccional. Nervios "In Situ"



Apoyo entre Vanos con Forjado  
Embebido en Viga Metalica Descolgada  
Forjado Unidireccional. Nervios "In Situ"



Apoyo entre Vanos con Forjado  
Embebido en Viga Metalica de Canto Inferior  
Forjado Unidireccional. Nervios "In Situ"



## 4.-PROGRAMACIÓN EN OBRA

Una de las características de la construcción con acero es que los productos laminados están tipificados, teniendo las series limitadas, por lo que los proyectos deben adaptarse a las mismas. No obstante, los perfiles deben seguir un proceso de reparación, que generalmente se realiza en taller, fuera de la obra, para preparar el material para su mejor montaje en obra. Sin embargo, es conveniente su conocimiento, con el fin de que las piezas, especialmente en el caso de uniones soldadas, lleguen a obra lo más terminada posible, dado que las condiciones de ejecución en taller pueden ser controladas mejor que las realizadas en obra.

### A) Preparación de los productos:

a) *Eliminación de pequeños defectos de laminación* que no hayan sido causa de rechazo y, en especial, en las zonas que deban entrar en contacto, para su unión con otros elementos de la estructura. Ya que es frecuente que el material, por el transporte, descarga, almacenamiento, etc., llegue con algunos defectos. Si estos son pequeños pueden ser subsanados en frío, utilizando herramientas de mano o bien rectificadoras.

#### b) *Rectificado y doblado*

Es frecuente la operación de enderezado de perfiles y planeado de chapas, realizándose preferentemente estas operaciones en frío, mediante prensas o máquinas de rodillo.

También en ocasiones se precisan piezas curvas por lo que su conformación, plegado, curvado etc. se realizará en frío. Cuando se precisa un plegado muy acusado que pueda ocasionar grietas en las piezas, es recomendable un “recocido” posterior de la pieza.

Si estas operaciones de enderezado y conformación hubiera que hacerlas en caliente debe alcanzarse una temperatura de 950°C, tomando todas las precauciones para no alterar la estructura del acero.

#### c) *Corte*

Lógicamente los perfiles deben cortarse a las dimensiones definitivas. Para esta operación puede usarse la “cizalla” si los espesores a cortar no superan los 15mm., o la máquina de “oxicorte”. No debe realizarse al corte por arco eléctrico.

Existen además otra serie de operaciones que deben realizarse en taller, porque se llevan a efecto con máquinas especiales, como pueden ser “limadoras”, “cepilladoras”, “fresadoras” máquinas de punzonar o de taladrar, etc. y operaciones diversas como el achaflanado de piezas, el aboquillado de ángulos, el cajado, las escotaduras o la realización de mortajas en los perfiles, etc. que también se realizan con maquinaria de taller.

### B) Montaje en obra

Para la ejecución de toda la estructura el “contratista” se basa en los planos del proyecto aunque, por lo general deberá realizar sus propios planos de taller para completar las definiciones de los distintos elementos, planos que deben obtener el visto bueno de la Dirección de obra.

Igualmente aparecen en los planos de taller las distinciones entre las distintas clases de uniones: de fuerzas y de atado, forma y dimensiones de las soldaduras, métodos de soldadura, indicaciones de tratamiento o mecanizado de las piezas, etc. Lo normal es que el contratista, basándose en las indicaciones de proyecto, presente a la Dirección un programa de montaje en el que se reflejen los conceptos siguientes:

- La descripción de las distintas fases y orden de realización, así como el equipo que se empleará para el montaje.
- Los apeos, cimbras u otros elementos auxiliares que se precisen de forma provisional.
- El personal preciso, con la especificación de la cualificación profesional.
- Elementos de seguridad y protección personal.
- Aspecto importante es la comprobación de las cotas de replanteo, niveles, alineaciones y aplomos, ya que las dimensiones, en este tipo de estructuras, se realizan por milímetros, lo que supone un muy bajo margen de error permitido.

Debe asegurarse, por algún medio (tornillos, unión de atado, etc. ), la sujeción provisional de los elementos durante el montaje. No comenzando la unión definitiva hasta que no se haya comprobado, con precisión, la exacta colocación de los elementos.

Es aconsejable que las uniones soldadas estén realizadas, en su mayor parte, en taller y realizar en obra uniones más fáciles de controlar, como son las uniones con tornillos de alta resistencia.

**BIBLIOGRAFÍA:**

**ACIES.** Sesión técnica nº 4. Forjados de chapa colaborante.

**Tratado de construcción. 7ª edición.**

Heinrich Schmitt  
Andreas Heene

**Las Estructuras Metálicas en los Edificios.**

E.U. Arquitectura técnica Sevilla  
**NBE - EA - 95**

**Construcción de Estructuras. Metalica.**

**TECTONICA 9. Acero I**

**La Construcción en las Estructuras**  
Juan Manuel del Rio Zuloaga.