

Codexsa®

notas de edificación

DEFORMACIÓN DE FORJADOS

Deformación de forjados

DEPARTAMENTO TÉCNICO CODEXSA®

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del objetivo de mejorar la calidad en las obras que se construyen evitando en lo posible aquellos errores que pueden originar patologías de difícil solución, con las conocidas situaciones desagradables que se originan para todas las partes implicadas, ofrecemos a través de estas páginas nuestra experiencia en el ámbito del control de ejecución, con especial incidencia en el área de estructuras, deseando que sea de utilidad para aquellos técnicos que estén dispuestos a perder unos minutos en la lectura de este artículo.

La intervención en varios casos de patologías relacionados de forma directa con deformaciones excesivas en vigas de carga y forjados, promueve la presentación de esta nota técnica, con el único objetivo de colaborar con los profesionales vinculados al proyecto, cálculo y construcción de viviendas y obras de edificación en general, ya que las recomendaciones que presentamos son válidas en todos los casos.

No es nuestra misión realizar una investigación o exposición detallada sobre los innumerables factores que intervienen en el campo de las deformaciones, sino sólo proponer algunas medidas sencillas que nos puedan ayudar a prevenir este tipo de patologías.

Quien adquiere una vivienda, evidentemente no tiene una predisposición para aceptar cualquier defecto que se presente ante su vista y menos si se trata de fisuras en tabiques.

Como es lógico, la manifestación de fisuras en suelos y tabiques, como consecuencia de una deformación excesiva de la estructura que los sustenta, genera una irritación y un malestar en el usuario difícilmente valorable o cuantificable, por el daño moral que se ha generado.

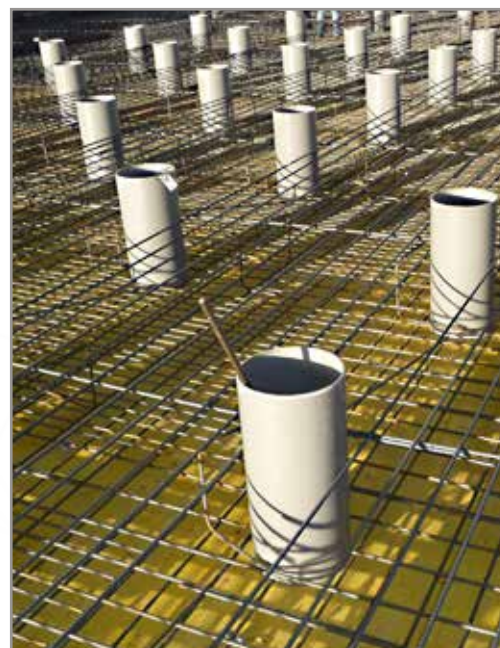
2. HIPÓTESIS INICIALES

Si bien se ha avanzado de forma significativa en el desarrollo de programas informáticos que permiten resolver innumerables situaciones de diseño, "EL DISEÑO" con mayúsculas debe realizarse de forma previa a la introducción de datos, es decir, debemos pensar nuestra estructura sin tener miedo al lápiz y al papel.

Este paso previo es muy importante para evitar situaciones que nuestro ordenador no podrá resolver.

Como anécdota queremos comentar que hemos procedido a cotejar tres listados de programas diferentes con los que se ha calculado la misma obra con idénticas hipótesis y datos de sobrecargas, y los resultados finales varían entre los mismos, especialmente en el apartado de las flechas activas.

Si nos detenemos en el artículo 50 de la anterior instrucción EHE 96, sobre Estado Límite de Deformación, y en el apartado de Comentarios, podríamos leer textualmente que: "para evitar problemas de fisuración en tabiques, la flecha activa no debe ser superior a 1 cm".



deformación de forjados

□ CODEXSA®

Este comentario ha sido retirado de la actual instrucción EHE 08, limitando la flecha en términos relativos al menor de los valores $L/250$ y $L/500+1\text{cm}$, y $L/400$ para la flecha activa. Para forjados que sustentan tabiques o muros, la flecha activa no excederá al menor de los valores $L/500$ y $L/1000+0,5\text{cm}$, siendo L la luz del vano.

La experiencia demuestra que a medida que nos acercamos al centímetro de flecha activa, aumentan las posibilidades de fisuración en tabiques y suelos.

Ahora bien, el proceso de determinar con cierta exactitud una flecha activa, es tan complejo por las variables que intervienen, que la propia instrucción EHE 96 reconocía que las deformaciones deben ser consideradas como "una variable aleatoria, sólo susceptible de evaluación aproximada".

Esta evaluación aproximada es la que genera una especie de vacío que nos puede llevar a patologías no previstas en la fase de diseño.

La antigua instrucción sobre forjados EFHE, nos facilitaba una fórmula muy útil y quizás poco utilizada en su artículo 15.2.2 ($h_{\text{min}} = \sqrt{1 \times \sqrt{2} \times L/c}$) la cual nos permitía determinar en una fase previa de nuestro diseño dos parámetros muy importantes: a) por un lado si el canto de nuestro forjado era superior al que obteníamos de aplicar dicha fórmula, no necesitábamos verificar las deformaciones, b) si por el contrario, nuestro canto de forjado era inferior al que obteníamos de la ecuación anterior, no sólo teníamos que verificar la flecha del elemento, sino que se debían verificar las limitaciones establecidas en el artículo 15.2.1. de dicha instrucción.

Estas comprobaciones ya no aparecen ni en la actual EHE 08 ni en el Código Técnico de la Edificación.

Ante esta situación hemos considerado que puede ser de mucha utilidad, el mostrar unos casos de patologías originados en deformaciones de forjados con elementos comunes que han colaborado en su manifestación.

3. DESCRIPCIÓN DE DAÑOS

- En las [fotografías 1 y 2](#), podemos ver el "arco de descarga" manifestado en unos tabiques apoyados en la misma dirección de las viguetas de un forjado unidireccional. El dibujo del arco nos puede dar información incluso del tipo de ladrillo empleado en el tabique.
- Si la tabiquería está apoyada o sustentada en forma transversal a la dirección de las viguetas de un forjado unidireccional que se deforma, tendremos fisuras predominantemente horizontales. ([Fotografías 3 y 4](#)).
- Muchas veces los tabiques quedan literalmente atrapados por el pórtico ó suspendidos del forjado, desprendiéndose del piso y originando una luz como la que se aprecia en las [fotografías 5, 6 y 7](#).
- El movimiento de un forjado puede incluso originar el desprendimiento de los rodapiés. ([Fotografía 8](#)).



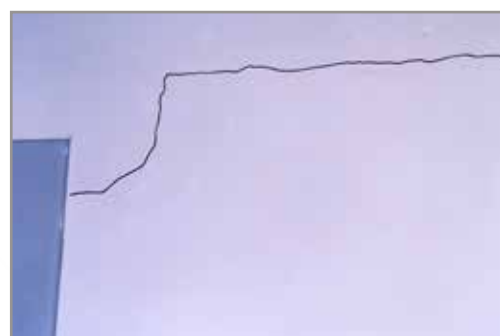
Fotografía 1



Fotografía 2



Fotografía 3



Fotografía 4

deformación de forjados

□ CODEXSA®

- Si no existen tabiques próximos a los apoyos, la deformación puede marcarse en la solería a través de cejas longitudinales. (fotografía 9).

4. ELEMENTOS COMUNES A LAS PATOLOGÍAS

En los casos de patologías en los que nos ha tocado intervenir como consecuencia de deformaciones excesivas en vigas y forjados, podemos definir los siguientes factores comunes:

- Presencia de vigas planas en forjados de canto 26 cm, con luces próximas a 6 metros entre ejes de apoyos. %
- Presencia de forjados unidireccionales de canto 26 cm y luces próximas a 6 metros.
- Edificios destinados a viviendas.
- Concentración de cargas permanentes (aseos y muebles altos de salón) en zonas próximas a centro de vanos.
- Tabiquería muy rígida (ladrillos cerámicos y morteros de cemento).
- Fisuras en viviendas de 1º planta con local diáfano en planta baja.
- En todos los casos las fisuras comenzaron a manifestarse al año de estar en uso las viviendas.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Como podemos observar, en todos estos elementos comunes existe un fuerte componente relacionado con el diseño de la estructura, el cual condiciona todas las funciones que intervienen en la deformación, como lo son los materiales, las acciones, la geometría, los armados y las vinculaciones.

Si bien no podemos facilitar una solución genérica para evitar la aparición de fisuraciones por deformación de forjados y vigas, sí podemos establecer los siguientes criterios que pueden ayudar a prevenirlas:

- Evitar la combinación de vigas planas y forjados, ambos con luces próximas o superiores a 6 metros, ya que se genera un importante riesgo potencial de deformaciones (algunas incidencias se ven atenuadas con la utilización de canto 30cm).
- Verificar el canto del forjado con diversas fórmulas.
- Construir tabiques más flexibles que la tradicional combinación de ladrillos cerámicos y morteros de cemento, ya que los tabiques muy rígidos son los primeros en manifestar los movimientos de la estructura por muy pequeños que sean estos últimos.
- Tener la precaución de rigidizar aquellos paños que recibirán las cargas muertas de aseos, muebles pesados o cerramientos (en algunos países el núcleo de aseos se construye con losa de hormigón armado).



Fotografía 5



Fotografía 6



Fotografía 7



Fotografía 8

deformación de forjados

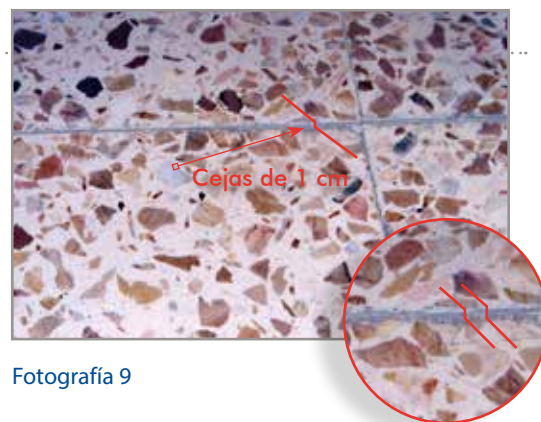
□ CODEXSA®

- En caso de duda, ante el resultado de flecha activa que nos facilita nuestro programa de cálculo, estudiar con mayor detenimiento la rigidez de nuestras vigas y forjados. Quizás sea necesario aumentar los cantos previstos originalmente, disminuir las luces, cambiar los materiales, elegir otro tipo de forjado (reticular, placas albeolares, losas, etc...)

- Todas estas precauciones toman mayor relevancia si estamos en presencia de un bloque de viviendas en altura, con locales diáfanos en planta baja, ya que ante una deformación en el forjado de planta baja, se producirá un efecto en cadena en las plantas superiores.

- Una vez manifestada la deformación, las soluciones para atenuar el fenómeno suelen ser complejas y difíciles de ejecutar, especialmente si hay que realizar un refuerzo por la cara inferior de nuestros elementos afectados ante las escasas alturas libres con que se construye en la actualidad. En la [fotografía 10](#) podemos observar un refuerzo metálico realizado por la cara inferior de un forjado de cubierta con excesiva deformación. En la [fotografía 11](#) vemos el desplome de un forjado sanitario durante el hormigonado por falta de rigidez.

- Resaltamos la palabra "atenuar", ya que una estructura que se ha deformado de manera excesiva no la podremos llevar a su estado original, sino que nos limitaremos a estudiar un refuerzo que detenga dicha deformación y que la transforme de activa en definitiva.



Fotografía 9



Fotografía 10



Fotografía 11