



# LA SOLUZIONE FERRITICA

PROPRIETÀ | VANTAGGI | APPLICAZIONI



GUIDA ESSENZIALE AGLI ACCIAI INOSSIDABILI FERRITICI





## **International Stainless Steel Forum (ISSF)**

Fondato nel 1996, l'International Stainless Steel Forum (ISSF) è un'organizzazione di ricerca no-profit che opera da forum mondiale sui vari aspetti dell'industria internazionale dell'acciaio inossidabile. Sebbene abbia il proprio consiglio di amministrazione, budget e segreteria generale, ISSF è parte dell'International Iron and Steel Institute (IISI). ISSF è formato oggi da 67 fra compagnie e membri affiliati, in 24 paesi. Insieme rappresentano circa l'85% della produzione mondiale di acciaio inossidabile. La lista completa dei membri si trova sul sito web dell'ISSF: [www.worldstainless.org](http://www.worldstainless.org)

# Indice

<b>SOMMARIO: “LA SOLUZIONE FERRITICA” DI JEAN-YVES GILET</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUZIONE: “UN ACCIAIO IL CUI MOMENTO È ARRIVATO” DI ICDA</b>	<b>6</b>
<b>COSA SI DICE DEI FERRITICI</b>	<b>9</b>
<b>I “FAVOLOSI FERRITICI”</b>	<b>13</b>
<b>PROPRIETÀ DI RESISTENZA ALLA CORROSIONE</b>	<b>21</b>
<b>PROPRIETÀ MECCANICHE E FISICHE</b>	<b>27</b>
<b>LA LAVORAZIONE DEGLI ACCIAI FERRITICI</b>	<b>31</b>
<b>LA SALDATURA E I METODI DI UNIONE DEGLI ACCIAI FERRITICI</b>	<b>37</b>
<b>PRODOTTI E APPLICAZIONI</b>	<b>45</b>
<b>APPENDICI:</b>	
<b>LA COMPOSIZIONE CHIMICA DEGLI ACCIAI INOSSIDABILI FERRITICI</b>	<b>59</b>
<b>FINITURE SUPERFICIALI</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>64</b>
<b>SOCI ISSF</b>	<b>66</b>
<b>RINGRAZIAMENTI</b>	<b>67</b>



PONTE AUTOSTRADALE  
A DURBAN, SUD AFRICA,  
IN ACCIAIO INOSSIDABILE  
FERRITICO VERNICIATO.

# Sommario

## “LA SOLUZIONE FERRITICA”

DI JEAN-YVES GILET, PRESIDENTE DEL COMITATO ISSF PER LO SVILUPPO DEL MERCATO

L'ISSF discusse per la prima volta un progetto per la promozione dei ferritici nel febbraio del 2004, avendo alcuni membri sottolineato che non era stato fatto uno sforzo industriale congiunto in questa direzione.

Sotto la guida del Comitato per lo Sviluppo del Mercato, un gruppo internazionale di esperti, diretto da Philippe Richard, iniziò a raccogliere statistiche di mercato sulle applicazioni e sulle tipologie degli acciai inossidabili ferritici. Ricevettero contributi da tutte le parti del mondo, in particolare dal Giappone dove il mercato dei ferritici è il più sviluppato.

L'ICDA presto propose di unirsi all'iniziativa e cofinanziare il progetto. Accettammo con grande piacere, come un esempio concreto di cooperazione fra organizzazioni internazionali.

Durante la fase iniziale i prezzi del nichel raggiunsero le stelle e l'interesse per le famiglie degli inossidabili a prezzo più stabile aumentò drasticamente. L'ISSF diede allora al progetto la massima priorità! Oggi sono orgogliosi di presentare i risultati, che faranno “colpo sul mercato” al momento giusto.

Credo fortemente che gli acciai inossidabili ferritici possano e debbano essere usati molto più ampiamente. L'obiettivo di questa pubblicazione è di promuovere un più largo impiego di questa famiglia.

Gli acciai inossidabili sono “inossidabili” perché il loro contenuto di cromo gli conferisce una notevole resistenza alla corrosione. I ferritici, contenenti solo cromo ed eventualmente altri elementi (Mo, Ti, Nb ecc.), non fanno eccezione. I ben noti ferritici 409, 410 e 430 sono facilmente reperibili in ogni parte del mondo. Usati con grande successo in importanti applicazioni, come ad esempio i cestelli delle lavatrici e i sistemi di scarico dei veicoli, hanno in realtà un potenziale applicativo molto più vasto in numerosi campi.

Ferritici sviluppati più recentemente, come il 439 e il 441 soddisfano una gamma ancora più ampia di requisiti. Possono essere formati per dare origine a geometrie più complesse, e uniti usando i più convenzionali metodi di unione, inclusa la saldatura. Grazie all'aggiunta di molibdeno, la resistenza del tipo ferritico 444 alla corrosione localizzata è almeno pari a quella dell'austenitico 316.

Dato che i ferritici non contengono nichel, il loro costo è più basso e più stabile di quello degli acciai inossidabili austenitici. Possono dunque:

- essere complementari al 304 nell'ambito della famiglia degli acciai inossidabili (sebbene il 304 rimanga un inox versatile e comunemente usato);
- essere un'alternativa alla serie 200 (offrendo generalmente delle migliori caratteristiche di utilizzo);
- sostituire altri materiali in molte aree (per esempio acciai al carbonio, Cu, Zn, Al, plastica, ecc.) grazie alle loro caratteristiche tecniche speciali, in virtù del fatto che i motivi che portano a sostituire i materiali sono solitamente legati a benefici tecnici e al costo del ciclo di vita.

Il magnetismo degli acciai inossidabili ferritici non è una qualità negativa, anche se per questa proprietà vengono per qualche ragione associati all'acciaio al carbonio. Al contrario, il magnetismo è una dote speciale di questi eccellenti acciai inossidabili, che li contraddistingue rispetto alle altre famiglie di inox.

Per ottenere i migliori risultati dai ferritici, è essenziale che:

- i nuovi utilizzatori siano istruiti nelle tecniche di formatura e unione;
- l'utilizzatore consulti il suo produttore di acciaio inossidabile per scegliere correttamente il tipo;
- l'utilizzatore acquisti il suo materiale da un fornitore affidabile, capace di offrire garanzie certe in merito al tipo, alla qualità e all'origine del materiale fornito.

L'alta qualità degli sforzi del team di esperti e il forte supporto dell'ICDA ci permette oggi di presentare un documento di riferimento per il nostro business nel settore dell'acciaio inossidabile. Beneficia di testimonianze estremamente interessanti da parte di clienti, che mostrano un vivace interesse in nuovi sviluppi. ISSF è grato per tutti questi contributi.

Jean-Yves Gilet

Presidente

Comitato di Sviluppo del Mercato

ISSF



# Introduzione

## “UN ACCIAIO IL CUI MOMENTO È ARRIVATO”

DI FRIEDRICH TEROERDE DELL'ICDA (INTERNATIONAL CHROMIUM DEVELOPMENT ASSOCIATION)

Innanzitutto devo ringraziare l'ISSF per aver invitato l'ICDA a scrivere l'introduzione de "La soluzione ferritica" una pubblicazione che è inevitabilmente eloquente sull'argomento cromo.

L'ICDA fu fondata a Parigi, nel 1990, e attualmente vanta circa 96 membri da 26 paesi appartenenti ai 5 continenti. La nostra "missione" è raccontare al mondo la storia del cromo.

Il cromo è usato nel ferro e nell'acciaio per produrre acciaio inossidabile e altre leghe. Nell'acciaio inossidabile il cromo è un ingrediente speciale. E' l'elemento in lega che rende l'inox "inossidabile", conferendogli la sua eccezionale resistenza alla corrosione e all'ossidazione. Il cromo è al tempo stesso prontamente reperibile e facilmente riciclabile nella sua forma di acciaio inossidabile, non presentando una minaccia per l'ambiente.

Come Ente rappresentante dei produttori di cromo stiamo sponsorizzando questo manuale perché crediamo che ne svilupperà l'industria. Il cromo non viene mai usato da solo. Il Comitato per lo Sviluppo del Mercato dell'ICDA ha perciò messo in atto progetti di interesse comune con organizzazioni sorelle come l'ISSF per diversi anni. Il cromo è l'elemento basilare per tutte le famiglie di acciai inossidabili, con un contenuto medio del 18%. Il consumo annuo di acciaio inossidabile è in aumento con un tasso di crescita del 5% e il materiale è usato in un numero sempre maggiore di applicazioni nelle industrie alimentari, in quelle minerarie e automobilistiche ed in architettura.

Vi renderete conto che il nichel, usato negli acciai inossidabili "austenitici" è soggetto a considerevoli fluttuazioni di prezzo, dovute a fattori di approvvigionamento del mercato. Infatti, negli ultimi anni, il prezzo del nichel ha raggiunto livelli senza precedenti, influenzando molto sul costo degli inox austenitici.

I ferritici, la seconda grande famiglia degli acciai inossidabili, non contengono nichel. Contengono però cromo. Nel contesto del nostro stesso sviluppo, data la crescita eccezionale nel mercato dell'acciaio inossidabile, sentiamo in questo momento di dover incoraggiare fortemente un più largo uso dei ferritici.

Fummo dunque felici quando l'ISSF ci chiese di supportare il loro progetto per individuare e sviluppare nuove applicazioni nel mercato dei ferritici. L'eccellente scopo di questo progetto è di realizzare una crescita sostenibile nel mercato dell'acciaio inossidabile e costruire un brillante futuro per questa ottima famiglia di acciai inox.

Riguardo le informazioni già disponibili sui ferritici, si trova una grande quantità di materiale sugli acciai inossidabili in generale, ma poco dedicato in particolare ai ferritici, sebbene questa famiglia esista da quasi 100 anni! Questa mancanza ha incoraggiato l'ISSF a creare questo manuale. Esso riporta le informazioni essenziali sulle caratteristiche tecniche, i vantaggi e le potenziali applicazioni dei ferritici e suggerisce consigli di fabbricazione. Cerca inoltre di correggere certi comuni equivoci riguardanti uso e caratteristiche degli acciai inossidabili ferritici.

In conclusione, ICDA è consapevole che la volatilità del nichel rappresenta uno dei principali problemi per gli utilizzatori degli acciai inossidabili. Noi siamo entusiasti di supportare l'industria e i suoi clienti con la partecipazione alla ricerca di soluzioni alternative. Ci è chiaro che, grazie alle sue provate qualità tecniche e ai suoi vantaggi di costo, l'acciaio inossidabile ferritico è un acciaio il cui momento è arrivato.

Le pagine seguenti guideranno gli attuali e i potenziali utilizzatori di acciaio inossidabile, ad estendere l'uso dei ferritici ad aree di applicazione nuove ed entusiasmanti.



*Friedrich Teroerde*  
*Presidente*  
*Comitato di Sviluppo del Mercato*  
*ICDA*





L'ACCIAIO INOSSIDABILE  
FERRITICO È L'IDEALE PER LE  
SUPERFICI ESTERNE DELLE  
ATTREZZATURE PROFESSIONALI  
DELLA CUCINA.



L'ASPETTO BRILLANTE DEL  
FERRITICO È UN SIMBOLO  
DI PULIZIA ED IGIENE  
NELLE APPLICAZIONI  
A CONTATTO CON IL CIBO.

艾美特微波炉使用指南

项目	烹调方式	微波烹调组合	先烧后煮	微波解冻
解冻				
解冻肉类		✓		
解冻塑料		✗		
解冻塑料			✓	
解冻塑料				✗

注：“✓”表示适用，“✗”表示不适用。

**注意**

警告：“微波炉”工作时，不能打开微波炉门进行  
操作。  
警告：“微波炉”工作时，不能将微波炉门密封件  
取出。  
使用时上盖有电，请勿触摸。



# Cosa si dice dei ferritici

*I vantaggi economici ed i meriti tecnici dei ferritici sono apprezzati da numerosi annideterminatiseettori di mercato. Questi benefici sono sempre di più compresi come riportato dalle seguenti testimonianze in rappresentanza di mercati sia emergenti che già esistenti.*

## STEFAN RAAB

**DIRETTORE DELLA SOCIETA' DI ACQUISTO DEI MATERIALI,  
BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERATE GMBH, MONACO, GERMANIA**

“Usiamo l'acciaio inossidabile in circa un terzo dei nostri prodotti. La ragione per cui usiamo questo materiale in parte è funzionale, la sua resistenza alla corrosione, e in parte estetica. La quota di acciaio inossidabile ferritico impiegata in questo momento è approssimativamente del 50%. La nostra intenzione è di incrementarla, principalmente perché il ferritico fornisce ai clienti i benefici dell'acciaio inossidabile in termini di qualità funzionali e design, in parecchie aree applicative, ma all'interno di un range di costi limitato. Useremo i ferritici ovunque la resistenza alla corrosione e la lavorabilità lo permetteranno.”



## ROBERTA BERNASCONI

**MANAGER, MATERIALI E TECNOLOGIE GLOBALI,  
SOCIETA' WHIRPOOL, CASSINETTA DI BIONDRONNO, ITALIA**

“Come produttore di elettrodomestici per la casa, usiamo i ferritici per i nostri frigoriferi e lavatrici e stiamo valutando la possibilità di convertire al ferritico anche le cucine e le lavastoviglie. Il vantaggio di costo è talmente grande che per noi ed i nostri clienti fare un uso maggiore di questi acciai avrebbe un senso.”



Progettiamo i nostri prodotti in modo appropriato, tenendo a mente le necessarie considerazioni produttive e occasionalmente scegliamo un materiale rivestito e persino un materiale rivestito anti-impronta, se necessario, per garantire una lunga vita di

servizio. Potremmo saltuariamente usare un ferritico alto-legato. L'importante è trarre benefici dei vantaggi economici dell'uso del ferritico.

Lo troviamo eccellente per le nostre applicazioni e, considerato l'alto costo del nichel, nel nostro caso il futuro è indubbiamente legato a questi ottimi acciai.”

## JEAN-LOUIS LALBA

**ACQUIRENTE DI MERCATO DEL GRUPPO SEB, (TEFAL, ROVENTA, KRUPS,  
MOULINEX, ARNO, ALL CLAD, PANEX, ECC), RUMILLY, FRANCIA**

“Usiamo circa 15.000 tonnellate di inossidabile all'anno, di cui il 40% ferritico. Il nostro gruppo originariamente usava i ferritici per i coperchi dei componenti per cucinare, per i quali sono ideali, per le basi stampate o brasate degli utensili da cucina a induzione e per gli alloggi dei forni. Questo ha portato ad includere le padelle per friggere, in quei casi dove il risultato è completamente soddisfacente per l'utente finale.”



Spesso, in molte applicazioni, la resistenza alla corrosione, l'imbutitura profonda e le caratteristiche di lucidatura dei ferritici si sono dimostrate più che accettabili sia a noi che ai nostri clienti. Ci sono casi in cui molti requisiti industriali e di servizio supereranno i limiti dei ferritici in termini di una o più di queste qualità o in termini di facilità di lavorazione. E c'è perfino un pregiudizio irrazionale contro i ferritici in alcuni paesi! Comunque noi li troviamo una scelta perfetta in molte circostanze. Sicuramente la loro natura magnetica è essenziale per gli utensili da cucina ad induzione di acciaio inossidabile. E, ovviamente, il prezzo dei ferritici è stabile ed affidabile.

Data la nostra buona esperienza coi ferritici, intendiamo estendere il loro impiego ad altre applicazioni.”



NEGLI ZUCCHERIFICI  
L'ACCIAIO INOSSIDABILE  
FERRITICO SI È DIMOSTRATO  
SUPERIORE ALL'ACCIAIO  
AL CARBONIO  
A TUTTI I LIVELLI.

## GAETANO RONCHI

### SENIOR MANAGER, APPROVVIGIONAMENTO METALLI, IKEA

“Usiamo gli acciai inossidabili per pentole e tegami, posateria, inclusi i coltelli, e gli accessori per il bagno e la cucina. Il nostro attuale consumo annuale, di 60.000 tonnellate, sta crescendo annualmente di circa il 15%. Una notevole parte di questo è ferritico.



A metà del 2003 IKEA decise di adottare i ferritici come acciai inossidabili per uso generale, a causa del prezzo stabile e prevedibile del materiale. I test dimostrarono che gli articoli con giunzioni saldate hanno bisogno di un materiale con più alto contenuto di cromo dello standard 430 per ottimizzare la resistenza alla corrosione e che i componenti saldati hanno bisogno di un'ulteriore lavorazione per soddisfare le richieste. Comunque la decisione rappresentò un passo in avanti per lo sviluppo dei nostri articoli di acciaio inossidabile. La nostra crescita nelle vendite e l'uso di acciai inossidabili nella progettazione di nuovi prodotti avrebbe potuto essere seriamente messa a repentaglio se avessimo continuato ad utilizzare gli austenitici.

Un numero significativo di articoli in acciaio inossidabile di IKEA sono fatti da un'OEM asiatica e il successo del nostro passaggio all'uso dei ferritici è stato ottenuto con l'educazione e l'addestramento degli uffici acquisti del gruppo in Asia e dei suoi subappaltatori OEM. Il nostro obiettivo è di eliminare completamente gli austenitici, sostituendoli con ferritici migliorati. Stiamo attualmente testando nuovi tipi ferritici con accresciute proprietà di imbutitura profonda e resistenza alla corrosione.”

## MICHAEL LEUNG

### ASSISTENTE MANAGER, YIU HENG INTERNATIONAL COMPANY LIMITED, MACAO

“I principali prodotti della nostra ausiliaria Xinhui RiXing Stainless Steel Products, situata nella provincia di Guangdong, in Cina, sono componenti e utensili per la cucina di acciaio inossidabile. Al tempo di questa intervista la compagnia consuma circa 800 tonnellate di acciaio inossidabile al mese, di cui il 66-70 % è ferritico. Quando varammo il nostro impianto, nel 1999, usavamo i ferritici della serie 400 soltanto per il fondo dei componenti per cucinare. Iniziammo ad usarli per tutto il corpo dei componenti nel 2002.



Il basso costo non è la sola ragione per preferire i ferritici. Sono magnetici e hanno buona conducibilità termica. Sono facili da riciclare, il che aiuta a salvaguardare le risorse del pianeta. Passare dal 304 ad un ferritico significa rendere il produttore più competitivo e che il consumatore acquisterà un prodotto sicuro ad un prezzo più basso. Dobbiamo correggere il pregiudizio infondato secondo il quale poiché i ferritici sono magnetici allora sono di cattiva qualità e hanno poca resistenza alla corrosione.

Nelle industrie dove il 304 è usato in maniera predominante, cambiare in favore dei ferritici significa correggere il processo di fabbricazione e gli stampi. E' costoso. La nostra esperienza, comunque, mostra che i costi totali di produzione possono essere abbassati con l'impiego dei ferritici.

Complessivamente ne siamo molto soddisfatti. Un buona gamma di ferritici è stata sviluppata per incontrare un'ampia varietà di richieste. Speriamo che l'acciaio inossidabile ferritico divenga ampiamente reperibile nei centri di servizio e venga più largamente impiegato in una più ampia fascia di settori.”

## ATUSHI OKAMOTO

### MANAGER DELLA SEZIONE DI PRODUZIONE N°.1, OSAKA WORKS, TAKARA STANDARD CORP., GIAPPONE

“Takara Standard è uno dei maggiori produttori giapponesi di componentistica per cucina e bagno. Usiamo gli acciai inossidabili per i lavelli, i ripiani superiori delle cucine incassate, per le vasche da bagno e i componenti montanti delle vasche incassate. Questa compagnia ha usato ferritici per circa 40 anni, per la semplice ragione che le loro proprietà sono sufficienti per queste applicazioni.



Abbiamo successo con i ferritici perché il design dei nostri prodotti tiene conto delle specifiche proprietà meccaniche di questa famiglia ed abbiamo un'appropriata tecnologia di pre-formatura e stampi. Non abbiamo incontrato grossi problemi con i ferritici. Quando ci è richiesta un componente complesso, effettuiamo delle prove per stabilire i migliori parametri di processo.

Per concludere siamo molto soddisfatti degli acciai inossidabili ferritici. Mi piacerebbe vedere delle linee guida emanate per aiutare le aziende a scegliere il tipo di acciaio inossidabile ferritico più idoneo per le loro applicazioni.”

ALTRE TESTIMONIANZE SONO DI SEGUITO RIPORTATE SULLE  
PAGINE DI SINISTRA PRIMA DI OGNI CAPITOLO...



I TUBI SALDATI DI ACCIAIO  
INOSSIDABILE FERRITICO HANNO  
UN FUTURO DINAMICO NEL  
MERCATO DEI TUBI, GRAZIE AI  
MERITI ECONOMICI E TECNICI  
DI QUESTI TIPI.

## CLOVIS TRAMONTINA

**PRESIDENTE, TRAMONTINA, SAN PAOLO, BRASILE**

“Come uno fra i maggiori produttori brasiliani di oggetti e attrezzi domestici, con un’intensa attività di esportazione, Tramontina attualmente usa circa 850 tonnellate di acciaio inossidabile al mese, di cui quasi il 30% è ferritico. I prodotti per cui principalmente usiamo i ferritici sono i vassoi economici, la posateria, i lavelli e la base delle pentole.



Abbiamo usato i ferritici fin dal 1974, quando iniziammo la produzione di pentole e set di servizi nel nostro impianto di Farroupilha. La nostra principale motivazione per l’introduzione dei ferritici è stata il costo più basso della materia prima, accompagnata dal fatto che le loro caratteristiche e proprietà sono molto soddisfacenti per queste applicazioni.

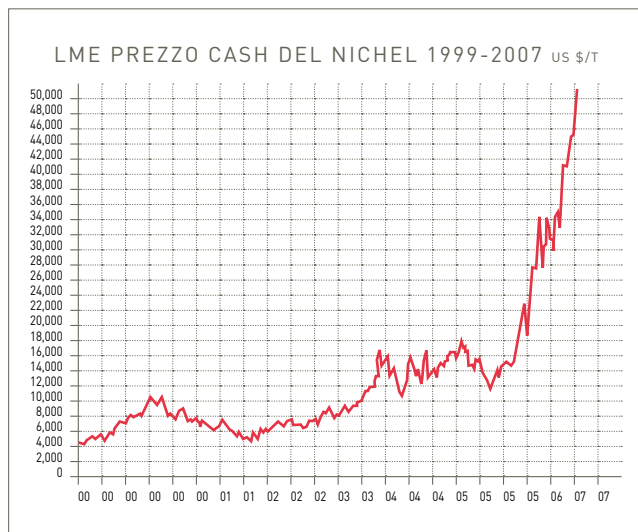
In termini di manufatti che richiedono imbutitura profonda, come per i lavelli incassati i ferritici non sono così facili da lavorare come gli austenitici e richiedono un processo intermedio. Comunque considero ancora l’acciaio inossidabile ferritico una buona scelta considerato il rapporto costi/benefici. Essendo facile la pulizia e la manutenzione il materiale è igienico. Ha inoltre tutti i meriti estetici degli acciai inossidabili ed è disponibile in svariate finiture superficiali.

Riassumendo, siamo felici dei ferritici e li stiamo ormai utilizzando da lungo tempo. Infatti siamo sempre alla ricerca di nuove applicazioni nelle quali usarli e beneficiare del loro vantaggio di costo.”

# I “favolosi ferritici”

***A fronte di una esplosione dei costi delle materie prime, gli acciai inossidabili ferritici stanno emergendo come una soluzione utile in molte applicazioni per le quali è diventato imperativo sostituire il materiale impiegato con uno più conveniente.***

Negli ultimi anni il prezzo di materie prime come l'alluminio, il rame, lo zinco, e il nichel è esploso. I produttori e gli utilizzatori di acciaio inossidabile sono notevolmente toccati dall'elevato prezzo del nichel e dalle sue fluttuazioni giornaliere. Il nichel è un elemento di lega degli ampiamente usati acciai inossidabili “austenitici” (serie-300).



I produttori di acciaio inossidabile non hanno controllo su questi fenomeni, il cui inevitabile effetto è l'innalzamento e la destabilizzazione del costo delle tipologie di inox di loro produzione che contengono nichel. Questa situazione sta spingendo alcuni utilizzatori a ricercare materiali che costino meno degli austenitici, ma che possano ancora fornire caratteristiche di fabbricazione e di servizio adeguate al loro prodotto o alla loro applicazione.

La situazione può anche spaventare potenziali utilizzatori di acciaio inossidabile, che potrebbero credere che gli acciai inossidabili dotati delle qualità di cui necessitano siano finanziariamente fuori dalla loro portata.

## **COSTO PIU' BASSO, PREZZO STABILE**

La buona notizia è che gli acciai ferritici (serie-400), dal prezzo più basso e stabile e dalle rilevanti caratteristiche tecniche, aspettano dietro le quinte pronti a entrare in scena e dimostrarsi un eccellente materiale alternativo per molte applicazioni apparentemente “solo austenitiche”.



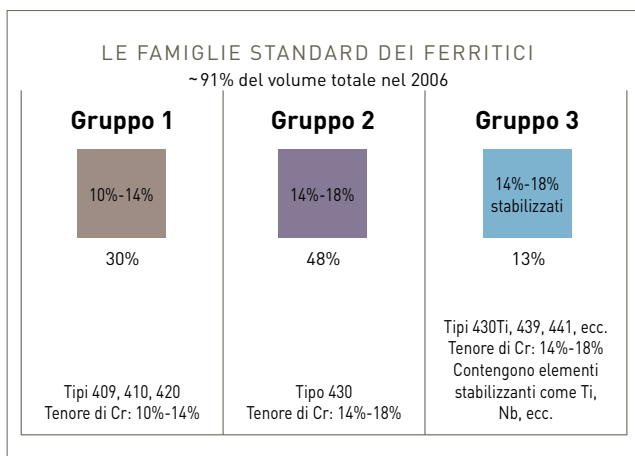
Non contenendo nichel, gli acciai inossidabili ferritici sono sostanzialmente leghe di ferro e cromo (min. 10,5%). Il prezzo del cromo, l'elemento che rende l'acciaio “inossidabile” particolarmente resistente alla corrosione, è storicamente relativamente stabile. Determinati ferritici contengono elementi aggiunti in lega, come il molibdeno, per incrementare specifiche proprietà. Gli acciai inossidabili ferritici condividono la maggior parte delle proprietà meccaniche e di resistenza alla corrosione con i loro cugini più costosi, gli austenitici, e li superano addirittura in certe caratteristiche. Perché pagare il nichel se non devi? Gli utilizzatori di rame, alluminio o degli acciai inox austenitici alla ricerca di una soluzione alternativa possono tirare il fiato. I ferritici sono spesso un modo tecnicamente ideale ed abbordabile per beneficiare pienamente delle qualità uniche dell'acciaio inossidabile.



***“Perché pagare il nichel se non devi?”***

## LE 5 "FAMIGLIE" DEI FERRITICI

I ferritici si dividono in 5 gruppi, 3 famiglie standard e 2 "speciali". Il maggior uso corrente di ferritici, sia in termini di tonnellaggio che di numero di applicazioni, si concentra di gran lunga sulle famiglie standard. Gli acciai ferritici standard sono perciò in modo palese, totalmente soddisfacenti e completamente appropriati per molte applicazioni gravose.



Il gruppo 1 (tipo 409/410L) ha il più basso contenuto di cromo di tutti gli acciai inossidabili ed è anche il meno costoso. Questo gruppo è l'ideale per ambienti leggermente o non corrosivi, o applicazioni in cui è accettabile una lieve e localizzata ruggine. Il tipo 409 fu originariamente destinato ai silenziatori dei sistemi di scarico automobilistici (parti esterne in ambienti non severi dal punto di vista della corrosione). Il tipo 410L si usa spesso per i container, per i bus e per i pullman, e recentemente per i telai dei monitor LCD.

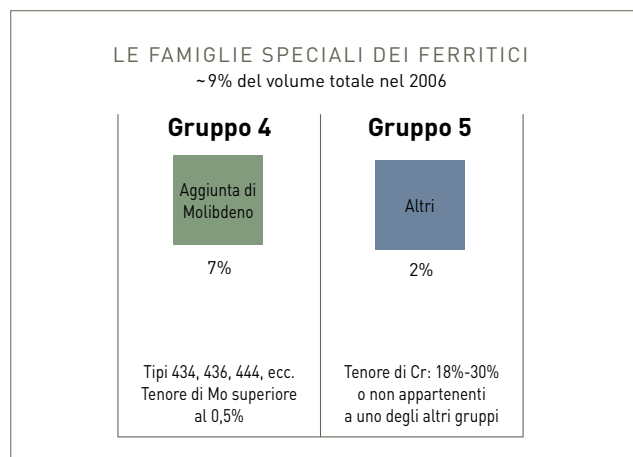
*"Gli acciai ferritici standard sono totalmente soddisfacenti e completamente appropriati per molte applicazioni gravose"*



Containers, in 409L e 410L.

Il gruppo 2 (tipo 430) è la famiglia dei ferritici maggiormente impiegata. Avendo un più alto contenuto di cromo, i tipi del gruppo 2 mostrano una più alta resistenza alla corrosione e si comportano per lo più come il tipo austenitico 304. In alcune applicazioni, i materiali di questo gruppo sono idonei per sostituire il tipo 304 e sono generalmente di qualità sufficientemente elevata per applicazioni al chiuso. Tipiche applicazioni comprendono i cestelli delle lavatrici, pannelli per interno, ecc. Il tipo 430 sostituisce spesso il 304 negli utensili per la casa, nelle lavastoviglie, in pentole e tegami. Per informazioni sulle sue caratteristiche di saldatura, vedere pag. 37 e seguenti.

Il gruppo 3 comprende i tipi 430Ti, 439, 441 ecc. Paragonati ai materiali del gruppo 2 questi ferritici offrono migliore saldabilità e lavorabilità. Il loro comportamento, è in alcuni casi, persino migliore di quello degli austenitici tipo 304. Le applicazioni tipiche includono i lavelli, i tubi per gli scambiatori di calore (nell'industria dello zucchero, dell'energia ecc.), i sistemi di scappamento (hanno una vita più lunga rispetto al 409) e le parti saldate delle lavatrici. I tipi del gruppo 3 possono anche sostituire il 304 nelle applicazioni dove quest'ultimo è "sovradimensionato".

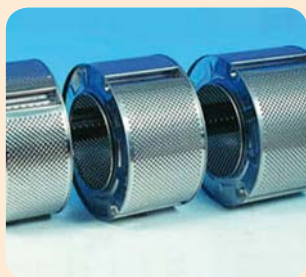


■ Il gruppo 4 comprende i tipi 434, 436, 444 ecc. Questi tipi contengono come elemento di lega il molibdeno, per una maggiore resistenza alla corrosione. Le applicazioni tipiche comprendono i serbatoi dell'acqua calda, gli scaldacqua solari, le parti visibili dei sistemi di scarico, il bollitore elettrico ed elementi del forno a microonde, le finizioni automobilistiche, i pannelli esterni ecc. Il livello della resistenza alla corrosione del tipo 444 può essere comparato a quello del tipo 316.

■ I materiali del gruppo 5 (tipi 446, 445/447 ecc.) contengono maggiori quantità di cromo e del molibdeno, per una superiore resistenza alla corrosione e all'ossidazione a caldo. In tal senso questi materiali sono superiori al tipo 316. Gli usi tipici includono le applicazioni in ambienti costieri e in altri ambienti altamente corrosivi. La resistenza alla corrosione del JIS 447 è uguale a quella del titanio.

## RIFERIMENTI SIGNIFICATIVI

Fra le storie di successo degli acciai inossidabili ferritici, spiccano due applicazioni tipiche ed estremamente impegnative. Per anni, i ferritici sono stati usati molto diffusamente in due applicazioni estremamente impegnative: i sistemi di scarico automobilistici e i cestelli delle lavatrici.



I sistemi di scarico sono sottoposti ad alte temperature e a condizioni ambientali corrosive. L'uso di acciai inossidabili (ferritici) rende possibile estendere il periodo di garanzia di queste parti.

I cestelli delle lavatrici hanno a che fare con detersivi e un ambiente di fatto costantemente umido. In questo contesto, ad ogni modo, una corrosione localizzata sarebbe completamente inammissibile.

Chi possiede un'auto o una casa potrà facilmente testimoniare la propria soddisfazione in merito alla lunga vita dei cestelli della lavatrice e dei sistemi di scarico. Per le aziende che realizzano questi prodotti, la "facilità di fabbricazione" e i preponderanti vantaggi economici sono fattori aggiuntivi che fanno dell'acciaio inossidabile ferritico una scelta ovvia.

*"...in molti casi, i ferritici stanno emergendo come una scelta migliore rispetto a materiali più costosi"*

Altri usi comuni degli acciai inossidabili ferritici spaziano dagli utensili da cucina e componenti per il catering a componenti d'arredo indoor, agli articoli decorativi, alle finizioni automobilistiche, ai tubi per surriscaldatori e di postcombustione, ai bruciatori, ai condotti dell'aria condizionata, ai grill del barbecue, ecc. Molte nuove applicazioni aspettano di emergere.



Riscaldatori d'acqua a pannelli solari, Taiwan, Cina.

## GLI ECCELLENTI FERRITICI DI OGGI

Acciai ferritici di qualità eccellente esistono già da alcuni anni e una ricerca e uno sviluppo molto intensi hanno portato a definire i notevoli tipi attualmente disponibili.

Non sono nuovi né per il mercato né per i loro produttori di grande esperienza. Stranamente, però, l'atteggiamento nei confronti di questi acciai sembra macchiato di scarsa conoscenza e idee sbagliate, in gran parte per ragioni storiche. Il tipo 430 era una volta il solo tipo disponibile e all'inizio, i primi utilizzatori potrebbero aver ricevuto insufficiente supporto tecnico riguardo l'uso di questa famiglia, specialmente, forse, nel caso di strutture saldate o di esercizio in condizioni più corrosive. Ad ogni modo, prese piede, in certi ambienti, la falsa idea che i ferritici siano prestazionalmente inferiori e che solo gli austenitici possono funzionare.

I ferritici si sono evoluti molto tempo fa! Oggi si può trovare un pieno supporto tecnico e la gamma di tipi disponibili è stata molto ampliata e diversificata, in termini di proprietà, per venire incontro al fabbisogno degli utilizzatori. Dato che

queste proprietà sono completamente paragonabili a quelle degli austenitici, è sbagliato vedere i ferritici come superiori o inferiori. Sono semplicemente differenti, e perciò utilmente impiegabili.



Barriere antirumore di un'autostrada, Giappone.

Certamente, in molti casi, i ferritici stanno emergendo come scelta migliore rispetto a materiali più costosi. Possono soddisfare più fedelmente le specifiche effettive di una particolare applicazione, fornendo unicamente le qualità richieste, niente di meno e, ugualmente importante, niente di più.



Autobotte per latte, rivestito in 430, Sud Africa.

## OTTIMI DA LAVORARE

Malleabili quanto l'acciaio al carbonio, i ferritici sono adatti alla maggior parte delle operazioni di formatura. Sono meno malleabili degli acciai inossidabili austenitici, che hanno proprietà eccezionali, ma in molti casi gli austenitici sono "sovradimensionati".

Gli acciai al carbonio e gli acciai inossidabili ferritici mostrano equivalente comportamento in fase di formatura. Basti solo pensare alle geometrie complesse in cui l'acciaio al carbonio è attualmente formato (es. le carrozzerie delle automobili) per apprezzare tutte le ampie possibilità per gli acciai inossidabili ferritici. Adattando opportunamente gli utensili e scegliendo il giusto tipo di materiale, innumerevoli geometrie possono essere ottenute usando i ferritici.

## ORGOGLIOSI DI ESSERE MAGNETICI

Idea sbagliata ma largamente diffusa è che siccome i ferritici sono magnetici allora non sono "veri" acciai inossidabili e si arrugginiscono come l'acciaio al carbonio. Questa è una sciocchezza. Semplicemente per ragioni di struttura atomica, alcuni acciai inossidabili sono magnetici e alcuni no. La resistenza alla corrosione

*"Idea sbagliata ma largamente diffusa è che siccome i ferritici sono magnetici allora non sono "veri" acciai inossidabili e si arrugginiscono come l'acciaio al carbonio. Questa è una sciocchezza."*

non è una questione di struttura atomica ma di composizione chimica, in particolare di contenuto di cromo. Il magnetismo non ha niente a che fare con tutto ciò.

Infatti, il magnetismo dei ferritici è una delle principali risorse del materiale, avendo parecchi usi e vantaggi già noti e potenziali, che vanno dai "memo" magnetici sul frigo ai porta coltelli e ad altri utensili metallici. Certamente, è essenziale che le pentole usate nella cucina ad induzione siano magnetiche, dal momento che il processo implica la generazione di calore nel pentolame stesso tramite trasferimento di energia magnetica.



Frigorifero, rivestito in 430.

## SPECIALI VANTAGGI TECNICI

L'acciaio inossidabile è soprattutto un materiale duraturo e che richiede poca manutenzione con considerevoli vantaggi sul Life Cycle Cost (costo del ciclo di vita) rispetto all'acciaio al carbonio. E' anche riciclabile al 100%: più del 60% del nuovo acciaio inossidabile è ottenuto da rottame. Le principali proprietà degli acciai inossidabili possono essere riassunte come segue:

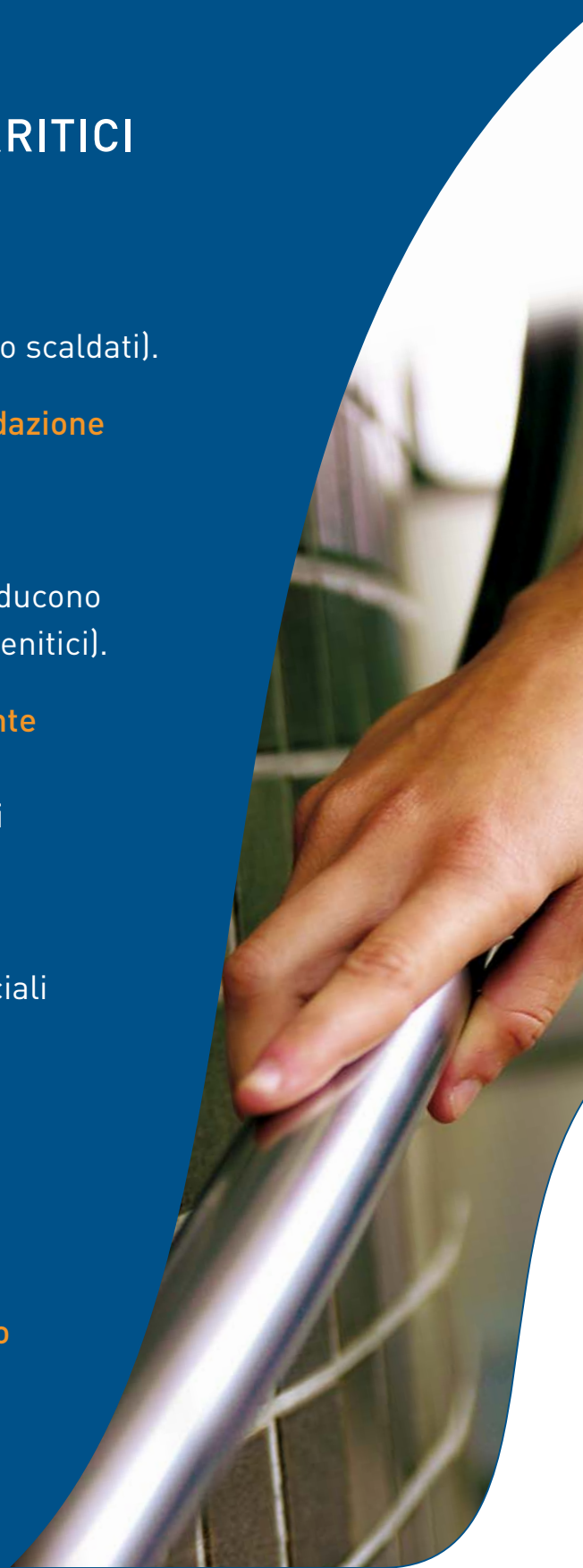
- resistenza alla corrosione
- bell'aspetto estetico
- resistenza al calore
- basso costo del Ciclo di Vita
- totale riciclabilità
- neutralità biologica (incontra le richieste EU RoHS)
- facile fabbricazione

Gli acciai inossidabili ferritici possiedono tutti i vantaggi che gli acciai inossidabili hanno rispetto agli acciai al carbonio in termini di resistenza alla corrosione, basso costo del ciclo di vita e durata. In aggiunta, i vantaggi rispetto ai cugini, gli austenitici, non si limitano solo al minor costo. I ferritici in verità fanno "impallidire" gli austenitici in diversi aspetti.



# GLI ASSI NELLA MANICA DEI FERRITICI

- I ferritici sono **magnetici**.
- I ferritici hanno **bassa dilatazione termica** (si dilatano meno degli austenitici quando sono scaldati).
- I ferritici hanno **eccellente resistenza all'ossidazione alle alte temperature** (sono meno inclini alla formazione di scaglie degli austenitici).
- I ferritici hanno **alta conduttività termica** (conducono il calore molto più omogeneamente degli austenitici).
- I ferritici stabilizzati con niobio hanno **eccellente resistenza al "creep (scorrimento viscoso a caldo)"** (si deformano meno degli austenitici in risposta agli sforzi a lungo termine).
- I ferritici sono **più facili da tagliare e lavorare** degli austenitici (questi ultimi richiedono speciali utensili, macchine più potenti e provocano un'usura maggiore degli utensili).
- I ferritici sono significativamente **meno inclini al ritorno elastico** rispetto agli austenitici, durante la formatura a freddo.
- I ferritici hanno **più alto carico di snervamento** (simile a quello dei comuni acciai al carbonio) degli austenitici del tipo 304.
- I ferritici, diversamente dagli austenitici, **non sono suscettibili alla tensocorrosione**.



## LA PERFEZIONE SI SPOSA CON LE SPECIFICHE

Nelle condizioni di mercato odierne, gli utenti attuali e potenziali dovrebbero evitare il “sovradimensionamento” quando scelgono un acciaio per una data applicazione.

Storicamente, l'austenitico 304 è stato l'acciaio inossidabile più ampiamente sviluppato e quello più largamente disponibile dato il vasto spettro di applicazioni per le quali è idoneo. Gli acciai inossidabili ferritici di oggi, opportunamente scelti, possono sostituire il 304, con risultati eccellenti.

Un esame minuzioso e realistico delle qualità di fabbricazione e di esercizio richieste rivelerà spesso che un ferritico economicamente vantaggioso può perfettamente e adeguatamente incontrare queste specifiche, sia per i fabbricanti che per gli utenti finali.



*“Gli acciai inossidabili ferritici di oggi, opportunamente scelti, possono sostituire il 304, con risultati eccellenti”*



Cucina per grandi comunità, in c30, Sud Africa.

Qualche volta, un piccolo compromesso di esercizio (es. consigliare all'utente finale di pulire regolarmente la superficie del proprio prodotto) è tutto quello che è richiesto per mantenere un ferritico particolarmente economico uniformemente privo di corrosione per tutta la vita.



Pannelli rivestiti, tipo c30, Italia.

## “UN ACCIAIO PER CUI È GIUNTO IL MOMENTO”

Viste le qualità degli odierni ferritici, il vantaggio di prezzo e le eccezionali proprietà che si possono ottenere usando elementi in lega addizionali, le loro opportunità sembrano illimitate.

Questa brochure cerca di rendere facilmente comprensibili le qualità dei ferritici, descrivendoli in termini relativamente semplici. Lo scopo è di incoraggiare un più largo uso degli acciai inossidabili in generale incrementando la consapevolezza dei benefici di questi tipi a basso costo. Questo è parte di una iniziativa dell'industria dell'acciaio inossidabile per aiutare gli utenti a stabilire le tipologie corrette per le loro applicazioni.

Le seguenti pagine esaminano le proprietà dei ferritici di oggi, il ruolo dei vari elementi in lega e le molte applicazioni potenziali e attuali di questi acciai.



IN CERTI AMBIENTI GLI  
ACCIAI INOSSIDABILI  
FERRITICI COSTITUISCONO  
UNA SOLUZIONE ESTETICA  
DURATURA ED ECONOMICA PER  
L'ARREDAMENTO URBANO.



## DOMINIQUE MARET

DIRETTORE MARKETING, SISTEMI DI SCARICO FAURECIA, FRANCIA

“Come fornitore mondiale di apparecchiature per auto, l'uso principale di acciai inossidabili di Faurecia è nei sistemi di scarico. Delle circa 200.000 tonnellate di acciaio inossidabile che noi usiamo annualmente per questo scopo, il 90% è ferritico. Infatti noi usiamo i ferritici sin dalla metà degli anni 70 quando abbiamo cominciato a produrre marmitte catalitiche conformi agli standard di emissioni statunitensi. I ferritici hanno caratteristiche di espansione termica molto più basse degli austenitici, fattore che fu determinante per la durata delle marmitte catalitiche.



I ferritici rappresentano per noi una storia di successi perché la nostra profonda comprensione del comportamento specifico dei tipi nei diversi ambienti di scarico ci permette di scegliere il giusto tipo per la giusta applicazione. Certamente, i limiti di formatura e la necessità di evitare corrosione intergranulare vanno presi in considerazione sia nel design del prodotto che nel processo produttivo. Necessitiamo di un progresso costante dei ferritici nelle prestazioni ad alte temperature, sopra i 900 °C e nella resistenza alla corrosione. Crediamo che tali miglioramenti sui ferritici li porteranno più vicini alle prestazioni degli austenitici, ma ad un prezzo più basso e più stabile. Detto questo, noi siamo già molto soddisfatti dei ferritici.”

# Resistenza alla corrosione

*Gli acciai inossidabili sono “inossidabili” perchè il tenore di cromo è tale da conferirgli una resistenza eccezionale alla corrosione.*

Tutti gli acciai sono inclini alla corrosione, a diversi livelli. Gli acciai inossidabili, comunque, sono significativamente più resistenti alla corrosione degli acciai al carbonio, grazie al loro contenuto di cromo. Il cromo (non il nichel come qualche volta si immagina) è l'elemento chiave per la resistenza alla corrosione degli acciai inossidabili.

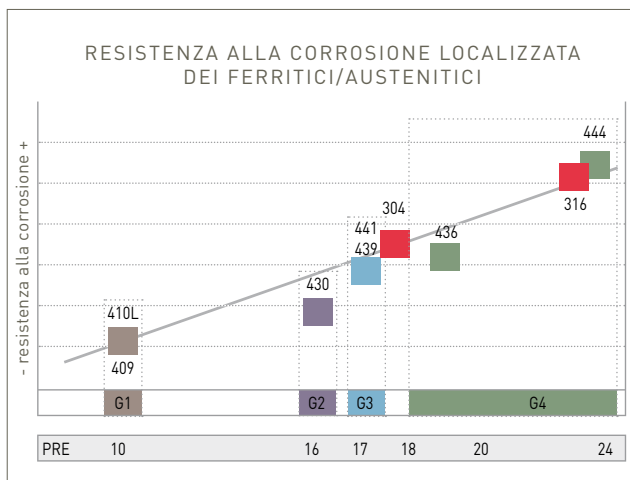
## RESISTENZA ALLA CORROSIONE LOCALIZZATA

Le applicazioni dell'acciaio inossidabile sono prevalentemente prive di manutenzione ma, in alcuni casi, una leggera manutenzione (rimozione di depositi o sporco per esempio) potrebbe essere necessaria per assicurare una vita in esercizio senza corrosione.

La resistenza alla corrosione degli acciai inossidabili è determinata più dalla composizione chimica che dalla struttura atomica austenitica o ferritica. Per meglio dire, in termini, di resistenza alla corrosione, i ferritici e gli austenitici possono essere visti come due famiglie di acciai intercambiabili.

*“...ferritici e austenitici possono essere visti come due famiglie di acciai inossidabili intercambiabili.”*

Un confronto delle proprietà di resistenza alla corrosione dei 5 gruppi ferritici con quelle degli austenitici tipo 304 evidenzia chiaramente il ruolo chiave del cromo e mostra che la resistenza alla corrosione dei tipi di inox contenenti nichel (austenitici) può essere equiparata alla maggior parte delle tipologie di acciai inossidabili ferritici.



Il grafico sopra riportato mostra che solo i tipi ferritici contenenti molibdeno hanno migliore resistenza alla corrosione localizzata (pitting) del 304. Comunque, gli inox ferritici stabilizzati standard, sebbene posizionati leggermente sotto il 304, presentano già una resistenza al pitting molto buona.



Separatore di umidità del riscaldatore, tipo 439, Europa.



Griglia del radiatore e finizioni, tipo 436.



Edificio parzialmente rivestito in 444, Brasile.

I ferritici del **Gruppo 1** sono più appropriati a condizioni di esercizio non severe, come ad esempio dentro la casa (dove il materiale non è esposto al contatto con l'acqua o viene regolarmente pulito) o all'esterno laddove sia tollerata un po' di corrosione superficiale. In tali contesti questo gruppo di ferritici ha una vita più lunga dell'acciaio al carbonio.

Quelli del **Gruppo 2** sono efficaci in contesti che implicano un contatto saltuario con l'acqua, in condizioni non severe.

Quelli del **Gruppo 3** sono adatti per contesti simili a quelli appropriati per le categorie del gruppo 2, ma sono più facili da saldare.

I ferritici del **Gruppo 4** sono più resistenti alla corrosione del 304 e sono adatti ad un'ampia varietà di usi.

Il **Gruppo 5** include, per esempio, tipi con un alto contenuto di cromo, circa il 29%, più il 4% di molibdeno che li rende resistenti alla corrosione in acqua marina come il titanio.

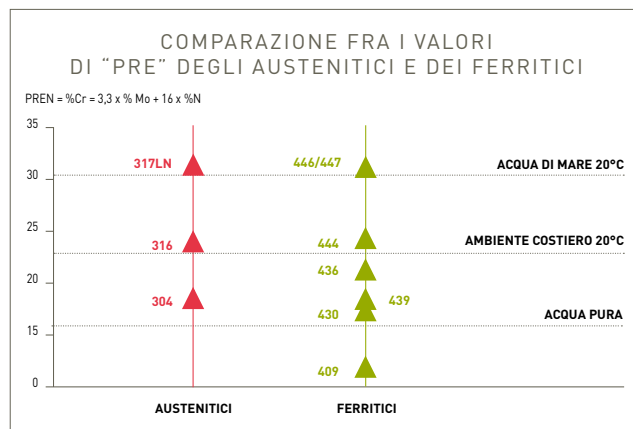


Serbatoio di stoccaggio in 444, Brasile.

*“Il nichel non gioca nessun ruolo nella resistenza alla corrosione per pitting”*

## IL FATTORE PRE

Il “PRE” o indice di resistenza al pitting è una misura della resistenza relativa alla corrosione per pitting degli acciai inossidabili in un ambiente contenente cloruri. Più alto è il valore di PRE, maggiore sarà la resistenza alla corrosione.



La tavola di comparazione del PRE mostra a colpo d'occhio che per ogni tipo austenitico ne esiste uno ferritico con una paragonabile resistenza alla corrosione.

Nella formula abbreviata comunemente usata per il calcolo del PRE ( $PRE = \%Cr + 3.3\%Mo$ ), l'efficacia del molibdeno (Mo) è espressa come 3.3 volte superiore a quella del cromo contro la corrosione per pitting. Comunque il cromo è sempre essenziale per fornire la resistenza alla corrosione di base. Il molibdeno non può rimpiazzare questa quantità base di cromo negli acciai inossidabili, ma può essere usato per aumentare la resistenza alla corrosione.

Il contenuto di nichel non è considerato nella formula, dato che in molte applicazioni non gioca alcun ruolo nella resistenza alla corrosione per pitting.

## EVITARE LA CORROSIONE

Lo strato “passivo” degli acciai inossidabili ha bisogno di ossigeno per rimanere intatto. Un accumulo di depositi in punti critici può privare l'acciaio dell'ossigeno necessario per mantenere intatto lo strato passivo e portare alla corrosione del materiale. Il propagarsi della corrosione potrebbe portare ad eventuale rottura del pezzo.



Barbecue e carnello, in 430, Italia.

## FATTORI DI RISCHIO CORROSIONE

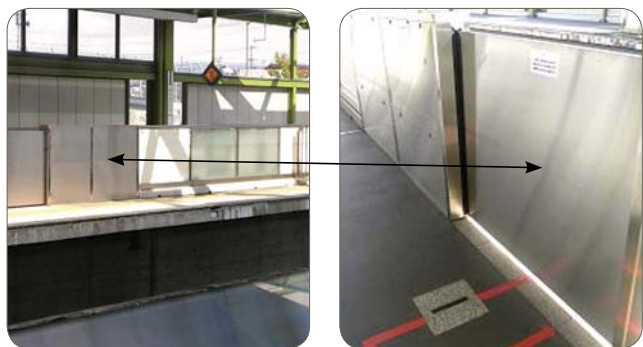
- contaminazione ferrosa
- depositi superficiali
- difetti di superficie
- discontinuità strutturali
- salinità (aree salmastre, acqua marina, ecc.)
- incremento di temperatura
- condizioni altamente acide (acidi forti)
- un ambiente fortemente “riducente”

## FATTORI DI PREVENZIONE DELLA CORROSIONE

- superficie pulita
- superficie liscia
- superficie passivata
- stato di conservazione della superficie
- dilavamento (es. la pioggia)
- contenuto di cromo più alto
- condizioni ossidanti ( $O_2$  – non troppo forte)
- aggiunta di molibdeno



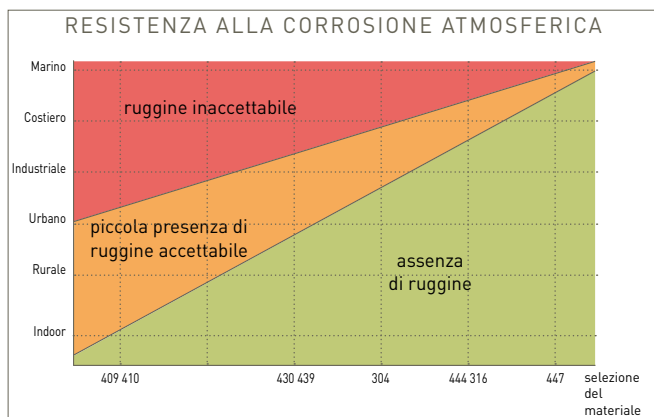
La corrosione insorge quando il pH raggiunge un valore criticamente basso (basso pH= alta acidità). Il livello di "pH" è l'unità di misura che descrive il grado di acidità o alcalinità di una soluzione. E' misurato su una scala da 0 a 14.



Barriere di sicurezza per stazione ferroviaria, in SUS430 JL, Giappone.

## CORROSIONE ATMOSFERICA

Questo tipo di corrosione si verifica sulla superficie dell'acciaio, nel film sottile ed umido che si forma dalla combinazione dell'umidità presente nell'aria e delle impurità. Spesso trae inizio dalla presenza di composti di cloruri o solfuri, in un ambiente industriale. Condizioni tipiche potrebbero essere, per esempio, depositi di cloruri in un'atmosfera umida e marina.



Ambienti diversi richiedono differenti tipi di acciai ferritici (serie 400) o austenitici (serie 300) per resistere alla corrosione atmosferica. In ambienti industriali, costieri e marini un po' di corrosione localizzata (pitting) può essere accettabile in certe applicazioni.

***"I tipi ferritici possono essere impiegati in ambienti atmosferici in condizioni corrosive molto varie"***

## SCELTA DEL TIPO DI INOX

I tipi ferritici possono essere impiegati in ambienti atmosferici in condizioni corrosive molto varie. Tutti i parametri concernenti le condizioni di esercizio dovrebbero essere considerate attentamente nella scelta della tipologia appropriata.

Se, per esempio, per una certa applicazione o in un certo ambiente, è tollerata una leggera ruggine superficiale (pitting) la scelta del materiale più corretto potrebbe essere quella di un acciaio inossidabile a più basso costo.

## REGOLE PRATICHE

- Nel caso di un ambiente aggressivo, scegliere un tipo di inox con tenori di cromo e/o molibdeno più elevati.
- Evitare una finitura superficiale grossolana, preferire una superficie liscia con bassi valori di Ra.
- Ottimizzare la progettazione: garantire una pendenza minima di 15° per quelle superfici inclinate verso l'alto per migliorare l'effetto dovuto al dilavamento o al lavaggio.
- Evitare geometrie con interstizi (crevice).
- Tenere le superfici pulite, lavandole regolarmente, per evitare la formazione di macchie e l'accumularsi di polvere.



Scatole elettriche, in tipo 410 verniciato, Sud Africa.



## RESISTENZA ALL'OSSIDAZIONE A CALDO

Diversamente dai due tipi di corrosione precedentemente menzionati, l'ossidazione ciclica alle alte temperature è una "corrosione a secco" che avviene ad alte temperature (>500°C) e in atmosfere ossidanti, con o senza ciclo termico.

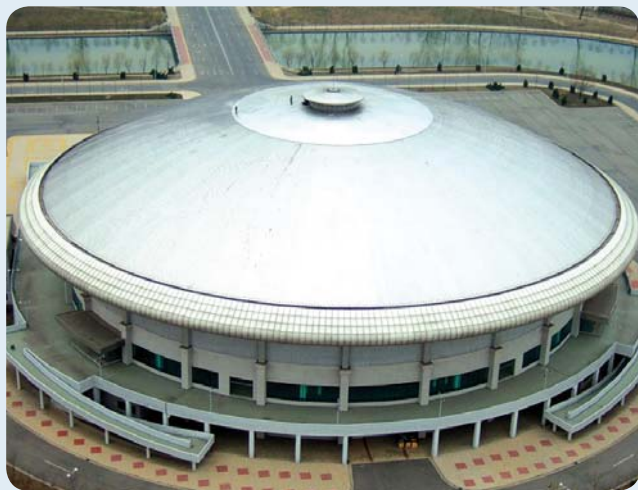
Quando gli acciai inossidabili vengono portati ad alta temperatura si forma una "scaglia" superficiale protettiva di ossido di cromo che ostacola ulteriori ossidazioni. La scaglia e il substrato di metallo avranno differenti comportamenti di dilatazione termica, che possono incidere sulla stabilità della scaglia di ossido, specialmente in condizioni di servizio dove si susseguono frequenti cicli termici. Il coefficiente di dilatazione della scaglia è molto basso e se quello del metallo è troppo alto, si formerà della scaglia in eccesso, che finirà col frantumarsi o spezzarsi quando il metallo si raffredderà e si contrarrà.

Grazie al loro più basso coefficiente di dilatazione termica, gli acciai inossidabili ferritici sono molto meno inclini delle leghe austenitiche alla formazione ciclica di scaglie di ossido ad alta temperatura. Dove non c'è disgregazione o rottura della scaglia, non c'è nuova ossidazione. Questo è un vantaggio particolare in applicazioni quali i sistemi di riscaldamento, nei bruciatori e nei sistemi di scarico degli autoveicoli, inclusi i collettori.

## NUMEROSE POSSIBILITA' DI APPLICAZIONI

Tutte queste interessanti proprietà di resistenza alla corrosione sono lontano dall'essere le sole attrazioni degli acciai inossidabili ferritici. Sono già sufficienti, comunque, perchè i ferritici si facciano degli amici nell'attuale clima di elevati costi dei materiali.

Un esame attento delle proprietà dei ferritici tende a dare i suoi frutti. Alcuni odierni utilizzatori di austenitici, potrebbero



Tetto di una palestra in 445, Corea del Sud.

*“...Gli acciai inossidabili ferritici sono molto meno inclini delle leghe austenitiche alla formazione ciclica di scaglie di ossido ad alta temperatura”*



Bruciatore, in 430.



Manicotto, in 441.

trovare, esaminando le loro specifiche, che un ferritico è in realtà maggiormente appropriato per la loro applicazione.

I potenziali utilizzatori dell'acciaio inossidabile potrebbero essere sorpresi dalle eccezionali qualità dei ferritici, e scoprire che l'acciaio inossidabile è un'opzione possibile dopotutto!

## IL COSTO DEL CICLO DI VITA: UNA GUIDA INESTIMABILE

Non si può non sottolineare l'importanza di svolgere uno studio del costo del Ciclo di Vita (LCC) su qualunque potenziale applicazione. Un tale studio spesso rivela che l'acciaio inossidabile, generalmente visto come una soluzione costosa, è in realtà l'opzione a più basso costo, considerata in un'ottica di lungo termine. La resistenza alla corrosione dell'acciaio inox significa durata più lunga, meno manutenzione, più alto valore di rivendita, migliore aspetto estetico ecc. Rende inutili le operazioni di verniciatura e galvanizzazione. E come se questo non fosse abbastanza incentivante, i costi di investimento più bassi per i ferritici possono essere un argomento decisivo in favore dell'acciaio inossidabile in termini di scelta del materiale.

Già ampiamente usati e rinomati, i tipi ferritici devono ancora essere "scoperti". Le numerose e comprovate applicazioni esistenti, comunque, illuminano la via a molte nuove eccitanti possibilità per questi ottimi acciai.

*“...i costi di investimento più bassi per i ferritici possono essere un argomento decisivo in favore dell'acciaio inossidabile...”*



LA COTTURA AD INDUZIONE  
NECESSITA DELLE PROPRIETÀ  
MAGNETICHE DEI FERRITICI.

## SEUNG TAE BAEK

TEAM LEADER ACQUISIZIONE LAVATRICI,  
LG ELECTRONICS, COREA DEL SUD.

COSA SI DICE DEI FERRITICI

“Noi usiamo acciai inossidabili ferritici principalmente nei cestelli delle lavatrici e abbiamo cominciato dopo una prima fase nel nostro sviluppo di lavatrici automatiche. Infatti, nel 2006 noi abbiamo usato circa 15.500 tonnellate di ferritici, contro le 2.500 di austenitici, così da far contare i ferritici per l'86% del nostro consumo di acciaio inossidabile.



Il vantaggio per noi è semplicemente che i ferritici hanno qualità meccaniche molto soddisfacenti ma sono meno costosi degli austenitici. Tecnicamente gli avanzamenti nella tecnologia di formatura e lo sviluppo di categorie ferritiche di più alta qualità ci portano ad usare ai nostri giorni i ferritici con molto successo. La rottura e le grinze nelle lavorazioni alla pressa rimangono fonte occasionale di difetti e necessitiamo di migliorare gli aspetti del processo di imbutitura profonda. Comunque, coi ferritici noi otteniamo un risultato che soddisfa tutti, sia in termini di prezzo che di qualità.”

# Proprietà' meccaniche e fisiche

*Gli acciai inossidabili ferritici sono facili da lavorare e adatti per un range di applicazioni molto ampio*

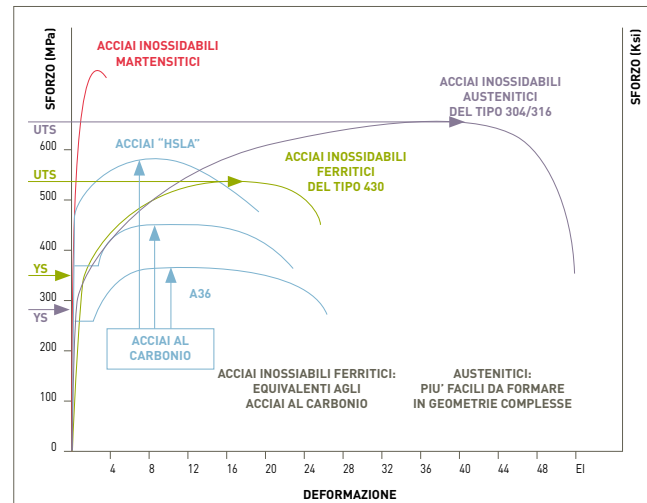
I ferritici hanno buone proprietà meccaniche e da questo punto di vista occupano una posizione intermedia se comparati alle altre famiglie di acciai inossidabili. Hanno un carico di snervamento superiore a quello degli austenitici, mentre le loro proprietà di allungamento e formatura sono equivalenti a quelle degli acciai al carbonio. Fra le loro proprietà fisiche ce ne sono due nelle quali surclassano le categorie austenitiche: dilatazione e conducibilità termica.

## PROPRIETA' MECCANICHE

In termini generali, le proprietà meccaniche di una lega metallica sono quelle che descrivono l'attitudine del materiale ad essere compresso, stirato, piegato, graffiato, scalfito, spezzato. I criteri più comunemente usati per valutare le caratteristiche meccaniche sono:

- **resistenza:** il grado di resistenza di un materiale alla deformazione. Sono generalmente considerati due valori critici:
  - il carico di snervamento, ossia lo sforzo a cui il materiale può essere soggetto prima che si verifichi una deformazione plastica permanente.
  - il carico di rottura, ossia lo sforzo a cui il materiale può essere soggetto prima che avvenga la rottura.
- **durezza:** il grado di resistenza all'indentazione da parte di un carico applicato
- **tenacità:** la capacità di assorbire energia di deformazione prima della rottura
- **duttilità (o plasticità):** la capacità di deformarsi plasticamente senza formazione di fratture.

Alcune di queste proprietà possono essere misurate tramite una prova di trazione. Le curve sforzo-deformazione risultanti permettono di determinare il carico di snervamento (YS), il carico di rottura (UTS) e l'allungamento totale a rottura (EI). Questi test danno vita ad una curva sforzo-deformazione che disegna il comportamento di un materiale in risposta a vari carichi.



Le curve sforzo-deformazione mostrano chiaramente che sebbene l'acciaio inossidabile ferritico 430 abbia i suoi limiti, comunque si comporta eccezionalmente bene all'interno di quei limiti.



Telaio di bus in 410, Sudafrica.



Scala mobile, in 304/316, Giappone.

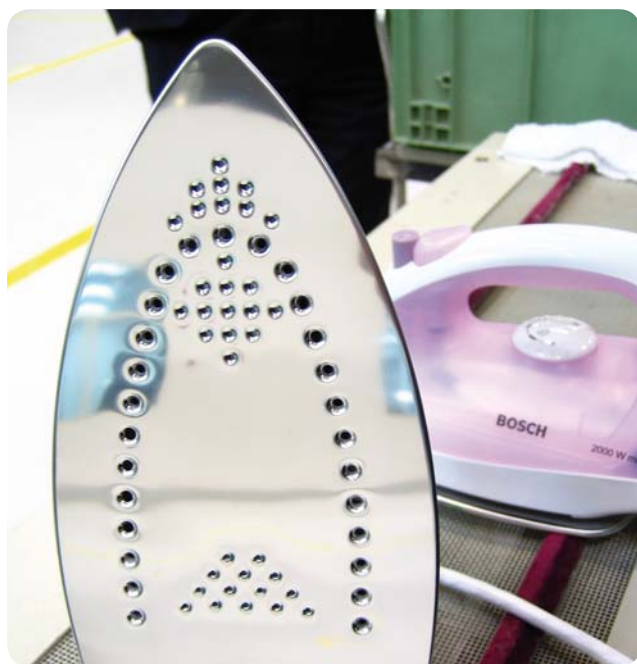
*"...il loro allungamento e le loro proprietà di formatura sono equivalenti a quelle degli acciai al carbonio"*

Gli acciai ferritici hanno curve sforzo-deformazioni abbastanza simili a quelle dei semplici acciai al carbonio. Con carichi di snervamento discretamente alti (generalmente più alti di quelli degli austenitici), discretamente alti carichi di rottura a trazione e buon comportamento di allungamento totale, essi offrono una buona duttilità.

### PROPRIETÀ MECCANICHE (LAMINATI A FREDDO)

ASTM A 240				JIS G 4305				EN 10088-2				
	R <sub>m</sub> min	R <sub>p0.2</sub> min	A <sub>5</sub> min		R <sub>m</sub> min	R <sub>p0.2</sub> min	A <sub>5</sub> min		R <sub>m</sub>	R <sub>p0.2</sub> min	A <sub>80</sub> min	
409	380	170	20	--	--	--	--	X2CrTi12	1.4512	380-560	220	25
410S	415	205	22	SUS 410	440	205	20	X2CrNi12	1.4003	450-650	320	20
430	450	205	22	SUS 430	420	205	22	X6Cr17	1.4016	450-600	280	18
434	450	240	22	SUS 434	450	205	22	X6CrMo17-1	1.4113	450-630	280	18
436	450	240	22	SUS 436	410	245	20	X6CrMoNb17-1	1.4526	480-560	300	25
439	415	205	22	--	--	--	--	X2CrTi17	1.4520	380-530	200	24
439	415	205	22	--	--	--	--	X2CrTi17	1.4510	420-600	240	23
441	415	205	22	--	--	--	--	X2CrMoNb18	1.4509	430-630	250	18
S44400 (444)	415	275	20	SUS 444	410	245	20	X2CrMoTi18-2	1.4521	420-640	320	20
304	515	205	40	SUS 304	520	205	40	X5CrNi1-80	1.4301	540-750	230	45

La tabella sopra riporta le proprietà previste dagli standard Statunitensi, Giapponesi ed Europei paragonando le tipologie dei ferritici con quelle del 304 standard (austenitico). R<sub>m</sub> = carico di rottura a trazione. R<sub>p0.2</sub> = carico di snervamento e A<sub>5</sub>/A<sub>80</sub> = allungamento percentuale a rottura.



Piastra di ferro da stiro elettrico, in 430 lucidato.



Tubo interno di caldaia, in 444, Corea del Sud.

### PROPRIETÀ FISICHE

Tra le proprietà fisiche di una lega metallica vi sono la capacità del materiale di condurre calore, di condurre elettricità, di dilatarsi o di contrarsi, ecc.

I ferritici sono magnetici. Hanno anche alcuni altri utili vantaggi rispetto agli austenitici. La loro conducibilità termica, per esempio, è notevolmente alta. Ciò significa che trasmettono calore in modo relativamente efficiente, il che li rende altamente adatti per applicazioni quali i ferri da stiro elettrici o per gli scambiatori di calore (tubi o piastre).

Il coefficiente di dilatazione termica degli acciai inossidabili ferritici è simile a quello degli acciai al carbonio e molto più basso di quello degli acciai inossidabili austenitici. Come risultato, i ferritici si deformano meno quando si innalza la temperatura.

### PROPRIETÀ FISICHE

Tipo di acciaio inossidabile	Densità g/cm <sup>3</sup>	Resistività elettrica Ω mm <sup>2</sup> /m	Calore specifico 0 - 100°C J/kg • °C	Conducibilità termica 100°C W/m • °C	Coefficiente di dilatazione termica medio		Modulo di Young x10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup>
					0-200°C 10 <sup>-6</sup> /°C	0-600°C 10 <sup>-6</sup> /°C	
409/410 10%-14% Cr	7.7	0.58	460	28	11	12	220
430 14%-17% Cr	7.7	0.60	460	26	10.5	11.5	220
stabilizzati 430Ti, 439, 441	7.7	0.60	460	26	10.5	11.5	220
Mo > 0,5%, 434, 436, 444	7.7	0.60	460	26	10.5	11.5	220
Altri 17%-30% Cr	7.7	0.62	460	25	10.0	11.0	220
304	7.9	0.72	500	15	16	18	200
Acciaio al carbonio	7.7	0.22	460	50	12	14	215

Il modulo di elasticità dei ferritici (a 20°C) è superiore a quello del 304 austenitico. Unità del Sistema Internazionale: g/cm<sup>3</sup> = kg/dm<sup>3</sup> - J/kg • °C = J/kg • °K - W/m • °C = W/m • K - 10<sup>-6</sup>/°C = 10<sup>-6</sup>/°K - N/mm<sup>2</sup> = MPa.



RESISTENTI  
MECCANICAMENTE  
COME L'ACCIAIO AL  
CARBONIO, GLI ACCIAI  
INOSSIDABILI FERRITICI A  
BASSO CONTENUTO DI CROMO  
SONO ANCHE RESISTENTI ALLA  
CORROSIONE. PERTANTO VAGONI  
FERROVIARI FERRITICI HANNO  
UN MINORE COSTO DEL CICLO  
DI VITA (LCC).



I FATTORI IGIENICI ED  
ESTETICI FANNO DEL  
FERRITICO UN MATERIALE  
IDEALE PER I PIANI  
DI COTTURA A GAS.

## ZHANG SEN

**DIRETTORE DEGLI ACQUISTI DI ACCIAIO INOSSIDABILE, QINGDAO HAJER INTERNATIONAL TRADING CO. LTD, REPUBBLICA POPOLARE CINESE**

"Come uno dei produttori leader mondiali di elettrodomestici il gruppo

Hajer usa i ferritici in una vasta gamma di prodotti, incluse lavatrici, lavastoviglie, cucine a gas, cappe e forni a microonde. Abbiamo iniziato a usare queste categorie prima del 2000 e attualmente usiamo circa 14.500 tonnellate di ferritici all'anno, che rappresentano circa l'85% del nostro consumo totale di acciaio inossidabile. Le categorie ferritiche sono meno costose delle austenitiche e sono ideali per queste applicazioni.



Paragonati alla categoria austenitica 304, i ferritici standard non rispondono né ai requisiti d'imbutitura profonda né mostrano una così buona resistenza alla corrosione in ambienti con presenza di cloruri, e neppure hanno le stesse caratteristiche di saldatura. Comunque essi restano materiali eccellenti per applicazioni domestiche ed in termini di produzione le categorie adattate che noi usiamo hanno buone proprietà di punzonatura e di imbutitura. Noi siamo contenti dei ferritici.

Col prezzo del nichel che sale costantemente, i nostri costi di approvvigionamento di acciaio inossidabile sono aumentati sensibilmente. Sostituire gli austenitici coi ferritici non soltanto abbassa i nostri costi sulle materie prime ma anche fa risparmiare risorse e salvaguarda il nostro ambiente.

Vorrei sbilanciarmi e affermare che mentre gli austenitici dominano il mercato dell'acciaio inossidabile di oggi, i ferritici domineranno quello di domani."

# Come si lavorano i ferritici

**Grazie alle loro buone caratteristiche di imbutitura, gli acciai inossidabili ferritici possono affrontare le sfide di progettazioni tridimensionali complesse.**

Dato che il loro impiego in progettazioni complesse non pregiudica la loro notevole resistenza alla corrosione, al calore e le loro qualità decorative, gli acciai inossidabili ferritici sono spesso la scelta giusta sia per prodotti industriali, che di largo consumo.



Fondi e coperchi imbutiti di caldaie, in 441, Sud Africa

Le operazioni di formatura a freddo cambiano la geometria di lamiere o nastri sottoponendoli a deformazione plastica. L'operazione di formatura implica combinazioni complesse di carichi di trazione e compressione, usando una combinazione di deformazioni di stiramento e imbutitura profonda.

Sebbene la capacità d'imbutitura dei tipi austenitici è migliore di quella dei ferritici, alcune tipologie di ferritici (in particolare quelli stabilizzati al titanio, al 17% di cromo) mostrano performance eccellenti.

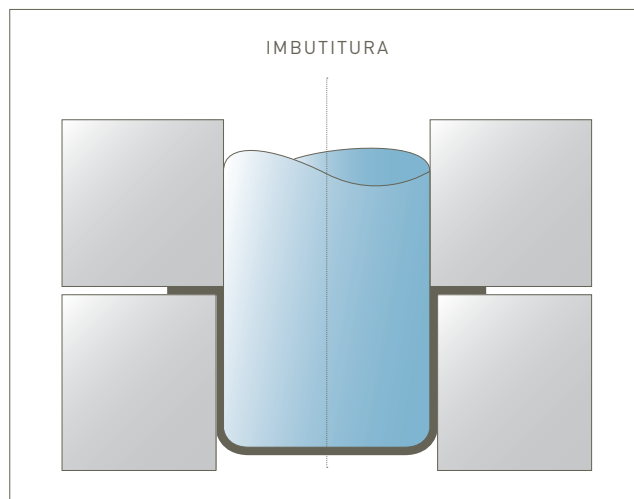
## IMBUTITURA DEGLI INOX FERRITICI

L'imbutitura è il processo più comunemente usato per formare oggetti cavi da una lamiera o un "disco grezzo". Il buon comportamento di imbutitura degli acciai inossidabili ferritici, insieme al loro considerevole vantaggio di prezzo, può fare dei ferritici la scelta ottimale.

**"..alcuni ferritici mostrano eccellenti performance di imbutitura"**

## COME AVVIENE L'IMBUTITURA

Nel processo di imbutitura, la geometria del pezzo è ottenuta premendo un foglio di lamiera grezza in una matrice cava, per mezzo di un punzone. Il metallo è imbutito verso l'interno, facendolo scorrere fra la matrice e il prelamiera a formare la parete o "mantello" del pezzo.



L'effetto di scorrimento differenzia l'imbutitura dalla presso-stiratura, nel quale la lamiera grezza è bloccata dal prelamiera.



Lavello, in 430, Giappone.

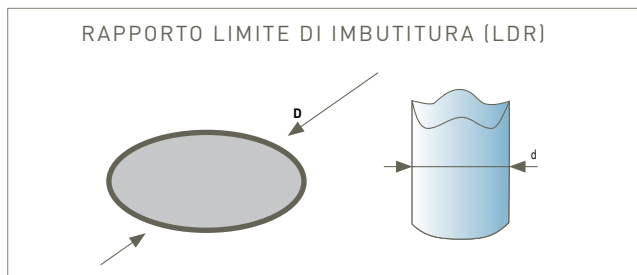


## UN'IMBUTITURA RIUSCITA COMPORTA

- l'assenza di fratture
- eccellente aspetto superficiale
- consumo minimo di materiale
- alta produttività di fabbricazione
- bassa usura dell'utensile

### IL FATTORE LDR

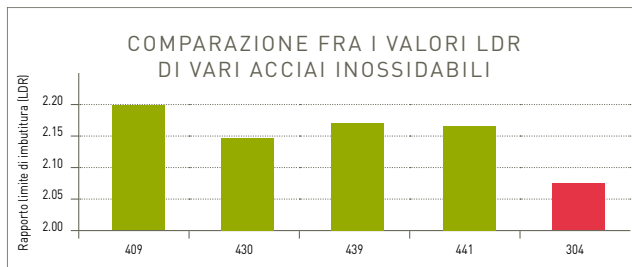
Il Rapporto Limite di Imbutitura (LDR) è un importante parametro per l'imbutitura profonda.



Il Rapporto di Imbutitura Limite si riferisce al rapporto del diametro massimo del grezzo (D), che può essere imbutito profondamente in un cilindro in una passata, e il diametro del cilindro stesso (d).  $LDR=D/d$ .

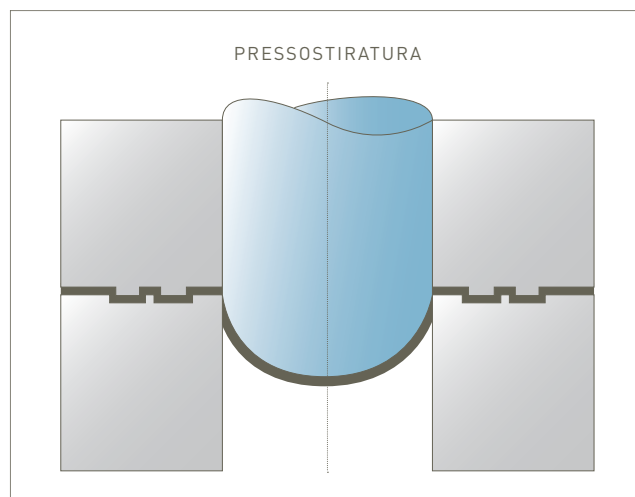
*“I ferritici hanno più alto valore di LDR degli austenitici e questo li rende particolarmente adatti per l'imbutitura”*

I ferritici hanno più alto valore di LDR degli austenitici e questo li rende particolarmente adatti per l'imbutitura.



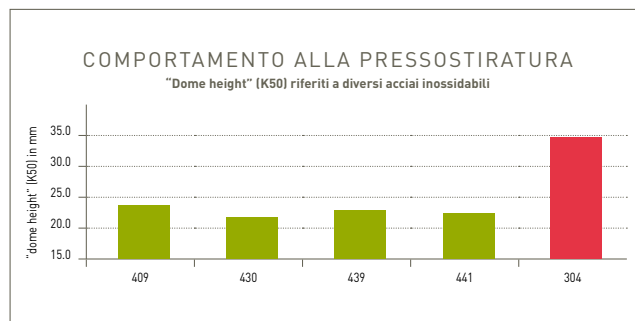
### PRESSOSTIRATURA DEGLI INOX FERRITICI

I ferritici sono inferiori agli austenitici nella pressostiratura pura.



Nella pressostiratura, le aree imbutite diventano più sottili.

La tabella sotto riportata paragona le performance di stiramento di varie categorie. “Dome height” si riferisce al massimo grado di deformazione prima del “necking” (la fase appena prima della rottura) di un pezzo sottoposto a stiramento.

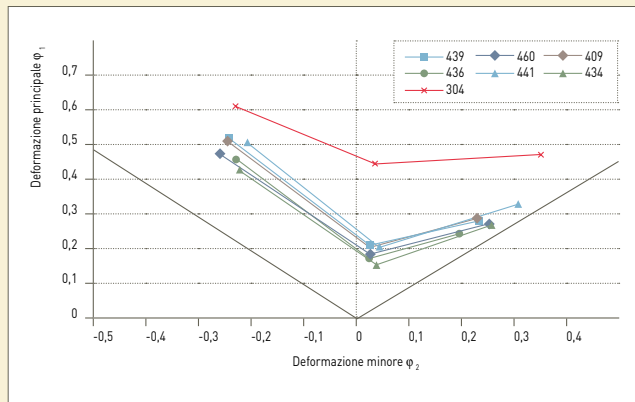




## CURVE LIMITE DI FORMATURA

Nella pratica, le operazioni di formatura industriale comportano una combinazione di deformazioni per imbutitura pura e pressostiratura pura, in una sequenza di "passaggi".

Le curve limite di formatura sono una guida utile per valutare la deformazione massima prima della rottura, sia nei processi di imbutitura profonda che di pressostiratura. Stabilite per le principali categorie di acciai inossidabili, esse possono essere usate per analizzare un'operazione di formatura.



Queste curve definiscono le deformazioni locali durante e dopo la formatura in termini di due principali "deformazioni vere (true strains)": longitudinale ("major strain") e trasversale ("minor strain"). Le curve tracciano gli effetti delle varie combinazioni di queste due deformazioni, sino al punto di rottura. Più alta è la posizione delle sue curve migliore è la formabilità del materiale.

## COME SI COMPORTANO I FERRITICI

Generalmente, le caratteristiche di incrudimento e l'allungamento degli acciai ferritici sono paragonabili a quelle degli acciai al carbonio ad alta resistenza. Non sono le stesse di quelle degli austenitici.

I parametri di progettazione, costruzione e fabbricazione e le proprietà del materiale devono essere considerate insieme, al fine di ottenere il meglio dal processo di imbutitura.



Conchiglia stampata del convertitore catalitico, in 441.

*"Il tipo 430Ti stabilizzato al titanio è spesso scelto per sostituire un austenitico in applicazioni che prevedono una lavorazione di imbutitura profonda"*

## "RIDGING"

Dopo determinate operazioni di formatura, i ferritici sono qualche volta soggetti a fenomeni superficiali noti come "ridging" e "roping".



Con e senza difetti superficiali.

Questo difetto assume la forma di una serie di linee o strisce, parallele alla direzione di laminazione del foglio. Il "ridging" percorre completamente il profilo della superficie deformata e comprende sia le modifiche microgeometriche che le ondulazioni legate al "roping" causate dalla deformazione.



Cestello di una asciugatrice: foglio in 409 saldato.

L'aggiunta di un elemento stabilizzante, come il titanio, porterà in questo caso un miglioramento. Il tipo 430Ti stabilizzato al titanio è spesso scelto per sostituire un austenitico in applicazioni che prevedono una lavorazione di imbutitura profonda.



Manicotto stampato, in 441.

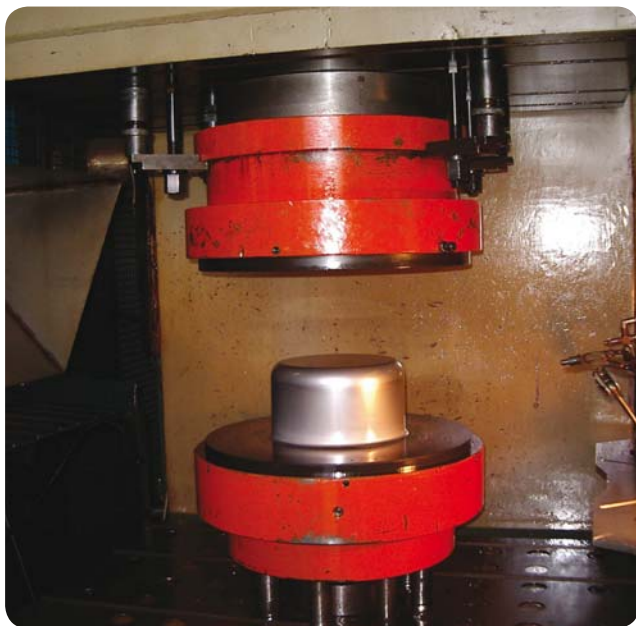
## LUBRIFICAZIONE

Una buona lubrificazione del grezzo e degli utensili è essenziale per un'imbutitura di successo, in quanto evita l'alterazione dell'aspetto superficiale e previene fenomeni d'incollaggio nocivi all'utensile.

Se gli acciai inossidabili ferritici sono consegnati con una superficie brillante e liscia si può ricorrere ad un lubrificante per imbutire ad alta viscosità. I lubrificanti usati con gli acciai inossidabili ferritici sono oli speciali con alta resistenza alla pressione e contenenti poco o per niente cloro. Applicati uniformemente sul grezzo, sono facilmente rimovibili da un componente di acciaio inossidabile dopo l'imbutitura.

## UTENSILI

Usare i giusti utensili è vitale, in quanto ciò ha un'influenza decisiva sulle condizioni di attrito e quindi sullo scorrimento del metallo durante l'operazione di formatura. In casi particolari, gli utensili (la forma e la matrice) possono essere fatti di rame, ferro o bronzo all'alluminio.



I trattamenti superficiali, come uno strato di TiCN, possono essere applicati, per aumentare la vita degli utensili. Il prelamiera e gli utensili della matrice devono essere attentamente lucidati. Il punzone può rimanere non rifinito.

*“I lubrificanti usati con gli acciai inossidabili sono facilmente rimovibili da un componente dopo l'imbutitura”*

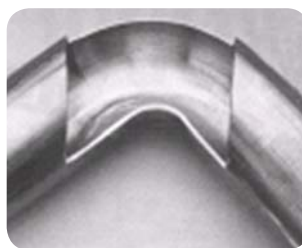
## LE PROPRIETA' DI FORMATURA DEI PRINCIPALI GRUPPI D'ACCIAIO

La tabella seguente mette a confronto le proprietà di formatura degli acciai inossidabili ferritici (che hanno una struttura metallurgica specifica e perciò un comportamento specifico) con quelle degli acciai al carbonio e degli acciai inossidabili austenitici. Usa criteri standard applicati nella definizione delle caratteristiche di deformazione. “CCC”(cubico a corpo centrato) e “CFC”(cubico a facce centrate) si riferiscono alla particolare struttura atomica di ciascun tipo di acciaio.



Tubi saldati piegati di un manicotto, in 441.

	Acciaio al carbonio	Inox ferritico	Inox austenitico
struttura	ccc	ccc	fcc
incrudimento	basso	basso	elevato
ritorno elastico	basso	basso	elevato
imbuditura profonda (senza stiratura)	eccellente	buona	buona
imbuditura per pressostiratura	buona	buona	eccellente
ridging	assente	può verificarsi	assente



Piegatura di un tubo saldato in 430TT.



Tubo saldato corrugato e aleitato, per scambiatore di calore, tipo 439.



1.4003 tubo saldato idroformato.



Deformazione della saldatura (1.4003).



## IL CASO DEI FERRITICI

Mentre le tabelle e le curve mostrano che gli austenitici sono nel complesso superiori, in termini di formabilità, il vantaggio di costo dei ferritici è tale che valutarne bene l'impiego può spesso dare i suoi frutti. Facilitare il metodo di imbutitura, in particolare, permette un notevole ampio uso di categorie ferritiche. Sicuramente, in certi casi specifici, così come nell'imbutitura profonda (senza stiratura) e nell'effetto "molla" dovuto al ritorno elastico, i ferritici si comportano meglio degli austenitici.

Gli utenti dovrebbero esaminare scrupolosamente le questioni tecniche riguardanti l'uso dei ferritici con un fornitore esperto di materiali. L'esperienza nell'industria dell'acciaio inossidabile

è sempre a portata di mano, per aiutare i clienti a fare in modo che i tipi ferritici possano essere bene impiegati e assicurare che la tipologia più appropriata sia scelta per ogni data applicazione.

***"...facilitare l'imbutitura  
consente un impiego eccezionalmente  
più ampio dei ferritici"***



LE SEMPRE  
PIÙ STRINGENTI  
REGOLAMENTAZIONI  
ANTINQUINAMENTO PIÙ LE  
RICHIESTE TECNICHE ED  
ECONOMICHE FANNO  
DEL FERRITICO IL MATERIALE  
BASE DEI SISTEMI DI SCARICO.

## **BERNHARD BLAESER**

**DIRETTORE, MACADAMS BAKING SYSTEMS (PTY)  
LTD SUD AFRICA**

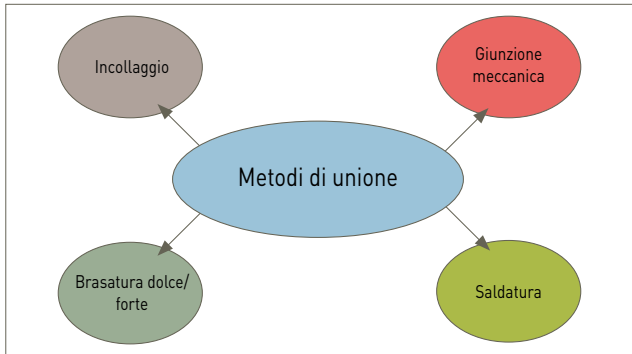
**COSA SI DICE DEI FERRITICI**

“La mia compagnia produce forni per cottura ed apparecchi di misura. Con i sostanziali incrementi nei prezzi degli austenitici del recente passato, molti attori dell’industria hanno abbandonato o sono in procinto di abbandonare completamente gli acciai inossidabili. Questo succede specialmente nelle applicazioni non calde, come i pannelli esterni dei forni, ed altro equipaggiamento di panetteria non direttamente a contatto con il cibo. Dato che i prezzi dei ferritici non sono stati toccati così fortemente, un’alternativa è sostituire con i ferritici. In sostanza poi, i produttori potrebbero considerare la sostituzione degli austenitici coi ferritici, piuttosto che lasciare completamente gli acciai inossidabili.”



# I metodi di unione degli acciai inossidabili ferritici

*I ferritici sono molto adatti a tutti i numerosi metodi unione degli acciai inossidabili.*



- **saldatura**: si ottiene l'unione completa di due o più materiali attraverso la fusione e la risolidificazione del metallo base e del metallo d'apporto.
- **brasatura dolce**: si ottiene l'unione dei materiali attraverso il loro riscaldamento a temperatura di brasatura (sotto la temperatura di solidus del metallo base) in presenza di metalli d'apporto con una temperatura di liquidus inferiore ai 450°C.
- **brasatura forte**: lo stesso della brasatura dolce, ma la coalescenza avviene a una temperatura superiore ai 450°C.
- **giunzione meccanica**: include "clinching", graffatura, chiodatura e dispositivi di fissaggio meccanici.
- **incollaggio**: si ottiene grazie alla pressione delle superfici pulite ed attivate, l'una sull'altra, dopo aver applicato un adesivo che unisce le superfici attraverso una reazione chimica o l'impiego di ossigeno o acqua.



*"Gli acciai inossidabili ferritici hanno alcuni utili vantaggi rispetto agli austenitici quando vengono saldati"*

## SALDATURA

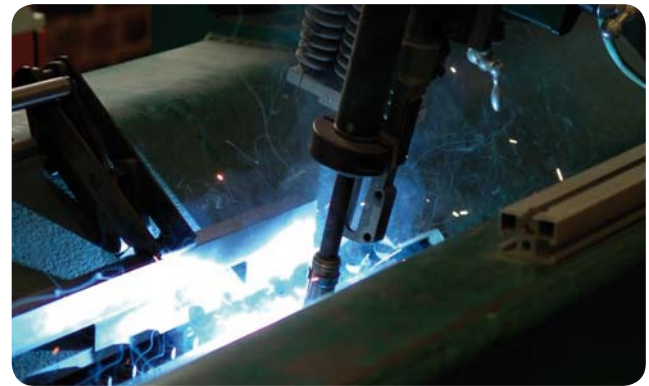
Dei tanti processi di saldatura sviluppati per gli acciai al carbonio che possono essere usati con gli acciai inossidabili solo pochi sono veramente appropriati per questi materiali e sono divenuti standard: saldatura ad arco, a resistenza, a fascio elettronico, laser, per attrito.

La saldatura è il modo più efficiente e meno costoso di unire i metalli. Il processo rende possibili strutture di peso più contenuto (attraverso l'uso ottimale dei materiali), unisce tutti i metalli in commercio, e fornisce flessibilità di progettazione.

Le caratteristiche di saldatura degli acciai inossidabili sono influenzate dalla composizione chimica, dalla struttura metallurgica e dalle proprietà fisiche. Gli acciai inossidabili ferritici hanno alcuni utili vantaggi rispetto agli austenitici quando vengono saldati, dato che presentano più bassa dilatazione termica, più bassa resistività elettrica e più alta conducibilità termica.

## I FERRITICI STABILIZZATI E NON

In media, gli acciai inossidabili ferritici tendono ad essere meno inclini degli austenitici alla corrosione intergranulare che può risultare dalla saldatura.



Questo è soprattutto vero per i ferritici “stabilizzati”, che contengono elementi che formano carburi, come il titanio (Ti) ed il niobio (Nb). Questi si legano al carbonio dell'acciaio, durante il processo di saldatura, impedendo di combinarsi col cromo a formare carburi di cromo. In questo modo, prevenendo il conseguente impoverimento del cromo a bordo grano, i ferritici stabilizzati sono di fatto immuni dalla corrosione intergranulare.

Per assicurare la completa stabilizzazione, il contenuto di Ti deve essere cinque volte più elevato di quello del carbonio, oppure il contenuto di Nb più Ti deve essere tre volte maggiore del contenuto di carbonio. Qualche volta, l'introduzione di azoto nella formula di calcolo può essere consigliabile, per affinare il grano nella zona fusa.

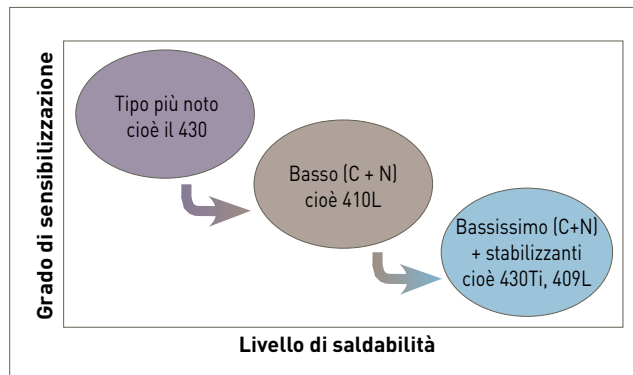
Gli acciai inossidabili ferritici non stabilizzati non contengono né Ti né Nb e possono pertanto essere suscettibili di corrosione intergranulare nella zona termicamente alterata, a causa della formazione di carburi di cromo. Questo effetto si chiama “sensibilizzazione”. La sua entità dipende principalmente dal tenore di carbonio presente nella lega.

La resistenza alla corrosione degli acciai sensibilizzati può, tuttavia, essere ripristinata da un trattamento termico di ricottura, condotto in un intervallo di temperatura di 600-800°C.



Saldatura di sistemi di scarico, tipo 437, Corea del Sud.

**“...i ferritici stabilizzati  
sono di fatto immuni  
alla corrosione intergranulare”**



## METALLI D'APPORTO

Per assicurare che una saldatura sarà resistente alla corrosione, qualunque metallo d'apporto ferritico usato dovrebbe superare leggermente la composizione del metallo base in termini di elementi in lega quali Cr, Mo, Ti e/o Nb. Questo perché il riscaldamento tenderà a causare una perdita di cromo nella zona di saldatura. In alternativa può essere usato il metallo d'apporto austenitico, con un surplus di elementi in lega quali Cr e Mo.

## GAS PROTETTIVI

Contenendo molto cromo, gli acciai inossidabili sono altamente ossidabili allo stato liquido. Se non sono protetti dal contatto con l'aria durante il processo di saldatura, si perderà il cromo e si formerà ossido, causando una mancanza di solidità e una ridotta resistenza alla corrosione nella saldatura. La protezione della superficie saldata e dell'area vicina viene solitamente assicurata da una campana di un gas inerte di protezione. Questo gas protettivo può essere sia un gas inerte di argon (Ar) o elio (He) puri, oppure una miscela di Ar ed He.

Per la saldatura dei ferritici, questi gas protettivi dovrebbero essere di puro argon od una miscela di argon ed elio. Nel caso dei ferritici miscele di argon e idrogeno, spesso usate per le categorie austenitiche, portano ad un rischio di fragilimento da idrogeno nella saldatura. L'argon è il gas di protezione “a rovescio” più comunemente usato (proteggendo dall'ossigeno la parte opposta alla zona di saldatura). L'azoto non deve essere usato con gli acciai inossidabili ferritici.

## ANALISI E SOLUZIONE DEI PROBLEMI DURANTE LA SALDATURA DEI FERRITICI

Così come i rischi sopra menzionati, possono anche esserci rischi di fragilimento da “formazione di fasi secondarie” e “ingrossamento del grano” alle alte temperature. Le loro soluzioni sono elencate nella seguente tabella dei “rimedi”.



Serbanio saldato, tipo 444, Europa.

## SALDATURA DI ACCIAI INOSSIDABILI FERRITICI: RIMEDI

Gruppo degli acciai inossidabili	Problematica	Fenomeno	Causa	Come evitarlo
Tipi non stabilizzati	Sensibilizzazione	Bassa resistenza alla corrosione nella zona saldata	Precipitazione di carburi di Cr a bordo grano	Ricottura in un range di temperature di 600-800°C
Tipi stabilizzati	Ingrossamento del grano	Bassa tenacità in zona saldata	Eccessiva crescita del grano dovuta a elevate temperature	Minimizzare l'apporto termico in fase di saldatura
Tipi con tenore di Cr ≥ 15%	Infragilimento a 475°C	Si verifica un infragilimento a 400-540°C	Decomposizione della matrice in 2 fasi, una ricca in ferro, l'altra ricca in cromo.	Riscaldare a 600°C e raffreddare rapidamente
Tipi ad alto contenuto di Cr-Mo	Infragilimento - fase sigma (σ)	Si verifica un infragilimento a 550-800°C	Formazione di fase sigma (σ) dovuta alla decomposizione della ferrite delta (δ)	Riscaldare oltre gli 800°C e raffreddare rapidamente
Tipi non stabilizzati	Infragilimento - fasi martensitiche	Si verifica infragilimento in tipi a basso tenore di Cr e elevato tenore di C	Formazione di martensite dovuta a un più rapido raffreddamento	Rimuovere la martensite con un lungo riscaldamento in un intervallo compreso fra 600-700°C

## SALDATURA AD ARCO

La saldatura ad arco è la forma di saldatura più comunemente usata con i ferritici.

## LA SALDATURA TIG

In questo processo (Tungsten Inert Gas) l'energia necessaria a far fondere il metallo è fornita da un arco elettrico fra l'elettrodo di tungsteno e il pezzo.



Serbatoio saldato, tipo 441, Sud Africa.

Gli acciai inossidabili sono sempre saldati in modalità a corrente continua (DC) polarità diretta (l'elettrodo funge da polo negativo), all'interno di un'atmosfera inerte. Se è impiegato del metallo d'apporto, questo sarà in forma di bacchette non rivestite (saldatura manuale) o bobine (saldatura automatica).



Tubificio, Brasile.

## LA SALDATURA MIG

Diversamente dal processo TIG, nel processo MIG (Metal Inert Gas), l'elettrodo è consumabile. L'arco scocca fra il filo metallico d'apporto liquefatto e il pezzo. Lo scudo di gas, iniettato attraverso la torcia, attorno al filo metallico, è usualmente argon con un'aggiunta di ossigeno, fra il 2% e il 3%, sebbene miscele più complesse potrebbero essere usate per certi metodi di saldatura.

Dato che la saldatura è essenzialmente composta da metallo d'apporto, è vitale che la composizione del metallo d'apporto garantisca una perfetta penetrazione e bagnatura del metallo base.

Questo processo ad alta produttività è più difficile da realizzare rispetto alla saldatura TIG, ma i risultati possono essere eccellenti quando il processo è ben controllato.

## SALDATURA A RESISTENZA

Nella saldatura a resistenza, una corrente elettrica è fatta passare attraverso le parti da unire e la saldatura è causata dal calore prodotto per effetto della resistività del materiale (effetto Joule).



Telajo strutturale in 1.4003.

Esistono svariate tecniche di saldatura a resistenza, le più comuni sono la saldatura a punti e la saldatura continua. In entrambi i casi, i principali vantaggi della saldatura a resistenza sono:

- la limitata modificazione della microstruttura nelle zone termicamente alterate.
- l'assenza di fatto di ossidazione superficiale, se i fogli sono correttamente raffreddati.
- il livello molto basso di distorsione dei fogli dopo la saldatura.
- la deformazione "di forgiatura" durante la saldatura, che è particolarmente utile per l'unione degli acciai ferritici.

Paragonati ai requisiti dell'acciaio dolce, le principali differenze nei parametri di processo per l'acciaio inossidabile riguardano le potenze di saldatura, più basse e regolate con più cura (dovute alla bassa conducibilità elettrica e termica) e le pressioni sugli elettrodi, più elevate.

## ALTRI PROCESSI

Altri processi di saldatura applicabili agli acciai inossidabili ferritici comprendono la saldatura a fascio elettronico, la saldatura laser e quella per attrito.

## LA BRASATURA

La brasatura è un processo di unione dei componenti metallici allo stato solido per mezzo di un metallo d'apporto che liquefa a un punto di fusione ben al di sotto di quello dei metalli base. La brasatura dolce impiega leghe d'apporto con punti di fusione sotto i 450°C, mentre le leghe brasanti della brasatura forte sono più dure e fondono a più alte temperature.



Brasatura dolce di una grondaia, tipo 430Ti rivestito in stagno.

I vantaggi di queste tecniche di unione includono le seguenti convenienti caratteristiche:

- richiedono solamente una fonte di calore a bassa temperatura
- le giunzioni possono essere permanenti o temporanee
- possono essere uniti materiali diversi
- la durata del riscaldamento e del raffreddamento è breve
- possono essere unite parti di spessore variabile
- il riallineamento è semplice
- richiedono meno calore della saldatura

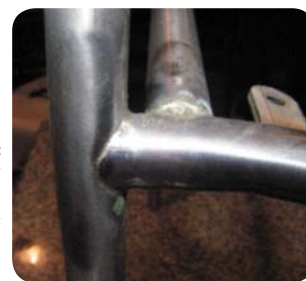
Nel decidere sull'adeguatezza della brasatura dolce o forte per una giunzione strutturale specifica, dovrebbe essere fatta attenzione nel valutare con cura la forza e le prestazioni richieste al giunto.

In entrambi i casi, mentre si esegue la brasatura, è essenziale assicurare la perfetta bagnatura delle due parti solide con il materiale d'apporto liquido.

La sensibilizzazione occorrerà più facilmente nel caso di tipologie non stabilizzate.



Prima e dopo il decapaggio.



Brasatura forte di tubi saldati, tipo 441.

## DECAPAGGIO, PASSIVAZIONE E DECONTAMINAZIONE

La lieve decolorazione risultante dalla saldatura dovrebbe essere eliminata o attraverso una rimozione meccanica o con un trattamento chimico chiamato decapaggio.

Il decapaggio viene effettuato attraverso una soluzione di acido nitrico e fluoridrico (10% $\text{HNO}_3$  + 2% $\text{HF}$ ) oppure usando paste decapanti apposite per la saldatura.

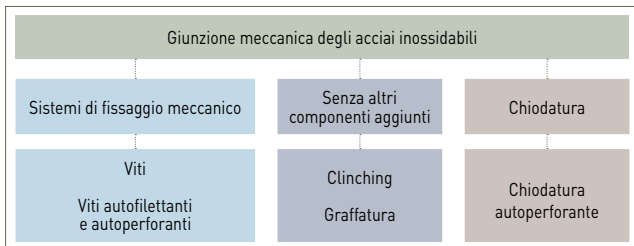
Può essere seguito da un trattamento di passivazione o decontaminazione, per aiutare lo strato passivo (vedere pag. 59) a riformarsi velocemente e rimuovere i residui metallici organici (particelle ricche di ferro). Il processo implica l'immersione in un bagno non caldo di una soluzione al 20-25% di acido nitrico.

La passivazione localizzata delle zone saldate può anche essere condotta per mezzo di paste passivanti speciali.



## GIUNZIONI MECCANICHE

Le tecniche di giunzione meccanica usate per gli acciai al carbonio possono essere ugualmente fruttuose se usate con gli acciai inossidabili.



Le giunzioni meccaniche hanno diversi vantaggi:

- materiali diversi possono essere uniti facilmente
- assenza di zona termicamente alterata
- possono essere unite parti di spessore variabile
- assenza di dilatazione termica.

Si dovrebbe comunque fare qualche considerazione in merito al fatto che le proprietà meccaniche delle giunzioni meccaniche possono avere alcune debolezze, dato che non c'è una coalescenza completa delle parti da unire. Il metodo per operare l'unione potrebbe anche richiedere di accedere dai due lati.

E' vitale assicurare che le superfici a contatto siano tali da non indurre fenomeni di corrosione galvanica. Per evitare questo rischio, le parti che vengono unite dovrebbero essere preferibilmente dello stesso acciaio inossidabile o di un tipo equivalente. Certamente tutti i bulloni, le viti, i rivetti o i sistemi di fissaggio meccanico devono essere di acciaio inossidabile.

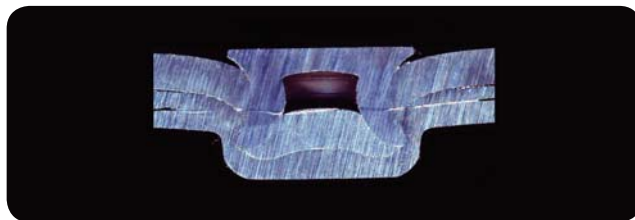
## VITERIA E BULLONERIA

Viti e bulloni di acciaio inossidabile sono disponibili in tutte le principali tipologie. Mentre le tipologie ferritiche al 17% di Cr sono le più adeguate per l'impiego in ambienti solo blandamente aggressivi, la loro resistenza alla corrosione in ambienti contenenti cloruri può essere aumentata tramite l'aggiunta di molibdeno in tenori che vanno dall'1% al 1,5%.



## CHIODATURA

Questa tecnica è sempre effettuata a temperatura ambiente, usando rivetti di diametro massimo 5mm. E' fortemente raccomandato che le giunzioni siano progettate in modo che i rivetti siano sottoposti ad azione di taglio piuttosto che a trazione.



Auto-chiodatura su 430, 1,5 mm.

## CLINCHING

Questa tecnica di giunzione relativamente recente può essere applicata senza difficoltà agli acciai inossidabili, grazie alla loro elevata duttilità. Essendo un processo di formatura a freddo, non causa modifiche strutturali od ossidazione superficiale.

Siccome i fogli da unire devono sovrapporsi, il clinching è usualmente combinato con una giunzione incollata, dando così luogo a un'unione ermeticamente sigillata, per evitare rischi di corrosione interstiziale. Questo può anche smorzare le vibrazioni.

## GRAFFATURA

In questa tecnica di giunzione meccanica di lamiere, i bordi di una o entrambe le lamiere interessate vengono piegate di un angolo di 180°, per produrre una stretta aggraffatura. Come per il clinching, possono essere uniti materiali diversi, per esempio un austenitico ed un ferritico.

Unioni perfettamente a tenuta stagna possono essere realizzate con questa tecnica, che è largamente usata nella produzione di apparecchi domestici.



Esplso delle parti interne di una lavatrice.

## ADESIVI STRUTTURALI

I collegamenti adesivi possono essere usati per rinforzare le giunzioni meccaniche, e più propriamente per unire fogli sottili di acciaio inossidabile.



Incollaggio di una grondaia, tipo 430Ti investito in stagno.

I vantaggi del collegamento adesivo sono:

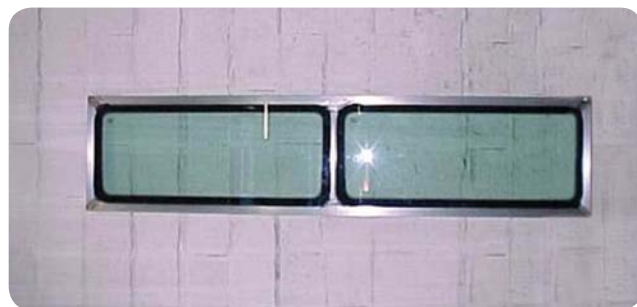
- non c'è modificazione dell'aspetto superficiale, della geometria o della microstruttura delle aree assemblate.
- materiali diversi possono essere uniti facilmente e con una buona resa estetica.
- giunzioni correttamente progettate possono avere eccellente resistenza a fatica.
- il metodo può garantire isolamento termico, elettrico od acustico.
- possono essere unite parti di spessore diverso.

Punti da tenere in considerazione comunque, includono il fatto che tali giunzioni tenderanno ad avere un limite di temperatura di 200°C, e avranno una certa sensibilità all'umidità. Le giunture adesive non saranno così forti come le giunture prodotte dalla saldatura o dalla brasatura. Per questa ragione sono prevalentemente usate per produrre giunture di parti sovrapposte, con carico distribuito sopra un'area sufficiente a limitare gli sforzi concentrati.

E' anche possibile che un acciaio inossidabile dalla superficie liscia (in particolare le superfici con finitura BA) non abbia buone proprietà adesive.

Dopo aver reso ruvida la superficie, è necessario pulirle e asciugarle accuratamente oltre a ben prepararle. La condizione essenziale per un buon collegamento è la soddisfacente bagnatura del substrato con l'adesivo.

Ad esempio, oggi i produttori di bus e pullman spesso costruiscono il telaio con profilati sagomati in acciaio inossidabile ferritico del tipo 1.4003/410. La pelle (lamiera e/o vetro) è incollata al telaio. Questo approccio aumenta la vita del veicolo e ne diminuisce il peso.



Finestrini incollati a un tubolare in 1.4003.







## NICK MCDONALD

MARKETING MANAGER, LINCAT LIMITED,  
LINCOLN, UK.

"Fondata nel 1971, la Lincat è stata capo leader nella produzione dell'equipaggiamento di cucine professionali per 36 anni. La categoria di acciaio ferritico 430, che usiamo fin dall'inizio, è l'assoluto caposaldo del nostro range di produzione.

Questa famiglia incontra in modo ideale la specifica di queste applicazioni ed è un modo economico di unire i vantaggi dell'acciaio inossidabile, che sono così importanti quando si trattano preparazione e presentazione del cibo. In aggiunta, relativamente al 430 la caratteristica di bassa dilatazione termica è una grande tecnica in più nelle applicazioni alle alte temperature.



Noi di fatto facciamo tutto in ferritico 430, eccetto alcuni componenti come le vasche interne dei sistemi a bagno-maria dove stiamo già usando il 304. Dal punto di vista della fabbricazione, i nostri prodotti sono progettati per essere più facilmente mantenuti puliti ed il 430 è un materiale facile da lavorare a questo riguardo.

Stando strettamente a contatto con i bisogni dei nostri clienti, ci siamo costruiti una reputazione per la forza e l'affidabilità di un prodotto eccellente e di produzione duratura. Il tipo 430 è una parte essenziale dell'equazione. Noi e i nostri clienti ne siamo veramente soddisfatti."

# Prodotti e applicazioni

*I ferritici sono spesso associati a rifiniture decorative, lavelli e tubi di scarico delle automobili. La loro reale e potenziale utilità si estende ben oltre questi stretti confini..*

Gli acciai inossidabili ferritici sono acciai al solo cromo, che non contengono nichel. Resistono alla corrosione e all'ossidazione, sono altamente resistenti alla tenso-corrosione, sono vantaggiosamente magnetici ed offrono un insieme di altri vantaggi tecnici estetici e pratici. Spesso dimostrano di valere di più nel lungo termine dell'acciaio al carbonio e sono significativamente meno costosi dei loro cugini austenitici, che contengono nichel.

La loro gamma di usi è attualmente sotto esplorazione e le pagine seguenti mostrano qualcosa dello spettro di possibili usi di questi materiali. Il capitolo copre le applicazioni di molti settori di mercato e molte parti del mondo.

Questa pubblicazione mira ad ispirare gli utenti attuali e potenziali di acciai inossidabili ferritici illustrando le sue applicazioni esistenti e di successo. Inoltre ha lo scopo di incoraggiare una scelta responsabile e documentata del materiale idoneo, la corrispondenza ottimale fra materiale ed applicazione non è mai stata più importante.

## AUTOMOTIVE

### COMPONENTI DI UN SISTEMA DI SCARICO



Tipo 1.4509/441,  
particolare filtro diesel,  
Peugeot 607, Faurecia

### COMPONENTI DI UN SISTEMA DI SCARICO



Tipo 1.4509/441,  
collettore, Faurecia

### COMPONENTI DI UN SISTEMA DI SCARICO



Tipo 1.4512/409, marmitta,  
Faurecia, Corea del Sud

### COMPONENTI DI UN SISTEMA DI SCARICO



Tipo 304 & 441,  
particolare filtro diesel,  
Classe E Mercedes, Faurecia

### COMPONENTI DI UN SISTEMA DI SCARICO



Tipo SUS 430J1L, guscio del  
convertitore catalitico,  
a nido d'ape in 20%Cr-5%Al

### COMPONENTI DI UN SISTEMA DI SCARICO



Tipo 1.4509/441,  
convertitore catalitico,  
Faurecia

### FINIZIONE DECORATIVA



Tipo SUS 430, Corea del Sud

### FINIZIONE DECORATIVA



Tipo SUS 430J1L, Giappone

**FINIZIONE DECORATIVA**



Tipo SUS 430, Corea del Sud

**FINIZIONE DECORATIVA**



Tipo 1.4016/430,  
finitura rivestita di nero, USA

**FINIZIONE DECORATIVA**



Tipo 1.4113/434, USA

**ELEMENO ANTERIORE S.U.V.**



Tipo 1.4513,  
Plastic Omnium, Francia

**PARTE DEL TELAIO DEL  
BAGLIAIO DI UN'AUTOVETTURA**



Tipo 1.4510/430Ti,  
Peugeot 307, Francia

**FARO**



Tipo 1.4513,  
finitura faro, Italia

**AUTOCARRO**



Tipo 1.4113, rifiniture  
decorative autocarro, USA

**MORSETTI**



Tipo 1.4509/441 e 1.4016/430

**FILTRI**



Tipo 1.4512/409L,  
Taiwan, Cina

**DISCHI DEI FRENI**



Tipo 1.4028/420

**TERMOSTATO**



Tipo 1.4512/409, Francia

**RUOTA A PALE**



Tipo 1.4512/409,  
spessore 1,5mm, Francia

# EDILIZIA

## ACCESSORI

### CERNIERE E DISPOSITIVI DI FISSAGGIO PER FINESTRE



Tipo 1.4016/430, Europa

### GRONDAIA



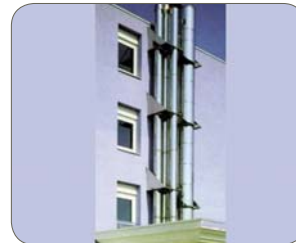
Tipo 1.4510/439,  
rivestita in stagno, Europa

### GRONDAIA



Tipo 1.4510/439, Europa

### CANNE FUMARIE



Tipo 1.4521/444, canne  
fumarie Poujoulat, Francia

## COSTRUZIONI

### ELEMENTI DI ISOLAMENTO (TUBI QUADRI) ESTERNI



Tipo SUH 409L (1.4512/409),  
JSSA, Giappone

### UNITÀ ABITATIVA DI EMERGENZA



Tipo 1.4016/430,  
preverniciato, VERNEST®  
e Centro Inox, Italia

### RIPARO PER SISTEMI DI COMUNICAZIONE



Tipo SUS 436L (1.4526/436),  
JSSA, Giappone

### COSTRUZIONE INDUSTRIALE



Tipo 1.4003, nuovo reparto  
di finitura della  
Columbus, Sud Africa

### ELEMENTI STRUTTURALI DEL TETTO



Supporto per tetti:  
una potenziale nuova  
applicazione per i ferritici

### EDIFICI



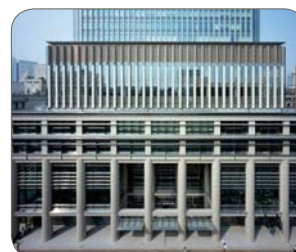
Tipo 445J1L & 445J2,  
Nakano Sakaue Bldg.,  
1996, Giappone

### EDIFICI



SUS 445J2 rivestito  
con resina, Phoenix Resort,  
1994, Giappone

### EDIFICI



Parti esterne SUS 445J1,  
interne SUS304, Nihonbashi  
Mitsui Bldg., 2005, Giappone

## COSTRUZIONI CIVILI

RIVESTIMENTO FONDOASSORBENTE  
PER SOTTOPASSAGGIO

Tipo SUS 436 (1.4526/436),  
JSSA, Giappone

COMPONENTI STRUTTURALI  
DI UN PONTE

Tipo 1.4003/410 verniciato,  
SASSDA, Sud Africa  
(in esercizio da oltre 8 anni)

MURO INTERNO  
DI UN TUNNEL

Tipo SUS 430J1L (1.4016/430),  
JSSA, Giappone

MURO INTERNO  
DI UN TUNNEL

Tipo 1.4016/430, preverniciato,  
Tunnel Monte Mario,  
Centro Inox, Italia

## BARRIERE FRANGIVENTO



Tipo SUS445J2,  
JSSA, Giappone

PIATTAFORMA PER DOPPIA  
PORTA ESTERNA

Tipo 1.4510/439, finitura  
"hair-line", Corea del Sud

## TRALICCI ELETTRICI



Tipo 1.4003 (la prima più  
grande applicazione nel  
1982, lungo la riva del mare  
a 10m dalle onde, nessuna  
corrosione) Sud Africa

## GENERATORE DI POTENZA



Tipo 1.4003/410,  
packing di una torre  
di raffreddamento  
(X-grid), Sud Africa

## RIVESTIMENTO

RIVESTIMENTO DELLA  
FACCIATA DI UN EDIFICIO

Tipo SUS 445m2, finitura opaca  
a bassa riflettività,  
ASSD, Australia

RIVESTIMENTO DELLA  
FACCIATA DI UN EDIFICIO

Tipo 1.4521/444 spazzolato  
(finitura n.4), pannelli  
orizzontali, Vivo Building,  
Rio de Janeiro, Nucleo Inox,  
Brasile (ambiente costiero)

RIVESTIMENTO DELLA  
FACCIATA DI UN EDIFICIO

Tipo SUS 445J2, Museo  
della Scienza del Futuro,  
JSSA, Giappone

RIVESTIMENTO DELLA  
FACCIATA DI UN EDIFICIO

Tipo 1.4526/436, Ugine  
e Alz Steel Service Centre,  
Acelor Mittal Stainless,  
Katowice, Polonia



## ASCENSORI

### SCALE MOBILI



Tipo SUS 430LX (1.4016/430), Giappone

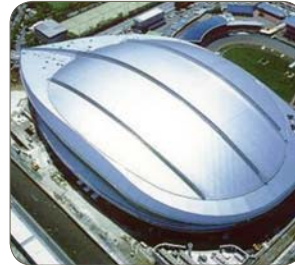
### PANNELLI PER ASCENSORI



Tipo 1.4510/439

## COPERTURE

### TETTO DEL MEDIADOME



Tipo SUS445J2, Kitakyushu Mediadome (Fukuoka Pref.) 1998, Giappone

### TETTO DI UNA SCUOLA



Tipo 430Ti (tecnica standing seam), Ugine e Alz, Austria

### TETTO DI UNA PALESTRA



Tipo 445, Kosa, Corea del Sud

### CANOPY (SPORGENZA ORNAMENTALE FATTA A GUISA DI TETTO)



Tipo 446, Kosa, Seoul, Corea del Sud

### TETTO DI UNO CHALET



Tipo 1.4510/430Ti (tecnica standing seam), Ugine e Alz, Germania

### TETTO DI UN AEREOPORTO



Tipo SUS447J1, palazzo del terminal dell'aeroporto di Kansai (architetto Renzo Piano), JSSA, Osaka, Giappone

## EDILIZIA URBANA

### PALO DELLA LUCE



Tipo 1.4510/439, tubo saldato elettrolucidato, KOSA, Seoul, Corea del Sud

### CASELLE POSTALI



Tipo 1.4003/410 verniciato, SASSDA, Sud Africa. I "vantaggiosi" ferritici sono spesso verniciati, quando le considerazioni estetiche sono importanti

### MACCHINA PER I BIGLIETTI SUL MARCIAPIEDE DELLA STAZIONE FERROVIARIA



Tipo 1.4003/410, verniciato (da 15 anni in esercizio), SASSDA, UK

### ARMADI PER QUADRI ELETTRICI



Tipo 1.4003/410, verniciato (da 15 anni in esercizio), SASSDA, Sud Africa

# ATTREZZATURA ALIMENTARE COMMERCIALE

## FORNO PER IL PANE



Tipo 430, Macadams Baking Systems (PTY) Ltd, Sud Africa

## ATTREZZATURA PER CUCINA A GAS



Tipo 430, Lincat, UK

## DISTRIBUTORE DI CAFFÈ



Tipo SUS430J1, JSSA, Giappone

## BANCO ESPOSITORE TERMICO



Tipo 430, Lincat, UK

## TOSTA PANE A NASTRO



Tipo 430, Lincat, UK

## FORNO A MICROONDE



Tipo 430 (interno ed esterno), JSSA, Giappone

## PIANO COTTURA



Tipo 430 (piastra a gas), POSCO, Corea del Sud

## FRIGORIFERO



Pannello in SUS430J1L rivestito di resina, JSSA, Giappone

## MACCHINA DEL CAFFÈ



Tipo 430, Lincat, UK

## CARRELLO PORTAVIVANDE



Tipo 430

## BANCO ESPOSITORE



Tipo 430, Lincat, UK

## DISPENSA A MURO



Tipo 430, Lincat, UK

# CASA & UFFICIO

Nelle seguenti applicazioni, i ferritici (serie 400) si sono imposti sul campo come ideali, in virtù delle loro qualità estetiche, della loro resistenza agli agenti disinfettanti e detergenti, del loro basso coefficiente di dilatazione termica e del loro magnetismo (per le cucine ad induzione). Offrono anche considerevoli vantaggi economici su altri materiali.

## ATTREZZATURE PER CUCINE DOMESTICHE

### CUCINA A GAS



KOSA, Corea del Sud

### VARI



TKN, Germania

### FORNO A MICROONDE



Tipo SUS430J1,  
JSSA, Giappone

### TOP CUCINA A GAS



TSSDA, Thailandia

### BARBECUE



Tipo 1.4016/430,  
coperchio e braciere, Ompagril  
e Centro Inox, Italia

### BARBECUE



Tipo 1.4016/430,  
barbecue, USA

### WOK



### PENTOLE, PADELLE E TEGAMI PER CUCINA A INDUZIONE



Gruppo SEB (Tefal)

## LAVASTOVIGLIE

### PENTOLA A PRESSIONE



Tipo 430, Gruppo SEB

### TEGAMI



Tipo 430, POSCO,  
Corea del Sud

### LAVASTOVIGLIE



Tipo 430 pannello interno

### LAVASTOVIGLIE



Pannello esterno in  
SUS430J1L rivestito in  
resina, JSSA, Giappone

APPARECCHI ELETTRICI

LAVASTOVIGLIE



Tipo 430, pannelli esterni ed interni, Haier, PRC

MIXER



Tipo 1.4513, TKN, Italia

MIXER



Tipo 430

MACCHINA ELETTRICA PER CUCINARE IL RISO



SUS430 rivestito in resina, JSSA, Giappone

COMPONENTI VARI

BOLLITORE ELETTRICO



SUS430 rivestito in resina, JSSA, Giappone

SCAFFALATURA



Tipo 1.4016/430, scaffalatura orizzontale, Graepel e Centro Inox, Italia

CONTENITORE PER RIFIUTI



Tipo 1.4016/430, Graepel e Centro Inox, Italia

DIVISORIO



Tipo 430, POSCO, Corea del Sud

CAPPE

ORRIMANO



Tipo 430 tubo saldato

TELAIO MONITOR LCD



Tipo 410, POSCO, Corea del Sud

CAPPE DA CUCINA



Tipo 430, Blanco, TNK, Germania

CAPPE DA CUCINA



Tipo 430, Falmeç, Nucleo Inox, Brasile

## ATTREZZATURE PER CUCINE DOMESTICHE

### DISPENSER PER IL SAPONE LIQUIDO



Tipo 430

### BOLLITORE ELETTRICO



Tipo 430, Gruppo SEB

### PENTOLA PER LA PASTA



Strato singolo SUS430J1L  
(riscaldamento ad  
induzione), JSSA, Giappone

## FIRGORIFERI

### FRIGORIFERO & FREEZER



Tipo 430 pannello

## LAVELLI

### FRIGORIFERO & FREEZER



Sportello in 430,  
TKN, Germania

### LAVELLO DI UNA CUCINA DOMESTICA



Tipo 430, Tramontina, Brasile

## LAVATRICI

### CESTELLO



Tipo 430 (cestello e pannello  
esterno), TNK, Germania

### CESTELLO



Cestello in 430,  
LG Electronics, Corea del Sud

## ASCIUGATRICI

### CESTELLO



Tipo SUS430, JSSA, Giappone

### CESTELLO



Tipo 409, Whirlpool, Europa

## POSATE DA TAVOLA

### CUCCHIAINO ASIATICO



Tipo 430

### POSATE



Serie 400, IKEA

# INDUSTRIA

I ferritici sono ampiamente usati dove la manutenzione degli acciai al carbonio è di fatto impossibile.

## TUBI DI USCITA DI GAS



Tipo 1.4003/410 verniciato, Columbus, Sud Africa

## CANCELLI DI CONTROLLO DELLA PIENA



Tipo 1.4003/410 verniciato, Columbus, Sud Africa

## SERBATOI



Tipo SUS430J1L rivestito in resina colorata (rivestimento esterno), JSSA, Giappone

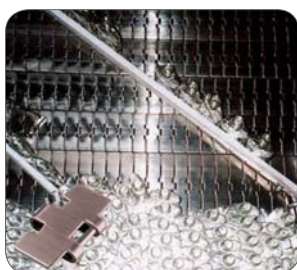
## COLONNA DI FRAZIONAMENTO



Tipo 410S, Europa

## BRUCIATORI

### CONVOGLIATORE A NASTRO



Tipo 410S, Europa

### BRUCIATORI



Tipo 1.4509/441 (elevata resistenza all'ossidazione a caldo)

### BRUCIATORE



Tipo SUS430, bruciatore caldaia a gas, JSSA, Giappone

## CALDAIE

### TUBO INTERNO DI CALDAIA



Tipo 1.4521/444, KOSA, Corea del Sud

### CALDAIETTA MURALE - "IDROCALDAIA"



Tipo 1.4521/444, ZIP industries and ASSD, Australia

### CALDAIA



Tipo 444, Europa

### SERBATOIO PER L'ACQUA CALDA



Tipo 1.4521/444, Europa

### SERBATOIO PER L'ACQUA CALDA



Tipo SUS444, JSSA, Giappone

## TRATTAMENTO DI PRODOTTI ALIMENTARI

### MURI E SOFFITTI



Tipo 445M2,  
Melbourne, Australia

## SCAMBIATORI DI CALORE

### SEPARATORE DI UMIDITA' TUBI SALDATI DEL RISCALDATORE INTERMEDIO



Tipo 1.4510/439,  
VALTIMET, Europa

In sostituzione di cupro-nichel (problemi di erosione dovuti al vapore e a migrazione del rame), acciaio al carbonio (problemi di erosione) e 304 (problemi legati alla maggiore dilatazione termica rispetto all'acciaio al carbonio).

### TUBI SALDATI DEL RISCALDATORE DELL'ACQUA DI ALIMENTAZIONE



Tipo 1.4510/439,  
VALTIMET, Europa

### TUBI SALDATI DI UN CONDESATORE



Tipo 1.4510/439,  
VALTIMET, Europa

## RISCALDATORI D'ACQUA A PANNELLI SOLARI

### RISCALDATORE D'ACQUA A PANNELLI SOLARI



Tipo SUS444,  
Suncue Company Ltd  
e YUSCO, Taiwan, Cina

### RISCALDATORE D'ACQUA A PANNELLI SOLARI



Tipo 1.4509/441 (cilindro),  
Sun Tank e SASSDA,  
Sud Africa

### RISCALDATORE D'ACQUA A PANNELLI SOLARI



Pannelli solari: una  
potenziale applicazione  
per i ferritici 441/444

## INDUSTRIA ZUCCHIERA

### SISTEMA TRASPORTATORE



Tipo 1.4003/410, Columbus,  
Sud Africa. Qui il ferritico  
è durato più di 18 anni

## TRASPORTATORE DI ARDESIA



Tipo 1.4003/410, Columbus,  
Sud Africa. Questa macchina  
è in servizio da 22 anni

### COPERCHIO DEL RISCALDATORE



Tipo 1.4003/410, Columbus,  
Sud Africa. Acciaio al  
carbonio (in alto) paragonato  
all'acciaio ferritico (in basso)  
dopo 6 anni di servizio

### SCAMBIATORE DI CALORE A FASCIO TUBIERO



Tipo 1.4521/444,  
Nucleo Inox, Brasile

### CRISTALLIZZATORE E DIFFUSORE



Tipo 1.4003/410,  
Columbus, Sud Africa

## SERBATOI

## SERBATOI PER ACQUA E TUBI



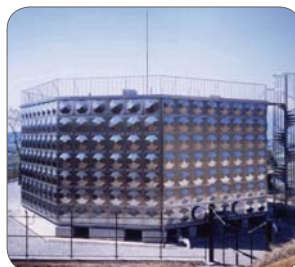
Tipo 444, Brasile

## SERBATOIO PER ACQUA



Tipo 444, KOSA, Corea del Sud

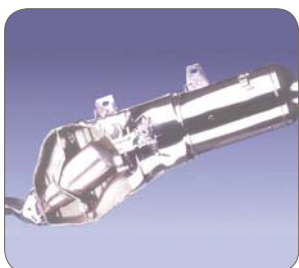
## SERBATOIO PER ACQUA

Parzialmente in SUS 444,  
finitura No. 4, JSSA, Giappone

## SERBATOIO PER ACQUA

Parzialmente in SUS 444,  
finitura No. 4, JSSA, GiapponeSERBATOIO DI STOCCAGGIO  
E FERMENTAZIONETipo 444, Nucleo Inox,  
Brasile. Sander Inox  
ha prodotto con successo  
questi serbatoi per 7 anniSERBATOIO DI STOCCAGGIO  
E FERMENTAZIONE

Tipo 444, Nucleo Inox, Brasile

SISTEMA DI SCARICO  
DI UN MOTOCICLOTipo 1.4512/409L,  
YUSCO, Taiwan, CinaSISTEMA DI SCARICO  
DI UN MOTOCICLOTipo 1.4509/441, Centro  
Inox, Italia. La nuova Vespa  
ET2 è equipaggiata con una  
marmitta catalitica in ferriticoSISTEMA DI SCARICO  
DI UN MOTOCICLO

Tipo 409L

SISTEMA DI SCARICO  
DI UN MOTOCICLO

Tipo 409L, Acesita, Brasile

## ROTORE DEL FRENO A DISCO

Tipo SUS410SM1,  
JSSA, Giappone

## VARI

Freni a disco in 420, finiture  
decorative in 1.4113, Italia

## MOTOCICLI



# TRASPORTI

## TELAIO DI UN BUS



Tipo 1.4003/410,  
Columbus, Sud Africa

## TELAIO DI UN BUS



Tipo 1.4003/410 (le parti  
più basse sono verniciate),  
Columbus, Sud Africa

## TELAIO DI UN BUS



Tipo 1.4003, pannelli  
e tubi saldati, Solaris Bus  
and Coach Co., Polonia

## CONTAINER



Tipo 1.4003/410 (telaio  
e pannelli), POSCO,  
Corea del Sud

## CONTAINER



Tipo 1.4003/410, verniciato  
(telaio e pannelli della porta)

## VAGONE PER IL CARBONE



Tipo 1.4003/410 (pannelli),  
Columbus, Sud Africa.  
In servizio da oltre 20 anni

## VAGONE PER IL CARBONE



Tipo 1.4003/410 (pannelli),  
Columbus, Sud Africa.  
In servizio da oltre 15 anni

## VAGONE PER IL CARBONE



Tipo 1.4003 (interno  
del precedente), SASSDA,  
Sud Africa

## VAGONE PER IL CARBONE



Tipo 1.4003/410,  
verniciato, Europa

## VAGONE PER IL CARBONE



Tipo 409/410, verniciato,  
TISCO, PRC

## VAGONE PER IL CARBONE



Tipo 1.4003,  
SASSDA, Sud Africa

## TRAM



Tipo 1.4003/410 (telaio  
e pannelli verniciati), Europa



## APPENDICI

# La composizione chimica degli acciai inossidabili ferritici

*Gli acciai inossidabili ferritici hanno proprietà simili a quelle dell'acciaio dolce ma mostrano decisamente una migliore resistenza alla corrosione. Il loro sviluppo iniziò più di un secolo fa.*

### I PRIMI FERRITICI

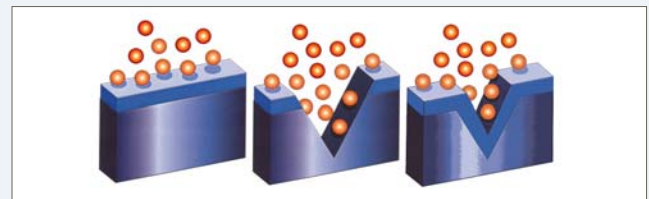
L'acciaio inossidabile fu "scoperto" intorno al 1900-1915. Come molte scoperte, fu in realtà il risultato degli sforzi congiunti di diversi scienziati. Una ricerca fu pubblicata in Inghilterra, Francia e Germania riguardo leghe con composizioni che sarebbero conosciute oggi come quelle dei tipi 410, 420, 430, 442, 446 e 440C.

Gli acciai inossidabili devono avere un livello veramente basso di carbonio. Per molti anni fu difficile ottenere un livello di carbonio così basso il che spiega il tardo arrivo di "buoni" ferritici (negli anni '80).

### I TIPI E LE LORO PROPRIETA' CHIMICHE

Il cromo (Cr) è di gran lunga il più importante elemento in lega nella produzione dell'acciaio inossidabile. Forma il "film passivo" che rende l'acciaio inossidabile resistente alla corrosione, e accresce la resistenza all'ossidazione a caldo, all'usura ed alla trazione.

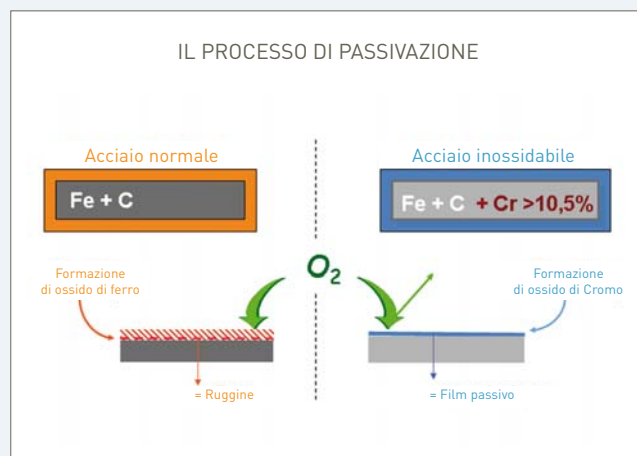
Un contenuto di cromo minimo del 10,5% (in peso) è richiesto perchè il film passivo ed autoriparatore di ossido di cromo si formi affidabilmente. Più alto è il contenuto di cromo, più forte è lo strato passivo.



Se la superficie dell'acciaio inossidabile è lavorata alle macchine od accidentalmente danneggiata, il film passivo si riforma istantaneamente in presenza di un ambiente sufficientemente ossidante (es. aria, acqua, ...)

### COMPOSIZIONE CHIMICA E STANDARD INTERNAZIONALI

Le tabelle seguenti mostrano le analisi chimiche dei cinque gruppi di acciai inossidabili ferritici.



I 5 GRUPPI DEGLI ACCIAI INOSSIDABILI FERRITICI

Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3	Gruppo 4	Gruppo 5
10%-14%	14%-18%	14%-18% stabilizzati	Aggiunta di Mo	Altri
Tipi 409, 410, 420 Contenuto di Cr: 10%-14%	Tipo 430 Contenuto di Cr: 14%-18%	Tipi 430Ti, 439, 441, etc. Contenuto di Cr: 14%-18%. Contengono elementi stabilizzanti come Ti, Nb, etc.	Tipi 434, 436, 444, etc. Contenuto di Mo superiore allo 0.5%	Contenuto di Cr del 18%-30% o non appartenenti agli altri gruppi

STANDARDS: - ASTMA A 240 - 06C, NOVEMBRE 2006

- EN 10088-2, SETTEMBRE 2005

- JIS G 4305, 1991

## GRUPPO 1

	AISI, ASTM	Composizione chimica [% in peso max]													Standard	Ref.	
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ti	Nb	Cu	Al	N	Ni			
10%-14%Cr	403(M)	0.15 0.12-0.17	0.5 1.0	1.0 1.0	0.04 0.04	0.03 0.015	11.5-13.0 12.0-14.0									JIS EN	SUS403 1.4024
	405	0.08 0.08 0.08 0.08	1.0 1.0 1.0 1.0	1.0 1.0 1.0 1.0	0.04 0.04 0.04 0.04	0.03 0.015 0.015 0.03	11.5-14.5 12.0-14.0 12.0-14.0 11.5-14.5					0.1-0.3  0.1-0.3 0.1-0.3		0.6		UNS EN EN JIS	S40500 1.4000 1.4002 SUS405
	409L	0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.08 0.03	1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.5 0.7 1.0	1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.5 1.5 1.0	0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04 0.04	0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.02 0.015 0.015 0.03	10.5-11.7 10.5-11.7 10.5-11.7 10.5-11.7 10.5-11.7 10.5-12.5 10.5-12.5 10.5-12.5 10.5-11.75		6x[C+N]-0.5 8x[C+N]-0.5 [0.08+8x[C+N]]-0.75 0.05-0.2 6x[C+N]-0.75  6x[C+N]-0.65 0.05-0.35 6xC-0.75	0.17 0.1 0.18-0.4			0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.03 0.5 0.5 0.6	0.5 0.5 0.5 0.5-1.0 0.3-1.0 0.5 0.5-1.5 0.6		UNS UNS UNS UNS UNS EN EN JIS	S40910 S40920 S40930 S40945 S40975 S40977 1.4512 1.4516 SUH409L
	410(M)	0.08-0.15 0.08-0.15 0.15	1.0 1.0 1.0	1.0 1.5 1.0	0.04 0.04 0.04	0.03 0.015 0.03	11.5-13.5 11.5-13.5 11.5-13.5									UNS EN JIS	S41000 1.4006 SUS410
	410L	0.03 0.03 0.04 0.03	1.0 1.0 1.0 1.0	1.5 1.0 1.0 1.0	0.04 0.04 0.045 0.04	0.03 0.03 0.03 0.03	10.5-12.5 12.0-13.0 10.5-12.5 11.0-13.5			9[C+N]-0.6				0.03 0.03 0.1	1.5 0.5 0.6-1.10	UNS UNS UNS JIS	S41003 S41045 S41050 SUS410L
		0.03	1.0	1.5	0.04	0.015	10.5-12.5								0.3-1.0	EN	1.4003
	410S(M)	0.08 0.08	1.0 1.0	1.0 1.0	0.04 0.04	0.03 0.03	11.5-13.5 11.5-13.5								0.6 0.6	UNS JIS	S41008 SUS410S
	420J1(M)	0.16-0.25 0.16-0.25	1.0 1.0	1.0 1.5	0.04 0.04	0.03 0.015	12.0-14.0 12.0-14.0									JIS EN	SUS420J1 1.4021
	420J2(M)	0.26-0.40 0.26-0.35 0.36-0.42 0.43-0.50	1.0 1.0 1.0 1.0	1.0 1.5 1.0 1.0	0.04 0.04 0.04 0.04	0.03 0.015 0.015 0.015	12.0-14.0 12.0-14.0 12.5-14.5 12.5-14.5									JIS EN EN EN	SUS420J2 1.4028 1.4031 1.4034

## GRUPPO 2

	AISI, ASTM	Composizione chimica [% in peso max]													Standard	Ref.	
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ti	Nb	Cu	Al	N	Ni			
14%-18%Cr	420	0.08 0.08	1.0 1.0	1.0 1.0	0.045 0.04	0.03 0.015	13.5-15.5 13.5-15.5	0.2-1.2 0.2-1.2	0.3-0.5 0.3-0.5						1.0-2.5 1.0-2.5	UNS EN	S42035 1.4589
	429	0.12 0.12	1.0 1.0	1.0 1.0	0.04 0.04	0.03 0.03	14.0-16.0 14.0-16.0									UNS JIS	S42900 SUS429
	429J1(M)	0.25-0.4.0	1.0	1.0	0.04	0.03	15.0-17.0									JIS	SUS429J1
	430	0.12 0.08 0.12	1.0 1.0 0.75	1.0 1.0 1.0	0.04 0.04 0.04	0.03 0.015 0.03	16.0-18.0 16.0-18.0 16.0-18.0								0.75	UNS EN JIS	S43000 1.4016 SUS430
	1.4017	0.08	1.0	1.0	0.04	0.015	16.0-18.0								1.2-1.6	EN	1.4017
	440(M)	0.6-0.75	1.0	1.0	0.04	0.03	16.0-18.0									JIS	SUS440A

### GRUPPO 3

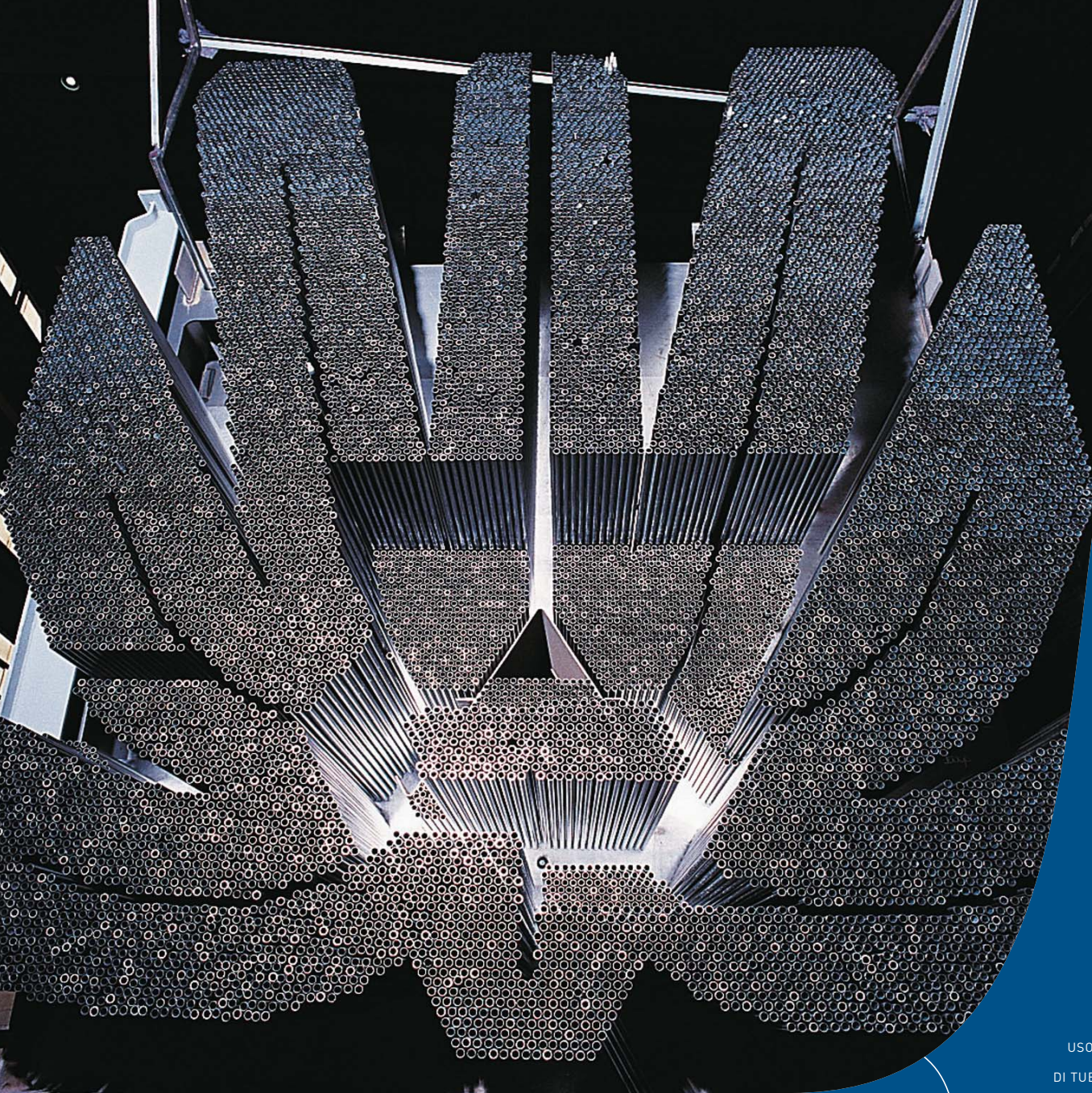
	AISI, ASTM	Composizione chimica [% in peso max]													Standard	Ref.		
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ti	Nb	Cu	Al	N	Ni				
14%-18%Cr stabilizzati	430J1L	0.025	1.0	1.0	0.04	0.03	16.0-20.0				8x[C+N]-0.8	0.3-0.8		0.025			JIS	SUS430J1L
	430LX	0.03	0.75	1.0	0.04	0.03	16.0-19.0		0.1-1.0						0.6		JIS	SUS430LX
	439	0.03	1.0	1.0	0.04	0.03	17.0-19.0		[0.2+4x(C+N)]-1.10			0.15	0.03	0.5			UNS	S43035
		0.05	1.0	1.0	0.04	0.015	16.0-18.0		[0.15+4x(C+N)]-0.8								EN	1.4510
		0.03	1.0	1.0	0.04	0.03	17.0-19.0		[0.2+4x(C+N)]-0.75			0.15	0.03	0.5			UNS	S43932
		0.03	1.0	1.0	0.04	0.015	17.5-18.5		0.1-0.6	[0.3+(3xC)]							UNS	S43940
		0.03	1.0	1.0	0.04	0.015	16.0-17.5			0.35-0.55							EN	1.4590
		0.025	0.5	0.5	0.04	0.015	16.0-18.0		0.3-0.6								EN	1.4520
		0.02	1.0	1.0	0.04	0.015	13.0-15.0			0.2-0.6							EN	1.4595
	430Ti	0.05	1.0	1.0	0.4	0.015	16.0-18.0		0.6								EN	1.4511
441	0.03	1.0	1.0	0.04	0.03	17.5-18.5		0.1-0.6	9xC+0.3-1							UNS	S44100	
	0.03	1.0	1.0	0.04	0.015	17.5-18.5		0.1-0.6	3xC+0.3-1							EN	1.4509	

### GRUPPO 4

	AISI, ASTM	Composizione chimica [% in peso max]														Standard	Ref.		
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ti	Nb	Cu	Al	N	Ni	Other				
Aggiunta di Mo	415	0.05	0.6	0.5-1.0	0.03	0.03	11.5-14.0	0.5-1.0						3.5-5.5			UNS	S41500	
	434	0.12	1.0	1.0	0.04	0.03	16.0-18.0	0.75-1.25										UNS	S43400
		0.08	0.75	0.8	0.04	0.015	16.0-18.0	0.9-1.4										EN	1.4113
		0.08	1.0	1.0	0.04	0.015	16.0-18.0	0.8-1.4		[7x(C+N)+0.1]-1.0			0.04				EN	1.4526	
		0.12	1.0	1.0	0.04	0.03	16.0-18.0	0.75-1.25									JIS	SUS434	
	436	0.12	1.0	1.0	0.04	0.03	16.0-18.0	0.75-1.25		8x(C+N)-0.8			0.025				UNS	S43600	
		0.025	1.0	1.0	0.04	0.015	16.0-18.0	0.9-1.4		0.3-0.6							EN	1.4513	
		0.025	1.0	1.0	0.04	0.03	16.0-19.0	0.75-1.25		8x(C+N)-0.8			0.025				JIS	SUS436L	
	1.4419(M)	0.36-0.42	1.0	1.0	0.04	0.015	13.0-14.5	0.6-1.0									EN	1.4419	
	1.4110(M)	0.48-0.60	1.0	1.0	0.04	0.015	13.0-15.0	0.5-0.8							V≤0.15		EN	1.4110	
	1.4116(M)	0.45-0.55	1.0	1.0	0.04	0.015	14.0-15.0	0.5-0.8							0.1≤V≤0.2		EN	1.4116	
	1.4122(M)	0.33-0.45	1.0	1.5	0.04	0.015	15.5-17.5	0.8-1.3									EN	1.4122	
	1.4313(M)	≤0.05	0.7	1.5	0.04	0.015	12.0-14.0	0.3-0.7						≤1.0			EN	1.4313	
	1.4418(M)	≤0.06	0.7	1.5	0.04	0.015	15.0-17.0	0.8-1.5						≥0.02	3.5-4.5		EN	1.4313	
														≥0.02	4.0-6.0		EN	1.4418	
	436J1L	0.025	1.0	1.0	0.04	0.03	17.0-20.0	0.4-0.8		8x(C+N)-0.8			0.025				JIS	SUS436J1L	
444	0.025	1.0	0.7-1.5	0.04	0.03	17.5-19.5	1.75-2.5		0.2+4(C+N)-0.8				1.0			UNS	S44400		
	0.025	1.0	1.0	0.04	0.015	17.0-20.0	1.8-2.5		4x(C+N)+0.15-0.8			0.03				EN	1.4521		
	0.025	1.0	1.0	0.04	0.03	17.0-20.0	1.75-2.5		8x(C+N)-0.8			0.025				JIS	SUS444		

### GRUPPO 5

	AISI, ASTM	Composizione chimica [% in peso max]													Standard	Ref.		
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ti	Nb	Cu	Al	N	Ni				
Altri	445	0.02	1.0	1.0	0.04	0.012	19.0-21.0			10x(C+N)-0.8	0.3-0.6		0.03	0.6			UNS	S44500
	445J1	0.025	1.0	1.0	0.04	0.03	21.0-24.0			0.7-1.5			0.025				JIS	SUS445J1
	445J2	0.025	1.0	1.0	0.04	0.03	21.0-24.0	1.5-2.5					0.025				JIS	SUS445J2
	446	0.06	0.75	0.75	0.04	0.02	25.0-27.0	0.75-1.5	0.2-1.0		0.2	0.04					UNS	S44626
		0.01	0.4	0.4	0.02	0.02	25.0-27.5	0.75-1.5		0.05-0.2	0.2	0.015	0.5				UNS	S44627
		0.025	0.75	1.0	0.04	0.03	24.5-26.0	3.5-4.5		[0.2+4(C+N)]-0.80		0.035	3.5-4.5				UNS	S44635
		0.03	1.0	1.0	0.04	0.03	25.0-28.0	3.0-4.0		6x(C+N)-1.0		0.04	1.0-3.5				UNS	S44660
		0.01	0.4	0.4	0.03	0.02	25.0-27.5	0.75-1.5				0.015	0.5				JIS	SUSXM27
	447	0.01	0.2	0.3	0.025	0.02	28.0-30.0	3.5-4.2				0.15		0.02	0.15	[C+N] 0.025	UNS	S44700
		0.03	1.0	1.0	0.04	0.03	28.0-30.0	3.6-4.2						0.045	1.0		UNS	S44735
		0.025	1.0	1.0	0.03	0.01	28.0-30.0	3.5-4.5		[4x(C+N)+0.15]-0.8				0.045			EN	1.4592
		0.01	0.4	0.4	0.03	0.02	28.5-32.0	1.5-2.5						0.015			JIS	SUS447J1
448	0.01	0.2	0.3	0.025	0.02	28.0-30.0	3.5-4.2				0.15		0.02	2-2.5	[C+N] 0.025	UNS	S44800	



USO MASSICCIO  
DI TUBI FERRITICI  
IN UN CONDENSATORE  
DI UNA STAZIONE  
DI POTENZA.

## APPENDICI

# Finiture superficiali

*I trattamenti di finitura superficiale applicati agli acciai inossidabili possono assumere molte forme. Le finiture principali sono descritte qui sotto. Le finiture superficiali dei ferritici sono le stesse di quelle degli austenitici e delle altre famiglie.*

Descrizione	ASTM	EN 10088-2	Note
Laminato a caldo	1	1E/1D	Una superficie piuttosto rugosa e opaca ottenuta laminando a caldo fino allo spessore desiderato, seguito da ricottura e decapaggio.
Laminato a freddo	2D	2D	Una finitura laminata a freddo opaca prodotta laminando a freddo fino allo spessore desiderato, seguito da ricottura e decapaggio. Può essere anche ottenuta con una leggera passata finale su cilindri opachi.
Laminato a freddo	2B	2B	Una finitura laminata a freddo brillante comunemente prodotta come la 2D, tranne per il fatto che la lamiera ricotta e decapata riceve una "skinpassata" a freddo finale su cilindri lucidi. Questa è una finitura a freddo per uso generale ed è più facilmente lucidabile rispetto alla 1 e alla 2D.
Bright annealed	BA	2R	La finitura BA è prodotta attraverso ricottura brillante in atmosfera inerte dopo la laminazione a freddo. Più liscia e brillante della finitura 2B.
Spazzolato o levigato opaco	No. 4	1J/2J	Una finitura brillante levigata per uso generale ottenuta tramite una finitura con mesh abrasiva di granulometria 120-150, dopo una iniziale smerigliatura con abrasivi più grossolani.
Satinato (opaco)	No. 6	1K/2K	Una delicata satinatura che ha una minore riflettività della finitura spazzolata (o levigata opaca). E' realizzata con una spazzola "Tampico".
Lucidato (a specchio)	No. 8	1P/2P	La finitura più riflettente comunemente realizzata. Si ottiene tramite abrasivi successivi sempre più fini e lucidando poi a mezzo di composti lucidanti. La superficie è essenzialmente priva di tracce delle operazioni preliminari di smerigliatura.
Superficie elettrolucidata	-	-	Questa superficie è prodotta tramite attacco elettrolitico. Questo processo elettrochimico migliora la finitura superficiale rimuovendo i picchi di irregolarità della superficie.

(nb: la tabella sopra riportata non è ufficiale e deve essere usata solo a titolo informativo)



2D



2B



BA



no. 4



no.6

## APPENDICI

# Bibliografia

- Bucher, L., P.-O. Santacreu, *et al.* "Elasto-Viscoplastic Behaviour of Ferritic Stainless Steel AISI 441-EN 1.4509 from room temperature to 850°C." *Journal of ASTM International (JAI)* Vol. 3, Issue 7 (2006). Also: *Fatigue and Fracture Mechanics* (symposium), Vol. 35.
- Cunat, Pierre-Jean. "Working with Stainless Steels" Paris: SIRPE, 1998.
- Fedosseev, A, and D. Raabe. "Application of the method of superposition of harmonic currents for the simulation of inhomogeneous deformation during hot rolling of FeCr." *Scripta Metall. Mater* Vol. 30 (1994): 1-6.
- Gümpel, P., N. Arlt, *et al.* "Simulation des Korrosionsverhaltens von nichtrostenden Stählen in PKW-Abgasanlagen." *Automobiltechnische Zeitschrift (ATZ)* No. 4 (2004): 350-356.
- Huh, M.-Y., J.-H. Lee, *et al.* "Effect of Through-Thickness Macro and Micro-Texture Gradients on Ridging of 17%Cr Ferritic Stainless Steel Sheet." *Steel Research* Vol. 76, No. 11 (2005): 797-806.
- Kim, D. S., J. H. Park, *et al.* "Improvement of Cleanliness of 16%Cr-containing Ferritic Stainless Steel in AOD Processes", *La Revue de Metallurgie* No. 4, Paris (2004): 291-299.
- Kim, K, Y. Kim, *et al.* "POSCO's development of Ferritic Stainless Steel." *The Second Baosteel Biennial Academic Conference* Vol. 3, Shanghai, China (2006).
- Lee, S.-B., M.-C. Jung, *et al.* "Effect of Niobium on Nitrogen Solubility in High Chromium Steel." *ISIJ International* Vol. 42 (2002): 603-608.
- Lee, S.-B., J.-H. Choi, *et al.* "Aluminum Deoxidation Equilibrium in Liquid Fe-16 Pct Cr Alloy." *Metallurgical and Materials Transactions B*, Vol. 36B (2005): 414-416.
- Miyazaki, A., J. Hirasawa, *et al.* "Development of High Heat-Resistant Ferritic Stainless Steel with High Formability, RMH-1, for Automotive Exhaust Manifolds." *Kawasaki Steel Technical Report* No. 48 (2003): 328.
- Miyazaki, A., Takao, *et al.* "Effect of Nb on the Proof Strength of Ferritic Stainless Steels at Elevated Temperatures." *ISIJ International* Vol. 42, No. 8 (2002): 916-920.
- Murayama, M, N. Makiishi, *et al.* "Nano-scale chemical analysis of passivated surface layer on stainless steels." *Corrosion Science* Vol. 48 (2006): 1307-1308.
- Park, J. H., D. S. Kim, *et al.* "Inclusion Control of Fe-16%Cr Stainless Steel Melts by Aluminum Deoxidation and Calcium Treatment." *AIST Transactions in Iron & Steel Technology Magazine* Vol. 4, No. 1 (2007): 137-144.
- Park, S. H., K.Y. Kim, *et al.* "Evolution of Microstructure and Texture Associated with Ridging in Ferritic Stainless Steels." ICOTOM 13, Seoul, Korea (2002): 1335.
- Park, S. H., K. Y. Kim, *et al.* "Investigation of Microstructure and Texture Evolution in Ferritic Stainless Steels," *ISIJ International* Vol.42, No.1 (2002): 100.
- Park, S. H., K. Y. Kim, *et al.* "Effect of Annealing Process on the Microstructure and Texture Evolution in Type 430 Stainless Steel." *Journal of the Korean Institute of Metals & Materials* Vol.39, No. 8 (2001): 883.
- Park, S. H., K. Y. Kim, *et al.* "Effect of annealing process on the microstructure and texture evolution in Fe-16%Cr ferritic stainless steel." *Rex & GG Aachen, Germany* (2001): 1203.
- Park, S. H., K. Y. Kim, *et al.* "Effect of initial orientation and austenitic phase on the formation of deformation band and recrystallization behavior in hot rolled ferritic stainless steels." *THERMEC 2000, Las Vegas, USA* (2000): 163.
- Raabe, D. "Experimental investigation and simulation of crystallographic rolling textures of Fe-11wt.% Cr." *Materials Science and Technology* No. 11 (1995): 985-993.
- Raabe, D. "On the influence of the Chromium content on the evolution of rolling textures in ferritic stainless steels." *Journal of Materials Science* No. 31 (1996): 3839-3845.



Raabe, D. "Metallurgical reasons and mechanical consequences of incomplete recrystallization." *Stahl und Eisen* No. 120 (2000): 73-78.

Raabe, D, and K. Lücke. "Influence of particles on recrystallization textures of ferritic stainless steels." *Steel Research* No. 63 (1992): 457-464.

Raabe, D, and K. Lücke. "Textures of ferritic stainless steels." *Materials Science and Technology* No. 9 (1993): 302-312.

Santacreu, P.-O., L. Bucher, *et al.* "Thermomechanical fatigue of stainless steels for automotive exhaust systems." *La Revue de Métallurgie* No. 1, Paris (Jan. 2006): 37-42.

Santacreu, P.-O., O. Cleizergues, *et al.* "Design of stainless steel automotive exhaust manifolds." *La Revue de Métallurgie* Nos. 7-8, Paris (July-Aug. 2004): 615-620. Also: JSAE Paper No. 20037127 (2003).

Schmitt, J.-H., F. Chassagne, *et al.* "Some Recent Trends in Niobium Ferritic Stainless Steels". *Proceedings of the symposium Recent Advances of Niobium Containing Materials in Europe*, Düsseldorf (20 May 2005): 137.

Sinclair, C. W., and J.-D. Mithieux, "Coupling recrystallization and texture to the mechanical properties of ferritic stainless steel sheet." *Proceedings of 2nd International Conference on Recrystallization & Grain Growth*, Annecy, France (30 Aug.-3 Sept. 2004): 317.

Sinclair, C.W., J.-D. Mithieux, *et al.* "Recrystallization of Stabilized Ferritic Stainless Steel Sheet", *Metallurgical and Materials Transactions A*, Vol. 36A (Nov. 2005): 3205.

Van Hecke, B. "The Forming Potential of Stainless Steel" *Materials and Applications Series* Vol. 8, Euro Inox (2006).

Toscan, F., Galerie, *et al.* "Relations between Oxidation Kinetics and Chromium Diffusion in Stainless Steels." *Materials Science Forum* Vols. 461-464 (2004): 45-52. Online at [www.scientific.net](http://www.scientific.net).

Yazawa, Y., Y. Kato, *et al.* "Development of Ferritic Stainless Steel with Excellent Deep Drawability for Automotive Fuel tanks." *Review of Automotive Engineering* Vol. 26 (2005): 59.

Yazawa, Y., M. Muraki, *et al.* "Effect of Chromium Content on Relationship Between r-value and {111} Recrystallization Texture in Ferritic Steel." *ISIJ International* Vol. 43, No. 10 (2003): 1647-1651.

Yazawa, Y., Y. Ozaki, *et al.* "Development of ferritic stainless steel sheets with excellent deep drawability by {111} recrystallization texture control." *JSAE Review* No. 24 (2003): 483.



# APPENDICI

## I SOCI ISSF

### MEMBRI

Acciaierie Valbruna  
Acerinox S.A.  
Acesita S.A.  
Aichi Steel Corporation  
Arcelor Mittal  
Baoshan Iron and Steel Co. (Stainless Steel Branch)  
Cogne Acciai Speciali S.p.A.  
Columbus Stainless (Pty) Ltd  
Daido Steel Co. Ltd.  
Deutsche Edelstahlwerke GmbH  
Hyundai Steel Company  
Industeel  
JFE Steel Corporation  
Jindal Stainless Ltd.  
JSC Dneprospetsstal  
Ningbo Baoxin Stainless Steel Co., Ltd.  
Nippon Kinzoku Co., Ltd.  
Nippon Metal Industry Co. Ltd.  
Nippon Steel and Sumikin Stainless  
Nippon Yakin Kogyo Co., Ltd.  
Nisshin Steel Co., Ltd.  
North American Stainless  
Outokumpu Oyj  
Panchmahal Steel Limited (PSL)  
POSCO  
POSCO Specialty Steel Co., Ltd.  
Shanghai Krupp Stainless (SKS)  
SIJ - Slovenska industrija jekla d.d./Slovenian Steel Group  
Steel Authority of India Ltd. (SAIL)  
Sumitomo Metal Industries, Ltd.  
Taiyuan Iron and Steel (Group) Co. Ltd. (TISCO)  
Takasago Tekko K.K.  
Tang Eng Iron Works Co. Ltd.  
Thainox Stainless Public Company Limited  
ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni S.p.A.  
ThyssenKrupp Mexinox S.A. de C.V.  
ThyssenKrupp Nirosta GmbH

Ugine & ALZ  
Ugitech S.A.  
Viraj Group  
Walsin Lihwa Corporation  
Yieh United Steel Corporation (YUSCO)  
Zhangjiagang Pohang Stainless Steel Co. Ltd. (ZPSS)

### MEMBRI AFFILIATI

Australian Stainless Steel Development Association (ASSDA)  
British Stainless Steel Association (BSSA)  
Cedinox  
CENDI  
Centro Inox  
Edelstahl-Vereinigung e.V.  
Euro Inox  
EUROFER  
Institut de Développement de l'Inox (ID Inox)  
Informationsstelle Edelstahl Rostfrei (ISER)  
Indian Stainless Steel Development Association (ISSDA)  
Japan Stainless Steel Association (JSSA)  
Jernkontoret  
Korea Iron and Steel Association (KOSA)  
New Zealand Stainless Steels Development Association (NZSSDA)  
Nucleo Inox  
Southern Africa Stainless Steel Development Association (SASSDA)  
Special Steel and Alloys Consumers and Suppliers Association (USSA)  
Specialty Steel Industry of North America (SSINA)  
Stainless Steel Council of China Specialist Steel Enterprises Association (CSSC)  
Swiss Inox  
Taiwan Steel and Iron Industries Association (TSIIA)  
Thai Stainless Steel Development Association (TSSDA)  
Union de Empresas Siderúrgicas (UNESID)

## APPENDICI

# Ringraziamenti

ISSF ringrazia Friedriche Teroerde (ICDA) per aver scritto l'introduzione a questa brochure e Philippe Richard (Arcelor Mittal Stainless, France), per aver coordinato il working group composto da Jacques Charles (Ugine & Alz, Francia), Peirteh Huang (Yusco, Taiwan, Cina), Kwangyuk Kim (Posco, Corea del Sud), Jochen Krautschick (ThyssenKrupp Nirosta, Germania), Juan Antonio Simon (Acerinox, Spagna) and Hideaki Yamashita (JFE, Giappone). Si ringrazia anche Benoît Van Hecke (Euro Inox, Belgio) per aver controllato il testo e Paul Snelgrove, freelance consultant and scrittore in lingua inglese (Parigi, Francia), per il suo inestimabile aiuto nel preparare la brochure.

Altri ringraziamenti sono dovuti a de blauwe perr (Ghent, Belgio) per il design e la produzione, a MBCOM (Parigi, Francia) per la realizzazione della copertina e alla Stevens Creative Printing (Merelbeke, Belgio) per la stampa.

ISSF ringrazia il Centro Inox ([www.centroinox.it](http://www.centroinox.it)) per aver fornito la versione italiana della brochure

## CREDITS – FOTO

ISSF desidera ringraziare le aziende e le persone che hanno contribuito con le fotografie a questa pubblicazione. In quei casi in cui non è conosciuta la fonte originale della fotografia, ISSF si scusa con il proprietario del copyright.

**Front cover:** MBCOM, Paris, France; **p. 2-3:** Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 4:** Columbus Stainless [Pty] Ltd, S. Africa; **p. 5:** Acesita (Arcelor Mittal Group), Brazil; **p. 7:** Lincat Limited, Lincoln, UK; **p. 8:** ISSF China, PRC; **p. 9 (tl):** BSH Bosch und Siemens Hausgerate Gmbh, Munich, Germany; **p. 9 (bl):** Whirlpool Corporation, Cassinetta di Biandronno, Italy; **p. 9 (r):** Groupe SEB, Rumilly, France; **p. 10:** Acesita (Arcelor Mittal Group), Brazil; **p. 11 (tl):** IKEA, Aelmhult, Sweden; **p. 11 (bl):** Yiu Heng International Company Limited, Macao; **p. 11 (r):** Takara Standard Corporation, Japan; **p. 12 (t):** Acesita (Arcelor Mittal Group), Brazil; **p. 12 (b):** Tramontina, São Paulo, Brazil; **p. 13 (l):** Lincat Limited, Lincoln, UK; **p. 13 (r):** South Korea Iron & Steel Association (KOSA), Seoul, S. Korea; **p. 14:** POSCO, Pohang, S. Korea; **p. 15 (l & c):** Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 15 (tr):** Suncue Company Ltd. and Yieh United Steel Corp. (YUSCO), Taiwan, China; **p. 15 (br):** Japan

Stainless Steel Association (JSSA), Tokyo, Japan; **p. 16 (l):** South Africa Stainless Steel Development Association (SASSDA), Rivonia, S. Africa; **p. 16 (r):** Acesita (Arcelor Mittal Group), Brazil; **p. 17:** Acesita (Arcelor Mittal Group), Brazil; **p. 18 (l):** Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 18 (tr):** Mac Brothers Catering Equipment, Cape Town, S. Africa; **p. 18 (br):** Centro Inox and ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni S.p.A., Italy; **p. 19:** Acesita (Arcelor Mittal Group), Brazil; **p. 20 (t):** BSH Bosch und Siemens Hausgerate Gmbh, Munich, Germany; **p. 20 (b):** Faurecia, Nanterre, France; **p. 21 (l):** Valtimet, Boulogne-Billancourt, France; **p. 21 (c):** Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 21 (r):** Acesita (Arcelor Mittal Group), Brazil; **p. 22 (l):** Sander Inox and Nucleo Inox, Brazil; **p. 22 (r):** Ompagrill and Centro Inox, Italy; **p. 23:** BSH Bosch und Siemens Hausgerate Gmbh, Munich, Germany; **p. 24 (tl & tr):** Japan Stainless Steel Association (JSSA), Tokyo, Japan; **p. 24 (br):** Columbus Stainless [Pty] Ltd, S. Africa; **p. 25 (l):** South Korea Iron & Steel Association (KOSA), Seoul, S. Korea; **p. 25 (tc):** Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 25 (tr):** Faurecia, Nanterre, France; **p. 26 (t):** Group SEB, Rumilly, France; **p. 26 (b):** LG Electronics, S. Korea; **p. 27 (l):** Columbus Stainless [Pty] Ltd, S. Africa; **p. 27 (r):** Japan Stainless Steel Association (JSSA), Tokyo, Japan; **p. 28 (l):** BSH Bosch und Siemens Hausgerate Gmbh, Munich, Germany; **p. 28 (r):** South Korea Iron & Steel Association (KOSA), Seoul, S. Korea; **p. 29:** Taiyuan Iron & Steel (Group) Company Ltd. (TISCO), Taiyuan, PRC; **p. 30 (t):** ISSF China, PRC; **p. 30 (b):** Qingdao Haier International Trading Co. Ltd., PRC; **p. 31 (l):** SunTank, Pretoria, S. Africa; **p. 31 (r):** Japan Stainless Steel Association (JSSA), Tokyo, Japan; **p. 32 (box):** POSCO, Pohang, S. Korea; **p. 33 (all):** Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 34 (l):** Centro Inox, Italy; **p. 34 (tr):** Faurecia, Nanterre, France; **p. 34 (b):** all 4 photos Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 35:** Acesita (Arcelor Mittal Group), Brazil; **p. 36 (t):** ThyssenKrupp Nirosta GmbH, Krefeld, Germany; **p. 36 (b):** Macadams Baking Systems (Pty) Ltd, Cape Town, S. Africa; **p. 37 (l):** Faurecia, Nanterre, France; **p. 37 (r):** Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 38 (l):** Faurecia, Nanterre, France; **p. 38 (r):** Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 39 (l):** SunTank, Pretoria, S. Africa; **p. 39 (tr):** Acesita (Arcelor Mittal Group), Brazil; **p. 39 (br):** Solaris Bus & Coach Co., Poland; **p. 40 (l):** Brandt Edelstahldach GmbH, Cologne, Germany; **p. 40 (r):** Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 41 (tr):** Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 41 (br):** ThyssenKrupp Nirosta GmbH, Krefeld, Germany; **p. 42 (tl):** Willem de Roover, Ghent, Belgium; **p. 42 (bl):** Faurecia, Nanterre, France; **p. 42 (tr):** Centro Inox, Milan, Italy; **p. 42 (br):** Ugine & Alz (Arcelor Mittal Group), France; **p. 43:** Hanjin, S. Korea; **p. 44 (t):** Groupe SEB, Rumilly, France; **p. 44 (b):** Lincat Limited, Lincoln, UK; **p. 58:** ThyssenKrupp Nirosta GmbH, Krefeld, Germany; **p. 62:** Valtimet, Boulogne-Billancourt, France; **p. 63:** POSCO, Pohang, S. Korea.

## DECLINO DI RESPONSABILITÀ

Ogni sforzo è stato fatto per assicurare che le informazioni riportate su questa pubblicazione siano tecnicamente corrette. Tuttavia, si informa il lettore che il materiale contenuto su questa brochure è puramente a titolo informativo. ISSF, i suoi membri, il suo staff e i suoi consulenti, declinano ogni responsabilità per perdite, danneggiamenti o danni derivanti dall'uso improprio delle informazioni contenute in questa pubblicazione (sia essa su carta, in formato elettronico o in altro formato).



Contatti  
International Stainless Steel Forum (ISSF)  
Rue Colonel Bourg 120  
1140 Brussels • Belgium  
T: +32 2 702 8900 • F: +32 2 702 8912  
E: info@issf.org

