



## CHE COSA SONO GLI ACCIAI INOSSIDABILI

Gli acciai inossidabili sono leghe FERRO-CROMO o FERRO-CROMO-NICHEL, di varia composizione, la cui principale caratteristica è la resistenza alla corrosione.

Essi possono contenere, oltre al cromo (12%÷30%) e al nichel (0%÷35%), anche altri componenti chimici a seconda delle specifiche esigenze.

### **Perché inossidabili se si ossidano?**

Il termine non corrisponde alla vera natura di questi metalli, infatti sono <ossidabilissimi>, vale a dire hanno la possibilità, grazie al contenuto degli elementi di lega, in particolar modo legata alla percentuale di Cr di <auto passivarsi>, in parole povere si ricoprono di uno strato di ossidi invisibile, di dimensioni molecolari, che proteggono il metallo sottostante dagli attacchi corrosivi.

Un fenomeno che si verifica ogni volta che l'ambiente è sufficientemente ossidante, come ad esempio:

- L'aria che si respira.
- L'acqua.
- Soluzioni varie, ecc.

La natura di questo strato è tale da garantire la copertura del metallo, anche se localmente si verificano abrasioni o asportazioni della pellicola protettiva, a patto di essere sempre in condizioni sufficientemente ossidanti.

Un concetto molto importante ai fini di una buona resistenza nel tempo e contrastare in maniera adeguata i diversi casi di corrosione. È necessario consentire al materiale, sia in fase di lavorazione che in messa in opera, di poter scambiare con l'ambiente che lo circonda una quantità di ossigeno, in modo da poter essere considerato nelle migliori condizioni di passivazione.

Naturalmente questo film passivo può essere più o meno resistente e più o meno ancorato al materiale a seconda della concentrazione di cromo presente nella lega ed anche all'eventuale presenza di altri elementi quali nichel (Ni), molibdeno (Mo), titanio (Ti), ecc.

Esistono diversi gradi di inossidabilità e di resistenza alla corrosione: esiste pertanto, nell'ambito degli inossidabili, una scala di nobiltà a seconda del contenuto di lega degli elementi sopra citati.



## Classificazione degli acciai inossidabili

1. **Acciai inossidabili martensitici**, hanno un tenore di carbonio compreso tra il 0,10÷0,50% (con punte anche oltre l'1%) ed un tenore di cromo dall' 11÷18%. Sono gli unici inox che possono prendere tempra e pertanto aumentare le caratteristiche meccaniche (carico di rottura, carico di snervamento, durezza) mediante trattamento termico. Buona è la loro attitudine alle lavorazioni per deformazione plastica, specie a caldo.
2. **Acciai inossidabili ferritici**, con struttura ferritica stabile a qualsiasi temperatura; sono quelli aventi indicativamente un tenore di cromo compreso tra il 16%÷28% ed un tenore di carbonio molto basso, solitamente inferiore allo 0,10%, che può arrivare fino allo 0,35% solo quando il cromo sia al limite superiore. Si lavorano facilmente per deformazione plastica, sia a caldo che a freddo, possono essere lavorati alle macchine utensili (specie i tipi risolforati). Presentano una buona saldabilità specie nel caso delle saldature a resistenza (puntatura e rullatura).
3. **Acciai inossidabili austenitici**, con struttura austenitica stabile a qualsiasi temperatura, sono quelli che, oltre al cromo (16%÷26%), contengono nichel con tenore compreso tra il 6%÷22% e un tenore di carbonio molto basso (inferiore allo 0,10%). Anche questi acciai non si temprano ma possono incrementare le proprietà tensili con incrudimenti per deformazione a freddo (laminazione, imbutitura, ecc.). Ottima è la loro lavorabilità sia per deformazione a freddo sia per le lavorazioni alle macchine utensili. Essi possono essere saldati sia a resistenza sia all'arco elettrico.

Oltre a queste tre tipologie di acciaio inossidabili ne esistono altre meno note, quali:

- **Acciai inossidabili duplex**, a struttura austenico-ferritica, la cui composizione chimica è equilibrata in modo che assieme all'austenite sia presente una certa quantità di ferrite. Questi materiali sono impiegati quando sono richieste caratteristiche di resistenza alla corrosione particolari, specie nei confronti della <stress-corrosion>. Presentano una saldabilità e delle caratteristiche meccaniche superiori a quelle dei ferritici correnti.
- **Acciai inossidabili indurenti per precipitazione** (PRECIPITATION HARDENING), che presentano la possibilità di elevare le loro caratteristiche meccaniche mediante dei trattamenti termici di invecchiamento, che consentono di far precipitare, nella matrice del metallo, elementi composti in grado di aumentare le proprietà meccaniche della lega. Inoltre , gli indurenti per precipitazione possiedono una notevole resistenza alla corrosione, certamente paragonabile a quella degli acciai austenitici classici.

I raccordi presenti sui seguenti cataloghi:

AQUAOTER    Raccordi Inox

OTERTECNO    Raccordature a pressare

appartengono alla famiglia degli acciai inossidabili austenici.

Nella tabella è riportata la composizione chimica degli acciai inossidabili austenitici secondo la classificazione delle principali NORME INTERNAZIONALI.

Designazione			Analisi Chimica [%]									
UNI	AISI SAE	DIN W. N.	C [max]	Mn [max]	Si [max]	Cr	Ni	Mo	N [max]	P [max]	S [max]	Ti [max]
X5CrNiMo 17-12-2	316	1.4401	0,07	2,0	1,0	16,5÷18,5	10,0÷13,0	2,0÷2,5	0,11	0,045	0,03	-
X2CrNiMo 17-12-2	316L	1.4404	0,03	2,0	1,0	16,5÷18,5	10,0÷13,0	2,0÷2,5	0,11	0,045	0,03	-
X6CrNiMoTi 17-12-2	316 Ti	1.4571	0,08	2,0	1,0	16,5÷18,5	10,5÷13,5	2,0÷2,5	0,08	0,045	0,03	0,08
X5CrNi 18-10	304	1.4301	0,07	2,0	1,0	17,0÷19,5	8,0÷10,5	-	0,11	0,045	0,03	-
X2CrNi18-9	304L	1.4307	0,03	2,0	1,0	17,5÷19,5	8,0÷10,5	-	0,11	0,045	0,03	-

Legenda: C= carbonio; Mn= manganese; Si= silicio; Cr= cromo; Ni= nichel; Mo= molibdeno; N= azoto; P= fosforo; S= zolfo; Ti= titanio.

Gli acciai inossidabili presenti nella tabella seguono la seguente norma di riferimento: EN 10088

## Caratteristiche principali degli acciai austenitici

- AISI 304** Capostipite degli acciai inossidabili austenitici. Possiede buona resistenza alla corrosione buone caratteristiche meccaniche. Utilizzato nelle industrie farmaceutiche ed alimentari.
- AISI 304L** Si differenzia dall'AISI 304 per il basso contenuto di carbonio ( $C \leq 0,03\%$ ) che ne aumenta sensibilmente la resistenza alla corrosione. A causa del basso contenuto di carbonio le caratteristiche meccaniche sono leggermente inferiori a quelle dell'AISI 304.
- AISI 316** Rispetto all'AISI 304 contiene molibdeno con tenore del 2,5% circa ed una più elevata percentuale di nichel, elementi questi che conferiscono all'acciaio migliori caratteristiche meccaniche ed una più elevata resistenza alla corrosione ad elevate temperature. Utilizzato nei processi di lavorazione di tessuti, fibre sintetiche, impianti a contatto con acqua marina.
- AISI 316L** Si differenzia dall'AISI 316 per il basso contenuto di carbonio ( $C \leq 0,03\%$ ). Possiede una resistenza alla corrosione ancora migliore mantenendo buone caratteristiche meccaniche. Utilizzato per tubazioni e raccorderia negli scambiatori di calore dove siano presenti agenti corrosivi a temperature elevate.
- AISI 316 TI** La presenza di piccole aggiunte di titanio è finalizzata al mantenimento della struttura durante il processo di fabbricazione dei tubi. Utilizzato per tubazioni e raccorderia negli scambiatori di calore dove siano presenti agenti corrosivi a temperature elevate.

## Caratteristiche meccaniche e fisiche

Con gli acciai inossidabili c'è la possibilità di disporre di una vasta gamma di proprietà sia fisiche sia meccaniche per soddisfare le diverse situazioni applicative.

### Meccaniche:

- Austenitici: non innalzano le loro caratteristiche mediante tempra e conseguentemente hanno qualità resistenziali non elevate. Però sono capaci di innalzare la propria resistenza mediante incrudimento per deformazione plastica a freddo, elevando il carico di rottura. Fenomeno sfruttato nella stampaggio a freddo di questi materiali. Hanno qualità di resistenza a fatica a agli urti sia a temperatura ambiente sia a temperature basse.
- Ferritici: non innalzano le loro caratteristiche mediante tempra e conseguentemente hanno qualità resistenziali non elevate. L'incrudimento per deformazione plastica a freddo incrementa di resistenza in misura minore rispetto agli austenici.
- Martensitici: migliori caratteristiche di resistenza meccanica fra gli acciai inossidabili quando sono messi in opera allo stato bonificato , tempra + rinvenimento.

Nella tabella sono elencate alcune delle caratteristiche fisiche e meccaniche più significative dei principali acciai inox utilizzati:

Tipo acciaio (AISI)	Peso Specifico [g/cm <sup>3</sup> ]	Coeff. di conducibilità termica [cal/cm °C s]	Coeff. di dilatazione termica medio [X 10 <sup>-5</sup> °C <sup>-1</sup> ]	Carico di rottura [kg/mm <sup>2</sup> ]	Carico di snervamento [kg/mm <sup>2</sup> ]	Allungamento a rottura [%]	Durezza HRB Max
301	8,06	0,039	16,9	60÷75	22	45	92
303	8,06	0,039	17,3	50÷75	22	40	—
303 Se	8,06	0,039	17,3	50÷75	20	40	—
304	8,06	0,039	17,3	55÷70	20	45	88
304 L	8,06	0,039	17,3	53÷68	18	45	88
309	8,06	0,037	15,0	55÷70	23	40	95
309 S	8,06	0,037	15,0	53÷68	21	40	95
310	8,06	0,034	15,9	55÷70	23	40	95
310 S	8,06	0,034	15,9	53÷68	21	40	95
316	8,06	0,039	16,0	55÷70	21	40	95
316 F	8,06	0,034	16,5	59÷70	27	60	85
316 L	8,06	0,039	16,0	53÷68	20	40	95
321	8,06	0,038	16,6	55÷70	21	40	88
347	8,06	0,038	16,6	55÷70	21	40	88
409	7,68	0,062	11,7	46	24	25	75
410	7,78	0,059	9,90	70÷90	50	14	97(*)
416	7,78	0,059	9,90	70÷90	50	14	97(*)
420	7,78	0,059	10,3	75÷95	55	13	97(*)
430	7,78	0,062	10,4	45÷60	26	22	88
430 F	7,78	0,062	10,4	50÷70	30	15	92

(\*) Valori ricavati su provette allo stato di ricottura di lavorabilità

Fisiche:

- Il peso specifico: variabile a seconda della composizione chimica è compreso tra 7,7 [g/cm<sup>3</sup>] per la tipologia martensitica e ferritica e 8,06 [g/cm<sup>3</sup>] per gli austenitici.
- La conducibilità termica: migliore negli acciai a struttura ferritica e martensitica rispetto agli acciai a struttura austenitica.
- Resistività elettrica: fortemente differenziata tra gli austenitici, dove è più elevata che nelle altre tipologie.
- Coefficiente di dilatazione termica: austenitici dilatano molto con la temperatura, rispetto alle altre tipologie di acciaio.
- Permeabilità magnetica relativa: le tipologie martensitica e ferritica sono sostanzialmente ferromagnetiche, mentre il tipo austenitica è amagnetica. Per le prime questa caratteristica fisica non è molto influenzata dall'incrudimento per deformazione a freddo, mentre gli austenitici risentono molto di più di questo fenomeno.

## Caratteristiche contro la corrosione

È sempre azzardato prevedere, in generale, il comportamento nel tempo di un determinato materiale metallico messo in contatto con un certo ambiente. Gli acciai inossidabili, grazie alla composizione chimica, hanno la possibilità di auto passivarsi e di resistere alle più diverse condizioni di aggressione.

Diversi sono i parametri che favoriscono l'insorgere di un fenomeno corrosivo:

- ✓ Natura dell'agente aggressivo (tipologia, concentrazione, PH).
- ✓ Temperatura dell'agente aggressivo.
- ✓ Finitura superficiale del metallo.
- ✓ Velocità del fluido sulle pareti del materiale.

In linea del tutto generale si può dire che sono i cloruri (Cl-) i principali **nemici** dell'inox, in quanto in grado di rompere il film di passività e di ostacolarne la riformazione. La concentrazione degli ioni cloruro e l'acidità (ph) sono insieme con la temperatura fattori da ben indagare al momento della scelta del tipo di acciaio inox.

L'aspetto della finitura superficiale è troppe volte trascurato, quando potrebbe essere fondamentale per evitare di dover utilizzare leghe troppo nobili. È intuitivo che quanto più una superficie è **liscia** tanto più la possibilità di ancorarsi di un elemento aggressivo diminuisce. Ricordiamo che gli acciai inossidabili devono al film di passività che li ricopre la propria capacità di difesa: tale film si formerà tanto più facilmente e sarà tanto più stabile quanto migliore sarà la finitura del substrato.

La velocità del fluido, le condizioni di ristagno sono quelle più pericolose. Consentono la formazione di depositi, lasciano che l'agente corrosivo lavori indisturbato e non favoriscano certo il fenomeno di passivazione spontanea.



## CHE COSA SONO GLI ACCIAI INOSSIDABILI

Il miglior comportamento nei confronti dei fenomeni corrosivi è dato dagli acciai austenitici, in particolare da quelli legati al cromo, nichel, molibdeno (Cr – Ni – Mo) che presentano un film passivo particolarmente resistente.

Nell'ordine poi vengono i ferritici ed i martensitici che sono quelli con più basso tenore di cromo (Cr).

Per ciò che concerne l'azoto (N), mentre nelle leghe austenitiche e duplex incrementa la resistenza a corrosione, nei ferritici è bene tenere il tenore a livelli estremamente bassi (insieme al tenore di Carbonio) se si vuole il medesimo risultato.

Sulla base della percentuale in lega di questi elementi, da cui direttamente dipende la resistenza a corrosione, è possibile ricavare il valore di un parametro, il PREN (Pitting Resistance Equivalent Number), che fornisce un'indicazione di massima della capacità di un acciaio inossidabile di resistere al pitting o, più in generale, alla corrosione localizzata. Le formule per ricavare i valori di tale indicatore sono:

- ✓ Ferritici:  $PREN = \%Cr + 3,3 (\%Mo)$
- ✓ Austenici:  $PREN = \%Cr + 3,3 (\%Mo) + 16 (\%N)$
- ✓ Duplex:  $PREN = \%Cr + 3,3 (\%Mo) + 16 (o30) (\%N)$

Si nota immediatamente come, a parità di influenza del cromo (Cr) e molibdeno (Mo), azoto (N) risulti importante per gli austenitici e i duplex, mentre non compare nella formula per i ferritici, a testimonianza del fatto che in questi è bene limitarne il contenuto, insieme con quello del carbonio (C), per incrementare la resistenza alla corrosione. Vale la pena ricordare che carbonio (C) e azoto (N) sono elementi cosiddetti "interstiziali": in virtù delle ridotte dimensioni, si collocano negli interstizi tra un atomo e l'altro degli elementi del reticolo cristallino. Si tiene a sottolineare che il PREN è pur sempre un parametro di carattere del tutto indicativo, che non può essere assunto quale unico parametro di scelta di un acciaio inossidabile. Ciò è tanto più vero per materiali quali gli austenitici al cromo (Cr) –manganese (Mn) (serie 200) per cui il valore del PREN farebbe erroneamente pensare a prestazioni superiori a quelle del più comune AISI 304, in virtù di quanto di seguito sull'influenza del nichel (Ni) e manganese (Mn).

Il nichel (Ni), benché non intervenga nel prevenire l'innesto della corrosione, ne rallenta la propagazione, favorendo la ripassivazione. Il manganese (Mn) invece, essendo molto affine per lo zolfo (S), tende a formare solfuri di manganese nella matrice metallica; questi si rivelano essere zone preferenziali di innesco della corrosione. A tal proposito si ricorda che esiste in letteratura una versione della formula del PREN che tiene conto dell'effetto "negativo" del manganese (Mn).

Sempre indirettamente intervengono elementi quali titanio (Ti) e niobio (Nb) detti "stabilizzanti", in virtù della loro capacità di prevenire i fenomeni di "sensibilizzazione" descritti nel paragrafo dedicato alla corrosione intergranulare, controllabili anche attraverso un contenimento del tenore di carbonio (C) negli austenici.

Nella tabella sono riportati, a titolo indicativo, i valori del PREN per alcuni acciai inossidabili

	EN	AISI / ASTM	Cr	Mo	N <sub>Max</sub>	PREN
AUSTENICI	1.4301	304	17,0 ÷ 19,5	-	0,11	17,00 ÷ 21,26
	1.4401	316	16,5 ÷ 18,5	2,00 ÷ 2,50	0,11	24,75 ÷ 28,51
	1.4372	201	16,0 ÷ 18,0	-	0,05 ÷ 0,25	16,80 ÷ 22,00
	1.4373	202	17,0 ÷ 19,0	-	0,05 ÷ 0,25	17,80 ÷ 23,00
FERRITICI	1.4016	430	16,0 ÷ 18,0	-	-	16,00 ÷ 18,00
	1.4509	(441)	17,5 ÷ 18,5	-	-	17,50 ÷ 18,50
	1.4513	436	16,0 ÷ 18,0	0,80 ÷ 1,40	0,020	18,64 ÷ 22,62
	1.4521	444	17,0 ÷ 20,0	1,80 ÷ 2,50	0,030	22,94 ÷ 28,25
DUPLEX	1.4362	S 32304	22,0 ÷ 24,0	0,10 ÷ 0,60	0,05 ÷ 0,20	23,13 ÷ 29,18
	1.4462	S 32205	21,0 ÷ 23,0	2,50 ÷ 3,50	0,10 ÷ 0,22	30,85 ÷ 38,06

Oltre alla scelta del materiale per evitare che si inneschino corrosioni sull'inossidabile è bene anche seguire alcune precauzioni durante la lavorazione e la messa in opera.

È necessario sia in fase di stoccaggio, trasformazione durante le lavorazioni e sia durante le installazioni, **evitare le contaminazioni con materiali meno nobili** come ad esempio quelle causate dall'acciaio comune. L'inossidabile contaminato, anche in presenza di un materiale aggressivo molto blando, può macchiarsi e dare inizio a fenomeni corrosivi localizzati.

Le giunzioni con materiale d'apporto devono venire eseguite con gli elettrodi indicati per il materiale di base.

Le giunzioni con elementi meccanici devono prevedere che i materiali costituenti gli organi di collegamento siano di inossidabile o di pari nobiltà, questo per evitare che si inneschino corrosioni galvaniche dovute alla differente nobiltà dei materiali messi a contatto.

Non si devono utilizzare sui componenti finiti, soluzioni detergenti o decapanti che abbiano elevate percentuali di sostanze clorurate, per esempio non si devono usare acido cloridrico o muriatico. Per pulire efficacemente superfici inossidabile è sufficiente la normale acqua e sapone oppure acqua e soda. In casi sia necessario procedere per decapaggio esempio: cordoni di saldatura, decontaminazione ferrosa, si utilizzano appositi prodotti in pasta da impiegare sulla sola zona da trattare.

Nonostante tutte le attenzioni del caso, anche gli acciai inossidabili possono andare incontro a problemi di corrosione umida, così suddivisa per gli acciai inossidabili:

- ✓ Pitting o vaiolatura.
- ✓ Corrosione interstiziale.
- ✓ Corrosione intergranulare.
- ✓ Corrosione sotto stress.
- ✓ Corrosione galvanica.

Senza pensare di avere la pretesa di essere esaustivi, se ne dà di seguito una breve descrizione, con un accenno anche all'ossidazione a caldo.

- **Pitting o vaiolatura**  
*Probabilmente il fenomeno corrosivo più conosciuto sugli acciai inossidabili. Causato da una lacerazione locale dello strato passivo, derivante dall'azione di elementi fortemente attivanti quali ad esempio gli ioni (Cl) o fluoruro (F). Sulla superficie si creano puntinature o vaioli caratterizzati da un cratere (area anodica) circondato da un alone (area Catodica). La vaiolatura può essere di tipo penetrante o cavernoso. Per evitare questa forma di corrosione è necessario scegliere leghe con elevati quantitativi di cromo (Cr), nichel (Ni) e molibdeno (Mo) che posseggono uno strato passivo più resistente. È comunque consigliato evitare ambienti contenenti forti quantitativi di ioni cloro e alogenuri in genere.*
- **Interstiziale o crevice-corrosion**  
*Tipico fenomeno corrosivo localizzato si lacera lo strato passivo a causa di una scarsa ossigenazione che si verifica in un interstizio o, comunque, in zone di ristagno in presenza di una sostanza corrosiva. Come prevenzione è quindi opportuno eliminare interstizi, meati o ristagni. Laddove ciò non sia possibile è necessario utilizzare acciai inossidabili con strati passivi più resistenti (elevati tenori di cromo (Cr), nichel (Ni), o molibdeno (Mo)).*
- **Intergranulare**  
*La permanenza più o meno prolungata (saldatura, errato trattamento termico, condizioni di esercizio) in determinati intervalli di temperatura (450÷850 °C per gli acciai inossidabili austenitici) crea una precipitazione di carburi di cromo ai bordi dei grani. Tali zone, dove il tenore di Cr scende al di sotto della percentuale minima (12% ~) necessaria per garantire "l'inossidabilità", in presenza di un agente aggressivo, divengono sede dell'attacco corrosivo. Per evitare questo fenomeno, nel caso in cui non si possa eliminare l'alternativa termica, è necessario utilizzare, nel caso degli austenitici, acciai inossidabili a basso contenuto di carbonio, i tipi L (Low Carbon), oppure stabilizzati con opportune quantità di titanio o di niobio, per esempio i tipi AISI 321 o 316Ti. I tipi ferritici ELI sono praticamente immuni da questa forma di corrosione, visiti i bassi tenori di carbonio e la concomitante presenza di stabilizzanti.*

○ **Tensocorrosione o stress-corrosion-cracking**

*L'azione contemporanea di una sollecitazione meccanica, nel senso della trazione, e di un attacco chimico, può creare l'innesto di cricche, specie su strutture austenitiche. Tali cricche ortogonali rispetto alla direzione della sollecitazione meccanica, possono procedere sia transgranularmente che intergranularmente. Per evitare questo fenomeno, dove non sia possibile eliminare o limitare l'azione meccanica o quella chimica, si possono impiegare acciai inox a parziale struttura ferritica (duplex) oppure a totale struttura ferritica, quest'ultima praticamente insensibile al fenomeno descritto.*

○ **Corrosione galvanica**

*Mettendo a contatto materiali di diversa nobiltà in presenza di un elettrolito si creano le premesse per questo tipo di corrosione. Intervengono poi altri fattori quali il rapporto tra le superfici a contatto, la natura dell'elettrolita. L'acciaio inox è materiale nobile, ovvero spostato verso l'estremità catodica della scala galvanica; si dovrà porre quindi attenzione a eventuali accoppiamenti con materiali meno nobili, quindi a comportamento anodico. Per evitare questo attacco è necessario accoppiare l'inox con materiale di pari nobiltà; oppure interrompere la continuità metallica tra i due diversi materiali con elementi isolanti.*

○ **Ossidazione a caldo**

*L'eccessiva alterazione termica del metallo (trattamenti termici, saldature oppure d'esercizio) è la causa che può creare questo fenomeno che comporta la formazione di ossidi scuri in superficie. Un proprio limite di temperatura è abbinato ad ogni acciaio inossidabile, oltre il quale si può verificare, in aria, il fenomeno descritto. Per evitare questo, laddove non sia possibile limitare l'alterazione termica è necessario utilizzare acciai inox refrattari ad alto contenuto di cromo (Cr), sia della serie ferritica che della serie austenitica. Quando si eseguono delle saldature o dei trattamenti termici è possibile utilizzare rispettivamente gas di protezione o atmosfere controllate che impediscono il contatto diretto del metallo con l'aria circostante.*



## Igienicità dell'acciaio inossidabile

Si definisce igienicità di un materiale l'insieme di combinazioni coordinate di alcuni parametri così riassunti:

- ❖ **Resistenza alla corrosione.**
  - Inerzia nei confronti delle sostanze con cui il materiale viene a contatto, così da evitare di cedere a queste i suoi elementi costituenti in quantità tale da mutare le loro caratteristiche organolettiche o comunque di modificare la loro composizione dal punto di vista tossicologico.
  - Resistenza all'azione di detersivi, solventi, sanificanti, disinfettanti, così da permettere azioni energetiche atte a rimuovere anche le più piccole tracce di depositi, sporcizia e inquinamento batterico dalle pareti dei contenitori.
- ❖ **Assenza di un qualunque rivestimento protettivo** che quando si scheggia, usura, fessura o comunque si deteriora, forma discontinuità superficiali che, inevitabilmente, si trasformano in ricettacoli di germi e di sporcizia. In esse si possono innescare processi di corrosione del materiale di base, oppure può venire allo scoperto l'interfaccia rivestimento – metallo di base, che a volte è trattata con prodotti che facilitano l'aggrappaggio del rivestimento superficiale esterno, ma che possono, a lungo andare, risultare tossici.
- ❖ **Compattezza superficiale priva di porosità:** una tale superficie non deve assorbire particelle di sostanze, di liquidi o di prodotti di lavaggio che, venendo successivamente a contatto con altre sostanze, possono alterarle o inquinare.
- ❖ **Elevata resistenza agli urti** e in genere, alle sollecitazioni meccaniche: nessuna possibilità quindi di sbecature che si tramutino in veri e propri terreni di coltura di germi.
- ❖ **Elevata rimovibilità batterica nei cicli di pulitura:** attrezzature, impianti, le cui superfici vengono regolarmente contaminate da colonie di batteri, debbono possedere al massimo grado questa qualità. Indispensabile che la rimovibilità batterica rimanga la più costante possibile per tutta la durata della "vita" di tale soggetto.
- ❖ **Bassa ritentività batterica nei cicli di pulitura:** caratteristica che deve rimanere inalterata nel tempo; l'uso ripetuto e l'usura che ne deriva non devono influire minimamente su di essa.

Confrontando queste caratteristiche richieste al generico materiale perché lo si possa considerare igienico e quelle offerte dagli acciai inossidabili, si nota come essi, a qualunque tipo appartengano: martensitici, austenitici e ferritici, presentano, sia in modo variamente coordinato, queste qualità-

È necessario sottolineare che relativamente all'igienicità gli acciai inossidabili sono gli unici materiali metallici inseriti dal Ministero della Sanità nel decreto del 21 marzo 1973 che fissa la <Disciplina igienica degli imballi, recipienti, utensili, destinati a venire in contatto con le sostanze alimentari o con sostanze di uso personale>. Con i successivi aggiornamenti il totale degli acciai elencati sono aumentati, anche se quelli più impiegati sono l' AISI 304 e l' AISI 316.



## Giunzioni sull'acciaio inossidabile

L'unione di parti realizzate in acciaio inossidabile per realizzare un manufatto complesso o un impianto si divide in due tipologie:

- *Giunti saldati*
- *Giunti meccanici*

Nel progettare un qualsiasi manufatto, se si utilizzano dei **giunti saldati**, è bene cercare di ridurre al minimo le saldature durante la messa in opera, sicuramente è molto più facile tenere sotto controllo, in officina, le condizioni in cui si svolge il processo di saldatura, rispetto al cantiere.

Le tecniche di saldatura utilizzate per l'acciaio al carbonio sono identiche anche per l'acciaio inossidabile, importante è l'uso appropriato dei **materiali d'apporto**, i quali devono essere più alto legati del materiale di base.

Dopo la saldatura è fondamentale **eseguire una buona finitura delle giunzioni**. La saldatura produce, per effetto del calore generato dal procedimento di saldatura, una coloritura (ossidazione) dentro e intorno alla zona saldata. L'ossidazione presente in queste zone non garantisce il processo di autoriparazione dell'acciaio inossidabile. Gli ossidi generati dal processo di saldatura devono essere rimossi o chimicamente attraverso un decapaggio localizzato o meccanicamente con spazzolatura e lucidatura. Queste operazioni permettono di ricostruire l'integrità estetica delle superfici rovinata e di garantire il processo di autoriparazione dell'acciaio inossidabile.

Le giunzioni meccaniche sono anch'esse molto utilizzate per la costruzione di manufatti in acciaio inossidabile, la tipologia più comune è l'utilizzo di bulloni.

Un errore frequentemente commesso quando si eseguono giunzioni con bulloni è di utilizzare viti di acciaio al carbonio zincato o rivetti in alluminio, materiali meno nobili rispetto all'acciaio inossidabile, che creano cella galvaniche nel momento in cui un elettrolita entra in gioco. Negli ambienti coperti l'umidità presente nell'aria può costituire tale elettrolita che come in ogni cella galvanica formerà un flusso di corrente galvanica dal materiale meno nobile verso quello più nobile, provocando la distruzione per corrosione di quello meno nobile. Le macchie di ruggine lasciate da questo processo di corrosione, possono contaminare l'acciaio inossidabile e generare una nuova corrosione. Importante: **USARE SEMPRE FISSAGGI DI ACCIAIO INOSSIDABILE SU COMPONENTI DI ACCIAIO INOSSIDABILE.**

Altra giunzione meccanica utilizzata per l'accoppiamento di parti di acciaio inossidabile è per processo di deformazione controllata. Un processo che assicura un accoppiamento stabile e di tenuta. Utilizzato principalmente nella realizzazione di impianti idraulici. La linea di prodotti OTERTECNO utilizza tale procedimento per l'unione dei raccordi.



## CHE COSA SONO GLI ACCIAI INOSSIDABILI

### Conclusioni

Gli acciai inossidabili sono materiali che vengono impiegati per molte applicazioni in diversi settori in cui sia richiesto di resistere all'aggressione corrosiva.

La conoscenza dei principali fattori che caratterizzano la resistenza alla corrosione e gli aspetti che determinano questo fenomeno sono fondamentali per una corretta scelta del tipo di acciaio inossidabile da utilizzare.

### BIBLIOGRAFIA

---

- [1] F.Capelli, Cosa sono gli acciai inox, "Tecnologia Alimentari" n.3
- [2] "Stainless", ASM Speciality Handbook 1994
- [3] G di Caprio, Gli acciai inossidabili, 3<sup>a</sup> ed. Hoepli 1997
- [4] J.W. Fielder, D.R. Jokns, Proc. Conf. UK Corrosion 189, Blackpool 1989
- [5] M. Boniardi, C. Anchisi, V. Boneschi, Resistenza alla corrosione e metodi di indagine degli acciai inossidabili, seminario centro Inox-IMOA "Gli acciai inossidabili duplex", Milano 29 maggio 2001