

# LA INFLUENCIA DE LOS ESTADOS SUPERFICIALES DE LAS BARRAS CORRUGADAS SOBRE LA ADHERENCIA EN HORMIGONES LIGEROS ESTRUCTURALES\*

Emilio Barberá Ortega

Dr. Arquitecto  
Prof. de la E.T.S.A.V.

Director de la Tesis:

José Calavera Ruiz

Dr. Ingeniero de Caminos  
Catedrático de Edificación y Prefabricación  
de la E.T.S.I.C.C.P.M.

447-2

## INTRODUCCION: OBJETIVOS Y METODO

El objetivo de la presente tesis experimental es el estudio de las variaciones en el comportamiento adherente de las barras de acero corrugadas en función del estado superficial de las mismas en hormigones ligeros estructurales. La investigación propuesta estudió el problema adherente, paralelamente a la realizada en 1978 por J. Calavera (1), en la que se utilizó hormigón de densidad normal. Por tanto, se tomaron los mismos estados superficiales consistentes en dos grados de oxidación, cepillados o no, y la barra sin oxidar, y éstos a su vez, manchados o no de mortero.

Las barras lisas no fueron ensayadas debido a que sus resultados en hormigones ordinarios, presentaron un elevado grado de dispersión que obligó a desestimar las conclusiones que pudieran obtenerse, no cabiendo pues la comparación con los resultados en hormigón ligero, en los que cabe esperar mayor dispersión.

Para tratar de detectar posibles influencias del diámetro de la barra se ensayaron dos: uno fino y

\* Tesis leída el 23 de septiembre de 1982 en la Escuela Superior de Arquitectura de Valencia. Obtuvo la calificación de sobresaliente cum laude.

otro grueso, de los más representativos en las estructuras de edificación, un  $\varnothing$  10 mm y un  $\varnothing$  20 mm.

La oxidación de las barras se produjo a la intemperie, pues la estructura de la capa de óxido es función del procedimiento de oxidación empleado. Se consideró como barra «ligeramente oxidada» a aquella tal que la disminución de diámetro tras su limpieza por cepillado era de 10 micras, y «fuertemente oxidada» a aquella en que dicha disminución era de 40 micras, en base a los resultados obtenidos y a la observación directa de las mismas.

Las manchas de mortero se efectuaron introduciendo las barras en un recipiente lleno de mortero con la misma dosificación que el hormigón que se empleó en la confección de las probetas de pull-out.

Dado que la finalidad de los ensayos no se centra en la obtención de valores absolutos de las tensiones adherentes, sino en el establecimiento de criterios comparativos entre los diversos estados superficiales de las barras, tomando uno de ellos como patrón —que corresponde a la barra sin manchar de mortero y sin oxidar— se eligió como método de ensayo el de adherencia por tracción o PULL-OUT TEST (2), por su facilidad de ejecución. Como a igualdad de resistencia a compresión que el hormigón ordinario, el hormigón ligero presenta una menor resistencia a la tracción indirecta, con el fin de no colocar zunchados complementarios y evitar que se produjeran el mínimo de roturas de la probeta por rajado de la misma (splitting), se tomó la decisión de aumentar el tamaño de la misma a cubos de quince diámetros de arista. La longitud adherente, de cinco diámetros, se ubicó en el centro de la probeta.

La calidad del hormigón fue controlada mediante su resistencia a compresión, ensayo además obligatorio mediante la RC-6, en probetas cilíndricas de 150/300 mm, curadas, al igual que las de pull-out, en el ambiente del laboratorio de construcción de la E.T.S.A.V. La temperatura osciló entre 13,5 °C (mínima de las mínimas) y 18,0 °C (máxima de las máximas) y la humedad relativa entre el 73 y el 77 %. Los ensayos se efectuaron cuando el hormigón alcanzó una madurez de 28 días. El asiento en cono de Abrams del hormigón fue de 6 a 8 cm.

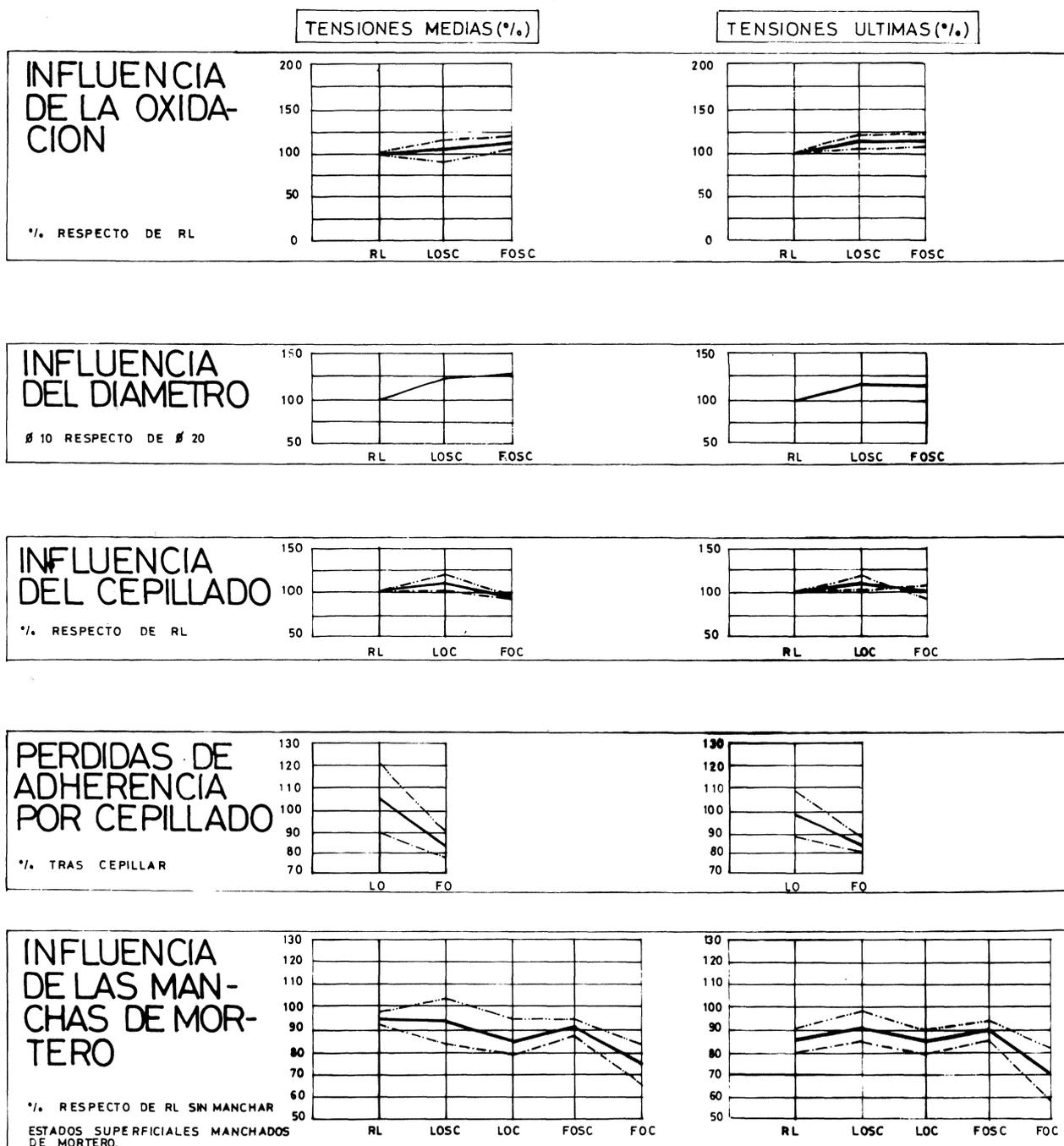
De cada estado superficial y por cada diámetro se realizaron tres probetas de pull-out, tomándose lecturas a cada incremento de carga de 250 kg, construyéndose con los resultados obtenidos las curvas cargas-deslizamientos y calculándose, mediante extrapolación lineal, las cargas que se obtenían para los deslizamientos de 0,01, 0,1 y 1 mm (este último si el deslizamiento final era mayor de 1 mm, en caso contrario se tomaba la carga última). Las tensiones adherentes calculadas para estos deslizamientos fueron corregidas en función de la resistencia a compresión del hormigón utilizado, referenciando los resultados a una resistencia del mismo de 300 kp/cm<sup>2</sup>. Dentro de cada estado superficial se estudiaron las variaciones, tanto de la tensión última como de la

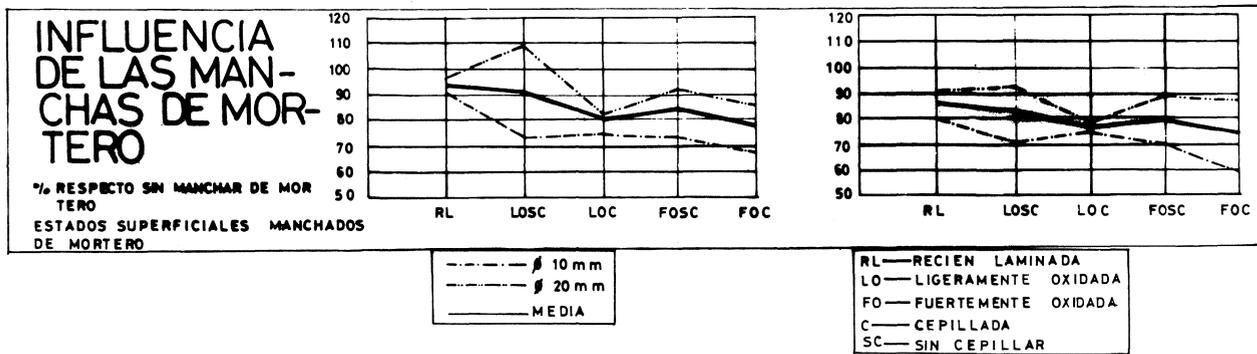
tensión media, definida como la media de las tensiones adherentes correspondientes a los tres deslizamientos anteriormente mencionados.

Todos los estados superficiales ensayados cumplieron los requisitos de G. REHM (3), para los ensayos de pull-out, salvo el fuertemente oxidado y cepillado para el diámetro 10 mm manchado de mortero.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Los resultados experimentales se pueden resumir en los siguientes gráficos:





### CONCLUSIONES

1. Al igual que en los hormigones ordinarios, dentro de los grados de oxidación estudiados, la oxidación produce un efecto beneficioso en las características adherentes de las barras corrugadas, aunque de menor cuantía que en el hormigón ordinario.
2. Dicha influencia beneficiosa es mayor para las tensiones últimas que para las tensiones medias de adherencia.
3. Esta mejora del comportamiento adherente aumenta cuando disminuye el diámetro.
4. El cepillado en general produce una pérdida del comportamiento adherente; pérdidas que progresan a medida que progresa la oxidación y disminuye el diámetro. A pesar de dichas pérdidas hay todavía un incremento de las características adherentes respecto de la barra sin manchar y sin oxidar cuando el grado de oxidación es ligero.
5. Las manchas de mortero, a diferencia de lo que sucede con los hormigones ordinarios, provocan un descenso de la capacidad adherente, mayor a medida que progresa la oxidación y disminuye el diámetro.
6. La afirmación de la IEH-80, artículo 13, «Las armaduras se colocarán limpias, exentas de óxido no adherente...» pue-

de por tanto, ser puesta en duda a la vista de los trabajos experimentales realizados, que confirman, respecto a la oxidación, los efectuados por J. Calavera en hormigones ordinarios.

7. La nitidez de los resultados obtenidos para pequeños diámetros, que disminuye a medida que éste aumenta, tanto en los hormigones ligeros como ordinarios, hace pensar en el estudio de la adherencia en función del estado superficial de las barras, para diámetros mayores, tipo 40 mm, como un nuevo tema de investigación.

### REFERENCIAS

- (1) CALAVERA, J. «Resultado de los ensayos realizados para estudiar la influencia de los distintos estados superficiales en las condiciones adherentes de las barras de acero». IN-TEMAC.
- (2) RILEM. «Recomendation provisoir 7-II-12-D. Essai portant sur l'adhérence des armatures du béton.2. Essai par traction». Revista Materiaux et Constructions, n.º 32. 1973.
- (3) C.E.B. «Aciers-Adherence-Ancrages». Boletín de información n.º 118. Editado por el Comité Eurointernacional del Hormigón. Diciembre de 1977-Noviembre de 1979.

\* \* \*