

BLOQUE TEMÁTICO 5

UNIDAD TEMÁTICA 15

LECCIÓN 58:

ESTRUCTURAS MIXTAS.

UNIONES

ÍNDICE

1. COMPATIBILIDAD DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL.
2. ACERO – MADERA.
3. ACERO – HORMIGÓN.
4. MADERA – HORMIGÓN.
5. ACERO + MADERA Y HORMIGÓN.

1. COMPATIBILIDAD DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL.

ACERO - MADERA

Las estructuras de entramados de madera están conformadas por elementos de madera entrelazados entre sí. Su armado requiere el cuidadoso ensamble de piezas de madera en ángulos de lo más diversos. En la mayoría de los casos la resolución adecuada de estas uniones caracteriza la calidad de la construcción.

Cada forma de unión corresponde a ciertas exigencias específicas. Se pueden diferenciar las uniones a nivel del entrepiso; de la cubierta, con las fundaciones, con los elementos arriostrantes... En muchos casos la buena resolución del encuentro entre piezas da un sello propio a la estructura.

En la mueblería generalmente las uniones se resuelven ensamblando madera con madera, utilizando colas para fijarlas entre sí. En la construcción esto sólo es posible en uniones que transmiten esfuerzos a la compresión. Debemos aclarar que el concepto de construcción en madera sin herrajes y casi artesanal, no es incorrecto, pero desde el punto de vista estructural, no hay comparación con la solidez y seguridad que brindan los herrajes bien diseñados y correctamente ejecutados.

La mayoría de las uniones estructurales deben ser resueltas empleando herrajes metálicos o conectores especiales. Según la relación de esfuerzos entre las piezas deberá elegirse el sistema más adecuado, cuidando que las dimensiones de los elementos de transmisión, generalmente metálicos, estén en una relación adecuada a la sección de los elementos de madera.

En muchos casos, especialmente en el sistema de columna y viga, estas uniones quedan a la vista y van formando parte del espacio construido. Estos elementos no pasan desapercibidos; además de resolver un problema técnico deben ser pensados como un elemento más del diseño arquitectónico o como detalle decorativo.

ACERO - HORMIGÓN

Una pieza mixta está compuesta básicamente por tres elementos estructurales diferenciados:

- La sección del hormigón
- La sección metálica
- Los conectores

Éstos últimos pueden llegar a reemplazarse total o parcialmente por la adherencia entre el acero y el hormigón.

Como el hormigón colabora con el acero, además de funcionar como distribuidor de cargas, está sometido a posibles deformaciones por la acción de ciertos elementos incluidos en el hormigón y solidarios con las piezas metálicas.

La misión de estos elementos llamados conectadores es evitar o controlar los deslizamientos relativos de ambos materiales. Así, el hormigón colabora en la zona comprimida aumentando la resistencia del conjunto.

MADERA – HORMIGÓN

La utilización solidaria del hormigón junto a la madera presenta ventajas frente a las soluciones exclusivas de madera u hormigón. El resultado es más ligero que el caso de una estructura de hormigón, permite dejar vista la estructura, mejora el comportamiento acústico frente a la solución en madera y se consigue un efecto de diafragma de gran rigidez y eficacia.

El punto crítico de estos sistemas se encuentra en la conexión entre la madera y el hormigón. Esta conexión debe ser suficientemente resistente y rígida para garantizar un grado adecuado de solidaridad entre ambos materiales. Este problema ha dado lugar a numerosas soluciones constructivas con diferente eficacia. Los sistemas estructurales mixtos madera y hormigón pueden clasificarse en función del tipo de conexiones en los siguientes:

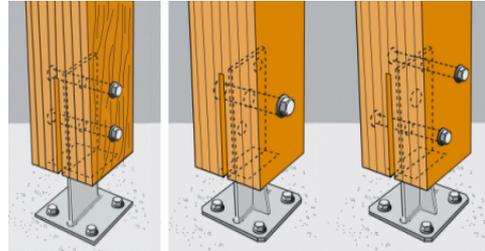
- Puntales continuos y en seco.
- Puntales encolados.

Los puntales utilizan conectores (barras, conectores específicos, tirafondos...) colocados a diferentes distancias reducidas y normalmente menores según se acerca a los apoyos. Los continuos emplean elementos de fijación más pequeños pero a distancias muy cortas, casi continuas. Y la diferencia entre disposición en seco o encolada se encuentra en el modelo de transmitir o de conectar el elemento a la madera; bien por encolado con formulaciones de tipo epoxi o simplemente mediante conexiones mecánicas. Para la ejecución en obra es más fácil de controlar la solución en seco que las encoladas.

Una de las ventajas que ofrecen las estructuras mixtas de madera y hormigón es la facilidad para constituir un diafragma de gran eficacia. Para ello la capa de hormigón se remata introduciendo en el muro un zuncho de hormigón armado para conseguir una mejor conexión con la fábrica.

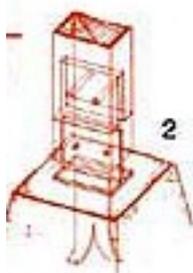
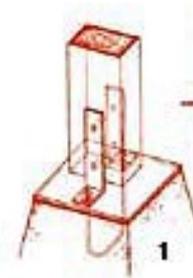
2. ACERO – MADERA.

Para una mayor claridad en la clasificación y estudio de los sistemas constructivos es conveniente diferenciar las estructuras empotradas en la base con las que van unidas por medio de articulaciones o rótulas. Por este motivo distinguimos un sistema de vigas y columnas empotrado y un sistema de vigas y columnas rotulado. Ambos sólo se diferencian en la forma en que se relacionan con su base de apoyo. Esta diferencia determina el sistema de arriostramiento del conjunto de la estructura.



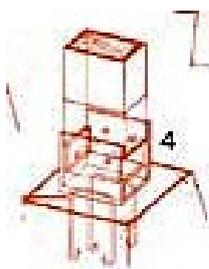
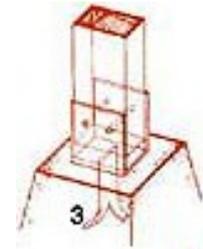
- Diferentes soluciones

La solución más simple es en base a dos pletinas empotradas que deberán tener el espesor suficiente para evitar su pandeo. La madera separada de la base permite una buena aireación. Una solución frecuente es dejar insertado en la base una placa de hierro sobre la cual posteriormente se soldará o atornillará el elemento que permitirá la unión con el pilar. Este puede ser un ángulo o placas laterales (1).



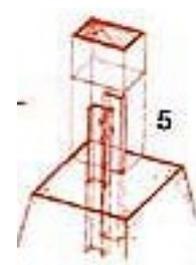
Una solución atractiva a la vista y especialmente adecuada para espacios interiores, es insertar un hierro T en la base de la madera. Este herraje queda cubierto por la madera y lo único que se aprecia son las cabezas de los pernos. Estos pueden ser recubiertos por tarugos de madera (2).

El apoyo más usado está constituido por un hierro en U al que van soldados patas de anclaje por la parte inferior. Es recomendable que la transmisión de carga se efectúe solamente por medio de los pernos, dejando separada la madera en su base para permitir su aireación (3).

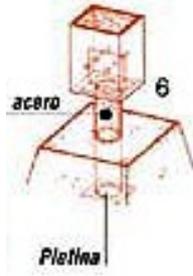


En estructuras de mayores dimensiones se requiere de apoyos más robustos que abracen a la columna y la afiancen en todas las direcciones. También en esta solución se recomienda que las cargas verticales se transmitan al terreno por medio de los pernos, dejando la madera separada en su base (4).

También se puede lograr una unión escondida, insertando un tubo en la base de la columna. Se debe procurar que la madera se apoye

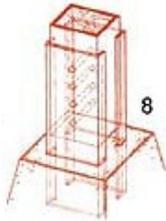
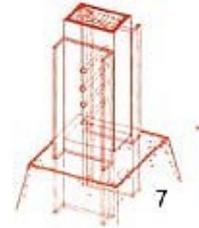


solamente en este perfil tubular y mantenerla separada de la base metálica, para evitar el contacto de ésta con la humedad. Un perno que atraviesa el tubo y la madera evitará el levantamiento del pilar (5).



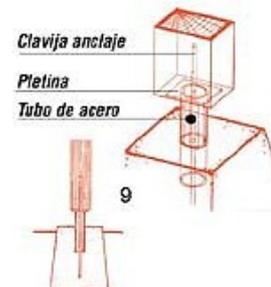
En otras soluciones se utiliza un tubo redondo o cuadrado que va anclado en el hormigón. Sobre él hay una placa que es la base de apoyo del pilar. La conexión con éste puede hacerse introduciendo un hierro redondo en la madera, lo que garantiza un apoyo desmontable (6).

El empleo de perfiles U en ambos lados impide el desplazamiento lateral de la columna. Si en esta unión el empalme entre la madera y el hierro es de un largo superior a los 50 cm (medida variable según el alto de la columna y la carga que soporta), puede considerarse ésta como un empotramiento para los efectos del cálculo estructural (7).



Al utilizar perfiles U metálicos abrazando el pilar se puede - rebajando la madera en la parte inferior- lograr apoyar el pilar sobre el borde de los perfiles. La transmisión de carga se hará por apoyo directo de la columna en el herraje y por medio de los pernos. La madera deberá quedar separada del hormigón del cemento (8).

Una solución muy clara es cuando la placa de unión va inserta en la madera y la columna tiene apoyo en la placa horizontal y lo único que queda visible es el tubo de apoyo y los pernos pueden ir tapados por tarugos de madera (9).



VIGA MIXTA ACERO – MADERA

Viga compuesta por un alma de chapa perfilada de acero galvanizado, ajustada entre dos alas formadas por largueros de madera resinosa cepillada.

Presenta valores de rigidez elevados gracias a su alma de acero y la contraflecha que se le da en fábrica.



Pesa entre 3 y 10 Kg por m, por lo que puede transportarse manualmente. Es capaz de salvar grandes vanos, hasta 15 m e incluso más. Se emplea como correa de cubiertas o en forjados.

Su canto total oscila entre 180 y 490 mm, habiendo un total de 105 combinaciones gracias a la

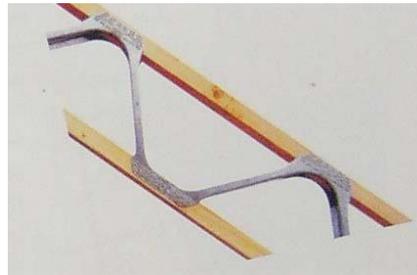
disponibilidad del alma en 7 alturas diferentes y las 15 secciones de madera existentes.

Estos perfiles pueden usarse en entornos húmedos o agresivos gracias a su revestimiento epoxi. Las alas llevan un tratamiento insecticida y fungicida.



VIGUETAS CON ALMA DE NERVIOS DE ACERO

Las viguetas están formadas por madera maciza en las alas y alma de acero triangulada. Son aptas para ser utilizadas en pórticos de grandes luces, como correas de cubierta y como elementos de entrevigado en forjados. Son muy ligeras de 5 kg/m, y empleadas como correas, son capaces de cubrir luces incluso mayores de 13 m.



Su estructura triangulada permite el paso de conductos y canalizaciones, y proporciona espacio para colocar el aislamiento térmico. Ofrecen una amplia superficie de clavado para revestimientos de suelo y techo.



Son además fáciles de almacenar, transportar y montar, lo que deriva en un considerable ahorro de tiempo.

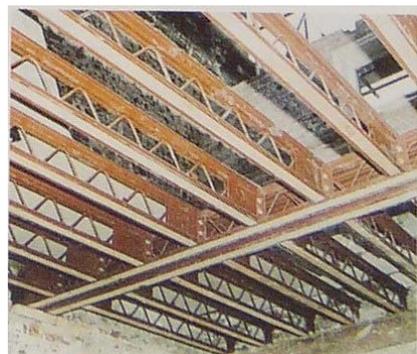
Su canto varía entre 254 y 564 mm, para las dos alturas existentes de nervios metálicos, 210 y 324 mm. En cuanto a las alas, 72 x 120 mm es la mayor sección disponible.

CERCHAS METÁLICAS COMBINABLES CON ESTRUCTURAS DE MADERA

Cerchas de cordones para cubiertas y vigas de celosía para forjados, todas ellas de acero, que pueden combinarse con subestructuras de madera de manera muy sencilla.

Piezas de madera, tratadas al autoclave para asegurar su durabilidad, se insertan en los cordones superior e inferior de las cerchas. Se fijan mediante clavijas separadas aproximadamente 600 mm entre sí. Los listones de madera permiten clavar directamente las planchas de madera, o incluso de cartón yeso, que forman las bases de los pisos de forjado o cierran los falsos techos.

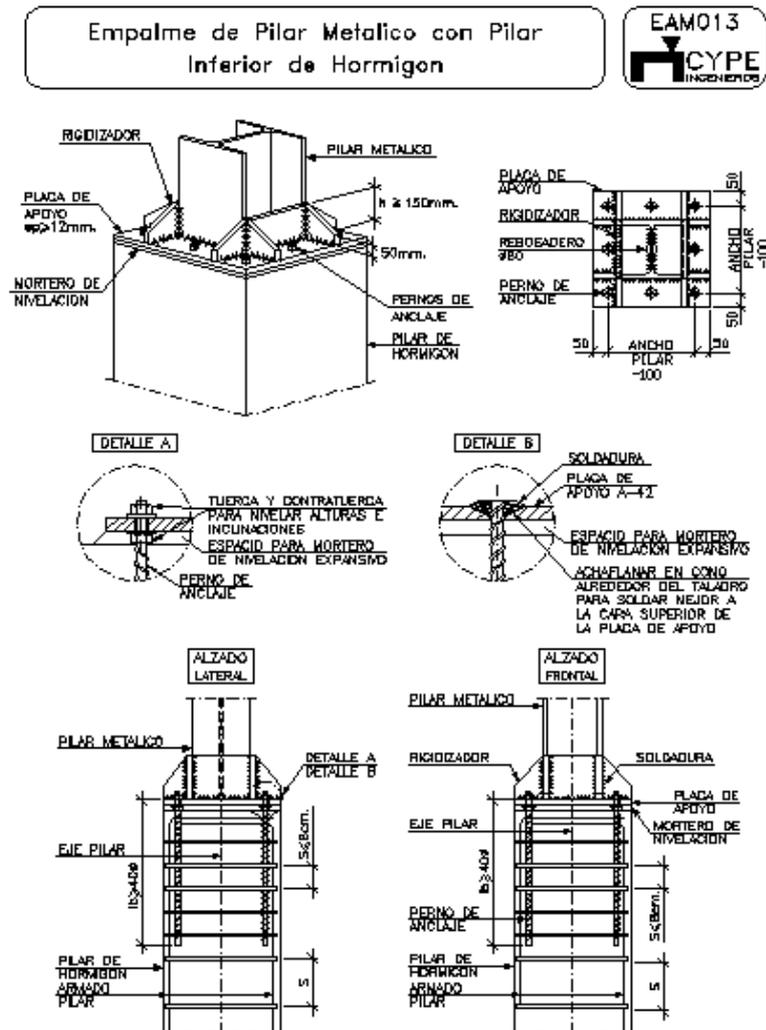
En el caso de las cerchas de cubierta, es posible apoyar las correas de los faldones con la inclinación necesaria, gracias al corte sesgado del listón incluido en la estructura metálica.



3. ACERO – HORMIGÓN.

	PILAR METALICO	VIGA METALICA
PILAR HORMIGÓN	Figura 1	Figuras 2 y 3
VIGA HORMIGÓN	Figura 4	Figura 5
CIMENTACIÓN	Figuras 6, 7 y 8	-

Figura 1



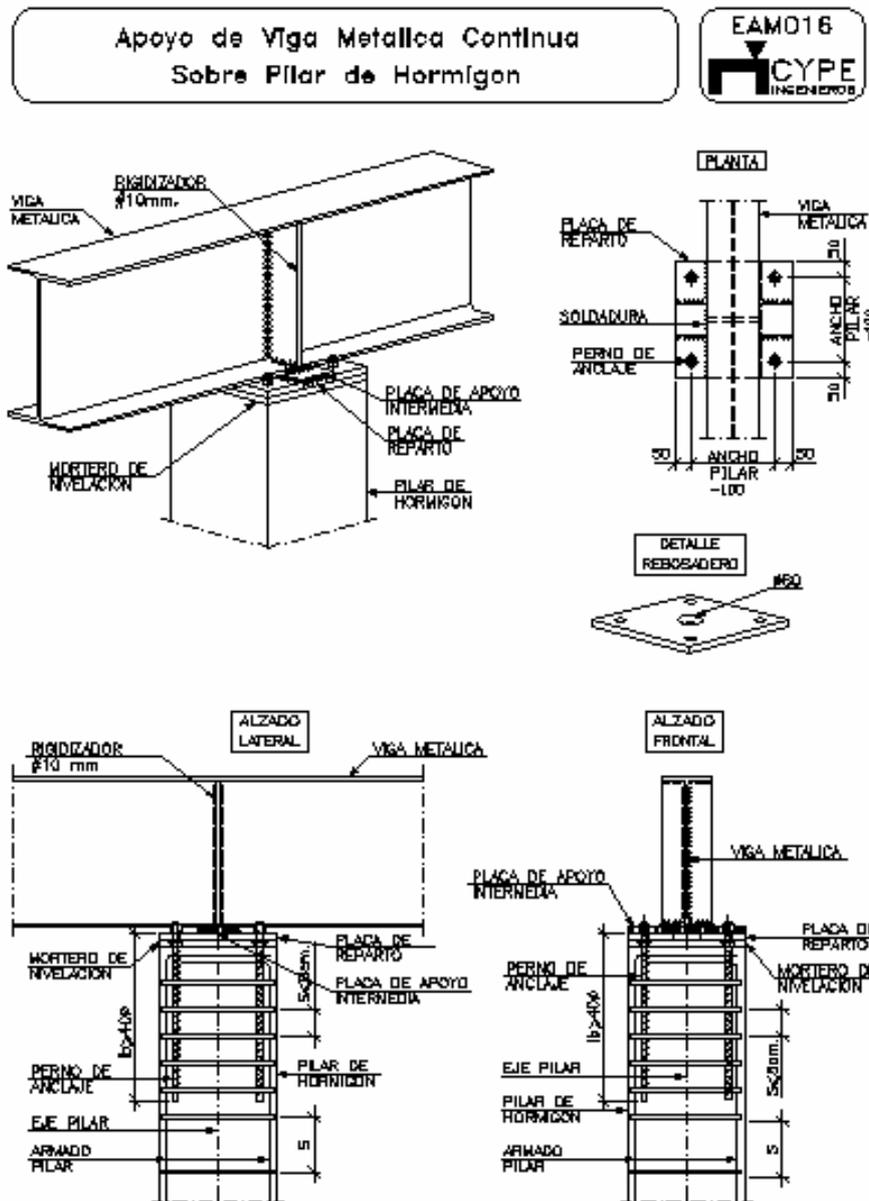
La unión entre un pilar metálico y un pilar de hormigón se realiza mediante una placa metálica que se apoya en el pilar de hormigón y se sujeta en éste mediante pernos de anclaje, los cuales deben anclarse en una longitud superior a 40 diámetros.

Sobre dicha placa se coloca el pilar metálico que se une mediante soldadura con la placa y con unos rigidizadores que se sueldan en la parte inferior a la placa y en el lateral al pilar. Los rigidizadores deben tener una altura de 150mm.

El eje del pilar metálico siempre debe coincidir con el eje del pilar de hormigón.

El taladro central es imprescindible.

Figura 2



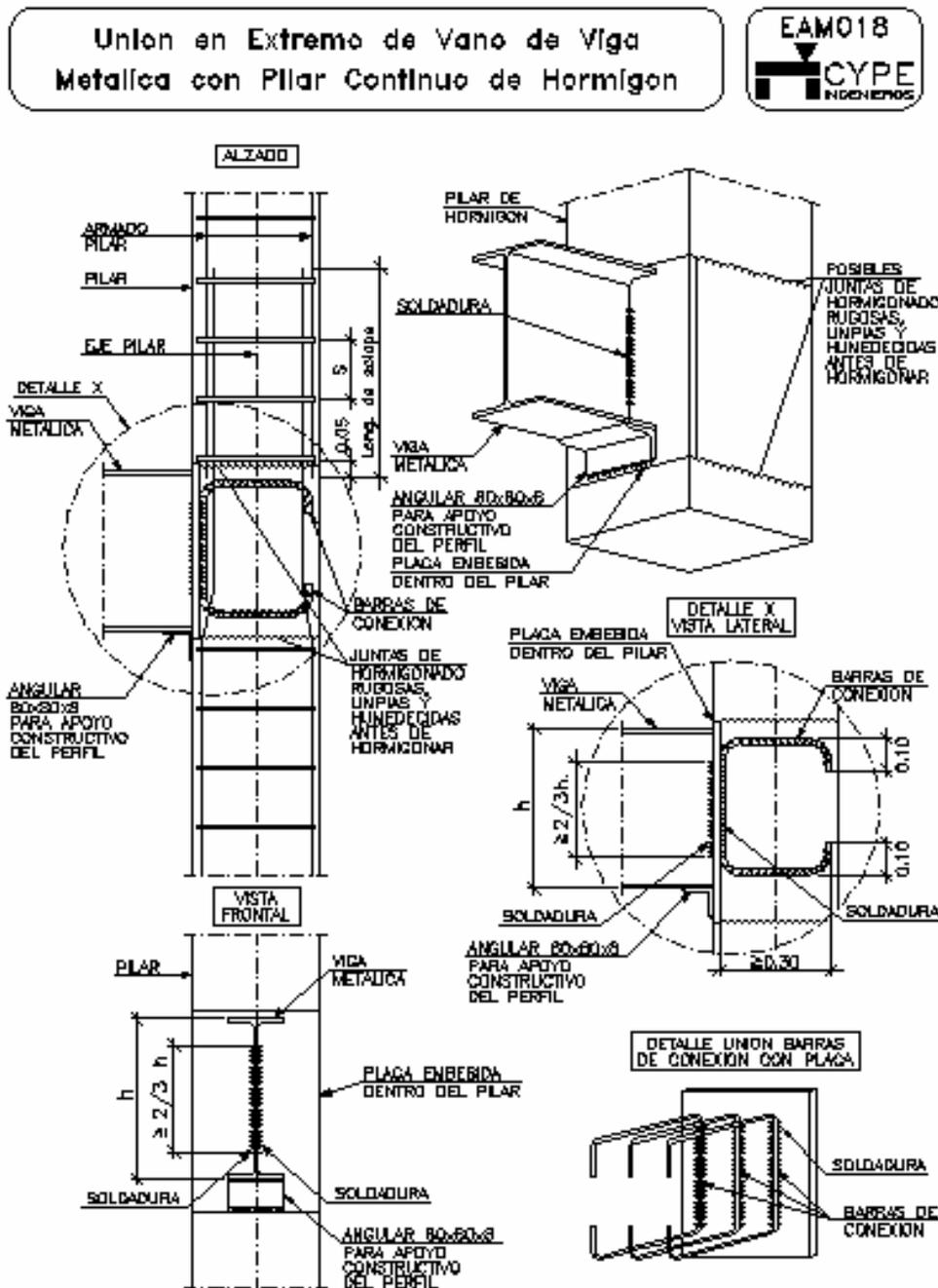
La unión de una viga continua metálica y un pilar de hormigón se realiza mediante placa metálica que se apoya sobre el pilar y se ancla a éste mediante pernos.

Sobre la placa se coloca otra de reparto que recoge la carga de la viga y la transmite a la otra placa.

En el alma de la viga se colocan unos rigidizadores que van soldados al alma y ala inferior de la viga y la placa superior.

El eje de la viga debe coincidir con el eje del pilar.

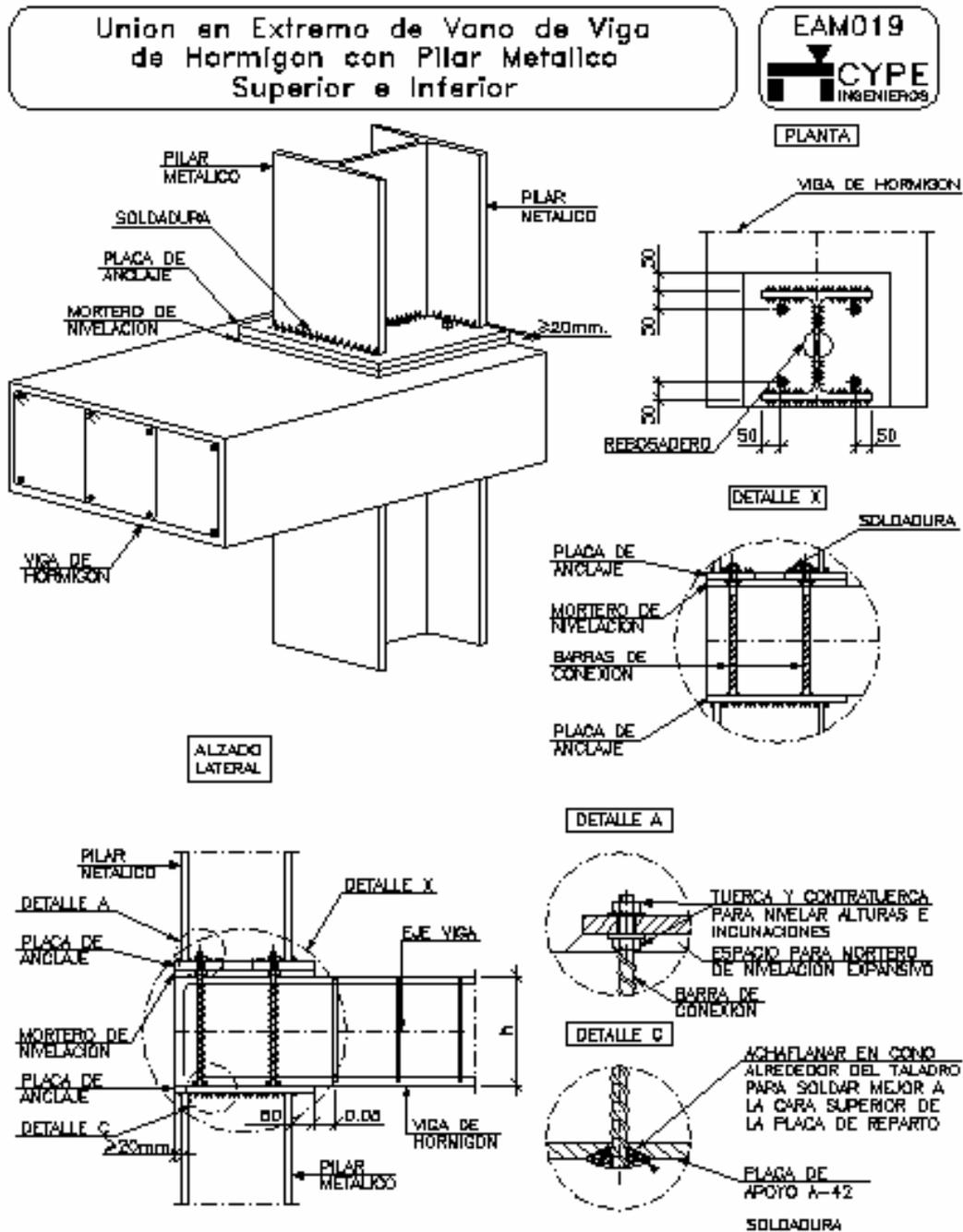
Figura 3



Esta unión se realiza mediante una placa metálica que se dispone embebida en el pilar, soldada a unas barras de conexión, y a la que se suelda la viga metálica por el alma.

Para garantizar la unión se dispone una pieza angular que va soldada a la placa y al ala inferior de la viga. Esta pieza es de ancho igual de la viga.

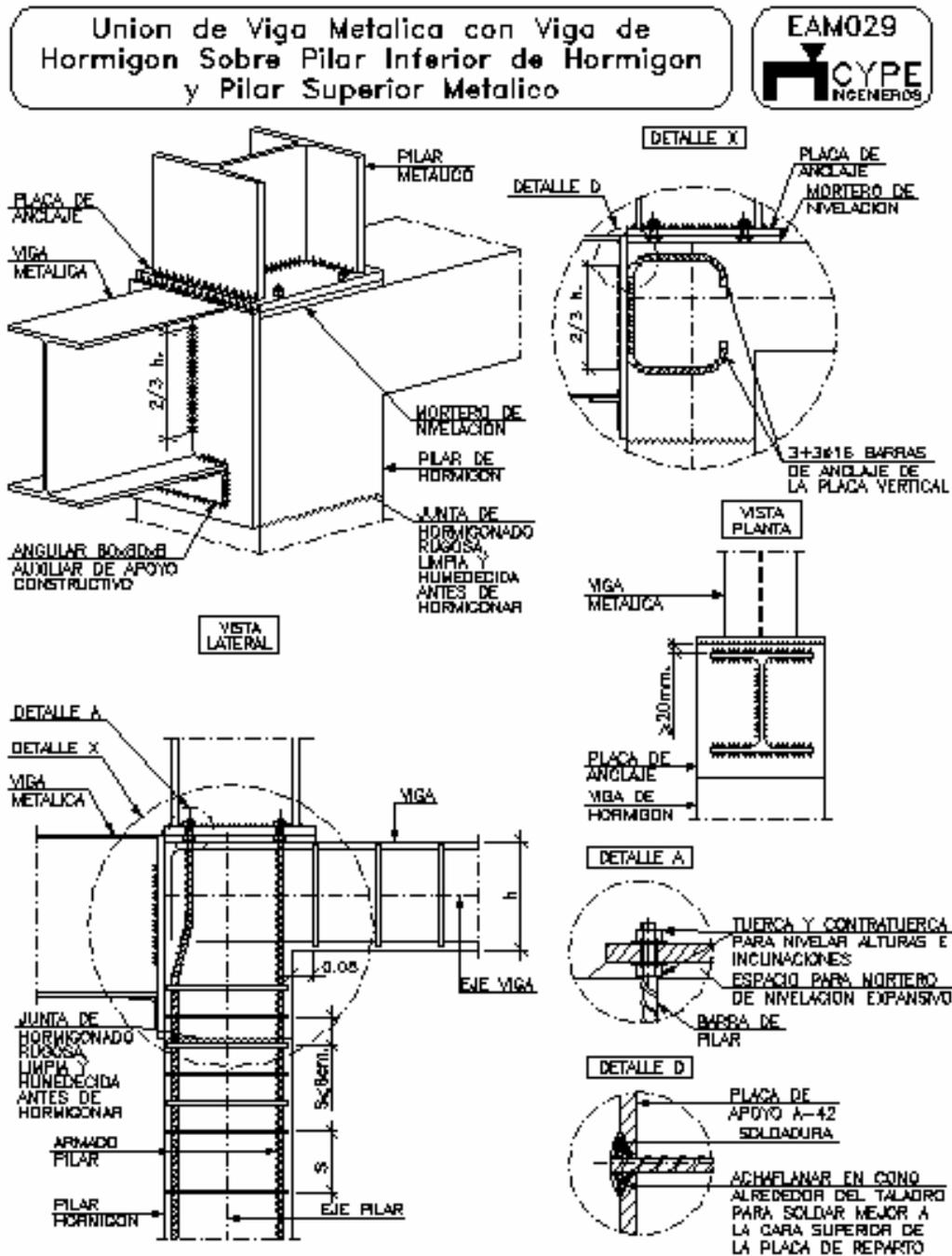
Figura 4



Esta unión se realiza mediante barras de conexión. Para ello el pilar debe de ser discontinuo y se remata superior e inferiormente con una placa de anclaje soldada.

En la placa superior se disponen las barras de conexión que anclan atravesando todo el ancho de la viga.

Figura 5



Esta figura muestra el empalme de una viga de hormigón y un pilar de hormigón con viga y pilar metálicos.

Sería una combinación de los casos anteriores, realizándose la unión del mismo modo, es decir mediante placas de anclaje y barras de conexión.

Figura 7

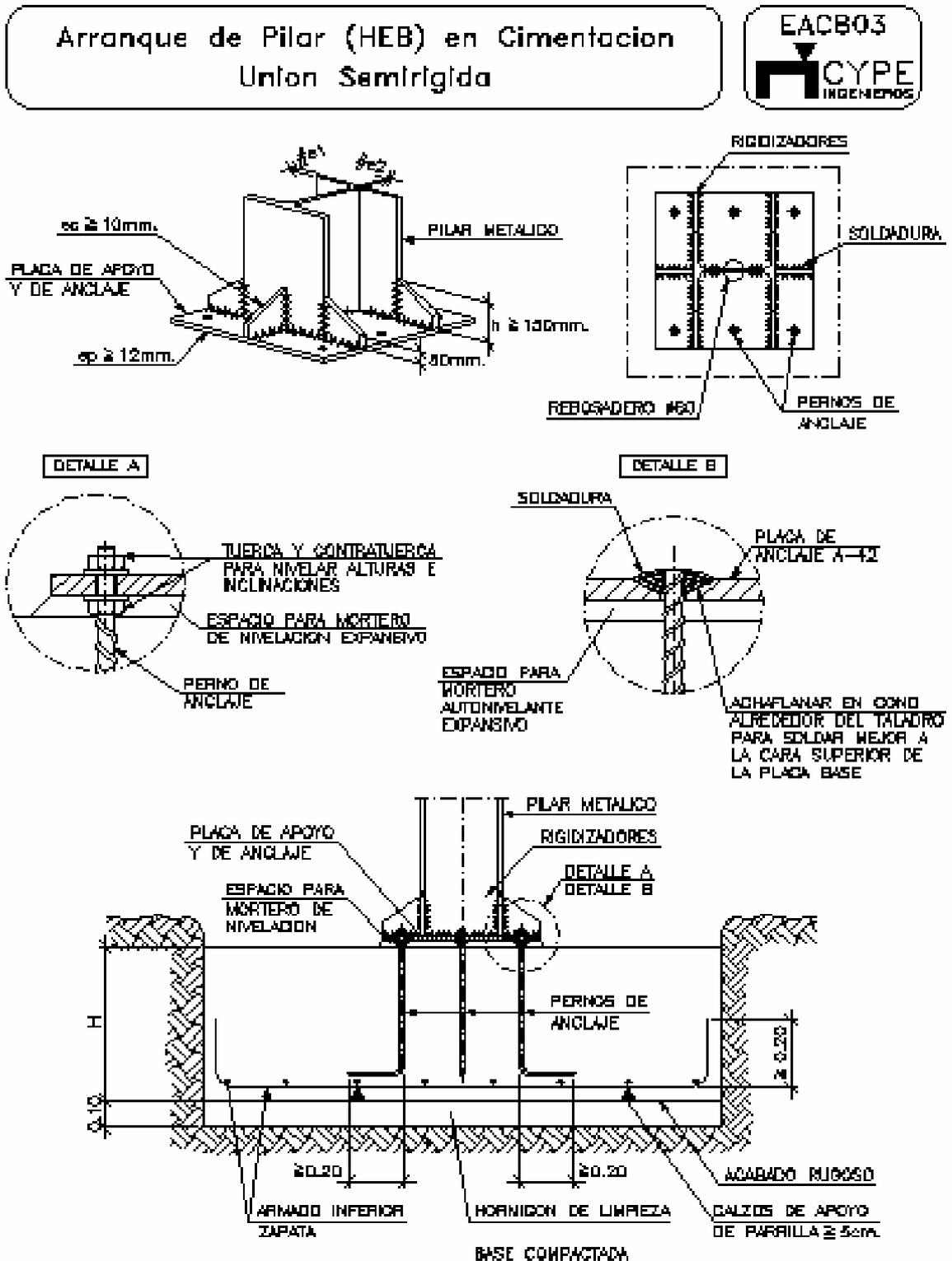
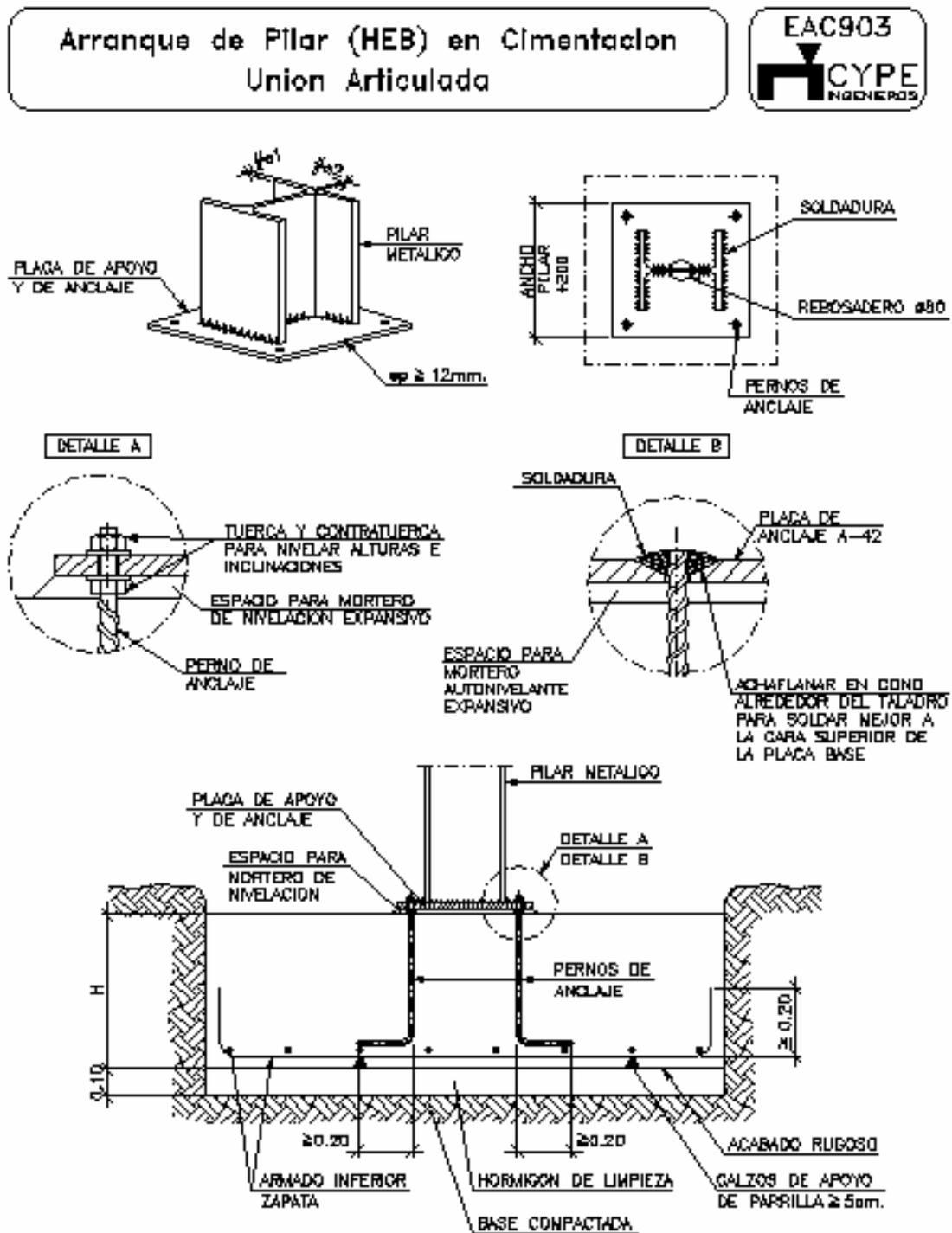


Figura 8



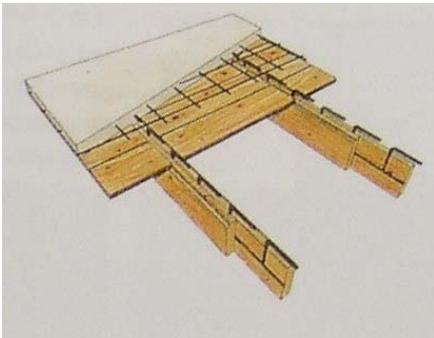
Las uniones de un elemento de madera se realizan a través de placas de anclaje de manera similar a las realizadas en estructura metálica y estructura mixta metal-hormigón.

4. MADERA – HORMIGÓN.

FORJADO MIXTO MADERA – HORMIGÓN

En él la estructura de madera hace las veces de nervios de tracción, mientras que la losa de hormigón es la capa de compresión del sistema estructural.

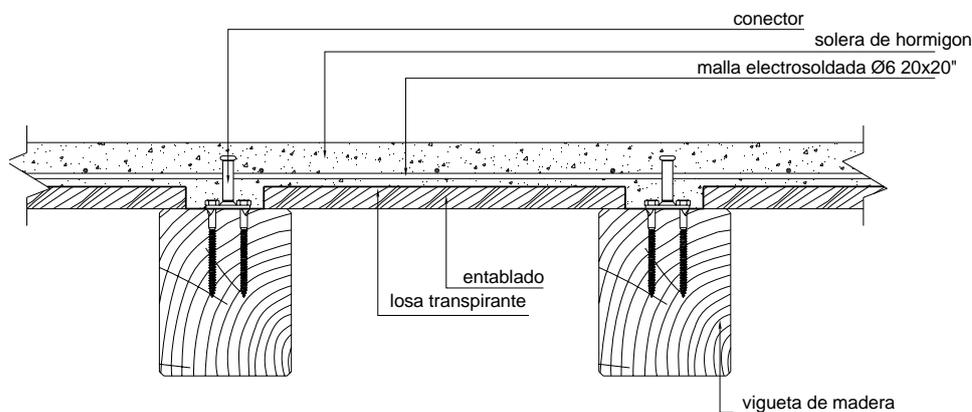
Las vigas de madera se parten por la mitad y entre las dos partes se insertan unas barras metálicas que actúan como conectores, uniendo solidariamente madera y hormigón. El pavimento acabado se dispone directamente sobre la losa.



Como elementos de entrevigado emplean bien tableros fenólicos o tablas machihembradas o bien paneles sándwich de 25 mm. Esos últimos están formados por un alma aislante de poliestireno extruido y paneles de fibras con un acabado en cemento blanco.

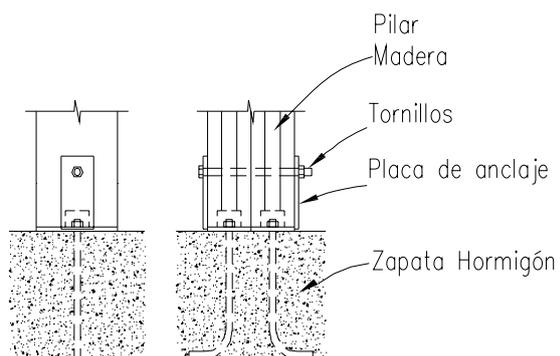
La carga máxima admisible en función de la luz entre vigas o muros y de la flecha máxima admitida ($1/300$ de la luz) puede llegar a 600 kg/m^2 .

- Detalle constructivo



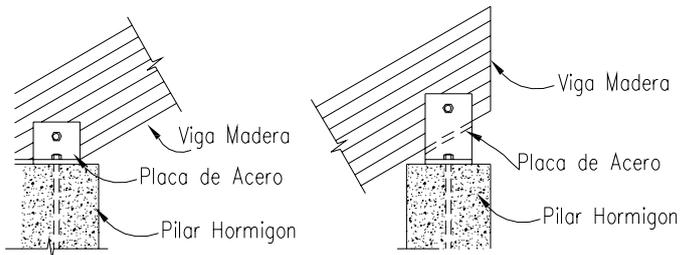
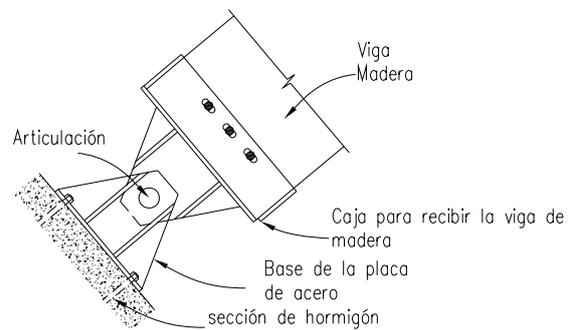
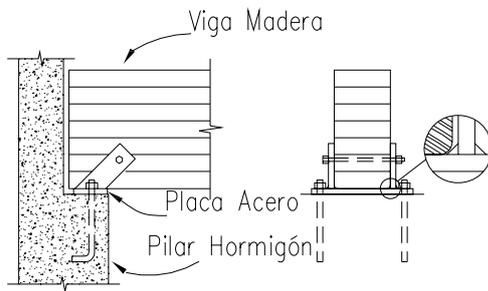
UNION CIMENTACION – PILAR DE MADERA

La unión entre un pilar de madera y otro de hormigón debe ejecutarse mediante un elemento metálico, por ejemplo una chapa, inserta en el hormigón y de ella un saliente donde se puedan atornillar las maderas.



5. ACERO + MADERA Y HORMIGÓN.

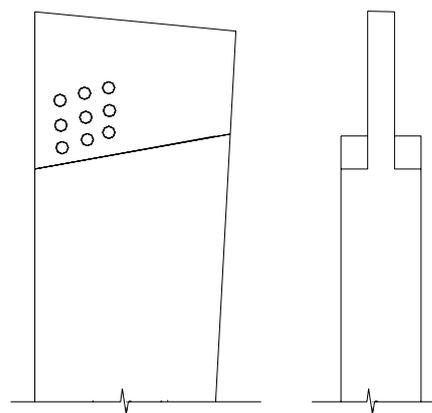
- DETALLES CONSTRUCTIVOS



- MONTAJE UNION HORMIGON – ACERO - MADERA

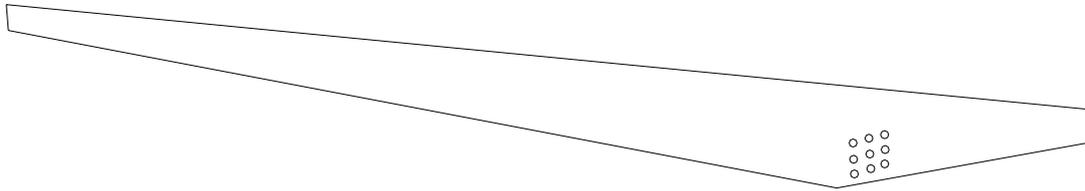
Cubierta Estadio Príncipe Juan Carlos C. Real

1) Disposición de un pilar de hormigón con una sección menor en su extremo y unos orificios ejecutados durante el hormigonado donde acoplaremos las vigas de madera

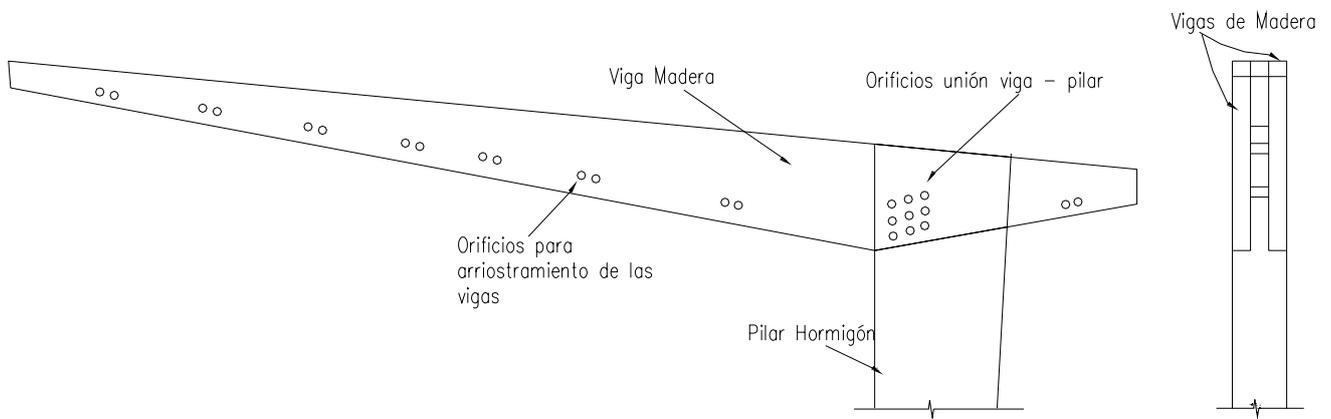


Pilar Hormigón

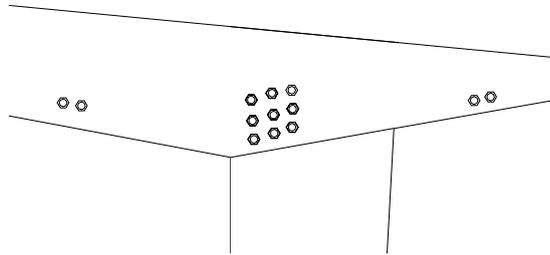
2) Situamos 2 vigas de madera de sección variable sobre el pilar y realizamos la unión mediante pasadores atornillados de acero. Por tanto se realiza una unión de forma rápida sin necesidad de apuntalar la viga.



Viga Madera



Nudo atornillado



3) Sobre una placa de anclaje situada en la parte superior del pilar de hormigón soldamos un perfil metálico del que partirán unos tirantes para absorber el momento generado por la viga con gran voladizo

