

Oferta de acero inoxidable austeno-ferrítico  
calidad

# DX2205



## Composición química

Elementos	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	N
%	0.020	0.30	1.80	22.80	5.50	3.10	0.17

Valores típicos - PREN = 35

Designación Europea <sup>(1)</sup>	Designación americana <sup>(2)</sup>
X2CrNiMoN22-5-3/1.4462	UNS S32205

<sup>(1)</sup> Según NF EN 10088

Nuestra calidad esta conforme con:

- > Ficha de seguridad sobre el material en acero inoxidable n°1 (Directiva europea 2001/58/EC).
- > Directiva de la Comisión Europea 2000/53/EC para los vehículos al final de su vida útil, y sus modificaciones anteriores.
- > Estándares NFA 36 711 para acero inoxidable en contacto con alimentos, productos y bebidas destinados al consumo humano y animal (excluye el acero de embalaje).

## Descripción general

Nuestra calidad DX2205 se caracteriza por:

- > Una excelente resistencia a la corrosión, PREN mini = 35.
- > Un límite de elasticidad 2 veces mas elevado que el 18-9 E (1.4301, Tipo 304)
- > Temperaturas de utilización desde - 40 °C a + 300 °C.

## Aplicaciones

- > Equipamientos para la industria química y petroquímica, y plantas de desalación.
- > Intercambiadores.

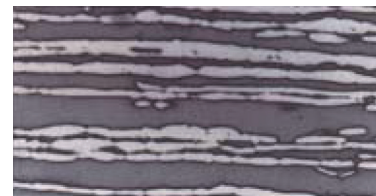
## Gama de producto

**Formas:** chapas, formatos, bobinas, flejes, tubos.  
**Espesores:** 0.6 - 9 mm (>9 mm bajo consulta).  
**Ancho:** hasta 2000 mm (según espesor).  
**Acabados:** laminado en caliente, laminado en frío.

## Características metalúrgicas

Nuestro DX2205 es un acero inoxidable de tipo austenítico-ferrítico, su estructura esta formada de un agregado de fase ferrita (α) y de fase austenita (γ). La estructura bifásica de la aleación permite obtener limites de elasticidad elevados conservando al mismo tiempo una buena ductilidad. En efecto, se obtiene el endurecimiento por la fase ferrítica, mientras que la matriz austenítica permite conservar ductilidad y tenacidad.

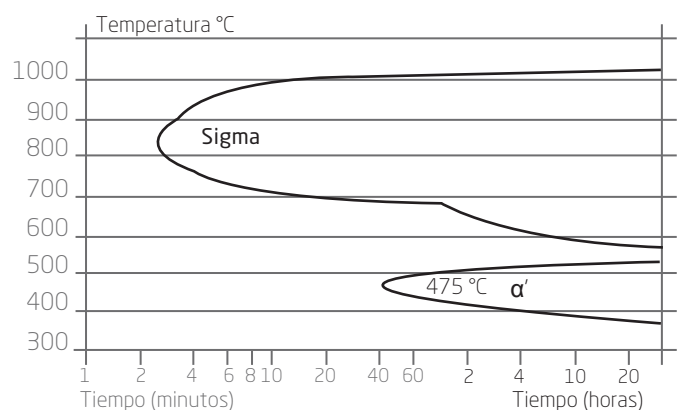
La estructura mixta confiere al DX2205 una elevada resistencia a la corrosión por tensiones y lo hace insensible a la corrosión intergranular. El alto nivel de cromo y molibdeno le confiere una excelente resistencia a la corrosión por picaduras y generalizada.



Microestructura del DX2205 (la fase ferrítica aparece en oscuro)

La utilización en continuo del DX2205 a temperaturas superiores a 300 °C no está recomendada por los motivos siguientes :

- > entre 350 et 550 °C : pérdida de ductilidad por debilitamiento de la ferrita y por formación de una fase llamada α' que puede acompañarse de otras precipitaciones de endurecimiento, fenómeno clásico en los aceros inoxidables ferríticos, más comúnmente llamado "debilitamiento a 475 °C».
- > entre 600 et 950 °C : precipitación de fase sigma, debilitante relacionada con el alto contenido en Cr y Mo.

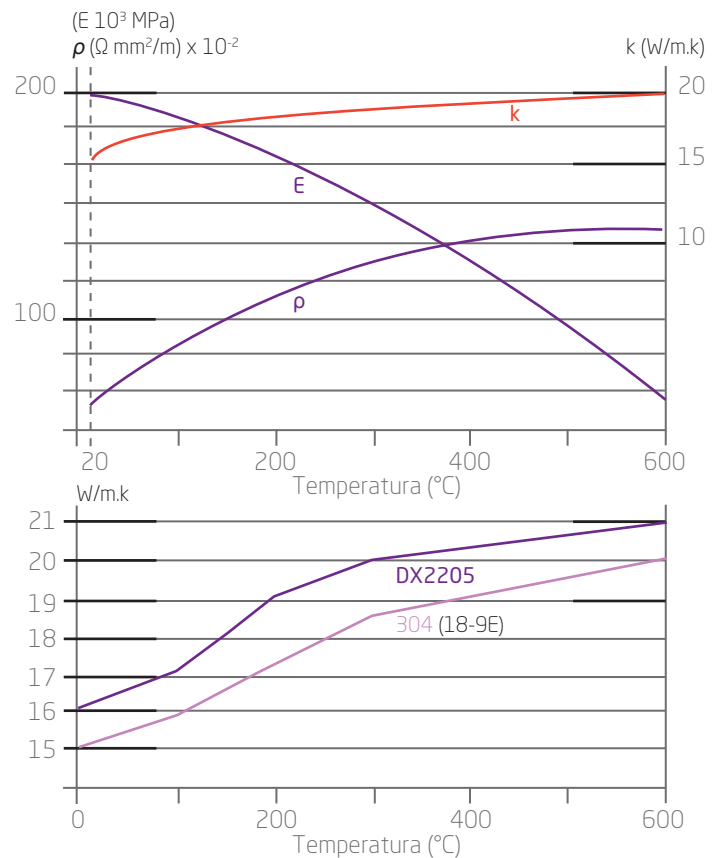


## Propiedades físicas

Chapa laminada en frío y recocida.

Densidad	d	kg/dm <sup>3</sup>	20 °C	7.8
Temperatura de fusión	-	°C	-	1460
Calor específico	c	J/kg.K	20 °C	460
Conductividad térmica	k	W/m.K	20 °C	16
Coefficiente medio de dilatación térmica*	$\alpha$	10 <sup>-6</sup> /K	20-100 °C 20-200 °C	13.0 13.5
Resistividad eléctrica	$\rho$	$\Omega$ mm <sup>2</sup> /m	20 °C	0.8
Permeabilidad magnética	-	-	-	yes
Modulo de Young	E	10 <sup>3</sup> .MPa	20 °C	200

\* Dilatación térmica 25% la de la del 316, comparable con los aceros al carbono.



## Propiedades mecánicas

### Condición de recocido

Según ISO 6892-1, part 1.

Probeta perpendicular a la dirección de laminado.

Probeta:

Largo= 80 mm ( espesor < 3 mm).

Largo= 5,65 √ So (espesor ≥ 3 mm).

Condición	Rm <sup>(1)</sup> (MPa)	R <sub>p0,2</sub> <sup>(2)</sup> (MPa)	A <sup>(3)</sup> (%)	HRB
Lamiendo en frío*	840	620	29	98

1 MPa= 1 N/mm<sup>2</sup>.

Valores típicos.

<sup>(1)</sup> Resistencia máxima a la tracción (UTS). <sup>(2)</sup> Límite elástico (YS). <sup>(3)</sup> Elongación (A).

### A altas temperaturas

Temperatura	50°C	100°C	150°C	200°C	250°C
R <sub>p0,2</sub> (MPa)	≥ 420	≥ 360	≥ 335	≥ 315	≥ 300
R <sub>m</sub> (MPa)	≥ 640	≥ 590	≥ 570	≥ 550	≥ 540

## Resistencia a la corrosión

Se recomienda particularmente esta calidad en caso de corrosión severa y para reemplazar los aceros austeníticos altamente aleados.

### Corrosión generalizada

Concentración en cloruro (g/l)		1			5		
Concentración en fluoruros (ppm)		0	400	1000	0	400	1000
pH	6	316L	DX2205				
	4						
	2	UNS S32550					
	1	Ti/Ni					

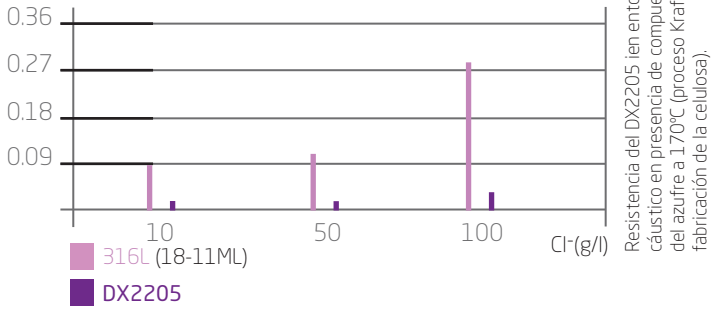
Resistencia del DX2205 según nivel de cloruros, fluoruros y pH.

T° C	Concentración % H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	98
20										
30										
40										
50										

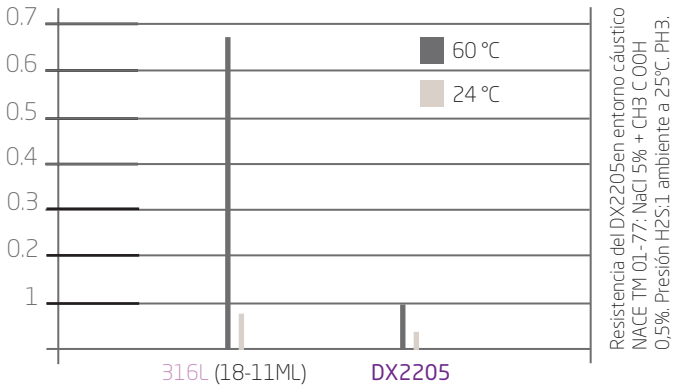
Límite de empleo del DX2205 en ácido sulfúrico (velocidad de corrosión máxi= 0,2 mm/año)

■ 316L (18-11ML)  
■ 317L  
■ DX2205

### Velocidad de corrosión (mm/año)



### Velocidad de corrosión (mm/año)



### Corrosión por tensiones

En razón de una estructura bifasada el DX2205 es poco sensible a la corrosión por tensiones. Esta calidad presenta una buena resistencia en entornos de gas ácidos.

### Corrosión intergranular

El DX2205 resiste bien a la corrosión intergranular gracias al bajo contenido en carbono y a su estructura bifasada.

### Corrosión por picaduras

El DX2205 ofrece una excelente resistencia a la corrosión por picaduras gracias a un contenido alto en cromo, molibdeno y nitrógeno. Esta calidad es netamente superior a los aceros austeníticos tipo 304L y 316L. La clasificación de los aceros inoxidable en función del nivel de resistencia a la corrosión por picaduras es generalmente definido en función del PREN (Pitting Resistance Equivalent Number = %Cr+3.3\*%Mo+16\*%N). El PREN típico del DX2205 es de 35.7 respecto a 24.1 para el 1.4401 (316) o 18 para el 1.4301 (304).

### Corrosión cavernosa

El DX2205 resiste bien a este tipo de corrosión evaluada por el valor pH de depasivación definido por un método electro-químico. Más el pH es bajo (ácido), más la calidad presenta un rendimiento alto. A 30 °C, el pH del DX2205 es de alrededor 1, mientras que es de 1.8 para un austenítico al molibdeno (Tipo 316) y de 3 para un ferrítico (Tipo 430).

## Conformado

En general, esta calidad puede ser utilizada para embutición. En razón de un límite de elasticidad doble respecto al 304, es necesario utilizar prensas o perfiladoras con potencia adaptada.

La aptitud de embutición por expansión se define por el nivel de la flecha en la prueba Erichsen, mientras que la aptitud de embutición se define mediante el ratio límite de embutido (LDR).

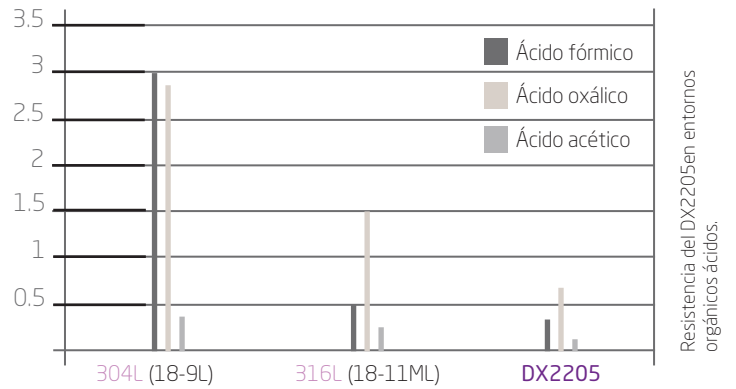
### Plegado

Para los espesores inferiores a 0,8 mm elegir un radio mínimo de plegado igual a 0,5 veces el espesor. Para los espesores superiores, se aconseja un radio mínimo de plegado igual o superior a 1,5 veces el espesor.

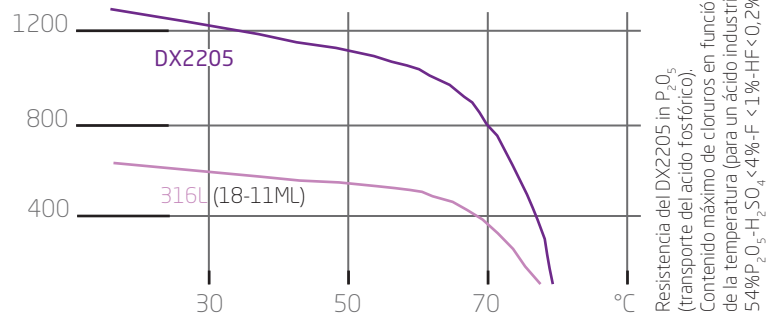
Calidad	Designación europea	ASTM A240	Erichsen* (mm)	Ratio Límite de Embutido* (LDR)
DX2205	1.4462	UNS S32205	9.5	1.9-1.95

\* Chapa de 0,8mm de espesor.

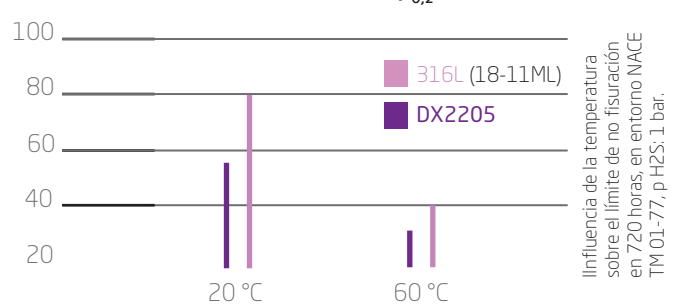
### Velocidad de corrosión (mm/año)



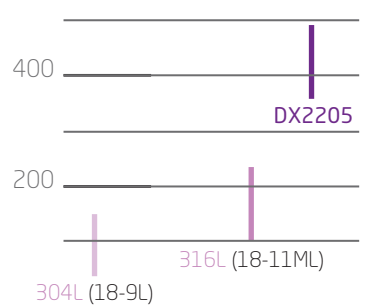
### Contenido máximo en cloruros (ppm Cl<sup>-</sup>)



### Tensión límite

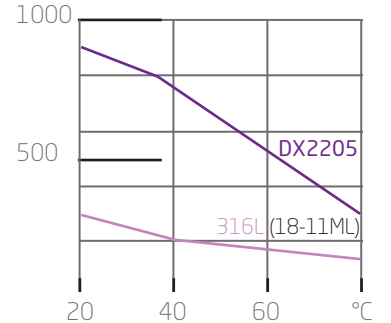


### Potencial de picadura (mV/SCE)

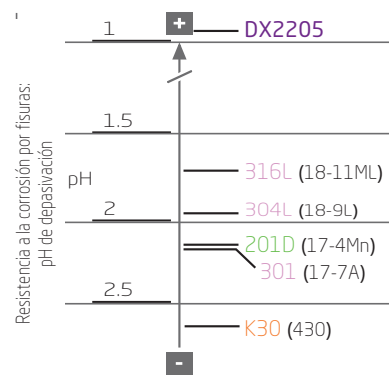


Potenciales de picaduras en entorno NaCl 30g/l ventilado a 70°C.

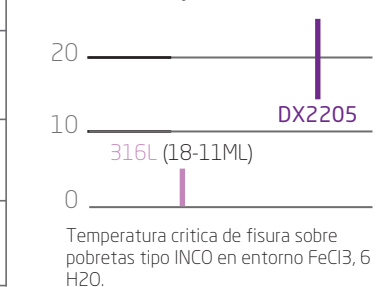
### Potencial de picadura (mV/SCE)



Potenciales de picaduras en entorno NaCl 30g/l ventilado según temperatura.



### Potencial de picadura (mV/SCE)



Temperatura crítica de fisura sobre probetas tipo INCO en entorno FeCl<sub>3</sub>, 6 H<sub>2</sub>O.

## Soldadura

Nuestro DX2205 es un acero austeno-ferrítico cuyo análisis y tratamiento térmico han sido optimizados con el objetivo de obtener una tasa de ferrita entre 38 y 55% del metal base.

En el caso de soldadura sin metal de aportación, se produce una fusión local del metal base y a continuación un enfriamiento rápido.

La solidificación primaria empieza en fase ferrítica. Un enfriamiento demasiado rápido impide una transformación de la ferrita en austenita, lo que lleva a una tasa de ferrita que puede llegar a 90% en caso de soldadura sin precaución particular.

La estructura de la zona termoafectada (ZAT) que ha recibido el ciclo térmico de soldadura se ha también enriquecido de ferrita respecto a la estructura inicial. Un exceso de ferrita (superior a 75%) lleva a una disminución de la resistencia a la corrosión y de la ductilidad.

Proceso de soldadura	Sin metal de aportación	Con metal de aportación		Gas de protección*	
	Espesores típicos	Espesores	Metal de aportación		
			Alambrón		Hilo
Resistencia: continua, por puntos	≤ 2 mm				
TIG	< 1.5 mm	> 0.5 mm	"4462" modificado ER 22.09	"4462" modificado ER 22.09	Argon <sup>(1)</sup> Argon + Helio <sup>(1)</sup>
PLASMA	< 1.5 mm	> 0.5 mm		"4462" modificado ER 22.09	Argon Argon + Helio
MIG		> 0.8 mm		"4462" modificado ER 22.09	Argon + 2 % CO <sub>2</sub> Argon + 2 % CO <sub>2</sub> Argon + 2% CO <sub>2</sub> + He
S.A.W.		> 2 mm		"4462" modificado ER 22.09	
Electrodo		Reparación	E 22.09		
Laser	< 5 mm				Helio+ Nitrógeno (25%)

**Precauciones :** En todo caso, será necesaria una energía de soldadura suficientemente elevada (> 2,5kJ/cm) con el fin que no se enfríe demasiado rápido. Sin embargo la energía no tendrá que ser demasiado elevada (< 20 kJ/cm) para enfriarse suficientemente rápido y evitar de esa manera un riesgo de precipitaciones de fases intermetálicas. Utilizar si posible un gas de protección por ambos lados con adición de nitrógeno en caso de soldadura sin aportación o que sea adaptado al metal de aportación en caso contrario. Evitar calentar y post calentar.

**Particularidades de las soldaduras :** La estructura austeno-ferrítica del DX2205 (solidificación primaria en fase ferrítica) elimina el riesgo de fisuración en caliente. Soldado en malas condiciones, este acero puede presentar una sensibilidad a la fisuración en frío. Para descartar todo tipo de riesgo, no se utilizará ningún gas hidrogenado para la soldadura y se esterilizarán todos los productos de aportación (temperatura superior a 250°C en la mayoría de los casos). No es necesario ningún tratamiento térmico después de la soldadura. Las soldaduras deberán ser decapadas de manera mecánica o química, y pasivadas (decontaminadas).

## Tratamientos

### Recocido

Después del trabajo en frío, se puede restaurar la microestructura recociendo durante unos minutos a 1050 +/- 25°C; un enfriamiento al aire permite restaurar la estructura y eliminar las tensiones internas. Después del recocido es necesario decapar y pasivar.

### Decapado

Aleación de ácido nítrico-hidrofluórico (20% HNO<sub>3</sub> + 2% HF) a temperatura ambiente o hasta 60 ° C. Baño sulfúrico-nítrico (10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,5% HNO<sub>3</sub>) a 60 ° C. Pasta de descascarillado para las zonas soldadas.

### Pasivación

10-25% de solución HNO<sub>3</sub> a 20° C. Pastas de pasivación para las zonas soldadas.

## Oferta dimensional



### Información

Tel. : +33 1 71 92 06 52

Fax : +33 1 71 92 07 97

[www.aperam.com/stainlesseurope](http://www.aperam.com/stainlesseurope)

[stainless.europe@aperam.com](mailto:stainless.europe@aperam.com)

Aperam Stainless Europe

1-5 rue Luigi Cherubini

FR-93212 La Plaine Saint Denis Cedex