

GRIFADO DE BARRAS

Eduardo Gimeno Fungairiño, Daniel Bianchi Munuera - Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. NB35 Ingeniería¹.

En las múltiples visitas que se han realizado a diversas obras de la geografía española, se han detectado unas incidencias repetitivas en todas y cada una de ellas, sin excepción, que vamos a intentar describir en este artículo.

Se trata de errores de colocación de las armaduras en pilares y muros, posteriores al replanteo de las mismas y, en consecuencia, al grifado (doblado) de las barras.

Muy a pesar de lo que se pueda pensar... «todas las barras se pueden grifar, independientemente de su diámetro; es sólo cuestión de que la "grifa" sea lo suficientemente larga y que existan suficientes operarios como para subirse en el extremo contrario»... el doblado y el desdoblado en obra de las barras ha de ajustarse a unos requisitos mínimos para evitar que se produzcan daños permanentes.

El grifado de las barras está inicialmente previsto para compatibilizar el solape de las armaduras, por ejemplo, en el extremo de un pilar. Sin embargo, en la práctica se emplea para solucionar problemas en la posición final de las barras, muchos de los cuales se podrían haber evitado fácilmente.

Las principales causas de estas diferencias, que provocan que las armaduras no se encuentren en la situación prevista, suelen ser las siguientes:

1. Errores de replanteo del pilar.
2. Problemas con la disposición de los separadores en el pilar que no evitan, o incluso ocasionan, movimientos de la armadura durante el proceso de hormigonado.
3. Mala ejecución de la reducción en cabeza del pilar.

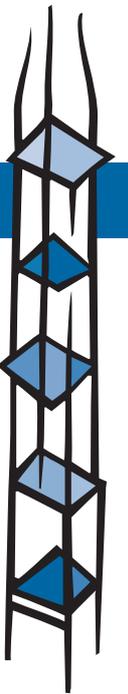
Sea cual fuese el motivo de los indicados anteriormente, el problema se detecta una vez que se ha hormigonado el forjado de la planta y se ha procedido a marcar con azulete el replanteo del pilar.

La primera solución que se practica en todas las obras es el grifado de las barras de forma indiscriminada; tanto como se necesite, sin regirse por ningún criterio o procedimiento y, por supuesto, sin establecer un máximo de tolerancia. Esta forma de proceder, transmitida de una obra a la siguiente y adoptada por los operarios como una solución "de toda la vida", repercute negativamente en los siguientes factores:

- El funcionamiento del armado, al que se le imponen unas tensiones residuales debidas al grifado excesivo de la barra que pueden, incluso, producir fisuras o fracturas en ella. Esta última, aunque sea paradójico, es la situación ideal, pues permite detectar el fallo y tratar de solucionarlo mediante la colocación de una armadura adicional. Si no hay roturas o fisuras aparentes, quedará hormigonada una barra con su sección plastificada y una capacidad mecánica reducida.

"El doblado de barras debe tener en cuenta lo indicado en la EHE"

¹ Socia de ACIES (Asociación de Consultores Independientes de Estructuras de Edificación).





SOLUCIONES TÉCNICAS



- La transmisión de cargas entre barras solapadas, insuficiente o ineficaz al perderse la continuidad entre sus ejes, o quedar éstos excesivamente separados.
- El hormigón, al producirse una concentración de tensiones y unos esfuerzos transversales no previstos que pudieran,

incluso, producir la expulsión del recubrimiento (*spalling*).

- Y otros tan básicos como la durabilidad por la falta de recubrimiento de la armadura en aquellos casos en los que ésta queda al límite del replanteo.



Comencemos por definir qué **entendemos por un grifado correcto**. El objetivo principal es la transmisión de la carga de cada barra a su par, y que ésta se produzca con la mínima variación posible. Para ello, es recomendable que la transición de las barras tenga una pendiente suave, inferior a 1:6 (horizontal/vertical), para evitar que se puedan producir empujes horizontales de consideración.

En el diagrama de esfuerzos de la Figura 1 se representan los estados tensionales a los que se ven sometidas las barras en función del ángulo de grifado. Los casos ana-

"La pendiente de grifado no debe ser superior a 1:6"

lizados son, de inferior a mayor, los correspondientes a ángulos de grifado de 80° (1:6), 45° y 30°. Se observa claramente que las tensiones a las que se somete la barra, tanto de compresión como de tracción (muchas de ellas residuales), se triplican en función del grifado realizado.

Aún así, y por mucho que se entienda que el grifado "correcto" sea la solución a adoptar y la que se ejecute de forma habitual en obra, deberíamos recurrir a lo que indica la Instrucción EHE-08 al respecto en su artículo 69.5.2.2 Empalmes por solapo:

"Este tipo de empalmes se realizará colocando las barras una al lado de otra, dejando una separación entre ellas de $4\varnothing$ como máximo. Para armaduras en tracción esta separación no será menor que la prescrita en Art 69.4.1."

Según esto, numerosos grifados serían evitables o, más concretamente, **numerosos grifados mal ejecutados podrían evitarse en obra**, ya que no serían necesarios en la mayoría de los casos. Para el resto de ellos, en los que debamos recurrir al grifado de barras, habrá que tener presente la pendiente máxima de 1:6 al ejecutarlo.

Cómo se debe actuar en aquellos casos en los que se exceda la separación máxima de 4 diámetros que señala la EHE-08, el grifado no nos proporcione la solución adecuada, o en el caso de hacerlo suponga el daño irreparable de la armadura. La recomendación más juiciosa es la de proceder al "pinchado" de nuevas barras entre cada par de barras a solapar, de forma que se reduzca la distancia entre ellas y se favorezca la transmisión de esfuerzos. Esta solución no es trivial, ya que requerirá un análisis técnico e individualizado del estado definitivo propuesto, debiendo incrementar en esa zona la armadura transversal.

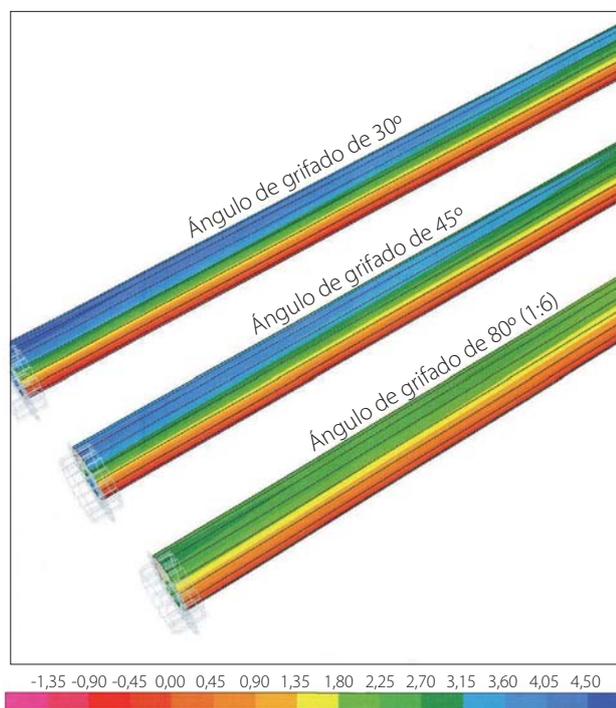


Figura 1.- Estados tensionales de barras según ángulo de grifado.

Otro de los aspectos a comentar es el ángulo de grifado o doblado de las barras. Para ello, debe atenderse a lo indicado en la Instrucción EHE-08 en su artículo 69.3.4. Doblado. En dicho artículo, además de indicar el diámetro mínimo de los mandriles en función del tipo de acero, tipo de doblado y diámetro de la barra, se da una indicación a tener muy en cuenta:

"No se admitirá el enderezamiento de codos, incluidos los de suministro, salvo cuando ésta operación puede realizarse sin daño, inmediato o futuro para la barra correspondiente."

"Si resultase imprescindible realizar desdoblados en obra, como por ejemplo en el caso de algunas armaduras en espera, éstos se realizarán de acuerdo con procesos y criterios de ejecución contrastados, debiéndose comprobar que no se han producido fisuras o fracturas en las mismas. En caso contrario se procederá a la sustitución de los elementos dañados. Si la operación de desdoblado se realiza en caliente, deberán adoptarse las medidas adecuadas para no dañar el hormigón con las altas temperaturas."



SOLUCIONES TÉCNICAS



Es muy común ver cómo en obra, aparte de realizar un grifado inadecuado, posteriormente se procede en muchas de ellas al “desgrifado” de barras para rectificar excesos o enderezar barras grifadas de forma errónea, o proceder a un nuevo grifado prácticamente en la misma sección. Como se ha comentado, visto y mencionado en la Instrucción, esta práctica es muy perjudicial, ocasionando daños que producen la “eliminación” de dichas barras al quedar seriamente comprometidas sus prestaciones mecánicas.

No existe un procedimiento general y acordado para efectuar el desdoblado en obra, pero sí algunas **recomendaciones de carácter práctico**:

El desdoblado debe efectuarse en frío y nunca en caliente a menos que se tengan absolutamente contrastado el procedimiento y no se afecte al hormigón que rodea la armadura.

La operación debe hacerse de forma continua, sin golpes o esfuerzos alternativos y de una sola vez, no admitiendo correcciones en sentido contrario si no se ha alcanzado la orientación necesaria (es mejor perder algo de alineación que producir la plastificación y rotura de la barra en la zona de desdoblado).

"El abuso en obra del doblado y desdoblado de forma indiscriminada puede «eliminar» numerosas barras"

La barra que vaya a desdoblarse debe apoyarse sobre un bulón metálico, con el diámetro adecuado para que no se formen dos eses”.

Hay que evitar el efecto de entalla del hormigón, pues el esfuerzo cortante que se produce es tan grande que no solo puede dañar la barra sino romperla. Esta recomendación es tanto más importante cuanto mayor es el diámetro de la armadura.

En el caso de esperas o de armaduras de continuidad, lo más recomendable es disponer un berenjeno o un porexpan en la zona en la que vaya a efectuarse el desdoblado, de forma que pueda retirarse una vez endurecido el hormigón y dejar el espacio suficiente para efectuar el desdoblado.

Por último, pero no por ello menos importante, las esperas deben disponerse donde haya espacio suficiente para ello, en caso contrario es recomendable emplear otro sistema para el empalme de las armaduras (empalmes mecánicos o soldadura). En el despiece de la armadura hay que indicar esta circunstancia y pedir un diámetro de doblado superior al indicado en la tabla 69.3.4 de la Instrucción EHE-08, al menos $6\emptyset$ para las barras de diámetro inferior a 20 mm y $10\emptyset$ para las de tamaño superior.

En conclusión, se puede señalar que el grifado de barras sí se permite, pero con las indicaciones dadas en la EHE-08 sobre el ángulo de doblado, y con la recomendación de utilizar una pendiente inferior a 1:6, siempre y cuando la separación entre par de barras a solapar sea superior a los $4\emptyset$ indicados y aprobados en la mencionada Instrucción.



Grifado correctamente ejecutado.



Grifado mal ejecutado.

