

FAUSTO
CAPELLI

Che cosa sono gli Acciai inox

*Collettori solari
costruiti con
lamiera sottile di
Acciaio
inossidabile EN
1.4301 (AISI 304)
(cortesia di Centro
Inox - Milano)*

**Ne esistono di molti tipi con
caratteristiche e
impieghi diversi.
Gli Acciai inossidabili
sono leghe ferrose
che riescono a unire
le proprietà meccaniche,
tipiche degli Acciai,
alle caratteristiche
intrinseche dei materiali nobili
quali, tipicamente,
le notevoli doti di resistenza
ai fenomeni corrosivi**

Perché inossidabili?

In effetti, il termine non corrisponde alla vera natura di questi metalli: essi, infatti, sono "ossidabilissimi", vale a dire hanno la possibilità, grazie al contenuto degli elementi in lega, essenzialmente alla percentuale di Cromo, di "autopassivarsi" cioè di ricoprirsi di uno strato di ossidi invisibile, di dimensioni molecolari, che protegge il metallo sottostante dagli attacchi corrosivi.

Questo fenomeno si verifica ogni volta che l'ambiente è sufficientemente ossidante, come lo sono, 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 od asportazioni della pellicola, a patto di essere sempre in condizioni sufficientemente ossidanti.

Questo concetto è molto importante ai fini di una buona tenuta nel tempo e per contrastare in maniera adeguata i diversi casi di corrosione. E' necessario infatti consentire al materiale, sia in fase di lavorazione che di messa in opera, di poter scambiare con l'ambiente che lo circonda una sufficiente quantità di Ossigeno, in modo da poter essere considerato nelle ottimali 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 a seconda dell'eventuale presenza di altri elementi quali il Nichel, il Molibdeno, il Titanio, ecc.

E' chiaro, quindi, che esistono diversi gradi di inossidabilità e di resistenza alla corrosione: c'è, pertanto, nell'ambito degli inossidabili, una scala di nobiltà a seconda del contenuto in lega degli elementi succitati.

Oltre alle caratteristiche di resistenza alla corrosione, c'è una vasta gamma di resistenze meccaniche che dà la possibilità di scegliere tra di-

versi tipi di prestazioni, sia a temperatura ambiente che a temperature elevate.

Il generico utilizzatore si trova, di conseguenza, di fronte a una notevole serie prestazionale ed il problema che spesso volte si pone è proprio quello di riuscire a scegliere il giusto materiale in funzione degli impieghi, in maniera tale da non "sottodimensionare" né "sovradimensionare" la scelta e riferirsi agli opportuni valori di nobiltà e di prestazioni meccaniche, adatti a un determinato servizio.

E' necessario, a questo punto, illustrare brevemente, per grosse aggregazioni, le diverse tipologie di questi Acciai.

Come si classificano

Gli inox si dividono in tre grandi famiglie:

- ◆ i martensitici,
- ◆ i ferritici,
- ◆ gli austenitici.

Gli inossidabili martensitici sono leghe al solo Cromo (dall'11 al 18% circa), contenenti piccole quantità di altri elementi, come ad esempio il Nichel. Sono gli unici inox che possono prendere tempra e pertanto aumentare le loro 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 e nelle versioni risolforate danno anche discrete garanzie di truciolabilità.

Anche i ferritici sono Acciai inossidabili al solo

Cromo (il contenuto è variabile dal 16 al 28%), ma non possono innalzare le loro caratteristiche meccaniche per mezzo di trattamenti termici.

Si lavorano facilmente per deformazione plastica, sia a caldo che a freddo, e possono essere lavorati alle macchine utensili (specie i tipi risolforati). Presentano una buona saldabilità, specie nel caso delle saldature a resistenza (puntatura e rullatura).

Gli austenitici sono invece leghe al Cromo-Nichel, con Cromo in quantità compresa tra il 17 e il 26% e Nichel tra il 7 e il 22%.

Anche questi Acciai non prendono tempra ma possono incrementare le proprietà tensili con incrudimenti per deformazione a freddo (laminazione, imbutitura, ecc.).

Esistono poi diverse versioni a basso contenuto di Carbonio, stabilizzate, per i più svariati tipi di impiego. Ottima è la loro lavorabilità, soprattutto la deformabilità a freddo (specie l'imbutibilità) e le lavorazioni alle macchine utensili.

Essi possono essere anche validamente saldati sia a resistenza sia all'arco elettrico.

Oltre a queste tre categorie principali, esistono anche altre famiglie meno note, ma degne di menzione, per impieghi più specifici; sono da citare, ad esempio, gli Acciai "austeno-ferritici", detti anche "duplex", che presentano una struttura mista di austenite e di ferrite.

Questi materiali sono impiegati quando vengono richieste caratteristiche di resistenza alla corrosione particolari (specie nei confronti della stress-corrosion); essi hanno saldabilità e caratteristiche meccaniche di solito superiori a quelle

Tabella 1
Composizione chimica indicativa e designazione AISI di alcuni tipi di Acciai inossidabili più impiegati

Tipo di struttura	Analisi indicativa						Altri elementi	AISI (C/Si/Mn)		
	C	Mn	P	S	Ni	Mo				
austenitica	0,15 max	2	0,045	0,030	1	16 ÷ 18	6 ÷ 8	301		
austenitica	0,15 max	2	0,20	0,15 min	1	17 ÷ 19	8 ÷ 10	303		
austenitica	0,15 max	2	0,20	0,060	1	17 ÷ 19	8 ÷ 10	303 Se		
austenitica	0,08 max	2	0,045	0,030	1	18 ÷ 20	8 ÷ 10,5	304		
austenitica	0,03 max	2	0,045	0,030	1	18 ÷ 20	8 ÷ 12	304 L		
austenitica	0,20 max	2	0,045	0,030	1	22 ÷ 24	12 ÷ 15	309		
austenitica	0,08 max	2	0,045	0,030	1	22 ÷ 24	12 ÷ 15	309 S		
austenitica	0,25 max	2	0,045	0,030	1,50	24 ÷ 26	19 ÷ 22	310		
austenitica	0,08 max	2	0,045	0,030	1,50	24 ÷ 26	19 ÷ 22	310 S		
austenitica	0,06 max	2	0,045	0,030	1	16 ÷ 18,5	10,5 ÷ 13,5	2 ÷ 2,5	316	
austenitica	0,08 max	2	0,20	0,10 min	1	16 ÷ 18	10 ÷ 14	1,75 ÷ 2,5	316 F	
austenitica	0,03 max	2	0,045	0,030	1	16 ÷ 18,5	11 ÷ 14	2 ÷ 2,5	316 L	
austenitica	0,08 max	2	0,045	0,030	1	17 ÷ 19	9 ÷ 12	-	Ti = 5 x C min	321
austenitica	0,08 max	2	0,045	0,030	1	17 ÷ 19	9 ÷ 13	-	Nb ÷ a = 10 x C min	347
ferritica	0,08 max	1	0,045	0,045	1	10 ÷ 11,5	-	-	Ti = 6 x C min; 0,75 max	409
martensitica	0,15 max	1	0,040	0,030	1	11,5 ÷ 13,5	-	-	-	410
martensitica	0,15 max	1,25	0,060	0,15 min	1	12 ÷ 14	-	0,60 max	-	416
martensitica	0,16 ÷ 0,25	1	0,040	0,030	1	12 ÷ 14	1 max	-	-	420
ferritica	0,12 max	1	0,040	0,030	1	16 ÷ 18	-	-	-	430
ferritica	0,12 max	1,25	0,060	0,15 min	1	16 ÷ 18	-	0,60 max	-	430 F

dei ferritici correnti.

Da citare sono anche gli Acciai inossidabili "indurenti per precipitazione": questi presentano la possibilità di innalzare notevolmente le caratteristiche meccaniche con dei trattamenti termici particolari 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.

Attualmente si è giunti ad una differenziazione notevole nella tipologia degli Acciai inossidabili e se ne contano ben più di cento tipi.

Si è pensato comunque di radunare quelli più correnti con le loro composizioni chimiche indicative e la corrispondenza approssimata tra le unificazioni dei diversi Paesi (tab. 1).

Le caratteristiche fisiche e meccaniche

Con gli Acciai inossidabili c'è la possibilità di disporre di una vasta gamma di proprietà sia fisiche che meccaniche per le più disparate situazioni applicative.

Caratteristiche fisiche

Il peso specifico è variabile a seconda della diversa composizione chimica ed è compreso tra

7,7 g/cm³ per i tipi martensitici e ferritici e 8,06 g/cm³ per gli austenitici.

Per la conducibilità termica c'è da tener presente che gli Acciai a struttura ferritica e martensitica conducono meglio il calore rispetto agli Acciai austenitici: anche la resistività elettrica è fortemente differenziata tra gli austenitici, dove è più elevata che negli altri tipi.

Da considerare è anche il coefficiente di dilatazione termica: gli austenitici dilatano molto con la temperatura, rispetto agli altri inossidabili.

Infine, diversa è anche la permeabilità magnetica relativa, infatti le famiglie martensitica e ferritica sono sostanzialmente ferromagnetiche, mentre quella 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 meccaniche

Sono differenti a seconda dei diversi tipi e possono essere sintetizzate come segue.

I tipi austenitici non sono suscettibili di innalzare le loro caratteristiche mediante tempra e conseguentemente hanno qualità resistenziali non elevate.

Sono capaci però di innalzare anche di molto la loro resistenza mediante incrudimento per deformazione plastica a freddo, elevando il cari-

Tabella 2
Alcune
caratteristiche
fisiche e
meccaniche degli
Acciai inox
presentati in
tabella 1

Tipo di Acciaio (AISI)	Caratteristiche fisico-meccaniche						
	Peso specifico (g/cm ³)	Coeff. di conducibilità termica (cal/cm °C s)	Coeff. di dilatazione termica medio (X 10 ⁻⁵ °C ⁻¹)	Carico di rottura (kg/mm ²) R	Carico di snervamento (kg/mm ²) R _{p(0,2)} min	Allungamento a rottura (%) A	Durezza HRB max
301	8,06	0,039	16,9	60 ÷ 75	22	45	92
303 303 Se	8,06	0,039	17,3	50 ÷ 75	22	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	9,9	70 ÷ 90	50	14	97 (*)
416	7,78	0,059	9,9	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

co di rottura. Questo fenomeno è molto sfruttato proprio nello stampaggio a freddo di questi materiali.

Posseggono elevate caratteristiche di resistenza a fatica. Quella agli urti è molto alta, sia a temperatura ambiente, sia a temperature assai basse.

Anche i tipi ferritici non sono suscettibili di trattamento di tempra e conseguentemente presentano caratteristiche resistenziali non elevate.

L'incrudimento per deformazione plastica a freddo incrementa anche in questo caso le caratteristiche di resistenza, ma in misura minore rispetto agli austenitici.

I tipi martensitici offrono le migliori caratteristiche di resistenza meccanica fra gli Acciai inossidabili, quando sono messi in opera allo stato bonificato (tempra e rinvenimento).

Nella tabella 2 sono state elencate alcune delle caratteristiche fisiche e meccaniche tra le più significative dei principali Acciai inox più utilizzati.

I prodotti siderurgici esistenti

La notevole diversificazione delle applicazioni industriali, raggiunta dagli Acciai inossidabili, ha necessariamente portato le ditte trasformatrici all'esigenza di poter disporre sul mercato di diversi prodotti siderurgici nei vari formati.

I prodotti di base, forniti da acciaieria, possono distinguersi in prodotti "piatti" e prodotti "lunghi".

Tra i primi si possono classificare:

- larghi piatti (laminati o ricavati da lamiera),
- lamiera laminata a caldo,
- lamiera laminata a freddo,
- nastro laminato a caldo,
- nastro laminato a freddo.

Tra i secondi:

- prodotti in barre (laminati o trafilati),
- filo,
- filo senza saldatura,
- tubi saldati;

a questi prodotti sono da aggiungere i "getti", vale a dire diversi prodotti ottenuti per fusione.

Sia per i prodotti piatti che per i prodotti lunghi, esistono ormai disponibilità, in commercio, di svariate dimensioni, tali da soddisfare ogni tipo di esigenza applicativa.

Dai formati standard forniti da acciaieria è comunque possibile ottenere qualsiasi genere di sottoformato a misura per richieste particolari.

A livello di normativa italiana, si può fare riferimento, per i vari prodotti sopra citati, alle seguenti Norme UNI.

◆ UNI 3159: getti di Acciaio inossidabile o lega colati in sabbia, resistenti al calore (refrattari). Qualità, prescrizioni e prove.

◆ UNI 3161: getti di Acciaio inossidabile colati in sabbia, resistenti alla corrosione. Qualità, prescrizioni e prove.

◆ UNI 6900: Acciai legati speciali inossidabili resistenti alla corrosione e al calore.

◆ UNI 6901: semilavorati e barre laminati o fucinati a caldo e vergella di Acciaio speciale inossidabile resistente alla corrosione e al calore.

◆ UNI 6904: tubi senza saldatura di Acciaio legato speciale inossidabile resistente alla corrosione ed al calore.

◆ UNI 8317: prodotti finiti piatti di Acciaio inossidabile resistente alla corrosione e al calore. Lamiera, lamiera sottili, nastri e nastri larghi.

Il fenomeno "corrosione"

E' sempre molto aleatorio poter prevedere, in generale, il comportamento nel tempo di un determinato materiale metallico se messo in contatto con un certo ambiente.

Gli Acciai inossidabili, grazie alla loro composizione chimica, hanno la possibilità di autopassivarsi, come già visto, e di poter far fronte alle più disparate condizioni di aggressione.

Sono molti i parametri che giocano a favore dell'innesco di un fenomeno corrosivo:

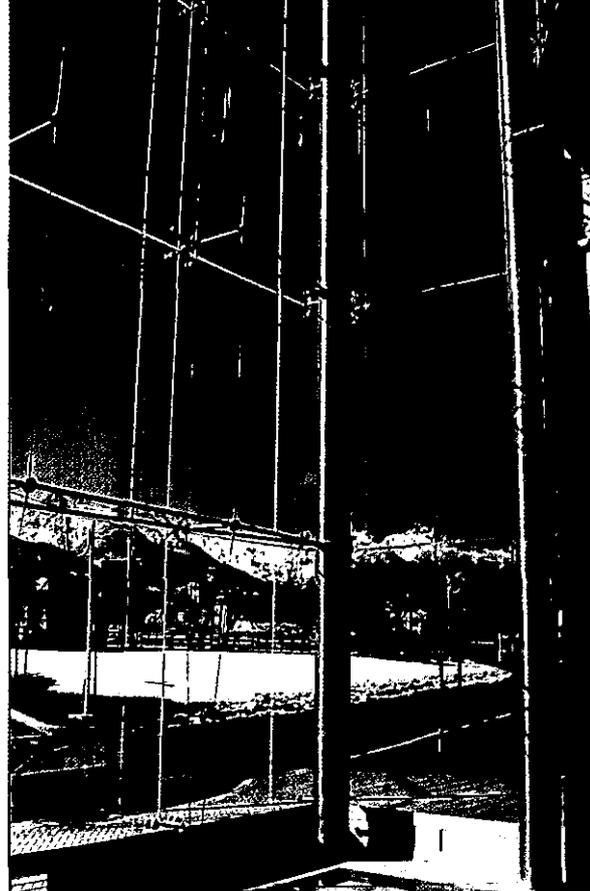
- la concentrazione dell'agente aggressivo,
- la temperatura dell'agente aggressivo,
- la velocità di fluido sulle pareti del materiale,
- la finitura superficiale del metallo, ecc.

Normalmente, però, i due valori più determinanti da tenere presente sono la concentrazione e la temperatura della sostanza corrosiva; ecco perché nella scelta di un certo inox in funzione dell'ambiente nel quale dovrà lavorare, è necessario conoscere, se possibile, almeno questi due parametri.

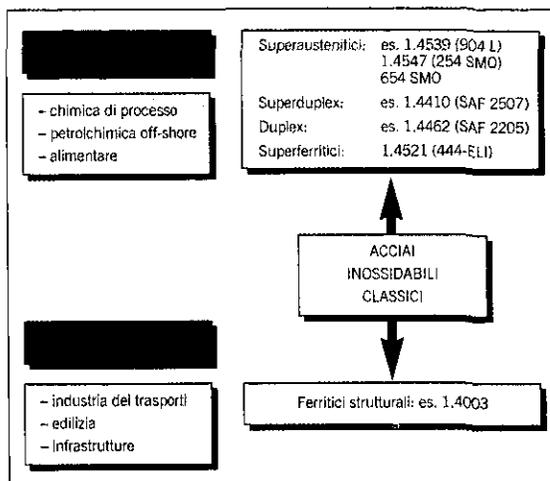
In generale, il miglior comportamento nei confronti dei fenomeni corrosivi, è offerto dagli Acciai austenitici, in particolare da quelli legati al Cromo-Nichel-Molibdeno, che presentano un film passivo particolarmente resistente.

Nell'ordine poi vengono i ferritici ed i martensitici che sono quelli a più basso tenore di Cromo. Per evitare che si inneschino corrosioni sugli inox, oltre a scegliere opportunamente il tipo di materiale in funzione del servizio al quale esso è destinato, è bene anche seguire alcune precauzioni durante le lavorazioni e la messa in opera.

E' necessario, intanto, sia in fase di stoccaggio dei prodotti, sia in fase di trasformazione duran-



Ristrutturazione Centrale del Latte di Aosta, T&T (TO) - Sostegno vetrata (cortesia di Centro Inox - Milano)



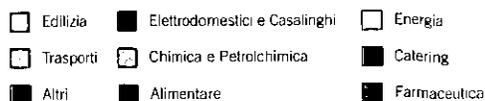
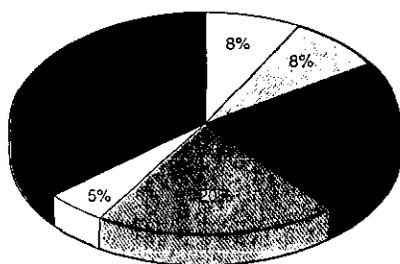
Tendenze nell'uso di nuovi tipi di Acciai inossidabili in alcuni settori di "nicchia"

te le lavorazioni, sia durante le installazioni, evitare contaminazioni con materiali meno nobili, come ad esempio quelle causate dall'Acciaio comune. L'inox eventualmente contaminato, anche in presenza di un aggressivo molto blando, può macchiarsi e dare inizio a fenomeni corrosivi localizzati. Le unioni con materiale d'apporto devono venire eseguite con gli elettrodi indicati per il materiale di base; mentre le giunzioni effettuate con elementi meccanici devono prevedere che i materiali costituenti gli organi di collegamento siano di inox o di pari nobiltà (per esempio monel, ecc.). Questo per evitare che si inneschino corrosioni galvaniche dovute alla differente nobiltà dei metalli messi a contatto.

Non bisogna utilizzare, sui componenti finiti, soluzioni detergenti o decapanti che abbiano elevate percentuali di sostanze clorurate (ad esempio non si deve usare acido cloridrico o muriatico commerciale). A volte, per pulire efficacemente le superfici dell'inox è sufficiente la normale acqua e sapone, oppure acqua e soda.

In casi ove la sporcizia sia molto più resistente, o dove sia necessario procedere a decapaggio (per esempio per i cordoni di saldatura) o a decontaminazione (nel caso di contaminazione ferrosa), è possibile utilizzare appositi prodotti in pasta da impiegare in maniera localizzata sulla zona da trattare.

Ripartizione percentuale dei consumi di Acciaio in Italia (stima)



L'Acciaio inox e l'igienicità

L'igienicità di un materiale, in generale, può essere definita come una serie di combinazioni coordinate di alcuni parametri che sono così riassunti.

a) *Resistenza alla corrosione*, a sua volta estrinsecata in:

- 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 tali da mutare le loro caratteristiche organolettiche o comunque di modificare la loro composizione dal punto di vista tossicologico;

- resistenza all'azione di detergenti, 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.

b) *Assenza di un qualunque rivestimento protettivo* che quando si scheggia, si usura, si 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.

c) *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.

d) *Elevata resistenza agli urti e, in genere, alle sollecitazioni meccaniche*: nessuna possibilità quindi di sbreccature che si tramutino in veri e propri terreni di coltura di germi.

e) *Ottima resistenza agli shock termici*: il materiale deve sopportare, senza danni e senza cricature, escursioni termiche anche rapide, dovute al ciclo di utilizzo che comprende, in genere, operazioni di riscaldamento, di raffreddamento e di lavaggio.

f) *Elevata rimovibilità batterica nei cicli di pulitura*: attrezzature, utensili, impianti, le cui superfici vengono regolarmente contaminate da colonie di batteri, debbono possedere al massimo grado questa qualità. E' indispensabile inoltre che la rimovibilità batterica rimanga la più costante possibile per tutta la durata della "vita" di tale oggetto.

g) *Bassa ritentività batterica nei cicli di pulitura*: anche questa caratteristica deve rimanere inalterata nel tempo; l'uso ripetuto e l'usura che ne deriva non devono influire minimamente su di essa.

Se confrontiamo queste caratteristiche richieste al generico materiale perché lo si possa considerare igienico e quelle offerte dagli Acciai inos-

sidabili, si nota come essi, a qualunque tipo appartengano, martensitici, ferritici e austenitici, presentano, sia pure in modo variamente coordinato, queste qualità.

Relativamente all'igienicità, è necessario sottolineare che gli Acciai inossidabili sono gli unici materiali metallici che, insieme alle materie plastiche, alle gomme, alla cellulosa rigenerata, alla carta, al carbone e al vetro, il Ministro della Sanità ha inserito nel Decreto del 21 marzo 1973, che fissa la "Disciplina igienica degli imballaggi, recipienti, utensili, destinati a venire in contatto con le sostanze di uso personale" (Suppl. Ord. Gazz. Uff. n. 104 del 20 aprile 1973).

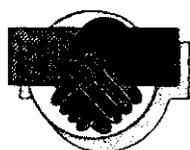
Con i successivi aggiornamenti, in totale il numero di Acciai elencati sale a una trentina (lista positiva), anche se quelli maggiormente impiegati sono l'AISI 304 e l'AISI 316.

Lo stesso Decreto, che prevede una cessione globale massima di 50 ppm per tutti i materiali, fissa all'art. 37 i limiti di migrazione specifica per gli oggetti d'Acciaio inossidabile destinati a contatto prolungato o breve con sostanze alimentari. Tali limiti sono fissati, è opportuno sottolinearlo, in funzione di prove convenzionali nelle quali viene usata, come soluzione d'attacco, una soluzione acquosa al 3% di acido acetico; essi sono di 0,1 ppm per il Cromo trivalente. Ovviamente questi limiti convenzionali, imposti, sono di gran lunga superiori ai valori effettivi di migrazione che si riscontrano nella pratica.

Acciai inossidabili classici	
Gruppi	Segmenti
Edilizia	Canne fumarie
	Parti strutturali
	Servizi (ascensori, serramenti, etc.)
Infrastrutture	Impianti per acqua potabile
	Impianti di depurazione acque
	Arredo urbano
	Ponti e viadotti
Trasporti	Autobus (parti strutturali)
	Auto (impianti di scarico e parti strutturali)
	Veicoli industriali

E' quindi assolutamente errato pensare che le cessioni reali raggiungano tali valori limite che, invece, sono fissati convenzionalmente per tutelare il consumatore. Recentemente, una nuova conferma dell'idoneità degli Acciai inossidabili al contatto con sostanze alimentari è venuta anche dal Decreto Legislativo n. 108, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 17 febbraio 1992 ed entrato in vigore il 18 aprile dello stesso anno. Tale decreto è stato emanato in attuazione di direttive CEE per uniformare la legislazione specifica dei Paesi membri. Per l'Italia, quindi, viene ribadita la validità del Decreto Ministeriale 21 Marzo 1973, succitato. □

Nuovi settori di impiego per gli Acciai inossidabili "classici"



G.A.I.A.® S.R.L.

GESTIONI AUTONOME INTERMEDIAZIONI ASSICURATIVE

In collaborazione con il Collegio della Provincia di Milano ha studiato a fondo le esigenze assicurative dei Periti Industriali ed ha individuato le condizioni ottimali per coprire i seguenti rischi:

- Responsabilità Civile Professionale
- Infortuni
- Rimborso spese di cura
- Globale Uffici
- Globale Abitazioni
- Vita (Previdenza - "Puro Rischio")
- Difesa legale
- Recuperi IVA-IRPEF-ILOR

Per preventivi e consulenze gratuiti telefonare chiedendo del
Sig. Stefano Daolmi

G.A.I.A. S.r.l. - Broker di Assicurazioni - Viale Sondrio, 5 - 20124 MILANO
Tel. 02/6705553 - Fax 02/67074172