

HOMOLOGACION DE ARMADURAS DE ALAMBRE TREFILADO PARA MALLAS ELECTROSOLDADAS (1)

FRANCISCO JAVIER SAINZ DE CUETO TORRES (*)

FELIX MARTIN HERNANDO (**)

RESUMEN. Se presentan algunos de los resultados de ensayos realizados por el Laboratorio Central de Estructuras y Materiales CEDEX (MOPU), para la homologación de alambres de acero trefilado de uso en mallas electrosoldadas para hormigón armado.

El programa de homologación está acreditado ante el Ministerio de Industria y Energía y está referido a armaduras pasivas fundamentalmente españolas.

ABSTRACT. *Several results of tests carried out by the Laboratorio de Estructuras y Materiales CEDEX (MOPU), for the standardizing of steel drawn wire to be used in electrosoldered mesh for reinforced concrete, are presented.*

The standarization programme is authorised by te Ministerio de Industria y Energía and concerns mainly spanish non-prestressed concrete.

INTRODUCCION

La homologación de los productos y semiproductos surge ante la necesidad de certificar el cumplimiento de conformidad con alguna Reglamentación establecida.

El certificado de homologación debe ser emitido por la propia Administración y garantiza la idoneidad para el uso correspondiente.

La homologación de productos de uso en construcción constituye una de las etapas del ciclo cerrado denominado Sistema de Garantía de Calidad. El sistema completo ha venido distinguiendo cinco fases: Promoción, Proyecto, Control de Materiales, Construcción y Mantenimiento.

Debido a la mayor atención prestada al control de los materiales, puede cuantificarse en alrededor de sólo un 15 % la proporción de fallos en construcción por causa de los materiales, mientras que puede atribuirse un 50 % a las fases de Promoción y Proyecto, un 25 % a la de Construcción y un 10 % a la de Mantenimiento.

(1) Este artículo ha sido presentado como ponencia de los mismos autores en las «Jornadas Nacionales de Calidad en Siderurgia», Madrid, mayo 1990.

(*) Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Jefe de la División de Estudios y Ensayos Mecánicos del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX (MOPU).

(**) Maestro Industrial. División de Estudios y Ensayos Mecánicos del Laboratorio Central de Estructuras y Materiales del CEDEX (MOPU).

Pese a no ser muy elevada la causalidad de fallos originados por los materiales, conviene redoblar los esfuerzos en disminuir esta proporción, permitiendo dedicar mayor atención a las restantes etapas, hoy en día menos cuidadas.

2. REGLAMENTACION ARMADURAS PASIVAS

La reglamentación del uso de armaduras para hormigón viene recogida en el artículo 9.º de la Instrucción para el proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado EH-88.

La Instrucción EH-88 contempla como armaduras de acero para hormigón las barras lisas, las barras corrugadas y las mallas electrosoldadas.

Las barras para armar se fabrican siempre por laminación en caliente, seguida o no de un proceso de deformación en frío.

Los alambres corrugados se fabrican por laminación en frío y suelen presentar, por los procesos actuales de producción, tres filas de nervios longitudinales, que permite distinguirlos a simple vista de las barras corrugadas.

Los alambres lisos y corrugados se ajustan, en cuanto a diámetros nominales, a la siguiente serie: 4, 4,5, 5, 5,5, 6, 6,5, 7, 7,5, 8, 8,5, 9, 9,5, 10, 11, 12, 13 y 14 mm.

La sección equivalente del alambre no deberá ser inferior al 95 % de la correspondiente a sección nominal.

La Instrucción EH-88 prohíbe la utilización de los

HORMIGONES

PRODUCTO	BARRAS LISAS	B. CORRUGADAS	ALAMBRES LISOS	A. CORRUGADOS	
Norma UNE sobre el producto	36097/1/81	36088/1/81	36092/1/81 36731/82	36092/1/81 36099/1/81	
Norma ensayo de tracción	UNE 36401/81	UNE 36401/81	UNE 36401/81	UNE 36401/81	
ESPECIFICACIONES	Carga unitaria máxima sobre (Kp/mm ²)	34-50	45 (AEH 400F) 53 (AEH 400NI) 56 (AEH 500F) 61 (AEH 500NI) 67 (AEH 600F) 71 (AEH 600NI)	56 (AEH 500T) 67 (AEH 600T)	56 (AEH 500TI) 67 (AEH 600TI)
	Límite elástico sobre (Kp/mm ²)	22	41 (AEH 400F/N) 51 (AEH 500F/N) 61 (AEH 600 F/N)	51 (AEH 500T) 61 (AEH 600T)	51 (AEH 500TI) 61 (AEH 600TI)
	Relación fs/fy sobre	—	1,05	1,03 $1,05 - \frac{f_y - f_{yk}}{10 f_{yk}}$	1,03 $1,05 - \frac{f_y - f_{yk}}{10 f_{yk}}$
	Alargamiento rotura base 5 diámetros sobre (%)	23	16 (AEH 400N) 14 (AEH 500N) 12 (AEH 600N) 14 (AEH 400F) 12 (AEH 500F) 10 (AEH 600F)	8 $20 - \frac{2f_y}{100}$	8 $20 - \frac{2f_y}{100}$
	Norma ensayo doblado simple (180)	UNE 7292/72	UNE 7292/72	UNE 7292/72	UNE 7292/72
	Norma ensayo dobla-desdoblado (90-20)	UNE 36097/1/81	UNE 36088/1/81	UNE 36731/82	UNE 36099/1/81
	Norma ensayo adherencia	—	UNE 7285/79	—	UNE 7285/79
	Tensión media adherencia sobre (Kp/cm ²)	—	Diámetro D (mm) 70 (D < 8) 80 - 1,2 D (D8 - 32) 42 (D > 32)	—	Diámetro D (mm) 70 (D < 8) 80 - 1,2 D (D8 - 32) 42 (D > 32)
	Tensión rotura adherencia sobre (Kp/cm ²)	—	115 (D < 8) 130 - 1,9 D (D8 - 32) 69 (D > 32)	—	115 (D < 8) 130 - 1,9 D (D8 - 32) 69 (D > 32)

TABLA 1. EH-88: Especificaciones para armaduras pasivas.

alambres, trefilados lisos como armadura, salvo como componentes de las mallas electrosoldadas. Los alambres corrugados podrán emplearse como armadura transversal en elementos prefabricados de hormigón.

La Instrucción EH-88 permite la asimilación de los alambres a barras, cuando cumplan las especificaciones establecidas para las mismas. En general los alambres corrugados presentan una adherencia al hormigón ligeramente inferior a la de las barras para los diámetros más gruesos. En el certificado de homologación deberán figurar los límites de variación de la geometría de los resaltes.

En las instrucción EH-88 aparece como novedad la comprobación de la aptitud al soldeo de las armaduras

pasivas, aunque lo refiere a la recepción en obra y no a procesos de homologación. Sin embargo el fabricante deberá indicar si el acero es apto para el soldeo y cuáles son las condiciones y procedimientos para su realización.

El ensayo de recepción en obra se efectuará sobre los diámetros máximo y mínimo que vayan a utilizarse. De cada diámetro se ensayarán tres probetas a tracción y tres a doblado simple.

En el ensayo de tracción la carga de rotura de una probeta soldada no será inferior a la garantizada, ni al 95 % de la media de dos probetas. Tampoco, para cualquier alargamiento, bajará la carga el 95 % con respecto a la de menor carga de los testigos.

En el ensayo de doblado simple se ensayará la zona de afección del calor de tres probetas.

3. HOMOLOGACION DE ALAMBRE PARA MALLAS

La obligatoriedad de homologación para estos productos viene dispuesta por el Real Decreto 2702/1985, de 18 de diciembre, por el que se homologan los alambres trefilados lisos y corrugados, para mallas electrosoldadas y viguetas semi-resistentes de hormigón armado.

El Laboratorio Central de Estructuras y Materiales es laboratorio oficial acreditado para esta tarea, por Resolución del Ministerio de Industria y Energía de 11 de junio de 1986.

Como se ha señalado, la reglamentación de referencia es la Instrucción EH vigente. En la homologación, la calidad de estos productos se centra en el cumplimiento de especificaciones técnicas basada en características geométricas, mecánicas y de adherencia del alambre. No se tienen en cuenta limitaciones de carácter químico o metalográfico del material.

El conjunto de todas las especificaciones se ha recogido en la tabla 1.

En la tabla pueden apreciarse algunas variaciones con respecto a las especificaciones que aparecían en la anterior Instrucción EH-82.

En lo que se refiere a normativa utilizada, algunas normas han sido modificadas. La norma UNE 7292/72 «Ensayo de doblado simple de productos de acero» ha sido recientemente sustituida por la UNE 7472/89 «Materiales metálicos. Ensayo de doblado simple». Esta norma es equivalente a la norma internacional ISO 7438/85 y admite tres métodos con distintos dispositi-

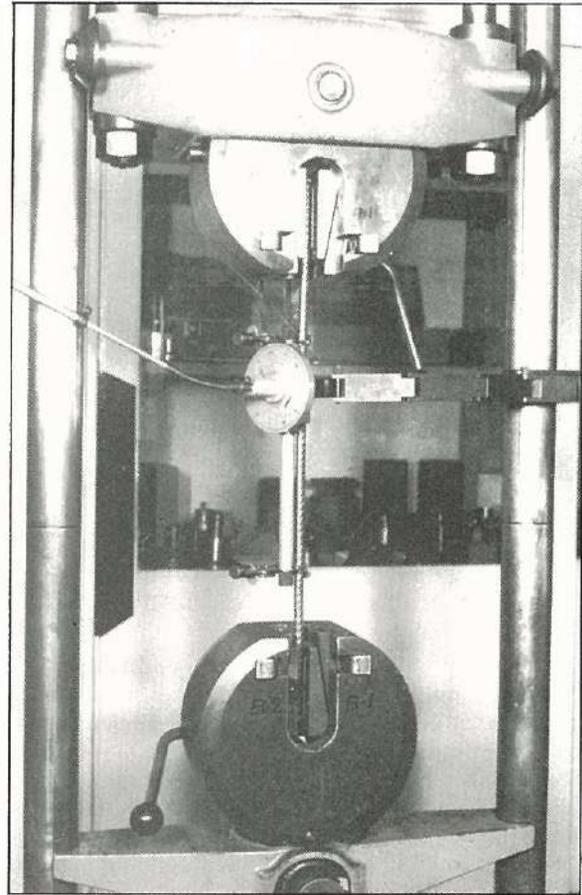


FOTO 1. Ensayo de tracción de un alambre trefilado.

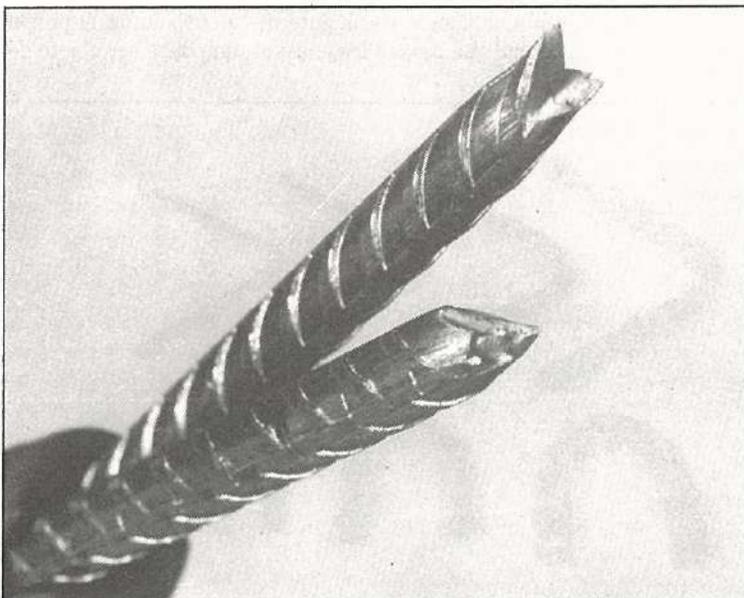


FOTO 2. Detalle de rotura por tracción.

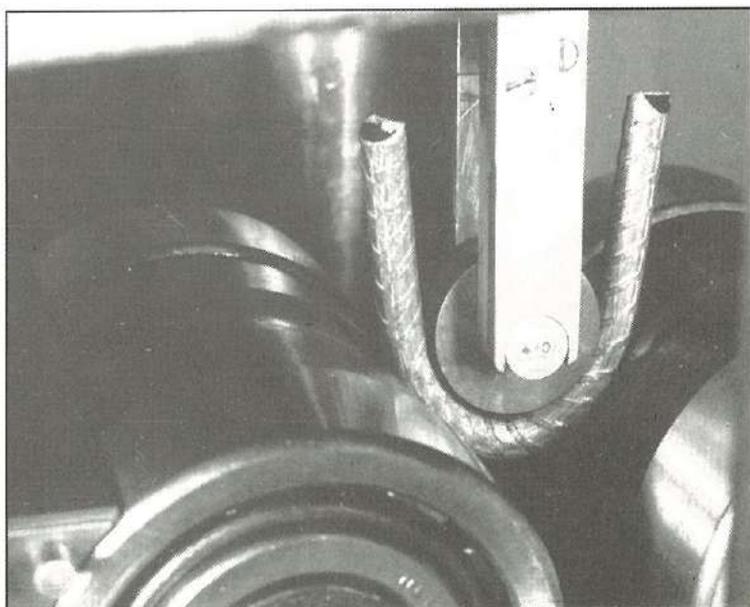


FOTO 3. Ensayo de doblado de un alambre trefilado.

vos de ensayo. Hay que señalar que los tres métodos conducen a resultados muy diferentes, por ser unos más drásticos que otros para el alambre. La elección de método debe pues especificarse claramente en la norma del producto.

La norma UNE 36401/81 «Ensayos de tracción a temperatura ambiente de productos de acero» será sustituida por la UNE 7474 «Materiales metálicos. Ensayo de tracción», que es una versión española de la EN 10.002/1.

Para la certificación de barras corrugadas, si son de acero soldable, aparece la norma UNE 36068/88 «Barras corrugadas, de acero soldable, para armaduras de hormigón armado». La norma para barras corrugadas sin exigencias especiales de soldabilidad, la UNE 38088/I, está actualmente en revisión.

Interesa señalar que en los procedimientos de homologación, como encuadrados que están en el Sistema de Garantía de Calidad, juega un papel preponderante la calibración.

La maquinaria y equipos, muy especialmente la extensometría, deben estar perfectamente contrastados. Los patrones propios deben disponer de una trazabilidad revisada con mucha frecuencia.

Para la calibración y ajuste de las máquinas de tracción se cuenta con la norma UNE 7281/1 «Materiales metálicos. Ensayo de tracción. Verificación de máquinas para ensayo» y para la calibración extensométrica con la norma ISO/DIS 9513.

Otro factor clave en los procedimientos de homologación, aunque a veces pase desapercibido, es el propio personal que realiza los ensayos, que debe ser objeto de

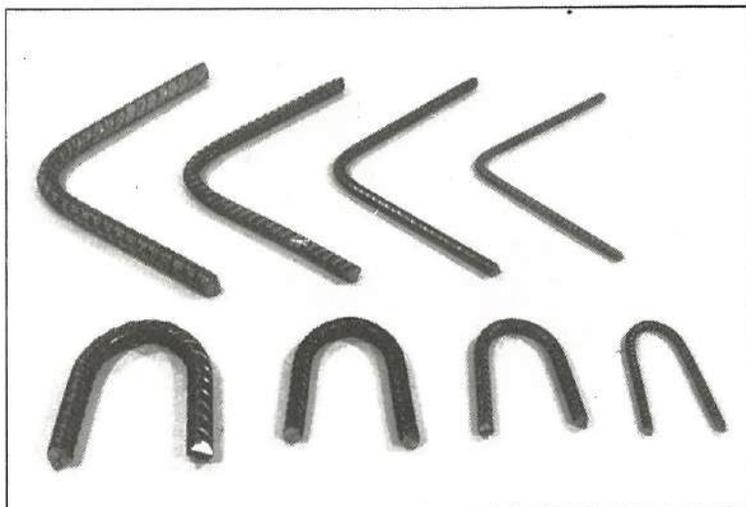


FOTO 4. Detalles de doblado de alambres.

HORMIGONES

ARMADURAS PASIVAS ESPAÑOLAS

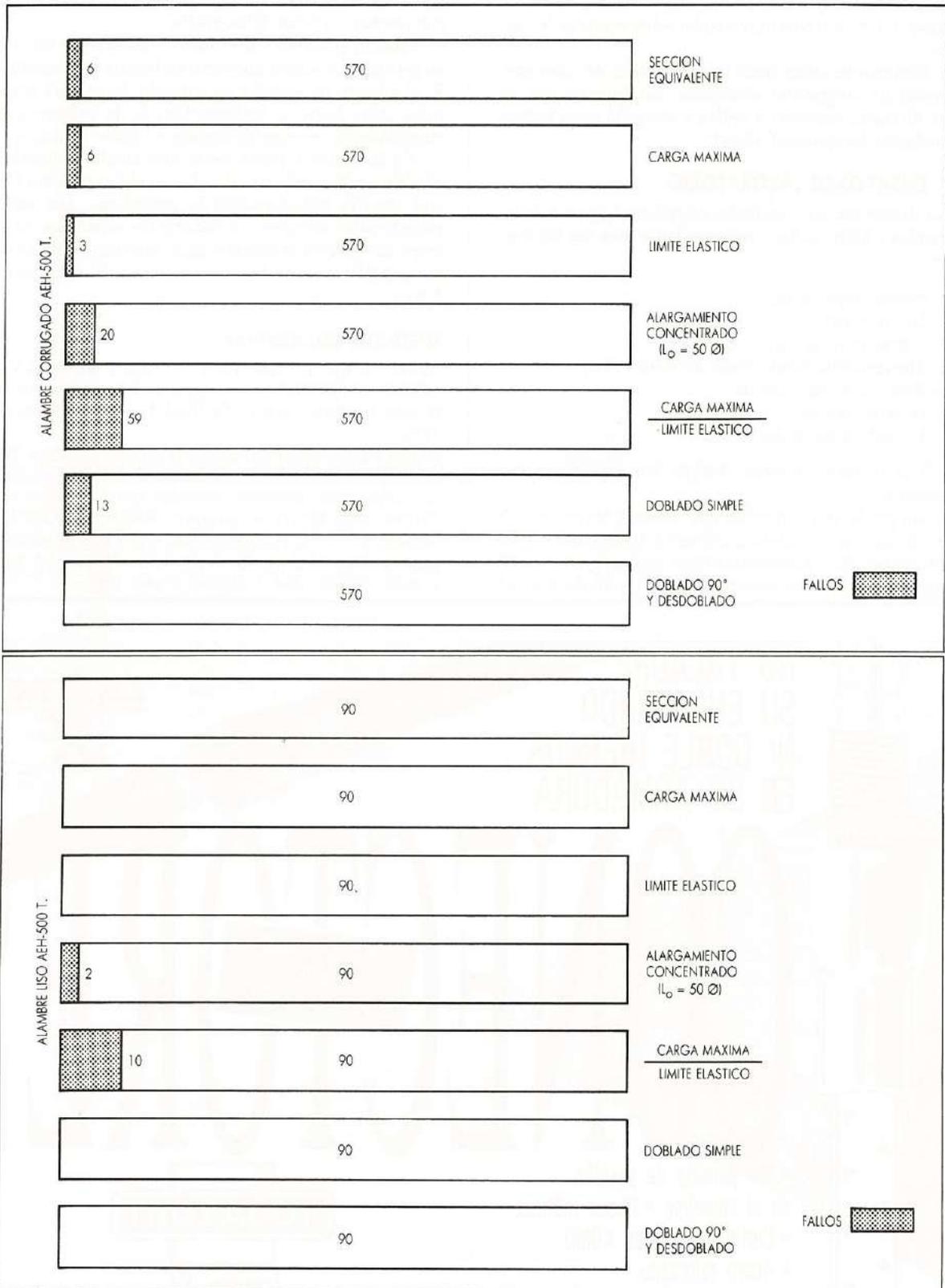


FIGURA 1.

una formación y reciclaje muy específicos y tener un bagaje de experiencia muy amplio sobre ensayos de aceros.

Finalmente indiquemos la importancia de unos protocolos de laboratorio adecuados, sancionados por un uso dilatado, sometido a crítica y recogido en el correspondiente Manual de Calidad.

4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las determinaciones exigidas en la homologación de los alambres para mallas electrosoldadas son las siguientes:

- Sección equivalente.
- Límite elástico.
- Carga unitaria máxima.
- Alargamiento concentrado de rotura (5D).
- Relación Carga/Límite.
- Doblado simple.
- Doblado a 90° y desdoblado.

Las pruebas deberán cumplir las especificaciones preceptivas.

No existe una normativa que concrete los ensayos de homologación en cuanto a número y tratamiento de los resultados. Las Administraciones suelen fijar en cada caso las correspondientes pautas y en la literatura técnica

pueden encontrarse múltiples criterios de aceptación-rechazo. (Véase bibliografía.)

Cuando el número de ensayos realizados es numeroso los criterios suelen apoyarse en baremos estadísticos. Si el número de ensayos es reducido, la ventaja económica obvia tiene la contrapartida de la exigencia del cumplimiento de especificaciones en todos los casos.

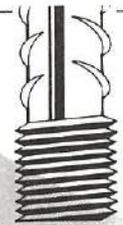
En la figura 1 puede verse una amplia muestra de resultados de ensayos realizados en el Laboratorio Central para la homologación de armaduras. Los aceros pertenecían básicamente a fabricantes españoles. El número de ensayos realizados para fabricantes de la Comunidad Económica Europea ha sido reducido hasta la fecha.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

SAINZ DE CUETO TORRES, F. JAVIER y MUELAS VALDEOLIVAS, ERNESTO. Homologación de armaduras de acero para hormigón. *Ingeniería Civil*, núm. 62. Madrid, abril 1987.

SAINZ DE CUETO TORRES, F. JAVIER y MUELAS VALDEOLIVAS, ERNESTO. Problemática de la homologación de armaduras para hormigón. *Jornadas Internacionales sobre Estructuras y Materiales Colloquia*, Madrid, mayo 1988.

SAINZ DE CUETO TORRES, F. JAVIER. Curso sobre Aceros para la Obra Pública y la Construcción Calidad del Acero. *Cursos CEDEX, MOPU*. Madrid, febrero 1989.



CAST-IN SOCKETS

**NO TALADRE
SU ENCOFRADO
NI DOBLE HIERROS
EN SU ARMADURA**



**V
D E M U
M O**

CONECTORES

**NOVEDAD
EN EL
MERCADO!**



IGUAZURI

Iguazuri, S.L.

Ctra. Madrid-Irún, Km. 475 • 20100 RENTERIA (Guipúzcoa)

Tel. (943) 49 28 97 • Fax: (943) 49 30 15

Apartado de Correos 354

- Sin pérdida de sección en el empalme
- Rosca métrica
- Certificado Oficial KOMO
- Acero reforzado.

Cada conector se compone de

- Barra roscada
- Barra con casquillo.