Documento: **Eh-7**

UNIDAD CONSTRUCTIVA

FORJADO UNIDIRECCIONAL, CON VIGUETAS AUTORRESISTENTES DE HORMIGÓN Y ENTREVIGADO, EN FORMACIÓN DE CAMARA SANITARIA

DESCRIPCIÓN

Elemento estructural de una edificación que queda separado del terreno por una cámara de aire ventilada, que transmite las cargas que actúan sobre ellos a vigas y/o muros.

DAÑO

FISURACIONES EN EL PROPIO ELEMENTO, EN PARTICIONES Y EN REVESTIMIENTOS.

ZONAS AFECTADAS

Estructura, compartimentaciones y acabados

Fig. 1. Vista general montaje viguetas forjado sanitario

Fig. 2. Vista general forjado sanitario

2 - ESTRUCTURA (E)

Los forjados para formación de cámara sanitaria, también denominados “sanitarios” o “antihumedad”, se suele ejecutar, generalmente, con viguetas prefabricadas pretensadas (doble T), siendo autoportantes para luces del orden de hasta 5 m, ya que, al estar dispuestas a poca distancia del terreno, dificulta el uso del encofrado o apuntalado. Para luces mayores se suele optar por la colocación de doble viguetas.

Las piezas de aligeramiento, en general, suelen ser de hormigón, cerámicas, de arcilla expandida aglomerada con cemento o de poliestireno expandido.

Como elemento estructural, se encuentra sometido principalmente a esfuerzos a flexión, siendo las funciones principales del forjado sanitario, entre otras, las de soportar las acciones gravitatorias, recoger y distribuir las fuerzas que actúan sobre él y transmitirlas a los muros o vigas de apoyo.

En general, las disposiciones de las normativas para la Vivienda de Protección Oficial o Pública, para las viviendas situadas en planta baja, cuando no existe sótano, exige una separación mediante un espacio aireado de altura libre no inferior a 30 cm entre el terreno y el forjado de la planta baja (Forjado sanitario).

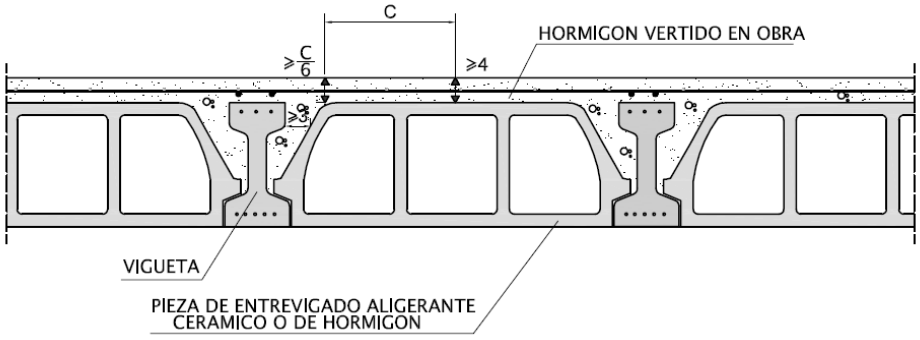

Fig. 3. Sección tipo de forjado sanitario con viguetas pretensadas doble T

En este tipo de forjados es importante cumplir las condiciones de la separación entre la cara lateral del ala superior y la pieza de entrevigado (≥ 3 cm), así como la caída de los hombros de las piezas de entrevigado (≥ c/6 cm).

PROBLEMÁTICAS HABITUALES

A nivel general, las causas que pueden provocar fallos en este tipo de elemento estructural están descritas en el Documento de Orientación Técnica: **"Forjados unidireccionales con viguetas/nervios de hormigón armado. Parte 1. Eh-5"**, no obstante, se relacionan a continuación aquellas que suelen presentar una mayor incidencia:

- ***Errores en la fase de proyecto***:
  - En las hipótesis de carga.
  - En el cálculo de los esfuerzos, deformaciones y en la dimensión de las secciones.
  - En la ausencia de detalles constructivos.
  - En la falta de previsión de la transmisión de las cargas de forjados superiores.
  - La no definición de la ventilación de la cámara entre el forjado y el terreno.
- ***Defectos de puesta en obra***:
  - Recepción de viguetas sin identificar o verificar sus dimensiones.
  - Incompatibilidad entre viguetas y bovedillas (Al utilizar distintos fabricantes).
  - Ausencia o deficiente ejecución del sistema de ventilación de la cámara.
  - Deficientes apoyos o enlaces de las viguetas en los muros o vigas.
  - Ausencia de bovedillas ciegas en los extremos.
  - Inadecuada disposición de las armaduras y/o falta de recubrimientos.
  - Defectuoso vertido y/o curado del hormigón.

Fig. 4. Ausencia ventilación cámara sanitaria. Condensaciones

Fig. 5. Descabezado de vigueta. Incorrecto.

Fig. 6. Apoyo vigueta sobre armado inferior de zuncho con ausencia de recubrimientos. Incorrecto

Fig. 7. Ausencia de recubrimientos lateral del armado de zuncho de forjado sanitario. Incorrecto

LESIONES Y DEFICIENCIAS

Se relacionan a continuación las lesiones y/o deficiencias más comunes en este tipo de elemento estructural, no obstante, se recomienda consultar este mismo apartado del Documento de Orientación Técnica:" **Forjados unidireccionales con viguetas/nervios de hormigón armado. Parte 1. Eh-5".**

❖ Fisuras por deformaciones excesivas

Generalmente, aparecen fisuras en tabiquería y/o cerramientos, que no implican inseguridad de la edificación, tan solo una incompatibilidad de deformación con los forjados, presentando problemas estéticos que pueden ocasionar molestias a los usuarios. Aunque no es descartable, en algún caso, de que sean síntomas de un bajo nivel de seguridad debido a secciones insuficientes o cargas excesivas.

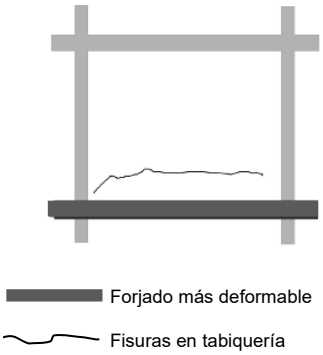

Fig. 8. Fisura en tabiquería por deformaciones excesivas de forjados

Si la tabiquería se encuentra trabada o retacada en los encuentros con los paramentos perpendiculares a éstos y/o al forjado superior, en vez de producirse la rotura del tabique, puede ocurrir que el tabique se quede suspendido provocando su separación del forjado (Fig. 9).

Fig. 9. Separación tabique-solado por deformación del forjado

También puede ocasionar la fisuración en las baldosas del pavimento, marcado de juntas (Fig. 10) e incluso puede producirse el levante del pavimento y/o el desprendimiento de las piezas del rodapié (Fig. 11).

Fig. 10. Lesiones en solado: Marcado de juntas

Fig. 11. Lesiones en rodapié: desprendimiento

❖ Fisuración por corrosión de las armaduras

Fisuración longitudinal marcando, generalmente, la posición de las armaduras del ala inferior de las viguetas, debido a la oxidación y/o corrosión de las barras de acero, lo que implica la perdida de sección y, por tanto, la pérdida de la capacidad resistente de forma progresiva. Esta situación se agrava en las viguetas pretensadas, dado su menor cuantía de sección de acero y el pequeño diámetro de los alambres, siendo el riesgo de corrosión bajo tensión muy peligroso por la posibilidad de rotura frágil de los alambres del pretensado.

La principal causa de este tipo de lesión en los forjados sanitarios suele ser la ausencia o deficiente ventilación de la cámara bajo el forjado, ocasionando un ambiente extremadamente húmedo, que en ocasiones se ve agudizado por las fugas que se producen en la red de saneamiento, por deficiencias en la puesta en obra y/o por la falta de mantenimiento, dada la dificultad que presenta el acceso a estas instalaciones.

Fig. 12 y 13. Corrosión de la armadura y desprendimiento del hormigón de viguetas pretensadas

❖ Humedades por ascensión capilar

En la cámara del forjado sanitario se llega a la saturación (grado de humedad en torno al 95% de forma permanente) consecuencia, de una muy deficiente ventilación de la cámara, asociado en ocasiones por las pérdidas en las redes de saneamiento. En estas condiciones, en los espacios inferiores del forjado sanitario, la ascensión de la humedad por los muros está garantizada, manifestándose en la cara interior, como desconchados en la pintura, presencia de sales transportadas por el agua y depositadas en la evaporación de la misma, formación de manchas de mohos en las zonas menos ventiladas, posibilidad de olor de humedad, sensación de pesadez en el ambiente y alteración de la sensación térmica tanto en temporadas frías como en épocas calurosas.

Al objeto de evitar esta problemática, se considera necesaria la colocación de una barrera de corte para las humedades por capilaridad en el muro de apoyo del forjado sanitario, así como la impermeabilización en la cara exterior de los muros en contacto con el terreno.

Fig. 14. Ausencia ventilación cámara sanitaria. Condensaciones en cara inferior de la viga de hormigón

Fig. 15. Humedad por ascenso capilar

RECOMENDACIONES TÉCNICO-CONSTRUCTIVAS

La metodología y recomendaciones técnico-constructivas, se describen, a nivel general, en el Documento de Orientación Técnica:**" Forjados unidireccionales con viguetas/nervios de hormigón armado. Parte II. Eh-6"**, (montaje de viguetas y entrevigado, apoyos y enlaces, montaje y recubrimientos de las armaduras, vertido, compactación y curado del hormigón, desapuntalado provisional en su caso, etc.). No obstante, se relacionan a continuación una serie de aspectos a considerar para la ejecución de los forjados unidireccionales sanitarios con viguetas pretensadas de hormigón:

- Control de recepción de los elementos constitutivos del forjado, verificando la compatibilidad entre las viguetas y las piezas de entrevigado, garantizando en todo momento la separación entre la cabeza de la vigueta y las piezas del entrevigado (mayor de 3 cm), para permitir la entrada del hormigón y poder evitar problemas de resistencia a esfuerzo rasante (Fig. 16).
-

Fig. 16. Compatibilidad vigueta-pieza entrevigado

Fig. 17. Colocación de sopandas en forjado sanitario

- Comprobar, cuando lo requiera por sus condiciones de luz y cargas, el montaje de las sopandas provisionales del forjado sanitario (apoyo intermedio), durante su ejecución (Fig. 17). La ausencia del mismo, si fuese necesario, puede originar una serie de efectos negativos como las fisuraciones de viguetas, mayores deformaciones a corto y largo plazo, menor durabilidad, incluso en casos extremos de luces y cargas elevadas y hormigonados descuidados puede llegar a producir la rotura de las viguetas con el consiguiente colapso del forjado durante o después del hormigonado. Las sopandas se deberán de quitar transcurrido el periodo de fraguado del hormigón (28 días).
- Vertido de hormigón de forma cuidadosa y ordenada, evitando acumulación excesiva, comenzando por el encadenado perimetral y avanzando hacia el centro del vano.
- Evitar cargas localizadas sobre forjado, cerramientos, fábricas de separación pesadas, etc., preferiblemente realizar el apoyo sobre los muretes o vigas que descansan directamente en la cimentación.
- Planificar el proceso de hormigonado de los forjados superiores con el fin de no superar la sobrecarga máxima prevista en el forjado sanitario.
- Previo al hormigonado quedarán replanteados los huecos de ventilación e instalaciones, principalmente la red de saneamiento (Fig. 18 y 19).

Fig.18. Replanteo arquetas saneamiento. Incorrecto

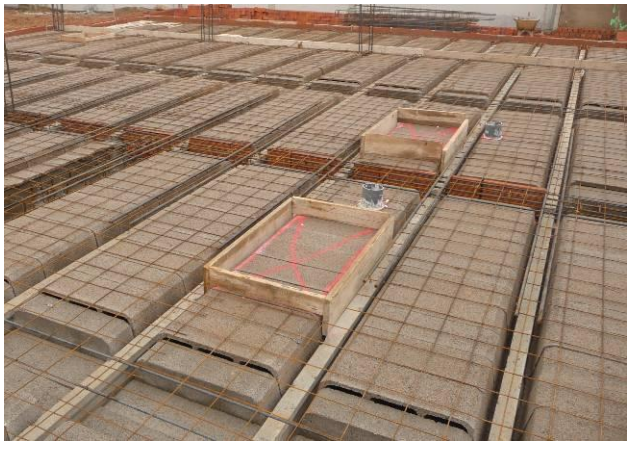

Fig.19. Replanteo arquetas saneamiento. Correcto

Como se ha comentado con anterioridad, se considera necesaria la colocación de una barrera de corte para las humedades por capilaridad en el muro de apoyo del forjado sanitario, así como la impermeabilización en la cara exterior de los muros en contacto con el terreno.

Fig.20 y 21. Barrera de corte de humedad en muros de apoyo forjado sanitario

❖ **Ventilación de la cámara:**

Según el apartado 2.2.2 del CTE DB-HS-1, el espacio existente entre el *suelo elevado (en este caso el forjado sanitario)* y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50% entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el *área efectiva* total de las aberturas, Ss, en cm^2, y la superficie del *suelo elevado*, As, en m^2 debe cumplir la condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_s} > 10$$

La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

Fig.22 y 23. Apertura de ventilación en muros y/o vigas bajo forjado sanitario

❖ **Apoyos de viguetas pretensadas doble T en vigas y/o muros**

Se muestran a continuación algunos esquemas de apoyos de forjados de viguetas doble T, tanto en vigas como en muros de carga.

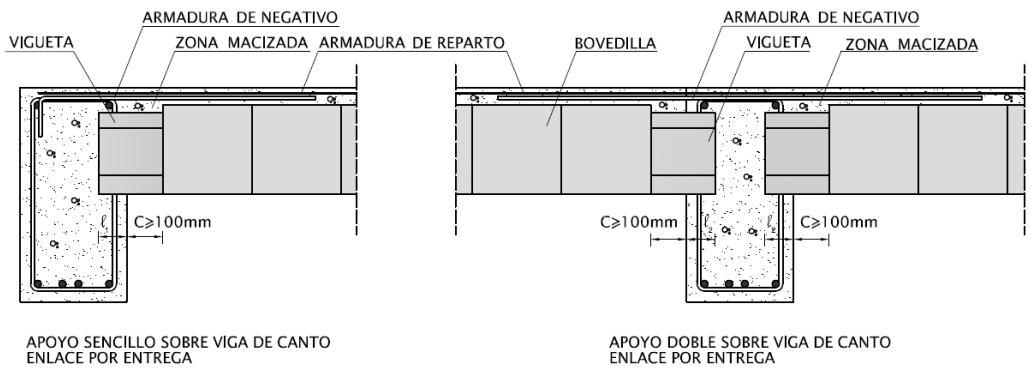

Fig.24. Apoyo sobre viga de canto. Enlace por entrega

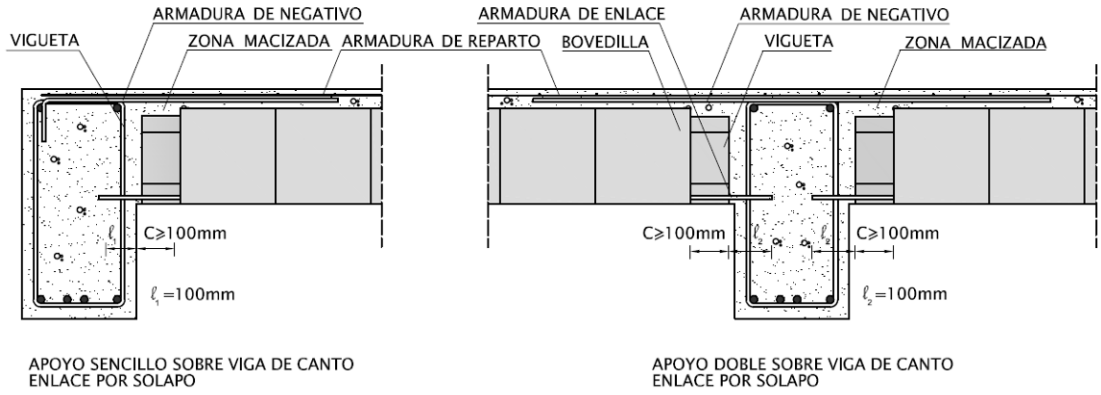

Fig.25. Apoyo sobre viga de canto. Enlace por solapo

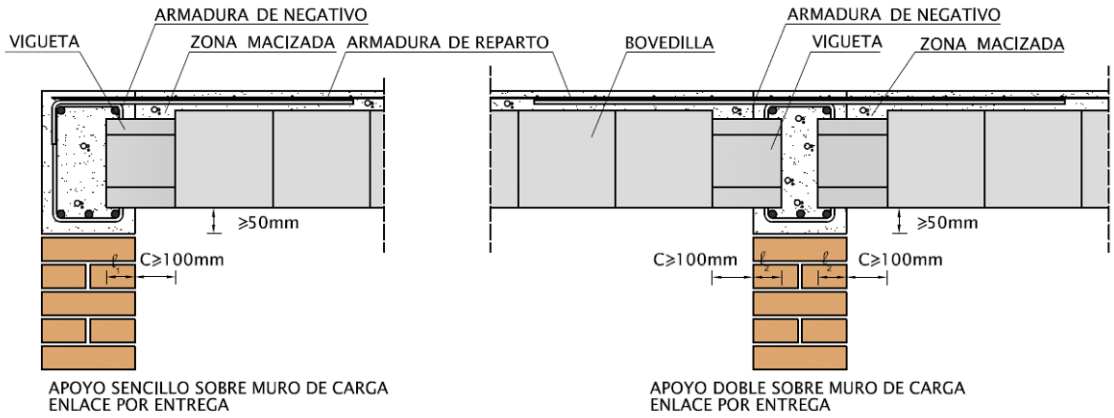

Fig.26. Apoyo sobre muro de carga. Enlace por entrega

Como se ha comentado al inicio de este apartado de recomendaciones técnico-constructivas, en general, para el montaje de viguetas y entrevigado, apoyos y enlaces, montaje y recubrimientos de las armaduras, vertido, compactación y curado del hormigón, desapuntalado provisional en su caso, etc.), consultar el Documento de Orientación Técnica:**" Forjados unidireccionales con viguetas/nervios de hormigón armado. Parte II. Eh-6"**.

❖ Mantenimiento y conservación:

En el proyecto de todo tipo de estructuras, será obligatorio incluir un Plan de Inspección y Mantenimiento, que defina las actuaciones a desarrollar durante toda la vida útil. (Artículo 24 del C.E.).

Al menos, se solicitará, por parte de la propiedad, a un técnico una revisión inmediata siempre que aparezcan lesiones en el edificio (fisuras, grietas, etc.), y cada 5 años una inspección general.

REFERENCIAS

FUNDACIÓN MUSAAT

AUTOR
● Alberto Moreno Cansado

Calle del Jazmín, 66.
28033 Madrid
www.fundacionmusaat.musaat.es

IMÁGENES
● Moreno Cansado, Alberto. (Fig.1 a 26)

BIBLIOGRAFÍA y NORMATIVA
● CTE/DB-HS; ● Código Estructural; ● Normas UNE Lesiones y síntomas en el hormigón. ● Introducción a las estructuras de hormigón. Begoña Serrano Lanzarote. ● Servicios y Asesoramiento Técnico. Félix Rivas Santiago. Blog.

CONTROL: **ISSN**: 2340-7573 **Data**: 15/1 **Ord.**: 5 **Vol.**: E **Nº**: Eh-7 **Ver.**: 2

NOTA: Los conceptos, datos y recomendaciones incluidas en este documento son de carácter orientativo y están pensados para ser ilustrativos desde el punto de vista divulgativo, fundamentados desde una perspectiva teórica, así como redactados desde la experiencia propia en procesos patológicos.
© del Autor
© de esta publicación, Fundación MUSAAT

Nota:
En este documento se incluyen textos de la normativa vigente