

Duplex 2205 / F51 – UNS S31803

Aço inoxidável duplex (ferrítico-austenítico) 22Cr-5Ni-3Mo-N

DUPLEX **PREN (CR+3,3MO+16N): $\approx 34-35$ TÍPICO (MÍN. $\approx 30,5$ NA FAIXA DA S31803)** Aço inoxidável duplex com microestrutura de ~50% ferrita e ~50% austenita (faixa usual 35–55% de ferrita), com escoamento cerca do dobro do 316L e alta resistência à corrosão sob tensão por cloretos. PREN $\approx 34-35$ na composição típica; na faixa mínima da S31803 o PREN pode cair a ~30, por isso hoje se prefere a S32205 (F60) ou material com dupla certificação S31803/S32205. Ensaio usuais: ASTM A923 (A: ataque metalográfico para fases intermetálicas; B: Charpy a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\geq 54\text{ J}$; C: corrosão em FeCl3 a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$), ASTM G48 método A (pite) e fração de ferrita por ASTM E562 (35–55%).

DESIGNAÇÕES

UNS	S31803 (e S32205, versão de faixa mais estreita)
W.Nr./EN	1.4462 – X2CrNiMoN22-5-3
DIN	X2CrNiMoN22-5-3
JIS	SUS329J3L
Comercial	SAF 2205, 2205 Code Plus Two, Forta DX 2205, UR 45N
Outras	ASTM A182 F51; fundido ASTM A890/A995 Gr. 4A

NORMAS POR FORMA

Barra	ASTM A276 / A479 – S31803
Forjado	ASTM A182 F51 / ASME SA-182
Chapa	ASTM A240 – S31803
Tubo	ASTM A790 (pipe) / A789 (tubing)
Conexões	ASTM A815 WP-S31803
Flange	ASTM A182 F51 + ASME B16.5
H2S	NACE MR0175 / ISO 15156-3

COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%) ASTM A182 F51 (UNS S31803)

C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni
$\leq 0,030$	$\leq 2,00$	$\leq 0,030$	$\leq 0,020$	$\leq 1,00$	21,0 – 23,0	4,5 – 6,5
Mo	N	Fe				
2,5 – 3,5	0,08 – 0,20	balanço				

PROPRIEDADES MECÂNICAS Solubilizado e resfriado em água (ASTM A182 F51)

Limite de escoamento (0,2%)	$\geq 450\text{ MPa}$
Resistência à tração	$\geq 620\text{ MPa}$
Alongamento	$\geq 25\%$
Redução de área	$\geq 45\%$
Dureza	$\leq 290\text{ HB}$ (típico de A479/A790; A182 não fixa)
Charpy (ASTM A923 B)	$\geq 54\text{ J}$ a $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$

PROPRIEDADES FÍSICAS típicas

Densidade	$7,8\text{ g/cm}^3$
Faixa de fusão	$\approx 1.385 - 1.445\text{ }^{\circ}\text{C}$ (típico)
Módulo de elasticidade	200 GPa
Condutividade térmica (20 $^{\circ}\text{C}$)	$15\text{ W/m}\cdot\text{K}$
Expansão térmica (20–100 $^{\circ}\text{C}$)	$13,0\text{ }\mu\text{m/m}\cdot\text{K}$
Ferrita (solubilizado)	35 – 55%

PROCESSAMENTO E USO

Temperatura de serviço	Uso contínuo recomendado até $\sim 250-280\text{ }^{\circ}\text{C}$; o código ASME limita a $316\text{ }^{\circ}\text{C}$. Acima disso a ferrita sofre fragilização a $475\text{ }^{\circ}\text{C}$ (faixa $\sim 300-550\text{ }^{\circ}\text{C}$) e, entre $\sim 700-950\text{ }^{\circ}\text{C}$, precipita fase sigma. Tenacidade boa até $\sim -50\text{ }^{\circ}\text{C}$.
Tratamento térmico	Solubilização $\geq 1.020\text{ }^{\circ}\text{C}$ (usual $1.020-1.100\text{ }^{\circ}\text{C}$) com resfriamento rápido em água (ASTM A182). Conformação a quente entre ~ 950 e $1.150\text{ }^{\circ}\text{C}$ seguida de nova solubilização. Não é temperável nem envelhecível; resfriamento lento ou permanência em $700-950\text{ }^{\circ}\text{C}$ forma sigma/chi e nitretos.
Soldagem	Boa soldabilidade. Consumíveis: AWS A5.9 ER2209 (TIG/MIG), A5.4 E2209 (eletrodo), A5.22 E2209T (arame tubular), sobreligados em Ni para equilibrar ferrita. Aporte típico $0,5-2,5\text{ kJ/mm}$, interpasse $\leq 150\text{ }^{\circ}\text{C}$, gás de purga com N2; sem pré-aquecimento e sem TTPS. Evitar solda autógena sem metal de adição.
Usinagem	Usinabilidade inferior à do 316L (maior resistência e encruamento); usar ferramentas de metal duro, avanço firme e boa refrigeração.

APLICAÇÕES

- Tubulações e vasos em óleo e gás (offshore, topside)
- Trocadores de calor com cloretos
- Digestores e branqueamento em papel e celulose
- Tanques de químicos e navios químicos
- Lavadores de gases (FGD)
- Eixos, hastes e componentes de bombas e válvulas
- Água salobra e água do mar fria com bom projeto de frestas

Alternativas: F60 (S32205) é a mesma liga com faixa mais rica em Cr/Mo/N e deve ser preferida; para água do mar quente ou maior pite use superduplex F53/F55 ou 6Mo (S31254); para baixo custo e cloretos moderados, lean duplex S32101/S32304 ou 316L.

Fornecimento Dustre: barras, chapas, forjados sob desenho e peças usinadas, com certificado de matéria-prima EN 10204 3.1. Serviços próprios de corte, forjamento, usinagem, tratamento térmico e ensaios (tração, dureza, impacto).

Valores mínimos conforme a norma citada; propriedades físicas são típicas e não constituem garantia. O certificado do lote prevalece.