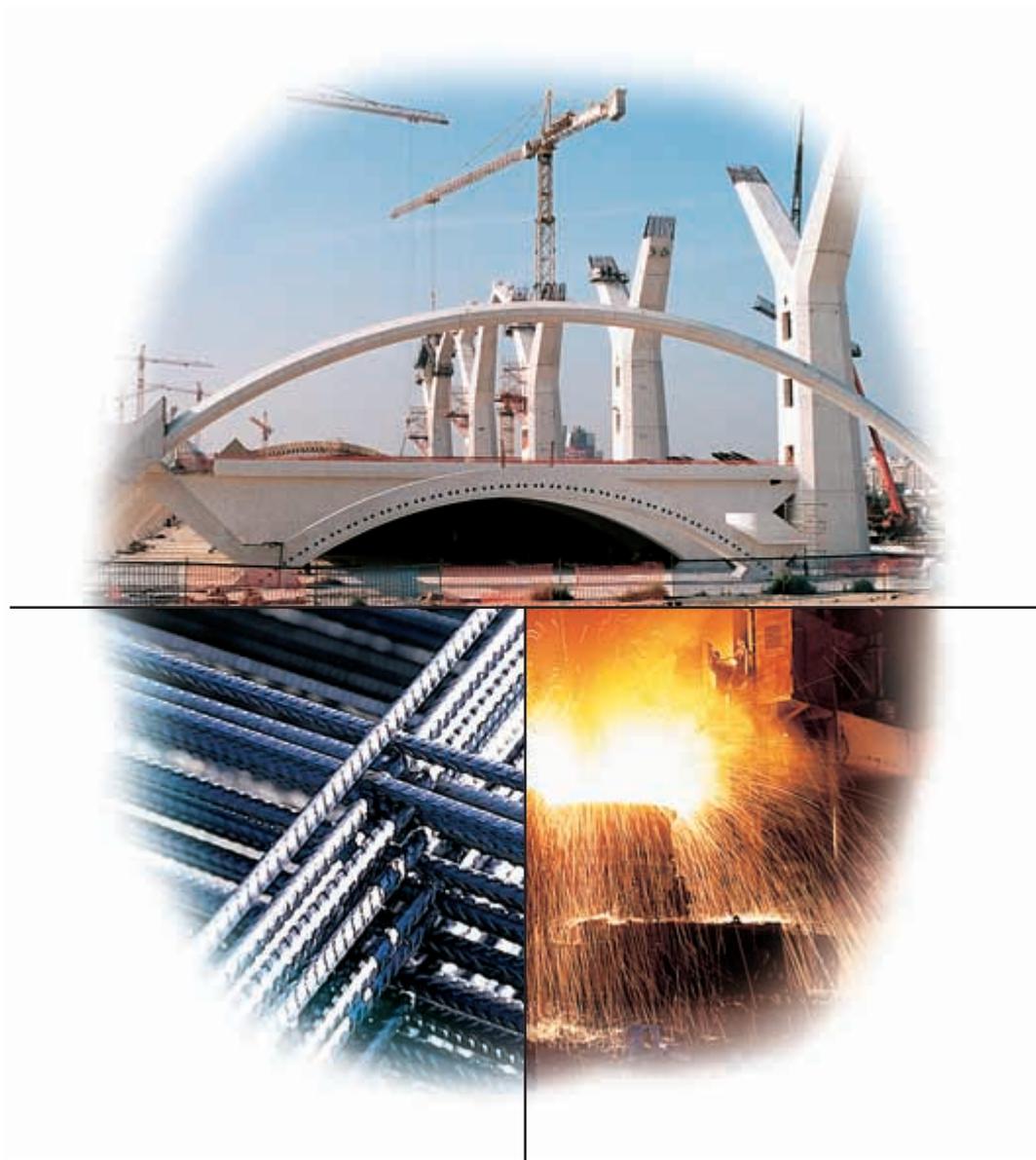


DUCTILIDAD CELSA

GARANTÍA DE SEGURIDAD



BARRAS CORRUGADAS DE ACERO B 500 SD



GENERALIDADES

Las barras "DUCTICELSA 500 SD" y "NERVADUCTIL 500 SD" son barras corrugadas de acero soldable para armaduras de hormigón que se fabrican a partir de palanquillas de colada continua, tras un proceso de **laminación en caliente**. Las barras así obtenidas, se someten a un tratamiento térmico final, que consiste en un enfriamiento controlado mediante el sistema **Tempcore**.

Ambos productos cumplen con todas las especificaciones contempladas en la Norma UNE 36065 EX:1999, características especiales de ductilidad.

Las características de ductilidad de este tipo de acero, que se referencian en el siguiente apartado y que según el Eurocódigo 2 lo clasificaría como un acero de ductilidad "alta", indicado para todas aquellas situaciones en las que se requieren unas prestaciones especiales de ductilidad.

La ductilidad es una característica del acero para hormigón armado muy deseable en todos los casos e imprescindible en las situaciones de estructuras sometidas a determinadas sollicitaciones.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

El tipo de acero normalizado para el redondo corrugado "DUCTICELSA 500 SD" y "NERVADUCTIL 500 SD" es: **B 500 SD** UNE 36065 EX:1999

donde:

- la letra **B** indica el tipo de acero (acero para hormigón armado)
- el número **500** indica el valor del límite elástico nominal garantizado, expresado en Mpa.
- las letras **SD** indican la condición de soldable y las características especiales de ductilidad.

Las características mecánicas que deben satisfacer las barras de acero B 500 SD, son las siguientes:

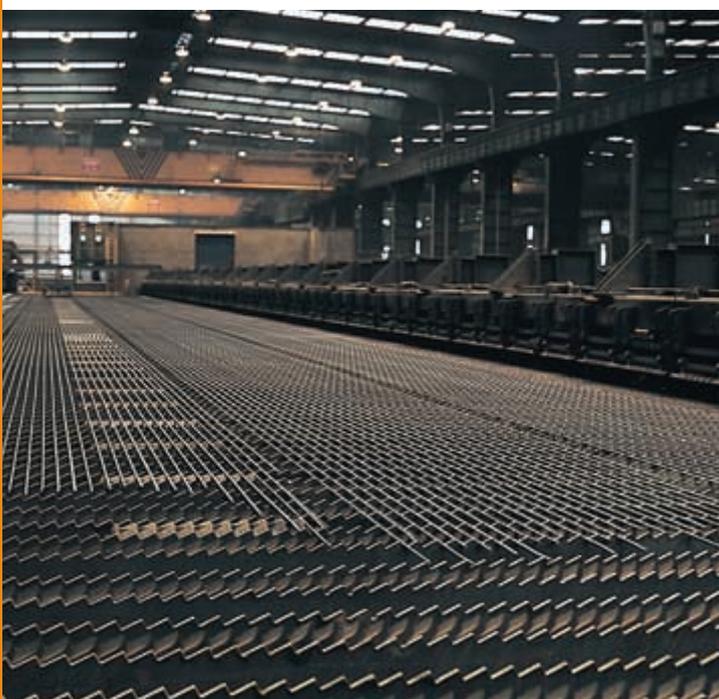
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Límite elástico (f_y)	≥ 500 Mpa
Resistencia a la tracción (f_s).	≥ 575 Mpa
Relación f_y real/ f_y nominal.	1,25 (*)
Aptitud al doblado - desdoblado	

(*) Estas acotaciones se realizan para evitar hiperresistencias en las estructuras que retrasen la formación de rótulas plásticas, y por lo tanto no permitan a las mismas desarrollar un comportamiento dúctil frente al colapso.

Los parámetros de ductilidad, correspondientes a este tipo de acero B 500 SD, deben cumplir las siguientes condiciones :

PARÁMETROS DE DUCTILIDAD	
Alargamiento de rotura, (A_5)	≥ 16 ó $\epsilon_{máx}$ 8%
Relación: Resistencia a tracción/límite elástico (f_s/f_y)	$1,15 \leq f_s/f_y \leq 1,35$ (*)

Estos dos criterios deben cumplirse simultáneamente.



Los aceros **DUCTICELSA 500 SD** y **NERVADUCTIL 500 SD** cumplen las condiciones de fatiga exigidas por la instrucción EHE.

CARACTERÍSTICAS FRENTE A LA FATIGA

Los fenómenos de fatiga pueden provocar la rotura del acero a unos niveles de tensión inferiores al de la resistencia a tracción del material, es por ello que la Instrucción EHE, a diferencia de sus antecesoras EH y EP, establece como novedad un estado límite especial de resistencia a fatiga para el acero de las armaduras pasivas.

Aunque en sentido estricto, la fatiga, tal y como se contempla en el caso de los aceros para hormigón armado es una variante más de las que podemos llamar sollicitaciones cíclicas, en la práctica, denominaremos fatiga al fenómeno producido en el acero cuando es sometido a tensiones cíclicas repetidas que varían, normalmente de forma sinusoidal, entre dos niveles definidos pero que son siempre de tracción. Este sería el caso de las sollicitaciones originadas por el paso de cargas móviles de importancia como: ferrocarriles, puentes grúa, etc...

Por tanto, a partir de la entrada en vigor de la EHE será obligatorio conocer el comportamiento de los aceros frente al estado límite de fatiga.

ENSAYO DE FATIGA

El ensayo consiste en someter a las barras a un esfuerzo axial, cíclico y controlado, entre un valor máximo y otro mínimo, ambos positivos (tracción).

El ensayo se realizará sobre barras rectas a las que se aplicará una tensión pulsatoria pero siempre de tracción.

Las probetas tendrán la sección completa de la barra, es decir, no se considera válido el ensayo de probetas mecanizadas.

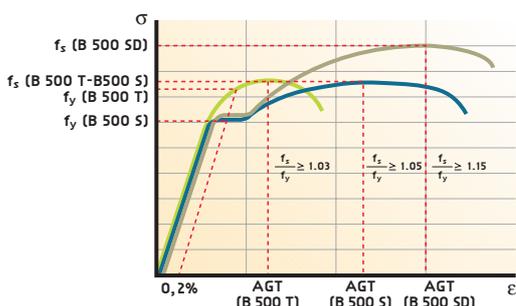
Las condiciones del ensayo son:

Tensión máxima:	$\sigma_{\text{máx}} = 0,6 \times f_s \text{ nominal} = 300 \text{ Mpa}$
Amplitud	$2\sigma_a = 150 \text{ Mpa}$
Frecuencia	$\leq 200 \text{ Hz}$
Longitud libre entre mordazas	$\leq 10 \varnothing$

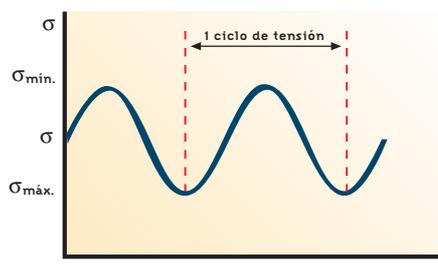
El ensayo se realizará a temperatura ambiente (entre 10 °C y 35 °C)

El ensayo se continúa hasta que se alcancen 2×10^6 ciclos o hasta que se produzca la rotura de la probeta. Si la rotura se produce en la zona de mordazas a una distancia inferior a $2 \varnothing$ de la barra medidas desde el punto de sujeción, el ensayo se considera nulo.

COMPARACIÓN CURVAS DE TENSIÓN/DEFORMACIÓN ENTRE UN ACERO B 500 SD, UN B 500 S Y UN B 500 T



GRÁFICA TÍPICA DE DEFINICIÓN DEL ENSAYO DE FÁTIGA



BARRAS CORRUGADAS DE ACERO B 500 SD

COMPORTAMIENTO FRENTE A CICLOS DE HISTÉRESIS

Al hablar de ciclos de histéresis, nos referimos a los casos en que las tensiones en el acero pasan repetidamente de ser tracciones a ser compresiones, de forma que se generan los llamados **ciclos completos de histéresis**.

El comportamiento que experimenta el acero cuando es solicitado por tensiones cíclicas o repetidas y de signo cambiante (tracciones-compresiones), como es el caso de las generadas por el sismo, es muy diferente del descrito para la fatiga en el apartado anterior.

Esta alternancia en el signo de las tensiones de las armaduras produce un efecto destructivo del acero muy superior al que genera la fatiga.

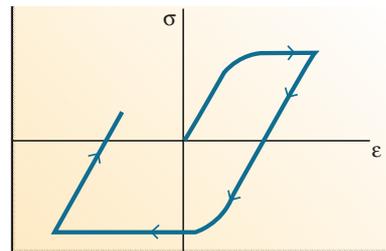
Estas solicitaciones constituyen un modelo aproximado de una acción de tipo sísmico, en la cual, las armaduras pasan de estar traccionadas a estar comprimidas por el cambio en el sentido de las acciones.

En estos casos deben realizarse ensayos con ciclos de histéresis completos, en los que se han de fijar como variables:

- la variación de tensión (tracción-compresión) en cada ciclo,
- la variación de las deformaciones (alargamiento-acortamiento) impuesta en cada ciclo.
- en definitiva, hay que definir las leyes σ -t ó ϵ -t.

El comportamiento de los aceros frente a este tipo de solicitaciones está lógicamente relacionado con su ductilidad.

GRÁFICA DEL CICLO DE HISTÉRESIS



Las condiciones del ensayo están descritas en la pág. 36 de este documento.

CARACTERÍSTICA DE SOLDABILIDAD

Debido a su controlada composición química el porcentaje de carbono equivalente (% Ceq) es inferior al 0,50, dando como resultado un acero soldable, que no precisa precauciones especiales de soldabilidad.

$$\% \text{ Ceq} = \% \text{ c} + \frac{\% \text{ Mn}}{6} + \frac{\% \text{ Cr} + \% \text{ Mo} + \% \text{ V}}{5} + \frac{\% \text{ Ni} + \% \text{ Cu}}{15}$$



La ductilidad es una característica muy deseable en todos los casos e imprescindible en otros.

APLICACIONES DEL DUCTICELSA 500 SD Y DEL NERVADUCTIL 500 SD

Las posibles aplicaciones del acero de ductilidad especial "DUCTICELSA 500 SD" y "NERVADUCTIL 500 SD" son las siguientes.

- **Estructuras sometidas a solicitaciones sísmicas.**
- **Estructuras calculadas con un método de cálculo no lineal**, en los que se admiten redistribuciones limitadas de esfuerzo.
- **Estructuras solicitadas por acciones difíciles de cuantificar**, estas pueden ser:
 - solicitaciones dinámicas
 - explosiones
 - de impacto
 - relacionadas con efectos de retracción o fluencia
 - sobrecargas accidentales
- **Estructuras donde el riesgo de incendio sea grande.**
- **Redistribución de antiguas estructuras.**

En definitiva, el empleo de acero de ductilidad alta es adecuado en aquellas estructuras en donde la prevención de una rotura frágil y sin aviso, evite pérdidas importantes.



VENTAJAS DEL EMPLEO DE ACERO B 500 SD DE ALTA DUCTILIDAD

La ductilidad es una característica de los aceros para hormigón armado muy deseable en todos los casos e imprescindible en determinadas situaciones. El acero B 500 SD, de alta ductilidad frente a otros aceros de igual límite elástico, B 500 S y B 500 T, proporciona las siguientes ventajas:

- la formación de rótulas plásticas en la estructura, disponiendo así de una capacidad de giro suficiente para poder admitir solicitaciones hasta que se alcance mecanismo de colapso.
- respuesta óptima de estructura solicitada a sismo debido a la disposición de una máxima reserva de energía disponible.
- posibilidades de aplicar cálculo no lineal de estructuras, que admiten redistribuciones limitadas de esfuerzo con la consiguiente optimización del acero empleado.
- en estructuras hiperestáticas que dispongan de un buen diseño, favorecerá la distribución de esfuerzos.

En definitiva, el empleo de este tipo de acero confiere a la estructura la prevención de roturas frágiles con previo aviso, evitando así daños muy importantes.

Estas tecnologías han dado origen a nuevas exigencias en las características del acero, y por esta razón el Grupo Siderúrgico CELSA ha investigado un nuevo producto, el acero B 500 SD.

BARRAS CORRUGADAS DE ACERO B 500 SD

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MARCAS DE IDENTIFICACIÓN

Las características geométricas de las barras de acero corrugado "DUCTICELSA 500 SD" y "NERVADUCTIL 500 SD" son de **2 caras** de corrugas dispuestas en forma de "espiga".

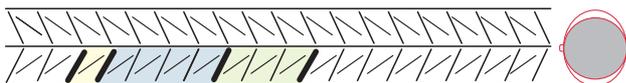
Así, las corrugas de ambos sectores están agrupadas en dos series de igual separación pero distinta inclinación.

Respecto a las marcas de identificación, tanto el país de origen como el fabricante se identifican por el reguesamiento de algunas corrugas en el sector de la barra con corrugas de igual inclinación.

El inicio de la identificación y la dirección de la lectura, se señalan mediante una corruga normal entre dos reguesadas que se sitúan a la izquierda del observador.

A partir de la segunda corruga reguesada del inicio, se deja un intervalo de 7 corrugas normales, reguesándose la octava. Este código es el asignado a todas las barras fabricadas en España y Portugal. A continuación sigue la identificación del fabricante según el código asignado por AENOR.

MARCAS DE IDENTIFICACIÓN DUCTICELSA 500 SD / NERVADUCTIL 500 SD



INICIO DE LECTURA CÓDIGO PAÍS ESPAÑA: 7 barras CÓDIGO DEL FABRICANTE CELSA: 5 barras



INICIO DE LECTURA CÓDIGO PAÍS ESPAÑA: 7 barras CÓDIGO DEL FABRICANTE NERVACERO: 18 barras

Las características geométricas del corrugado vienen definidas por el **Certificado de Homologación de Adherencia** expedido por INTEMAC.

Además, cada paquete está identificado mediante dos etiquetas de color naranja.

Etiqueta A

- Nombre del Fabricante (CELSA o NERVACERO), dirección y teléfono.
- Marca ARCER, así como el nº de Contrato.
- Nombre comercial del producto (DUCTICELSA 500 SD o NERVADUCTIL 500 SD).
- Calidad del acero.
- Diámetro de la barra.
- Número de colada.
- Longitud de la barra.
- Marcas de identificación de las barras según la Norma UNE 36065 EX:1999 y el Informe Técnico UNE 36811:1986.
- Número de Contrato de AENOR.
- Número del Certificado de Homologación de Adherencia realizado por INTEMAC.

Etiqueta B

- Marca ARCER, con el Código de Certificación.
- Calidad del acero (B 500 SD)
- Nombre y señas del fabricante.
- Marcas de identificación de las barras.



TABLAS DE SECCIONES Y CAPACIDADES MECÁNICAS

B 500 SD							
DIÁMETRO NOMINAL mm	SECCIÓN cm ²	MASA NOMINAL kg/m	SECCIÓN DE ACERO EN cm ² /m SEGÚN SEPARACIÓN ENTRE BARRAS				
			10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm
6	0,283	0,222	2,83	1,88	1,41	1,13	0,94
8	0,503	0,395	5,03	3,35	2,51	2,01	1,68
10	0,785	0,617	7,85	5,24	3,93	3,14	2,62
12	1,131	0,888	11,31	7,54	5,65	4,52	3,77
16	2,011	1,578	20,11	13,40	10,05	8,04	6,70
20	3,142	2,47	31,42	20,94	15,71	12,57	10,47
25	4,909	3,85	49,09	32,72	24,54	19,63	16,36
32	8,042	6,31	80,42	53,62	40,21	32,17	26,81
40	12,566	9,86	125,66	83,78	62,83	50,27	41,89

DIÁMETRO NOMINAL mm	MASA NOMINAL kg/m	SECCIÓN DE ACERO "A" EN cm ² , SEGÚN NÚMERO DE BARRAS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0,222	0,28	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,54	2,83
8	0,395	0,50	1,01	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,52	5,03
10	0,617	0,79	1,57	2,36	3,14	3,93	4,71	5,50	6,28	7,07	7,85
12	0,888	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,79	7,92	9,05	10,18	11,31
16	1,578	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,08	18,10	20,11
20	2,47	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,42
25	3,85	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	6,31	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,30	64,34	72,38	80,42
40	9,86	12,57	25,13	37,70	50,27	62,83	75,40	87,96	100,53	113,10	125,66

DIÁMETRO NOMINAL mm	MASA NOMINAL kg/m	CAPACIDAD MECÁNICA EN kn, SEGÚN NÚMERO DE BARRAS (trabajando a tracción) - Para $\gamma_s = 1.15$									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0,222	12,29	24,59	36,88	49,17	61,47	73,76	86,05	98,35	110,64	122,93
8	0,395	21,85	43,71	65,56	87,42	109,27	131,13	152,98	174,84	196,69	218,55
10	0,617	34,15	68,30	102,44	136,59	170,74	204,89	239,03	273,18	307,33	341,48
12	0,888	49,17	98,35	147,52	196,69	245,86	295,04	344,21	393,38	442,55	491,73
16	1,578	87,42	174,84	262,25	349,67	437,09	524,51	611,93	699,35	786,76	874,18
20	2,470	136,59	273,18	409,77	546,36	682,95	819,55	956,14	1092,73	1229,32	1365,91
25	3,850	213,42	426,85	640,27	853,69	1067,12	1280,54	1493,96	1707,39	1920,81	2134,23
32	6,310	349,67	699,35	1049,02	1398,69	1748,36	2098,04	2447,71	2797,38	3147,06	3496,73
40	9,86	546,36	1092,73	1639,09	2185,46	2731,82	3278,18	3824,55	4370,91	4917,28	5463,64

$$\frac{\theta^2}{4} \times \pi \times \frac{500}{1,15} \times \frac{n}{1000} \quad \theta \text{ en mm} / n: \text{ núm. de barras}$$

$$\frac{\theta^2}{4} \times \pi \times 400 \times \frac{n}{1000} \quad \theta \text{ en mm} / n: \text{ núm. de barras}$$

DIÁMETRO NOMINAL mm	MASA NOMINAL kg/m	CAPACIDAD MECÁNICA EN kn, SEGÚN NÚMERO DE BARRAS (trabajando a compresión) - Para $\gamma_s = 1.15$									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	0,222	11,31	22,62	33,93	45,24	56,55	67,86	79,17	90,48	101,79	113,12
8	0,395	20,11	40,21	60,32	80,42	100,53	120,64	140,74	160,85	180,96	201,06
10	0,617	31,42	62,83	94,25	125,66	157,08	188,50	219,91	251,33	282,74	314,16
12	0,888	45,24	90,48	135,72	180,96	226,19	271,43	316,77	361,91	407,15	452,39
16	1,578	80,42	160,85	241,27	321,70	402,12	482,55	562,97	643,40	723,82	804,25
20	2,470	125,66	251,33	376,99	502,65	628,32	753,98	879,65	1005,31	1130,97	1256,64
25	3,850	196,35	392,70	589,05	785,40	981,75	1178,10	1374,45	1570,80	1767,15	1963,50
32	6,31	321,70	643,40	965,10	1286,80	1608,50	1930,19	2251,89	2573,59	2895,29	3216,99
40	9,86	502,65	1005,31	1507,96	2010,62	2513,27	3015,93	3518,58	4021,24	4523,89	5026,55

ROLLOS DE ACERO CORRUGADO B 500 SD



GENERALIDADES

Durante los últimos años se ha experimentado una notable industrialización de los procesos de transformación o elaboración de la ferralla, extendiéndose ampliamente en el sector ferrallista el empleo de máquinas o estribadoras automáticas que permiten reducir los costes de transformación y aumentar los parámetros de calidad.

Estas tecnologías han dado origen a nuevas exigencias en las características del acero, y por esta razón el Grupo Siderúrgico CELSA ha investigado un nuevo producto, la barra corrugada presentada en forma de rollo, denominado "CELSAFER 500 SD", y que es la solución más adecuada para ser empleada con este tipo de maquinaria.

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y MARCAS DE IDENTIFICACIÓN

La geometría del "CELSAFER 500 SD" es de **cuatro caras**, por lo que su núcleo presenta en su sección recta la **forma de un cuadrado** cuyas esquinas están truncadas (redondeadas), inscribiéndose todo el conjunto en un círculo que forman las corrugas.

Cada rollo está identificado a su vez por dos etiquetas de color naranja.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Límite elástico (f_y)	≥ 500 Mpa
Resistencia a la tracción (f_s)	≥ 575 Mpa
Relación f_y real/ f_y nominal	1,25 (*)
Aptitud al doblado - desdoblado	

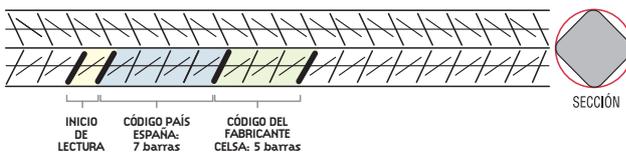
PARÁMETROS DE DUCTILIDAD	
Alargamiento de rotura, (A_5)	≥ 16 ó $\epsilon_{m\acute{a}x}$ 8%
Relación: Resistencia a tracción/límite elástico (f_s/f_y)	$1,15 \leq f_s/f_y \leq 1,35$ (*)

(*) Estas acotaciones se realizan para evitar hiperresistencias en las estructuras que retrasen la formación de rótulas plásticas, y por lo tanto no permitan a las mismas desarrollar un comportamiento ductil frente al colapso.

GAMA DE FABRICACIÓN

GAMA DE FABRICACIÓN					
Diámetro nominal (mm)	6	8	10	12	16
Sección útil (cm ²)	0,28	0,50	0,78	1,13	2,01
Peso (Kg/m)	0,222	0,395	0,617	0,888	1,578

MARCAS DE IDENTIFICACIÓN CELSAFER 500 SD



Las características geométricas del corrugado vienen definidas por el **Certificado de Homologación de Adherencia** expedido por INTEMAC.



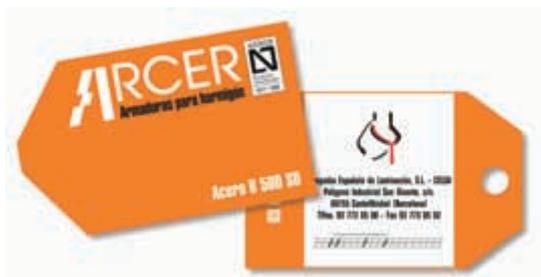
Etiqueta A

- Nombre del Fabricante (CELSA), dirección y teléfono.
- Marca ARCER
- Nombre comercial del producto (CELSAFER 500 SD)
- Calidad del acero.
- Diámetro de la barra.
- Número de colada.
- Marcas de identificación de las barras según la Norma UNE 36065 EX:1999 y el Informe Técnico UNE 36811:1986.
- Número de Contrato de AENOR.
- Número del Certificado de Homologación de Adherencia realizado por INTEMAC.



Etiqueta B

- Marca ARCER, con el Código de Certificación.
- Calidad del acero (B 500 SD).
- Nombre y señas del fabricante.
- Marcas de identificación de las barras.



VENTAJAS DEL EMPLEO DEL CELSAFER 500 SD

Las ventajas que comporta la utilización del "CELSAFER 500 SD" son las siguientes:

Geometría de cuatro caras de corrugas. Cuando la barra es enderezada por la estribadora automática, se minimiza la rotación producida alrededor de su eje. Como consecuencia, al conformarse cercos o estribos cerrados, se consigue una mejor disposición de las ramas extremas en el mismo plano.

El CELSAFER 500 SD permite obtener formas cerradas de gran calidad. Con el CELSAFER 500 SD no se produce aplastamiento de los nervios.

Se precisan máquinas estribadoras menos potentes.

Provoca un desgaste de los rodillos muy inferior.

No se produce desgaste ni aplastamiento de las corrugas, ya que la proyección normal de la sección recta es un círculo.

En definitiva, con el acero corrugado en rollos "CELSAFER 500 SD" se obtienen los mejores resultados al emplear las actuales máquinas automáticas para la elaboración de formas de la armadura.



MALLAS ELECTROSOLDADAS CON BARRAS DE ACERO CORRUGADO B 500 SD



El Grupo Siderúrgico CELSA, a través de sus empresas fabricantes de malla: CAMPESA, ACEROS PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MAVISA, ha desarrollado un nuevo producto denominado "AGT 8" con unas condiciones óptimas de ductilidad para la fabricación de mallas electrosoldadas de acero que deben desempeñar funciones de armadura estructural.

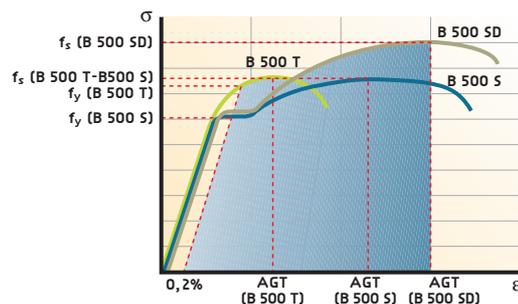
¿POR QUÉ LA MALLA FABRICADA CON REDONDO LAMINADO EN CALIENTE AGT 8?

El empleo de los aceros laminados en frío tipo "T", con los que tradicionalmente se han fabricado las mallas electrosoldadas, ha sido objeto de críticas y controversias entre los expertos de hormigón armado, debido a su ductilidad tan reducida en comparación con otros tipos de acero.

Los aceros laminados en caliente tienen la calidad necesaria para conseguir seguridad.

A nivel orientativo, un acero laminado en frío tipo "T" es del orden de 3 a 5 veces menos dúctil que un **acero laminado en caliente B 500 S** y de 6 a 10 veces menos dúctil que un **acero B 500 SD**.

COMPARACIÓN DE GRÁFICAS TENSIÓN/DEFORMACIÓN ENTRE UN ACERO B 500 T, UN B 500 S Y UN B 500 SD



Por lo tanto es conveniente conseguir un nivel de ductilidad elevado aunque no se tenga en cuenta la redistribución de momentos en los cálculos, con el fin de disponer de la suficiente energía plástica, y en consecuencia, de una reserva de resistencia y deformación una vez el acero haya alcanzado su límite elástico.

Para ello, se precisan aceros con unas prestaciones de ductilidad superiores a las que, en la actualidad, tienen los aceros laminados en frío tipo "T".

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

La geometría de las barras es de **4 caras** de corrugas dispuestas en forma de "rosca" tal como se indica en la siguiente ilustración:

MARCAS DE IDENTIFICACIÓN AGT 8



Las características geométricas del corrugado vienen definidas por el **Certificado de Homologación de Adherencia** expedido por INTEMAC.



CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

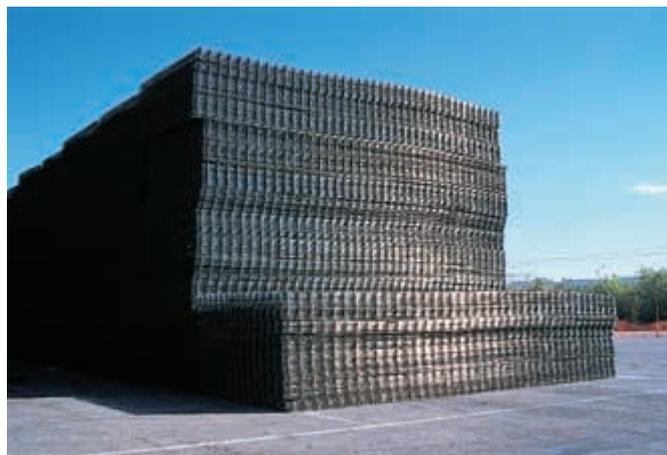
El acero empleado en la fabricación de las "mallas laminadas en caliente AGT 8" tiene las características de un acero laminado en caliente de calidad B 500 SD y cumple la Norma UNE 36065 EX:1999, con las siguientes condiciones básicas que son exigidas también por la Instrucción EHE:

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Límite elástico (f_y)	≥ 500 Mpa
Resistencia a la tracción (f_s)	≥ 575 Mpa
Relación f_y real/ f_y nominal.	1,25 (*)
Aptitud al doblado - desdoblado	

PARÁMETROS DE DUCTILIDAD	
Alargamiento de rotura, (A_5)	≥ 16 ó $\epsilon_{m\acute{a}x}$ 8%
Relación: Resistencia a tracción/límite elástico (f_s/f_y)	$1,15 \leq f_s/f_y \leq 1,35$ (*)

(*) Estas acotaciones se realizan para evitar hiperresistencias en las estructuras que retrasen la formación de rótulas plásticas, y por lo tanto no permitan a las mismas desarrollar un comportamiento ductil frente al colapso.

Además, anticipándonos a las directrices empleadas en las normas actuales más avanzadas, el alargamiento uniforme bajo carga máxima ($\epsilon_{m\acute{a}x}$) es superior al 8%, con lo que se consiguen unos factores de ductilidad entre 6 y 10 veces superiores a los de las mallas electrosoldadas tradicionales, es decir, las fabricadas con acero trefilado en frío. (Tipo "T")



MALLAS ELECTROSOLDADAS CON BARRAS DE ACERO CORRUGADO B 500 SD

IDENTIFICACIÓN DE LOS PANELES

Con el fin de poder identificar sin problemas los paneles de la "Malla laminada en caliente-AGT8", se disponen dos etiquetas distintas :

Etiqueta A

- Nombre del Fabricante, dirección y teléfono.
- Marca ARCER.
- Nombre comercial del producto: "AGT 8".
- Calidad del acero: B 500 SD.
- Código de la malla.
- Trama de la malla.
- Diámetros de las barras.
- Dimensiones del panel.
- Lote (Identificación de control de calidad y trazabilidad).
- Número de paneles por paquete.
- Denominación de la malla, según Norma UNE 36092:1996.
- Marcas de identificación de las barras que forman las mallas según la Norma UNE 36065 Ex:1999 y el Informe Técnico UNE 36811:1986.
- Número de Contrato de AENOR.
- Número del Certificado de Homologación de Adherencia realizado por INTEMAC.

Etiqueta B

- Marca ARCER, con el Código de Certificación.
- La denominación: "Malla SD".
- Calidad del acero (B 500 SD).
- Nombre y señas del fabricante.
- Marcas de identificación de las barras.



**Mallas AGT 8 - Estándar
tienen disponibilidad
inmediata.**

MALLAS AGT 8 - ESTÁNDAR

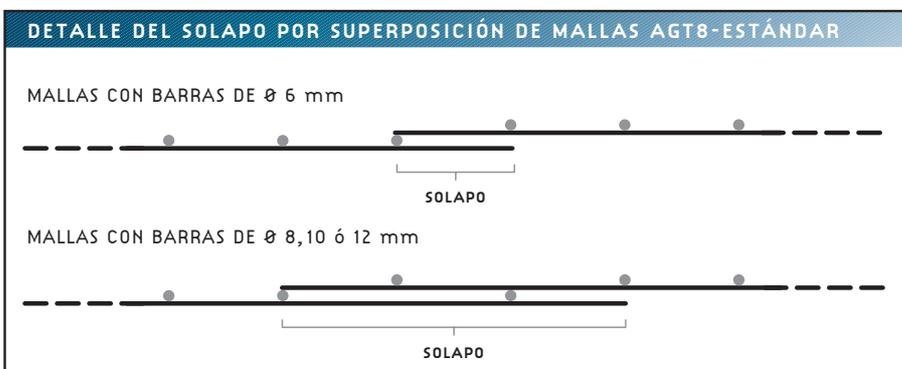
Las mallas **AGT 8 - ESTÁNDAR** se diferencian geoméricamente de las mallas estándar laminadas en frío (tipo "T") por no disponer de "barras de ahorro" longitudinales en ambos lados del panel.

Tal como se puede apreciar en la siguiente figura, la característica física principal del panel "AGT 8 - ESTÁNDAR" es que **todas** las barras longitudinales del panel son del mismo diámetro, y se omiten la segunda y la penúltima barra longitudinales, a excepción de las mallas constituidas por barras de 6 mm de diámetro en las que se mantiene el esquema del panel sin omisión de barras

Las mallas "AGT 8 - ESTÁNDAR" por ser de fabricación continua responden a plazos de entrega muy rápidos.

Es por ello aconsejable utilizar primordialmente este tipo de mallas, pero si sus características no se ajustan a sus necesidades técnicas concretas, existen las "Mallas especiales - OPTIMALLA".

A continuación, se recogen las distintas tipologías de las "Mallas AGT 8 - ESTÁNDAR".



TIPOLOGÍAS DE LAS "MALLAS AGT 8 - ESTÁNDAR"

TABLA DE TIPOS

CÓDIGO	TIPO DE MALLA	PESO DEL PANEL kg	MASA NOMINAL UNITARIA kg/m ² de panel	CUANTÍA GEOMÉTRICA TRANS. = LONG. S (cm ² /m)	CAPACIDAD MECÁNICA TRANS. = LONG. $\gamma_s = 1,15$ Kn/m
C-81	35 x 35 \varnothing 6-6	16,29	1,234	0,81	35,12
C-94	30 x 30 \varnothing 6-6	19,09	1,446	0,94	40,98
C-141	20 x 20 \varnothing 6-6	27,97	2,119	1,41	61,47
C-188	15 x 15 \varnothing 6-6	36,85	2,792	1,88	81,95
C-251	20 x 20 \varnothing 8-8	47,40	3,591	2,51	109,97
C-335	15 x 15 \varnothing 8-8	65,57	4,967	3,35	145,70
C-393	20 x 20 \varnothing 10-10	74,04	5,609	3,93	170,74
C-524	15 x 15 \varnothing 10-10	98,72	7,479	5,24	227,65
C-565	20 x 20 \varnothing 12-12	106,56	8,073	5,65	245,86
C-754	15 x 15 \varnothing 12-12	142,08	10,764	7,54	327,82

TIPOLOGÍAS DE PANELES AGT 8 - ESTÁNDAR

C-81

TAMAÑO CUADRÍC.

35 x 35 cm

DIÁMETRO BARRAS

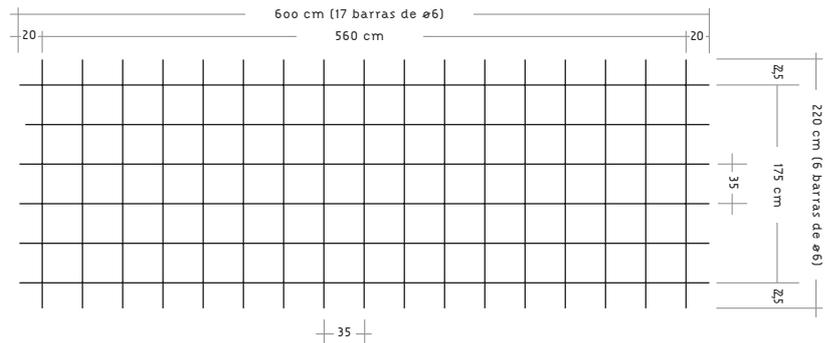
ø 6-6

TAMAÑO MALLA

6,0 x 2,2 m

NÚMERO DE BARRAS

6 X 17 ut



C-94

TAMAÑO CUADRÍC.

30 x 30 cm

DIÁMETRO BARRAS

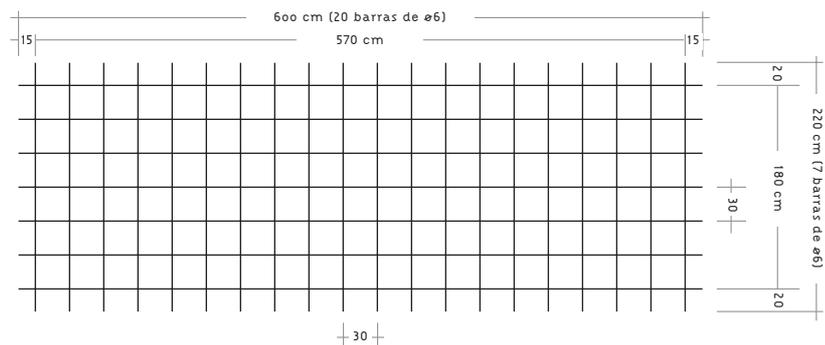
ø 6-6

TAMAÑO MALLA

6,0 x 2,2 m

NÚMERO DE BARRAS

7 X 20 ut



C-141

TAMAÑO CUADRÍC.

20 x 20 cm

DIÁMETRO BARRAS

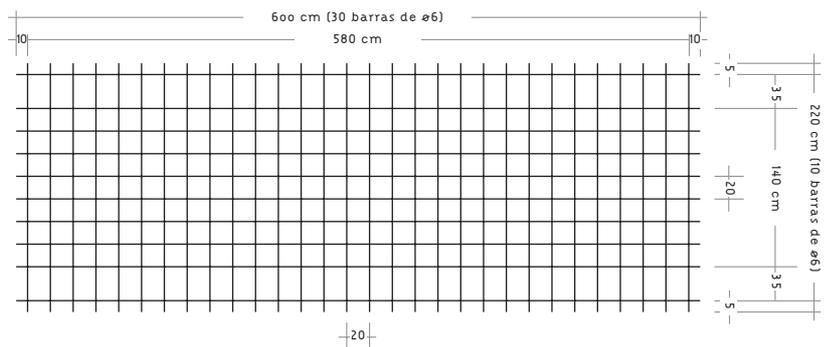
ø 6-6

TAMAÑO MALLA

6,0 x 2,2 m

NÚMERO DE BARRAS

10 X 30 ut



C-188

TAMAÑO CUADRÍC.

15 x 15 cm

DIÁMETRO BARRAS

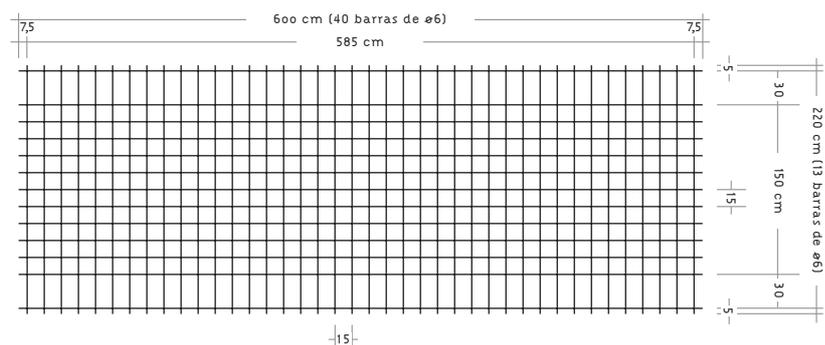
ø 6-6

TAMAÑO MALLA

6,0 x 2,2 m

NÚMERO DE BARRAS

13 X 40 ut



C-251

TAMAÑO CUADRÍC.

20 x 20 cm

DIÁMETRO BARRAS

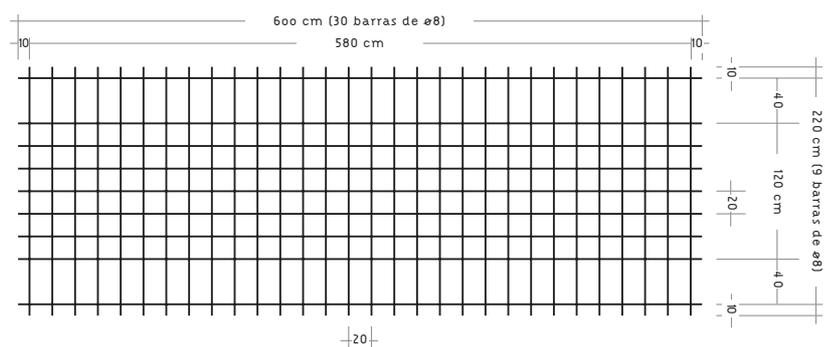
ø 8-8

TAMAÑO MALLA

6,0 x 2,2 m

NÚMERO DE BARRAS

9 X 30 ut



TIPOLOGÍAS DE PANELES AGT 8 - ESTÁNDAR

C-335

TAMAÑO CUADRÍC.

15 x 15 cm

DIÁMETRO BARRAS

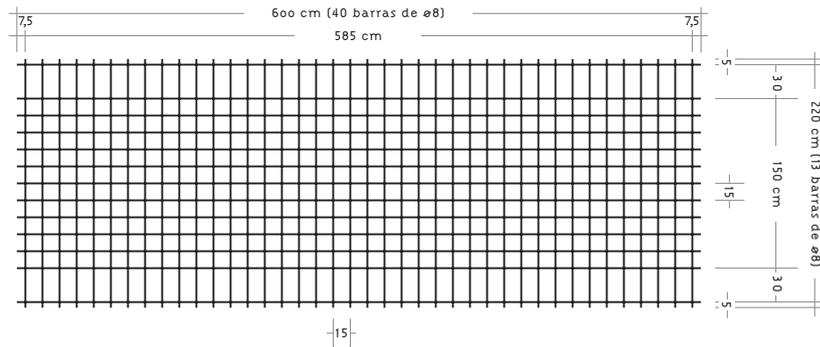
ø 8-8

TAMAÑO MALLA

6,0 x 2,2 m

NÚMERO DE BARRAS

13 X 40 ut



C-393

TAMAÑO CUADRÍC.

20 x 20 cm

DIÁMETRO BARRAS

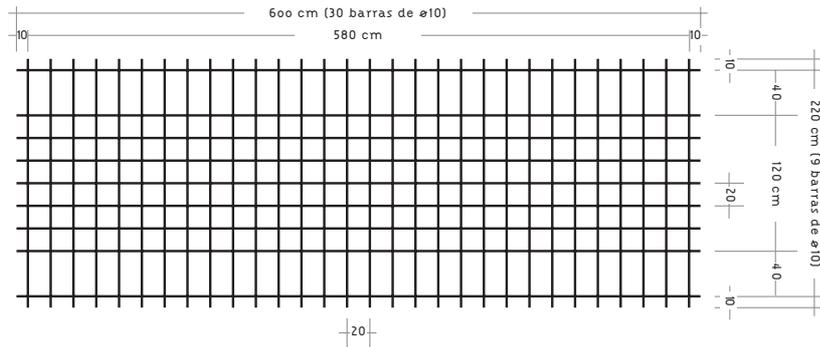
ø 10-10

TAMAÑO MALLA

6,0 x 2,2 m

NÚMERO DE BARRAS

9 X 30 ut



C-524

TAMAÑO CUADRÍC.

15 x 15 cm

DIÁMETRO BARRAS

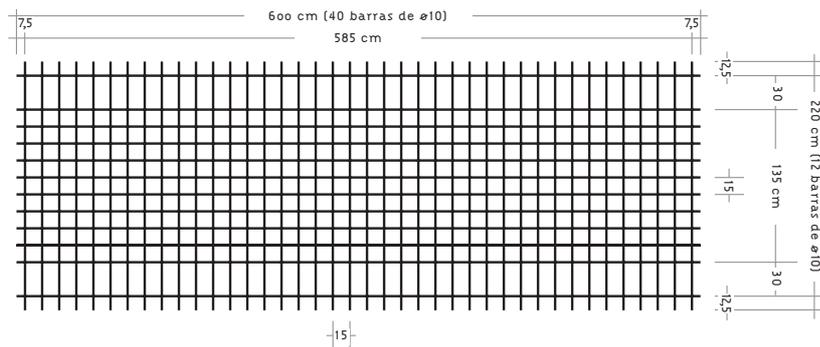
ø 10-10

TAMAÑO MALLA

6,0 x 2,2 m

NÚMERO DE BARRAS

12 X 40 ut



C-565

TAMAÑO CUADRÍC.

20 x 20 cm

DIÁMETRO BARRAS

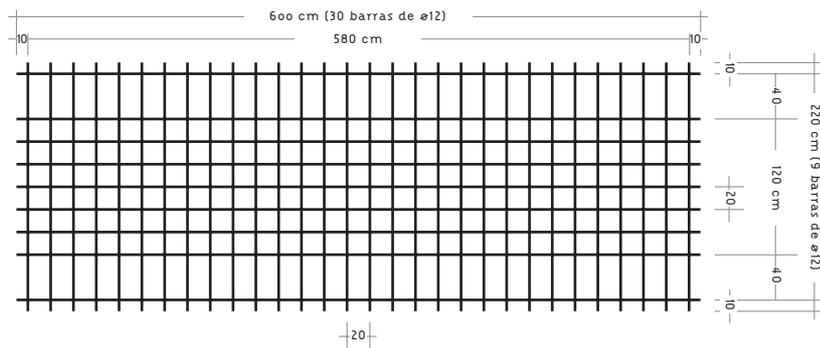
ø 12-12

TAMAÑO MALLA

6,0 x 2,2 m

NÚMERO DE BARRAS

9 X 30 ut



C-754

TAMAÑO CUADRÍC.

15 x 15 cm

DIÁMETRO BARRAS

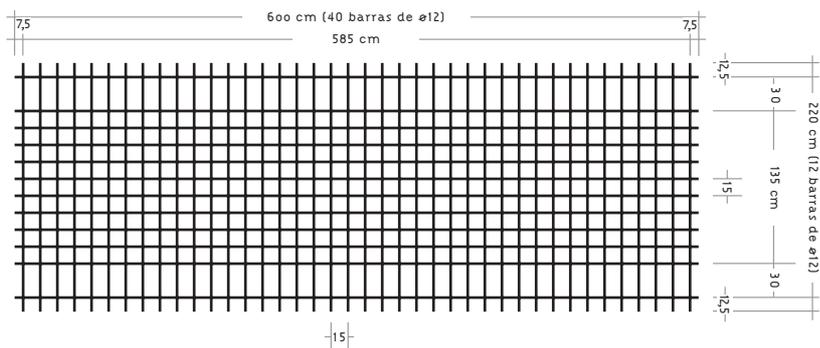
ø 12-12

TAMAÑO MALLA

6,0 x 2,2 m

NÚMERO DE BARRAS

12 X 40 ut



MALLAS ELECTROSOLDADAS CON BARRAS DE ACERO CORRUGADO B 500 SD

MALLA ESPECÍFICA PARA EL ARMADO DE LA CAPA DE COMPRESIÓN DE FORJADOS UNIDIRECCIONALES Y BIDIRECCIONALES

La importancia de los forjados dentro de la edificación, tanto desde el punto de vista técnico como económico, motivó la elaboración por el Ministerio de Fomento, de una norma específica denominada "Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Forjados Unidireccionales de Hormigón Armado o Pretensado" (EF-96).

El empleo de las mallas electrosoldadas como armadura de reparto de la losa superior de forjados se ha generalizado tanto por su rapidez y sencillez de colocación como por las ventajas técnicas que aportan.

En el cuadro siguiente se recoge el tipo de malla recomendado para esta aplicación, así como sus características:

VENTAJAS

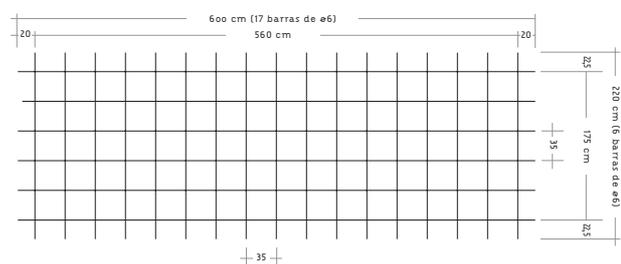
- Colabora como armadura frente a los esfuerzos horizontales.
- Sirve de apoyo y guía de colocación para la armadura de negativos del forjado.
- Controla la fisuración de la losa de compresión.
- Reduce el tiempo de colocación respecto a la ferralla tradicional.
- No requiere mano de obra especializada para su puesta en obra.
- Calidad garantizada por fábrica.
- Puede ser utilizada como parte de la armadura de momentos negativos.
- Colabora en la seguridad frente a la caída de personas.(Por ejemplo, por rotura accidental de una bovedilla)

CÓDIGO	TIPO	SECCIONES DE ACERO cm ² /m		PESO kg/m ²	CAPACIDAD MECÁNICA Kn/m	
		Long.	Trans.		Long.	Trans.
C-81	35 x 35 Ø 6-6	0,81	0,81	1,234	35,12	35,12

La longitud de solapo recomendada, tanto en el sentido longitudinal como en el transversal, es de 25 cm.



DEFINICIÓN DEL PANEL PARA CAPA DE COMPRESIÓN DE FORJADOS



La tipología del panel **OPTIMALLA** permite que la totalidad de las barras estén en el mismo plano, incluso en las zonas de solapo.

MALLAS ESPECIALES "OPTIMALLA"

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las mallas especiales "OPTIMALLA" como complemento de las mallas "ESTÁNDAR", son aquellas que se fabrican "a medida" para dar solución a un problema concreto, y a diferencia de las ya comentadas pueden tener:

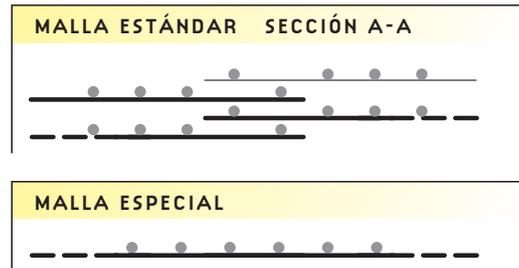
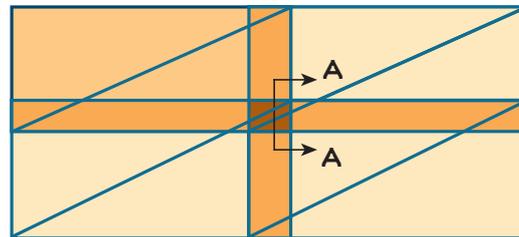
- Diámetros de barras longitudinales distintos a los de las transversales.
- Cualquier medida de panel en longitud y anchura con unas limitaciones. (*)
- Cualquier separación entre barras longitudinales o transversales, pudiendo ser ambas iguales o distintas. (*)

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y FORMA DEL PANEL ESPECIAL "OPTIMALLA"

La particular geometría de la "OPTIMALLA" está concebida para permitir, gracias a sus sobrelargos frontales y laterales, la máxima facilidad en la colocación de los paneles, además de asegurar que ésta sea técnicamente idónea.

Las ventajas que supone esta geometría especial del panel son:

- Evitar las 4 capas de mallas en las zonas de solapo que se generan con la malla estándar.
- Las longitudes de solapo están definidas por el mismo panel.



Por tanto, el operario que coloque los paneles no debe medir el solapo, ya que dispone de una referencia geométrica clara, lo cual supone:

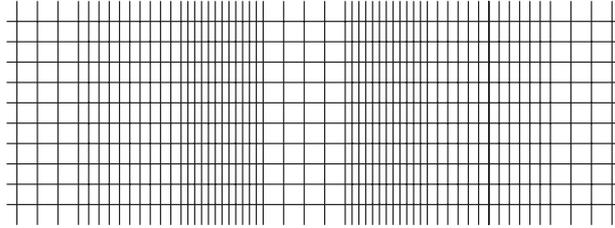
- Menor control de ejecución.
- Menor probabilidad de error en la colocación.
- Mayor rapidez de colocación.

TIPOLOGÍA DE PANEL ESPECIAL OPTIMALLA	
<p>S_1 = Separación entre barras longitudinales. (Ej. 20 cm)</p> <p>S_2 = Separación entre barras transversales. (Ej. 20 cm)</p> <p>L_{S1} = Longitud de solapo de las barras longitudinales (Ej. 40 cm)</p>	<p>L_{S1} = Dimensión igual o sensiblemente igual a "S_1" (Ej. 15 cm)</p> <p>L_{S2} = Longitud de solapo de las barras transversales (Ej. 40 cm)</p> <p>L_{S2} = Dimensión igual o sensiblemente igual a "S_2" (Ej. 15 cm)</p> <p>(*) Consultar en cada caso con nuestro Departamento Técnico.</p>

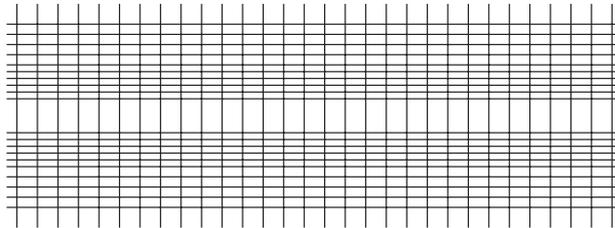
TIPOS DE MALLAS ESPECIALES A MEDIDA "OPTIMALLA"

A continuación se reflejan distintos tipos de mallas que pueden fabricarse para dar respuesta a diferentes problemas que se pueden presentar.

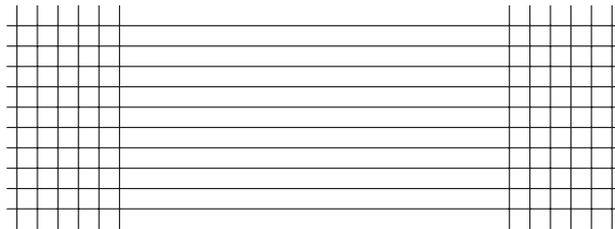
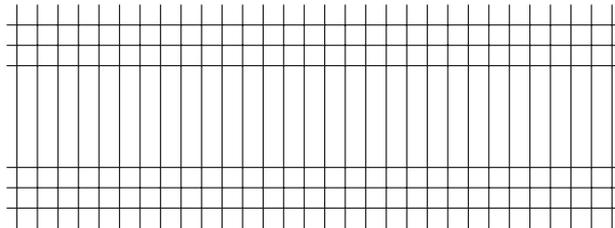
1 Panel con separaciones entre barras transversales variables a lo largo del mismo.



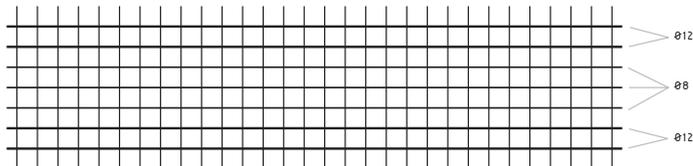
2 Panel con separaciones entre barras longitudinales variables a lo ancho del mismo.



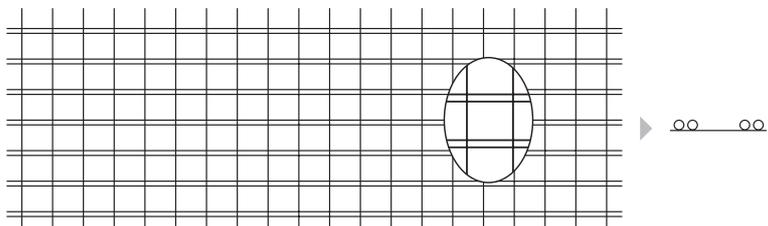
3 Panel con ausencia de barras longitudinales y/o transversales.



4 Panel con diámetros de barras longitudinales distintos entre si.



5 Panel con barras longitudinales "dobles".



VENTAJAS DERIVADAS DEL EMPLEO DE LAS MALLAS ESPECIALES "OPTIMALLA"

El SISTEMA de armado mediante mallas especiales a medida "OPTIMALLA" tiene como objetivo industrializar la actividad de la ferralla en las obras, consiguiendo las ventajas propias de una industrialización.

VENTAJAS QUE PROPORCIONA LA MALLA ESPECIAL A MEDIDA "OPTIMALLA"

- **No se requiere mano de obra especializada.**
- La colocación es muy sencilla.
- La elaboración u operación para cortar o doblar paneles mediante maquinaria específica es fácil.
- El número de atados es muy reducido, ya que únicamente se ata entre paneles.
- El solapo viene definido por la propia configuración geométrica del panel.
- El operario de montaje no debe medir el solapo.



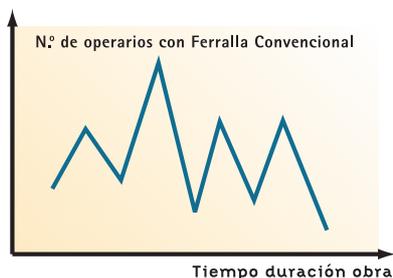
MALLAS ELECTROSOLDADAS CON BARRAS DE ACERO CORRUGADO B 500 SD

Los rendimientos de colocación son muy altos.

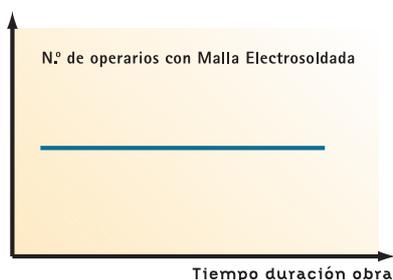
El rendimiento de colocación de la malla electrosoldada es, por término medio, del orden de tres veces superior al de la ferralla convencional, proporcionando las siguientes ventajas:

- Disminución de los plazos de ejecución de las unidades de obra, lo cual se traduce en una reducción de costes de la misma.
- Se requiere menos personal de montaje, dado que la capacidad de colocación por persona en Kg/hora es muy superior. Esto se traduce en una mayor **seguridad** y **control** global en la obra. Otra característica que se deriva del reducido grupo del personal de montaje que se requiere, es el mayor rendimiento, puesto que a partir de un cierto número de operarios el rendimiento en vez de aumentar disminuye.
- El grupo de montaje es muy uniforme a lo largo de la obra, fruto también de esta elevada capacidad de colocación.

NÚMERO DE OPERARIOS CON FERRALLA CONVENCIONAL



NÚMERO DE OPERARIOS CON MALLA ELECTROSOLDADA



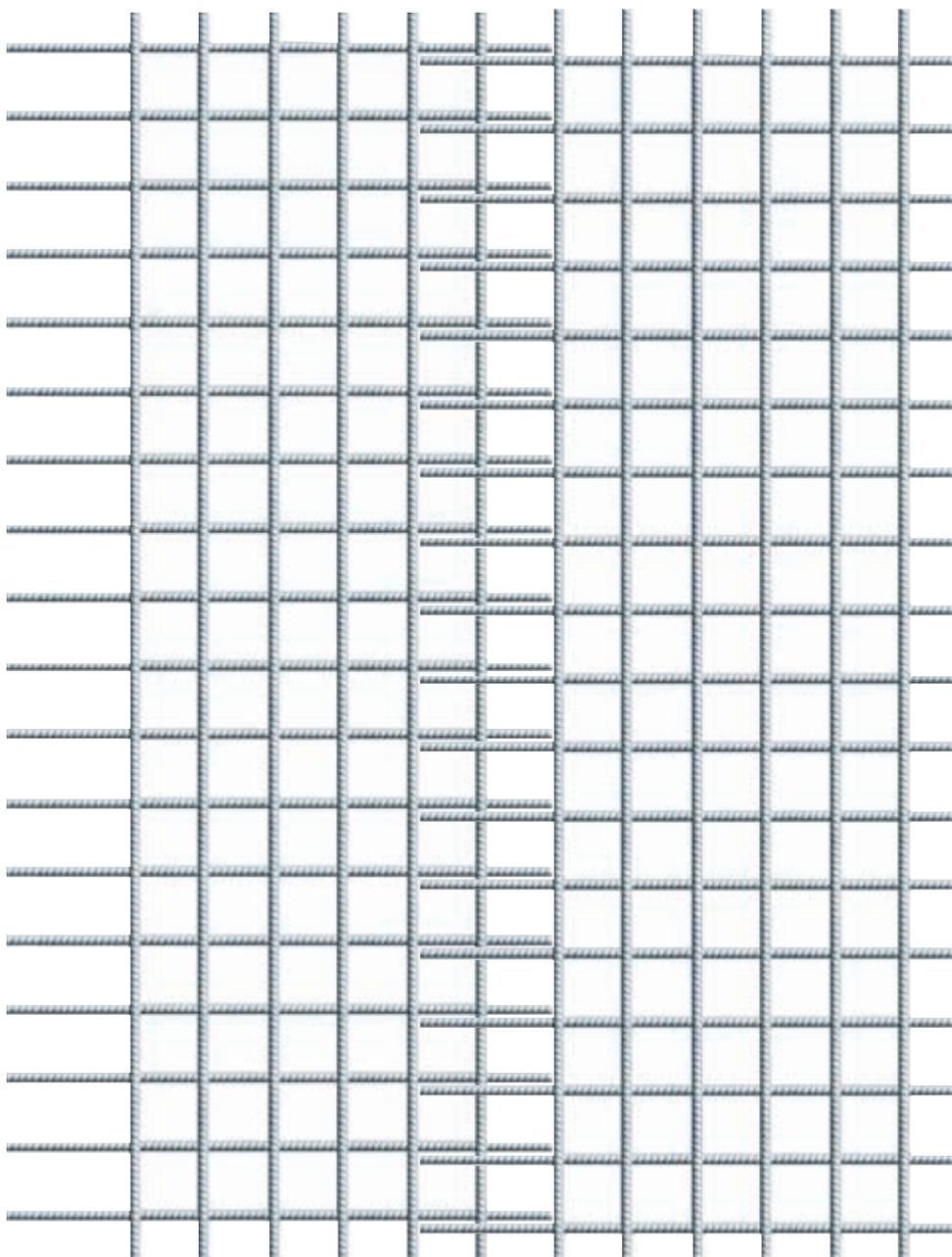
Alta calidad de la armadura colocada.

- Las separaciones entre barras son exactas y coinciden con las especificadas en el proyecto, lo cual permite un menor control de ejecución, tanto por parte de la Constructora como de la Dirección Facultativa y del Control de Calidad.
- Los paneles tienen una gran rigidez gracias a que todas las uniones entre barras están soldadas. Esta característica tiene una especial importancia en las siguientes situaciones:
 - En cualquier elemento horizontal: La armadura superior debe tener una rigidez importante ya que por ella se debe transitar sin dificultad (**seguridad**) para abordar las actividades posteriores al armado, como son el hormigonado y el vibrado. Como consecuencia de dicha rigidez se requiere un número muy inferior de separadores o "calzos" frente a la ferralla tradicional (barras sueltas), para asegurar los recubrimientos de armadura exigidos en el proyecto.
 - En alzados de muros con una cierta altura (superiores a 2,0 mts), la malla permite evitar el problema del posible desplazamiento de las barras horizontales respecto a su posición original ocasionada por el vertido del hormigón sobre las mismas.

PROCEDIMIENTO DE COLOCACIÓN

La única indicación que se le debe dar al personal de colocación de la malla especial "OPTIMALLA", es que una vez colocado el primer panel, el sobrelargo corto del segundo panel, ya sea el transversal o el longitudinal, debe tocar la última barra longitudinal o transversal del primer panel.

Por ejemplo, en la parte inferior se representa un panel, y en la transparencia adosada otro panel igual al anterior. Si se sostiene la transparencia en posición vertical, y se deja caer sobre la opaca, se puede observar claramente el sencillo y eficaz mecanismo de colocación descrito.



MALLAS ELECTROSOLDADAS CON BARRAS DE ACERO CORRUGADO B 500 SD

APLICACIONES

Las mallas especiales "OPTIMALLA", cuyo diseño son fruto de un estudio de racionalización de las armaduras, son susceptibles de poder ser dobladas o conformadas mediante máquinas específicas con el fin de poder abordar el armado de cualquier elemento estructural.

Mailla OPTIMALLA
+
Máquina dobladora



Esta posibilidad de conferir una forma determinada a la malla, ya sea abierta o cerrada, permite que ésta pueda ser empleada en elementos no necesariamente planos, con lo cual el ámbito de aplicación de la misma se amplia extraordinariamente.

En el caso de que el cliente no disponga de este tipo de máquinas, como es habitual, nosotros se la facilitamos durante el tiempo que fuera preciso.

Edificación:

Losas macizas.
Losas postensadas con cables no adherentes.
Prelosas.
Estructuras mixtas.
Zunchos y riostras.
Pavimentos.

Obras hidráulicas:

Muros de encauzamientos.
Colectores tipo marco.
Galerías semicirculares.
Canales abiertos.
Estaciones depuradoras.
Depósitos.

Cimentaciones:

Pilotes.
Muros pantalla.
Zapatas.

Obras civiles:

Tableros de puentes.
Túneles.
Falsos túneles.
Muros anclados.
Prefabricación.
Muros.
Canales.
Vigas "T".

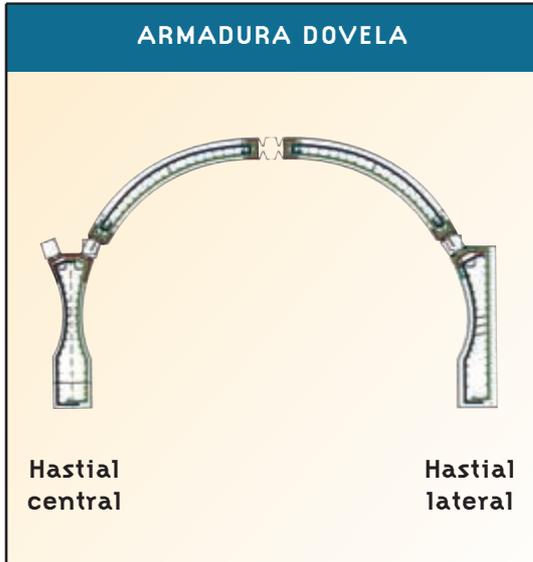


ASESORAMIENTO TÉCNICO

Nuestro Departamento Técnico constituido por personal técnico altamente cualificado les asesorará en todas las cuestiones que ustedes nos planteen.

A partir de los planos o datos que el cliente nos facilita, y conocido el tipo de elemento estructural, así como las fases constructivas, tipo de encofrado a emplear, etc. procedemos a realizar el estudio de racionalización de la armadura de proyecto mediante mallas especiales a medida "OPTIMALLA" con el fin de **optimizar** e **industrializar** la ferralla en la obra.

Este documento incluye la solución técnica y la oferta económica.





GRUPO CELSA Polígono Industrial San Vicente, s/n. - 08755 CASTELLBISBAL (Barcelona) España
Tel. +34 93 773 05 00 - Fax +34 93 773 05 02 | E-mail: sales@gcelsa.com | <http://www.gcelsa.com>