



DOCUMENTO DE CLASSIFICAÇÃO

Nervacero, S.A.
Barrio Ballonti, s/n
48510 Valle de Trapaga
Vizcaya
ESPAÑA
tel.: +34 94 493 90 00
fax: +34 94 493 90 70
e-e: sales@nervacero.com
www.nervacero.com

NERVACERO 500SD (A500 NR DE DUCTILIDADE ESPECIAL)

ESTRUTURAS
STRUCTURES

NOVEMBRO DE 2023

O presente Documento de Classificação anula e substitui o DC 242, de abril de 2010.

A situação de validade deste Documento de Classificação deve ser verificada no portal do LNEC (www.lnec.pt).

1 OBJETO

O presente Documento de Classificação classifica os varões de aço de ductilidade especial NERVACERO 500SD, do tipo A500 NR SD segundo a Especificação LNEC E 460-2017 – “Varões de aço A500 NR de ductilidade especial para armaduras de betão armado. Características, ensaios e marcação”, para efeitos do seu emprego como armaduras em estruturas de betão armado e pré-esforçado, de acordo com a legislação em vigor.

2 CARACTERIZAÇÃO

Os varões NERVACERO 500SD são obtidos diretamente por laminação a quente e são produzidos em comprimentos retos, nos diâmetros indicados no Quadro 1.

Estes varões apresentam duas nervuras longitudinais contínuas, diametralmente opostas entre si, bem como duas séries opostas de nervuras transversais de secção variável, oblíquas em relação ao eixo longitudinal dos varões e simétricas em relação ao plano longitudinal que inclui os eixos das duas nervuras longitudinais.

Em ambas as séries opostas de nervuras transversais, cada uma das nervuras tem uma inclinação, em relação ao eixo do varão, diferente da inclinação das duas nervuras que lhe são adjacentes e igual à inclinação da nervura que precede ou que se segue a cada uma das referidas nervuras adjacentes. O espaçamento entre os centros de nervuras transversais adjacentes é sempre o mesmo e igual nas duas séries.

A disposição das nervuras e as características geométricas dos varões NERVACERO 500SD são indicadas na Figura 1 e no Quadro 1.

O comprimento dos varões deve ser acordado entre o fabricante e o comprador. O comprimento habitual dos varões é de 12 m. As tolerâncias do comprimento dos varões devem ser acordadas entre o fabricante e o comprador.

Os desvios admissíveis da massa por metro linear dos varões são de $\pm 4,5\%$, em relação aos respetivos valores nominais.

A altura das nervuras longitudinais, a_l (ver Figura 1), não deve ser superior a $0,15\phi$, em que ϕ é o valor do diâmetro nominal do varão.

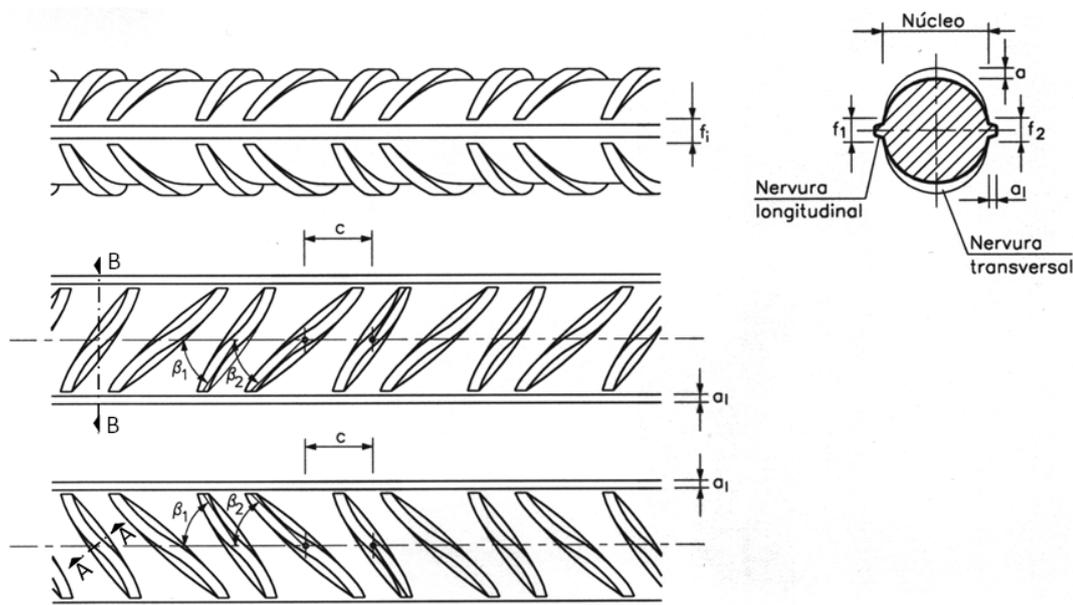


Figura 1 – Disposição das nervuras transversais e longitudinais num varão NERVACERO 500SD

QUADRO 1

Características geométricas dos varões NERVACERO 500SD

Diâmetro nominal (mm)	Área da secção transversal			Massa nominal (kg/m)	Nervuras transversais				
	$S_o^{(1)}$ (mm ²)	Valor nominal (mm ²)	$S_o^{(2)}$ (mm ²)		Altura das nervuras transversais $a^{(1)}$ (mm)	Afastamento das nervuras transversais		Perímetro sem nervuras transversais $\sum f_i^{(2)}$ (mm)	Área relativa das nervuras transversais $f_R^{(1)}$
						$c^{(1)}$ (mm)	$c^{(2)}$ (mm)		
8	≥ 48,0	50,3	≤ 52,6	0,395	≥ 0,52	≥ 4,6	≤ 6,8	≤ 5,0	≥ 0,045
10	≥ 75,0	78,5	≤ 82,0	0,617	≥ 0,65	≥ 5,5	≤ 7,5	≤ 6,3	≥ 0,052
12	≥ 108	113	≤ 118	0,888	≥ 0,78	≥ 6,1	≤ 8,3	≤ 7,5	≥ 0,056
16	≥ 192	201	≤ 210	1,58	≥ 1,04	≥ 8,2	≤ 11,0	≤ 10,1	≥ 0,056
20	≥ 300	314	≤ 328	2,47	≥ 1,30	≥ 10,2	≤ 13,8	≤ 12,6	≥ 0,056
25	≥ 469	491	≤ 513	3,85	≥ 1,63	≥ 12,8	≤ 17,3	≤ 15,7	≥ 0,056
32	≥ 768	804	≤ 840	6,31	≥ 2,08	≥ 16,3	≤ 22,1	≤ 20,1	≥ 0,056

(1) Valor característico referente ao quantilho de 5%.

(2) Valor característico referente ao quantilho de 95%.

O ângulo β_1 das nervuras transversais de maior inclinação deve ser, no máximo, de 75° e o ângulo β_2 das nervuras transversais de menor inclinação deve ser, no mínimo, de 45°. A diferença $\beta_1 - \beta_2$ deve ser, em qualquer caso, superior ou igual a 10°.

O ângulo α de inclinação dos flancos das nervuras transversais dos varões deve ser superior ou igual a 45° em ambas as séries opostas de nervuras transversais.

As características geométricas dos varões podem ser consideradas conformes com a Especificação LNEC E 460-2017 se o valor característico referente ao quantilho de 5% da área relativa das suas nervuras transversais, f_R , calculada de acordo com esta Especificação, não for inferior ao respetivo limite mínimo, que se indica no Quadro 1 do presente Documento de Classificação.

Os valores mínimos anteriormente referidos para as características geométricas dos varões NERVACERO 500SD devem ser considerados como limites mínimos dos valores característicos referentes ao quantilho de 5% das respetivas distribuições estatísticas. Por sua vez, os valores máximos devem ser entendidos como limites máximos dos valores característicos referentes ao quantilho de 95% das respetivas distribuições estatísticas.

A identificação da origem e do fabricante destes varões deve ser efetuada através de um código (0+7+18) que é materializado através do engrossamento de certas nervuras transversais, numa das séries opostas de nervuras transversais, conforme indicado na Figura 2 e na Figura 3.

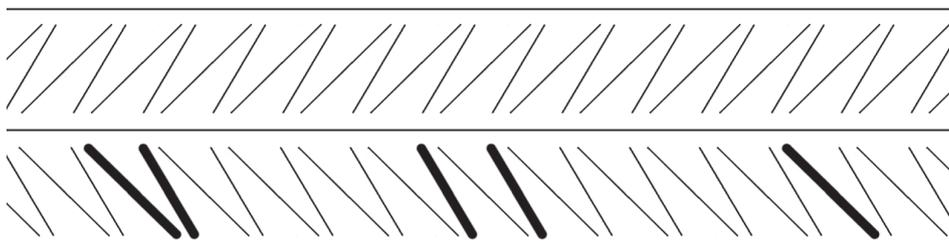


Figura 2 – Código de identificação dos varões NERVACERO 500SD

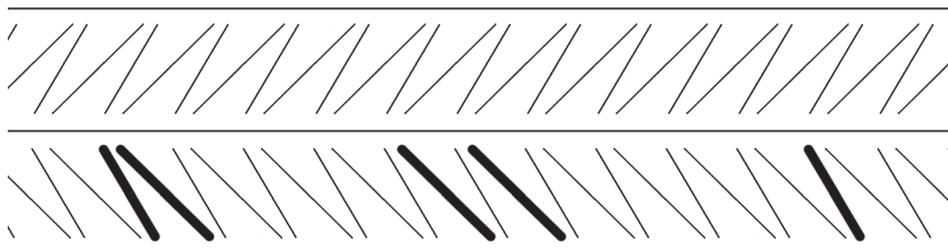


Figura 3 – Código de identificação dos varões NERVACERO 500SD

O início da identificação e o sentido de leitura são assinalados pela inexistência de nervuras transversais normais entre duas nervuras transversais engrossadas, que se situarão à esquerda do observador. A partir da segunda nervura engrossada existe uma série de nervuras transversais, com sete nervuras normais seguidas de outra nervura engrossada, que identifica o país de origem do produto. A seguir aparece a identificação do fabricante, através de duas séries de nervuras transversais constituídas, respetivamente, por uma nervura normal e por oito nervuras normais entre duas nervuras engrossadas. Este código deve ser repetido periodicamente ao longo do varão com um intervalo não superior a 1,50 m.

Os varões NERVACERO 500SD podem apresentar uma alteração local da morfologia das nervuras transversais que corresponde à introdução da inscrição “CELSA2” em relevo, em substituição de seis nervuras transversais na série de nervuras oposta à que contem a identificação do fabricante e do país de origem. Os caracteres da inscrição “CELSA2” são arredondados e não apresentam arestas vivas. Esta inscrição repete-se periodicamente ao longo do comprimento dos varões. A inscrição “CELSA2” é ilustrada na Figura 4 e na Figura 5, e possui as características indicadas no Quadro 2, em função do diâmetro nominal dos varões.



Figura 4 – Inscrição “CELSA2” em relevo nos varões NERVACERO 500SD

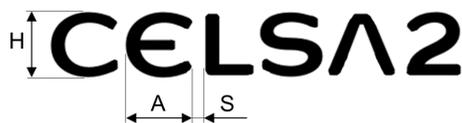


Figura 5 – Parâmetros geométricos da inscrição “CELSA2” nos varões NERVACERO 500SD

QUADRO 2

Valores dos parâmetros geométricos da inscrição “CELSA2” nos varões NERVACERO 500SD

Diâmetro nominal (mm)	a_L (mm)	A		H/A
		Valor mínimo (mm)	Valor máximo (mm)	
8	$\geq 0,35$	3,4	5,1	$\geq 1,0$
10	$\geq 0,39$	4,5	6,0	
12	$\geq 0,57$	4,7	6,4	
16	$\geq 0,54$	6,2	8,3	
20	$\geq 1,00$	8,0	10,9	
25	$\geq 1,18$	9,4	12,7	
32	$\geq 0,94$	11,9	16,1	

Simbologia:

- H altura de cada carácter da inscrição “CELSA2”;
- A comprimento de cada carácter da inscrição “CELSA2”;
- S afastamento entre caracteres da inscrição “CELSA2”;
- a_L altura do relevo dos caracteres da inscrição “CELSA2”.

No Quadro 3 apresentam-se os limites máximos especificados para os teores dos elementos químicos aí indicados, que integram a composição química do aço dos varões, referente à análise do produto final.

QUADRO 3

Teores de elementos da composição química do aço dos varões NERVACERO 500SD

C (%)	P (%)	S (%)	N (%)	Cu (%)	C _{eq} (%)
$\leq 0,24$	$\leq 0,055$	$\leq 0,055$	$\leq 0,014$	$\leq 0,85$	$\leq 0,52$

Os varões NERVACERO 500SD devem possuir características mecânicas que satisfaçam os requisitos da Especificação LNEC E 460-2017, nomeadamente no que se refere à sua aptidão à dobragem, resistência à fadiga e resistência a ações cíclicas.

Em particular, os valores característicos das características mecânicas do aço destes varões, determinadas nos ensaios de tração, devem satisfazer os limites mínimos ou máximos indicados no Quadro 4.

QUADRO 4

Características mecânicas do aço dos varões NERVACERO 500SD

$R_{eH}^{(1)}$ (MPa)	$R_m/R_{eH}^{(2)}$	$R_m/R_{eH}^{(3)}$	$R_{eH}/500^{(3)}$	$A_{gt}^{(2)}$ (%)
≥ 500	$\geq 1,15$	$\leq 1,35$	$\leq 1,20$	$\geq 8,0$

(1) Valor característico referente ao quantilho de 5%.

(2) Valor característico referente ao quantilho de 10%.

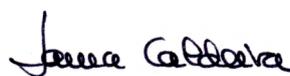
(3) Valor característico referente ao quantilho de 90%.

3 CLASSIFICAÇÃO

Para todos os efeitos inerentes ao emprego dos varões NERVACERO 500SD como armaduras em estruturas de betão armado e pré-esforçado, estes varões serão considerados como pertencendo ao tipo designado por A500 NR SD, segundo a Especificação LNEC E 460-2017, sendo-lhes portanto aplicáveis os requisitos indicados nesta Especificação e todas as disposições estabelecidas na legislação em vigor para este tipo de varões.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em novembro de 2023.

O CONSELHO DIRETIVO



Laura Caldeira
Presidente

Descritores: Varão para betão armado / Varão nervurado / Ductilidade / Documento de classificação

Descriptors: Reinforced concrete bar / Ribbed bar / Ductility / Classification document

