

ArcelorMittal Inox Brasil



ArcelorMittal

# Aço Inoxidável Ferrítico

## ACE P439A



transformando  
o amanhã

# ACE P439A

O aço inoxidável ferrítico ACE P439A é um material com resistência à corrosão superior à do ferrítico AISI 430. Como outros aços inoxidáveis ferríticos estabilizados, tem excelente soldabilidade e estampabilidade, além da total imunidade à corrosão sob tensão e ausência de níquel, o que o torna o aço mais competitivo no mercado.

## Composição Química

Na Tabela I, apresenta-se a composição química do ACE 439A. O material é estabilizado com Ti e Nb. Esta composição é equivalente à do material UNS S43932 da norma ASTM A240. A designação européia EN 14110 mostra este aço estabilizado com Ti, mas também permite estabilização com Nb e Zr.

**Tabela I – Composição Química**

C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	Outros
≤ 0,030	≤ 1,00	≤ 0,040	≤ 0,030	≤ 1,00	17,0 ~ 19,0	≤ 0,50	N ≤ 0.030 (0,2+4(C+N) ≤ Ti + Nb ≤ 0,75)

Fonte : Norma ASTM A240 (2001)

A estabilização permite que o aço ACE P439A possa ser soldado sem que ocorra a fragilização. O teor de cromo é maior que no AISI 430. Este detalhe e a presença de Ti melhoram a resistência à corrosão por pite. Como em todos os aços inoxidáveis ferríticos, a ausência de níquel permite que o material tenha um preço muito competitivo e um excelente custo-benefício.

## Propriedades Mecânicas

Estão apresentadas na Tabela II as propriedades mecânicas típicas dos aços inoxidáveis ferríticos ACE P439A. Para permitir comparações, estão apresentadas também as dos aços ACE P430A e ACE P304A.

**Tabela II – Propriedades Mecânicas Típicas dos Aços Inoxidáveis da ArcelorMittal Inox Brasil**

Aço	Limite de resistência à tração (MPa)	Limite de Escoamento 0,2% (MPa)	Alongamento (%)	Dureza (HRB)
ACE P430A	509	352	28	79
ACE P439A	481	331	30	77
ACE P304A	710	312	56	81

Fonte : ArcelorMittal Inox Brasil

Por ser um aço ferrítico, o ACE P439A mostra um alongamento bastante elevado no ensaio de tração. É um material com excelente desempenho nas operações de conformação mecânica, dobra e estampagem. Pelo conjunto de propriedades que apresenta, pode ser utilizado em diversas aplicações.

## Propriedades Físicas

As principais propriedades físicas do aço AISI 439 estão apresentadas na Tabela III. Para permitir comparações, são mostrados também os aços ferríticos AISI 430 e AISI 444, além do austenítico AISI 304.

**Tabela III - Propriedades Físicas dos Aços Inoxidáveis Recozidos**

Aço	Coeficiente de dilatação térmica médio de 0°C a			Condutividade térmica	
	100°C ( $\mu\text{m}/\text{m}.\text{°C}$ )	315°C ( $\mu\text{m}/\text{m}.\text{°C}$ )	538°C ( $\mu\text{m}/\text{m}.\text{°C}$ )	a 100°C (W/m.K)	a 500°C (W/m.K)
AISI 304	17,2	17,8	18,4	16,2	21,5
AISI 439	10,5	10,7	11,2	24,0	-
AISI 444	10,0	10,6	11,4	26,8	-
AISI 430	11,7	11,9	12,3	24,0	-
Aço	Densidade	Módulo de elasticidade (GPa)	Calor específico (J/kg.K)	Resistividade elétrica (nW.m)	Permeabilidade magnética (aproximada)
AISI 304	8,0	193	500	720	1,02
AISI 439	7,7	215	793	617	-
AISI 444	7,8	200	420	620	-
AISI 430	7,7	193	620	620	-

Fonte: ASM SPECIALTY HANDBOOK - STAINLESS STEELS

A elevada condutividade térmica do AISI 439 (comparado com o 304) e o baixo coeficiente de dilatação permitem a realização de soldagem sem grandes distorções em sua forma.

Graças a sua alta condutividade térmica, os tubos feitos com este material têm um excelente desempenho em evaporadores e trocadores de calor. (Como sempre, uma especificação correta do material deve considerar também a resistência à corrosão em cada meio específico).

A baixa dilatação térmica é uma vantagem adicional, sobretudo em projetos de equipamentos que utilizam aço-carbono e aço inoxidável em conjunto. É muito adequado, por exemplo, para revestir internamente equipamentos de aço-carbono, soldando lâminas de ACE P439A sobre a superfície do aço comum.

## Outras Propriedades e Características

Os aços inoxidáveis ferríticos estabilizados, como o ACE P439A, têm comportamento muito bom de conformação para a fabricação de tubos soldados pelo processo ERW e também para a estampagem de peças complexas. Evidentemente, estampados muito profundos exigem a utilização de aços inoxidáveis austeníticos.

A rugosidade do ACE P439A varia entre 0,10 e 0,28  $\mu\text{m}$  (microns.metro) Ra. Este valor refere-se à rugosidade do acabamento 2D de laminação a frio. Trata-se do acabamento mais utilizado neste aço, no entanto também pode ser usado o acabamento 2B. Em acabamento a frio 2B, a rugosidade varia muito em função da espessura: quanto mais fino for o material, menor será a rugosidade.

## Microestrutura

A figura mostra a microestrutura típica do aço inoxidável ferrítico ACE P439A estabilizado com Ti e Nb. O ataque foi realizado com o reativo Vilella por um minuto. A amostra atacada tem espessura de 120 mm e o tamanho de grão é de 7/6. A micrografia está ampliada em 100 vezes.

## Resistência à Corrosão do Aço ACE P439A

O aço ferrítico ACE P439A é um material com resistência à corrosão superior à do aço AISI 430.

## Resistência à Corrosão sob Tensão

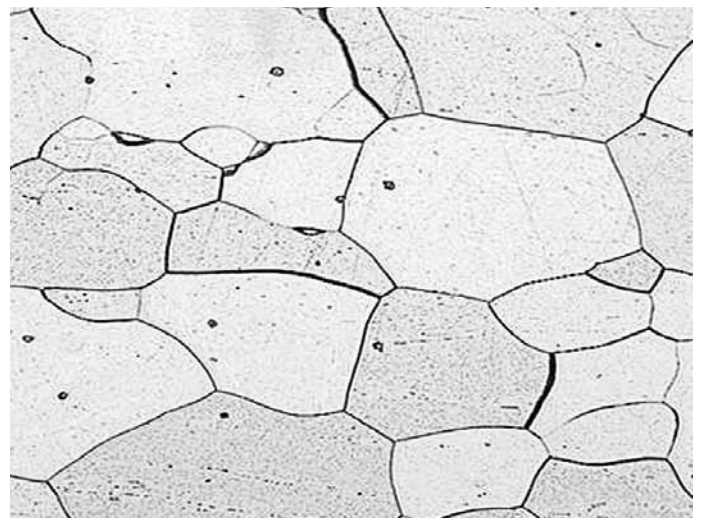
Todos os aços inoxidáveis ferríticos são imunes à corrosão sob tensão em meios que contêm cloretos.

## Resistência à Corrosão por Pite

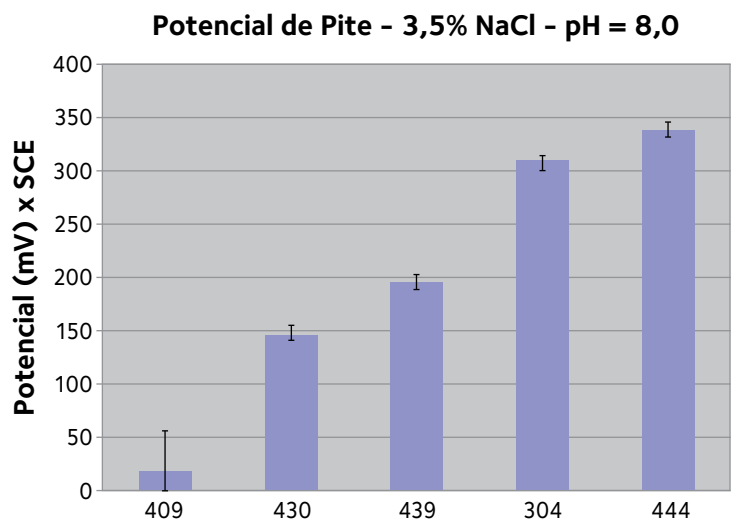
A resistência à corrosão por pite no aço ACE P439A é superior à do AISI 430. Esta superioridade pode ser explicada por dois motivos:

- 1) contém teor mais alto de cromo (17% contra 16% no 430);
- 2) a presença de titânio. O Ti cumpre sua função como estabilizador (assim como o Nb), precipitando carboneto de Ti e sulfeto de titânio (TiS). Nos aços inoxidáveis 430 que não contêm Ti e S, encontra-se o sulfeto de manganês (MnS), que propicia o início da corrosão por pite.

Na figura ao lado, são apresentados os potenciais de pite em solução ligeiramente básica e com 3,5% de NaCl de vários aços inoxidáveis da ArcelorMittal Inox Brasil.



Microestrutura típica do aço ACE P439A.



Quanto maior for o potencial de pite, melhor será a resistência a essa forma de corrosão. A figura é muito didática, pois mostra a importância do cromo (11% em 409; 16% em 430; 17% em 439; 18% em 444 e em 304), a importância do Ti (comparado com o 439 e com o 430), o papel de repassivador do níquel (comparando o 439 com o 304) e a importância do Mo (comparando o 444 com todos os outros).

### Resistência à Corrosão Intergranular

Um problema que pode ser encontrado nos aços inoxidáveis quando expostos a altas temperaturas, seja em uso seja quando submetidos a um processo de soldagem, é o da sensitização e a conseqüente corrosão intergranular.

O aço inoxidável ferrítico ACE P439A é protegido contra a sensitização devido aos baixos teores de C+N e por ser estabilizado com a adição de Ti e Nb; esta liga não é suscetível à corrosão intergranular.

### Resistência à Corrosão Atmosférica

O ACE P439A é indicado para ambientes pouco agressivos. A exposição prolongada em ambientes industriais, em cidades próximas ao mar ou em regiões urbanas agressivas, provoca manchas na superfície do material, oxidação e, às vezes, corrosão por pite.

A sua utilização em ambientes externos, como edifícios em grandes cidades, exige que o produto seja acompanhado por freqüentes limpezas.

### Soldabilidade

O aço ACE P439A pode ser utilizado em vários processos de solda de aços inoxidáveis. Quando é necessário usar material de adição, este deve ser o 308L ou o 309L.

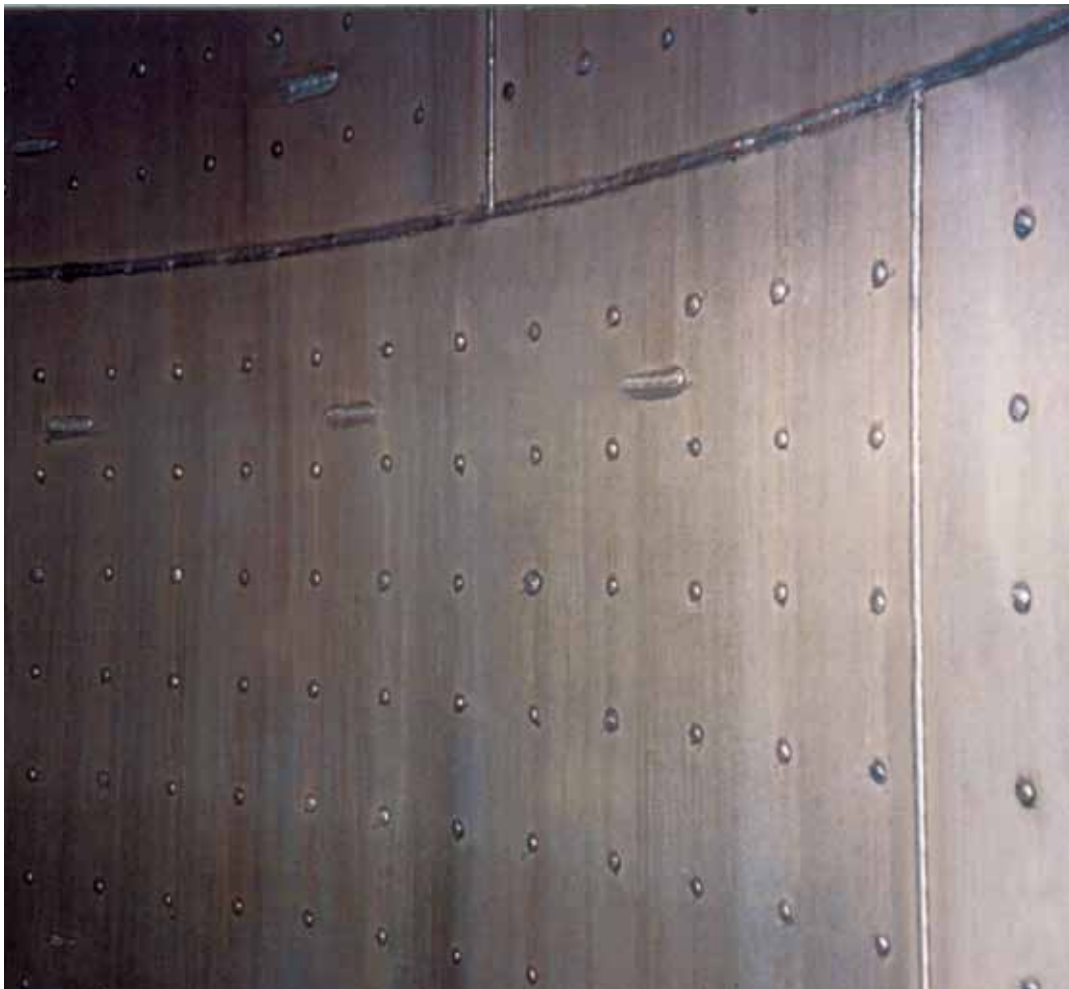
O gás de proteção deve ser somente argônio, ou argônio com adição de hélio. A adição de 1 a 2% de oxigênio pode ser considerada para melhorar o aspecto da região soldada. Não se deve usar nitrogênio, hidrogênio ou dióxido de carbono.

Ao soldar aços inoxidáveis ferríticos, é muito importante não cometer excessos na aplicação da energia (aporte térmico) durante a soldagem para evitar o crescimento do grão, que pode fragilizar o material.

Devido à presença dos estabilizadores na soldagem do aço ACE P439A, não se forma martensita e nem precipitam carbonetos de cromo.

# Aplicações do ACE P439A

- Tubos e chapas para escapamentos da indústria automobilística.
- Tubos e chapas para usinas de açúcar: tanques, evaporadores, cozedores, cristalizadores, secadores e trocadores de calor.
- Tubos para transferência de fluidos.
- Tubos para corrimãos (ambientes internos).
- Cozinhas residenciais.
- Tubos para móveis.
- Revestimento interno de equipamentos fabricados com aço-carbono.
- Painéis para a construção civil (ambientes internos).
- Revestimento de elevadores.
- Cestos de máquina de lavar roupas e refrigeradores.
- Microondas e fornos elétricos.



Aço 439 utilizado como revestimento de um cozedor, com 12 anos de utilização



Aço 439 utilizado em um escapamento



Aço 439 utilizado na mesa de um fogão

## **ArcelorMittal Inox Brasil**

### **Sede**

Av. João Pinheiro, 580 - Centro  
CEP 30130-180 - Belo Horizonte - MG - Brasil  
Tel: 31 3235-4200  
Fax: 31 3235-4294

### **Usina**

Praça 1º de Maio, 9 - Centro  
CEP 35180-018 - Timóteo - MG - Brasil  
Tel: 31 3849-7000  
Fax: 31 3848-4699

### **Escritório Comercial**

Av. Brigadeiro Faria Lima, 1.355 - 20º andar  
CEP 01452-919 - São Paulo - SP - Brasil  
Tel: 11 3818-1700  
Fax: 11 3816-1812

[www.arcelormittalinoxbrasil.com.br](http://www.arcelormittalinoxbrasil.com.br)