



## L'acciaio inox al servizio dell'acqua potabile: innovazione e prospettiva per la rubinetteria domestica



V. Boneschi  
Centro Inox, Milano

### Premessa

Scopo di questa memoria è presentare il ruolo dell'acciaio inossidabile come materiale al servizio dell'acqua potabile. Come confermano recenti applicazioni (alcune verranno presentate brevemente alla fine di questa memoria) l'acciaio inox si sta guadagnando una propria identità in un settore che, comunque, vede come protagonisti altri materiali.

Si illustreranno, pertanto, alcuni aspetti relativi all'impiego nel settore delle acque potabili: resistenza alla corrosione, cessioni, normativa.

Infine, verranno presentate alcune recenti applicazioni in Italia, con particolare attenzione al settore emergente della rubinetteria domestica.

### Gli inox usati nel ciclo dell'acqua

Gli acciai inossidabili che fino ad oggi hanno trovato maggiore impiego nel ciclo dell'acqua sono quelli della serie austenitica al cromo-nichel, in particolare AISI 304 e 304L (EN 1.4301 e 1.4306), o al cromo-nichel-molibdeno, in particolare AISI 316 e 316L (EN 1.4401 e 1.4404), nei formati facilmente reperibili sul mercato. Nella tabella di seguito riportiamo la composizione chimica dei tipi più usati:

| Designazione secondo EN 10088 | C       | Cr            | Ni            | Mo          |
|-------------------------------|---------|---------------|---------------|-------------|
| 1.4301 (AISI 304)             | ≤ 0,07  | 17,00 ÷ 19,50 | 8,00 ÷ 10,50  | -           |
| 1.4306 (AISI 304L)            | ≤ 0,030 | 18,00 ÷ 20,00 | 10,00 ÷ 12,00 | -           |
| 1.4401 (AISI 316)             | ≤ 0,07  | 16,50 ÷ 18,50 | 10,00 ÷ 13,00 | 2,00 ÷ 2,50 |
| 1.4404 (AISI 316L)            | ≤ 0,030 | 16,50 ÷ 18,50 | 10,00 ÷ 13,00 | 2,00 ÷ 2,50 |

La scelta dell'uno o dell'altro tipo dipende da vari fattori, che sempre devono essere tenuti presente per identificare il giusto tipo di lega in funzione dell'applicazione. I parametri fondamentali sono:

- concentrazione degli agenti aggressivi, in particolare di ioni cloro e fluoro;
- temperatura di esercizio;
- velocità del fluido sulle pareti del materiale;
- finitura superficiale;
- collegamento con altri materiali.

Non si dimentichi comunque che altri fattori influiscono sull'innescio di fenomeni corrosivi; ad esempio un'oculata progettazione che elimini possibili pericoli dovuti a depositi aggressivi, sarà una garanzia in più per l'efficienza dell'impianto.

In ogni caso è certo che l'acciaio inox ha trovato applicazione per componenti utilizzati nei singoli momenti del ciclo integrato dell'acqua potabile, contrariamente agli altri materiali che hanno un ben preciso ambito applicativo. Schematicamente si può riassumere in una tabella quest'ultimo concetto:

|                             | Inox | Altri materiali                       |
|-----------------------------|------|---------------------------------------|
| <b>Captazione</b>           | si   | ghisa, cemento, acciaio zincato       |
| <b>Filtrazione</b>          | si   | acciaio zincato, cemento,             |
| <b>Stoccaggio</b>           | si   | cemento, acciaio zincato, PE          |
| <b>Trasporto</b>            | si   | cemento, acciaio zincato, ghisa, PE   |
| <b>Distribuzione finale</b> | si   | rame, acciaio zincato, PE             |
| <b>Rubinetti domestici</b>  | si   | ottone cromato o variamente rivestito |

## **Resistenza alla corrosione**

La scelta dell'acciaio inox, in generale, è dettata dalla presenza di ambienti particolarmente aggressivi. Perciò è necessario avere a disposizione un materiale che assicuri durata nel tempo senza, oltretutto, necessità di dover intervenire per opere di manutenzione, come può invece succedere per acciai al carbonio o altre leghe rivestite.

Abbiamo già accennato ad alcuni dei parametri fondamentali per la scelta del giusto tipo di lega; in generale potremo riassumere con un semplice schema quali siano i fattori determinanti per l'innescò di un fenomeno corrosivo:

per il materiale:

- composizione chimica
- struttura
- disegno del particolare
- modalità di messa in opera

per l'agente aggressivo:

- composizione chimica
- concentrazione
- temperatura
- velocità relativa rispetto al materiale

Quando la scelta ricade sull'inox, si rende necessario specificare quale tipo utilizzare; a questo punto i fattori determinanti divengono, prevalentemente, concentrazione dell'agente aggressivo (in particolare ioni cloro e ioni fluoro) e temperatura.

Come già accennato, gli inossidabili della serie austenitica, conosciuta come serie 300, offrono il miglior comportamento nei confronti dei fenomeni corrosivi; in particolare quelli legati al cromo-nichel-molibdeno, in virtù di un film passivo estremamente resistente.

Al fine di minimizzare i fenomeni di innesco della corrosione sull'inox, è bene seguire anche delle precauzioni in fase di lavorazione e messa in opera.

Prima di tutto è da evitare qualsiasi forma di contaminazione, per esempio ferrosa, che potrebbe verificarsi durante lo stoccaggio o per effetto di lavorazioni con utensili precedentemente usati su acciaio al carbonio. Un inox inquinato è certamente più suscettibile a inneschi corrosivi.

Le giunzioni saldate con materiale d'apporto devono essere eseguite con elettrodo compatibile con il metallo di base, mentre le unioni meccaniche devono prevedere che i materiali costituenti l'organo di collegamento, ad esempio i bulloni, siano anch'essi in inox o di pari nobiltà (es. monel). Si eviteranno in tal modo spiacevoli fenomeni di corrosione dovuta ad accoppiamento galvanico.

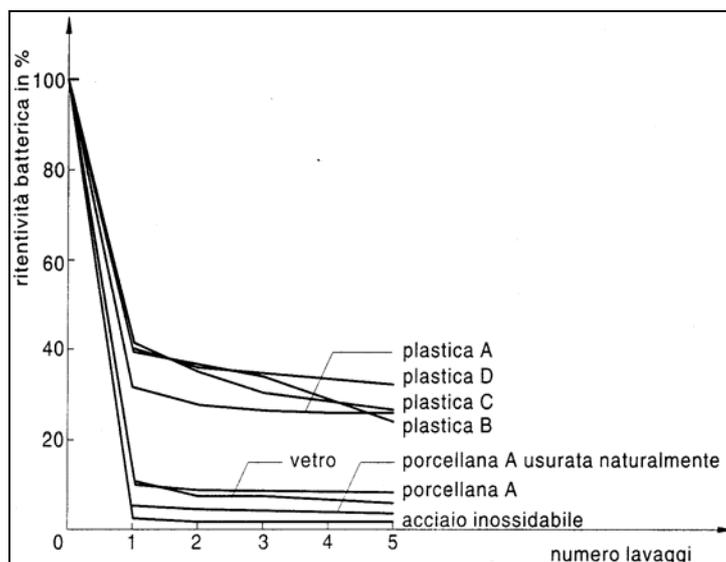
La decontaminazione delle superfici può avvenire con prodotti decapanti e passivanti opportunamente calibrati e utilizzati; per la pulizia potranno essere impiegati detergenti non a base clorata. In generale l'acqua e sapone o l'acqua addizionata con soda costituiranno degli ottimi prodotti per la pulizia dell'inox. Anche il vapore sarà un ottimo sanificante, sempre controllando la composizione dell'acqua di partenza.

## Igienicità, cessioni, decreti e norme

L'igienicità di un materiale, in generale, può essere definita come la combinazione di una serie di aspetti che sono così riassumibili:

1. Resistenza alla corrosione, a sua volta estrinsecata in:
  - inerzia nei confronti delle sostanze con cui il materiale viene in contatto, così da evitare cessioni di suoi elementi costituenti che alterino le proprietà organolettiche o tossicologiche;
  - resistenza all'azione di detergenti, solventi, sanificanti, disinfettanti, così da permettere azioni atte a rimuovere anche le più piccole tracce di depositi, sporczia e inquinamento batterico;
2. assenza di un qualunque rivestimento protettivo che, quando si scheggia, si usura, si fessura o comunque si deteriora, crea discontinuità superficiali che si trasformano in ricettacoli di germi e sporczia; tali discontinuità possono divenire sede di innesco di fenomeni corrosivi o portare allo scoperto un materiale di base che potrebbe essere tossico;
3. superficie compatta priva di porosità: la superficie non deve assorbire particelle di qualsiasi provenienza, che successivamente alterino il prodotto con cui vengono in contatto;
4. elevata resistenza agli urti e alle sollecitazioni meccaniche in genere: sbeccature e cricche diventerebbero terreni fertili per i germi;
5. resistenza agli shock termici: durante il ciclo di utilizzo gli sbalzi di temperatura non devono creare rotture o cricche per i motivi già citati;
6. elevata rimovibilità batterica: nei cicli di pulizia e sanificazione di attrezzature e impianti, le cui superfici vengono regolarmente contaminate da colonie di batteri, si devono poter ripristinare in toto le loro qualità originarie. La rimovibilità batterica deve anche essere assicurata per tutto il ciclo di vita;
7. bassa ritentività batterica: rimuovere i batteri è possibile, ma se già trovano vita dura nel formarsi vengono migliorate le condizioni di esercizio.

Gli acciai inossidabili in tutte le loro tipologie, in modo variamente coordinato, offrono un'ottima risposta a tutte queste richieste; ad esempio si osservi, nella figura di seguito, l'andamento della ritentività batterica in funzione del numero di lavaggi per superfici usate di vari tipi di materiale:



A conferma di questo fatto ricordiamo che esiste una lista positiva degli acciai inossidabili contenuta 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 alimentare o con le sostanze di uso personale". Tale lista annovera, con i relativi aggiornamenti, una trentina di acciai inossidabili, tra cui i più impiegati sono certamente l' AISI 304 e 316 (EN 1.4301 e 1.4401).

Lo stesso decreto riporta all'art. 37 i limiti di migrazione specifica per gli oggetti di acciaio inossidabile destinati al contatto prolungato o breve con sostanze alimentari. Tali limiti sono fissati sulla base di prove convenzionali e comunque sono ben superiori ai valori effettivi che si riscontrano nella pratica; ciò che importa è, giustamente, la tutela del consumatore.

| <b>Limiti di migrazione specifica secondo DM 21.3.1973</b> |         |
|------------------------------------------------------------|---------|
| Cromo trivalente (Cr III)                                  | 0.1 ppm |
| Nichel (Ni)                                                | 0.1 ppm |

Il Decreto legislativo n° 108 del 17 Febbraio 1992 ha ribadito l'idoneità dell'inossidabile a venire in contatto con sostanze alimentari; tale decreto è stato emanato in attuazione delle direttive CEE, atte ad uniformare le legislazioni specifiche degli stati membri.

Sempre da un punto di vista legislativo, ricordiamo che a livello europeo sono in corso i lavori per la stesura di documenti relativi ai materiali in contatto con l'acqua destinata al consumo umano.

In Italia vige il DM 6 Aprile 2004, regolamento per i materiali idonei al contatto con l'acqua potabile; per ciò che concerne l'inossidabile, in tale documento si fa riferimento alla lista positiva contenuta nel sopraccitato D.M. 21/3/73 per sancire i tipi di inossidabile idonei al contatto con l'alimento di base, ovvero l'acqua:

| <b>Acciai inox idonei al contatto con alimenti secondo DM 2.3.1973</b> |                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Austenitici                                                            | 202 – 301 – 302 – 303 – 303Se – 304 – 304L – 305 – 308 – 316 – 316 L – 316Ti – 316N - 321 – 347 |
| Ferritici                                                              | 430 – 430F                                                                                      |
| Martensitici                                                           | 410 – 414 – 416 - 420 – 440                                                                     |
| Duplex                                                                 | 329 – 329N – 2205 - 2304                                                                        |
| PH                                                                     | 630                                                                                             |

Si segnala comunque che da test di cessione, commissionati dalla Comunità Europea ad alcuni laboratori nazionali, sono emersi risultati estremamente positivi per l'acciaio inossidabile:

| <b>TEST</b>                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Esecutore del test</b>                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Procedura del test</b>                                                                                                                                                                                                                                       |
| Co-normative research                                                                                                                                                                                                                                              | BS 7766:1994 e test su impianto di prova                                                                                                                                                                                                                        |
| DWI (Drinking Water Inspectorate)                                                                                                                                                                                                                                  | BS 7766 modificata                                                                                                                                                                                                                                              |
| ITS (Interlek Testing Services)                                                                                                                                                                                                                                    | BS 7766:2001                                                                                                                                                                                                                                                    |
| European Commission – Directorate-General for Research - Technical Steel Research "Assessment of stainless steels' compatibility in food and health applications regarding their passivation ability" – Contract No 7210-KB/422, 340 (1 July 1996 to 30 June 1999) | <ul style="list-style-type: none"> <li>Valutazione del grado di rilascio in acqua potabile sintetica con immersione per una settimana a 23 °C e a 70 °C</li> <li>Studio elettrochimico nella medesima acqua per tracciare le curve di polarizzazione</li> </ul> |
| LaQue Center for Corrosion Technology, Inc- "Hazard Classification of Alloys" – Prepared for the International Council on Metals and the Environment                                                                                                               | Test di corrosione e di rilascio                                                                                                                                                                                                                                |
| British Steel plc, Swinden Technology – Avesta Sheffield Ltd ECSC contract 7210.MA/818                                                                                                                                                                             | Test di rilascio su un impianto di prova                                                                                                                                                                                                                        |

Infine ricordiamo alcune delle norme e leggi già esistenti relative all'impiego dell'inossidabile nel settore delle acque potabili:

| <b>Norme e leggi</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Titolo</b>                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EN 10312                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Welded stainless steel tubes for the conveyance of aqueous liquids including water for human consumption – Technical delivery conditions                                                                                                                                                   |
| DVGW W 541                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Rohre aus nichtrostenden Stählen und Titan für die Trinkwasser-Installation; Anforderungen und Prüfungen                                                                                                                                                                                   |
| ANSI/NSF 61                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Drinking water system components – Health effects                                                                                                                                                                                                                                          |
| BS 4127                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Light gauge stainless steel tubes, primarily for water applications                                                                                                                                                                                                                        |
| UNE 19049-1                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Tubos de acero inoxidable para instalaciones interiores de agua fría y caliente                                                                                                                                                                                                            |
| JIS G 3448                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Light gauge stainless steel tubes for ordinary piping                                                                                                                                                                                                                                      |
| DWI (Drinking Water Inspectorate) Application 56.4.477                                                                                                                                                                                                                                                                 | Operational guidelines and code of practice for stainless steel products in drinking water supply.                                                                                                                                                                                         |
| Decreto Ministeriale 6 Aprile 2004 n. 174, (possono essere impiegati tutti gli inox menzionati nel DM 21.3.1973 per il contatto con alimenti)                                                                                                                                                                          | Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano                                                                                          |
| French Decree 13 January 1976 (menzionato come riferimento nel documento : « Arrêté du 29 mai 1997 relatif aux matériaux et objets utilisés dans les installations fixes de production, de traitement et de distribution d'eau destinée à la consommation humaine - - Journal officiel du 1 <sup>er</sup> juin 1997 ») | Journal Officiel de la République Française – Matériaux au contact des denrées alimentaires – Edition mise à jour au 4 juin 1997 - Arrête du 13 Janvier 1976 relatif aux matériaux et objets en acier inoxydable au contact des denrées alimentaires (Journal officiel du 31 janvier 1976) |
| NF A 36-711 – Avril 2002                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Aciers hors emballage – Aciers inoxydables destinés à entrer au contact des denrées, produits et boissons pour l'alimentation de l'homme et des animaux                                                                                                                                    |
| Kiwa BRL-K762/02                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Beoordelingsrichtlijn – voor het Kiwa-productcertificaat voor naadloze en gelaste roestvast stalen buizen voor waterinstallaties                                                                                                                                                           |
| NBR 14863                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Reservatório de aço inoxidável para água potável                                                                                                                                                                                                                                           |

### **Recenti esempi applicativi**

A testimonianza del sempre crescente interesse per l'acciaio inox da parte del settore dell'acqua potabile, riportiamo alcuni recenti esempi applicativi.

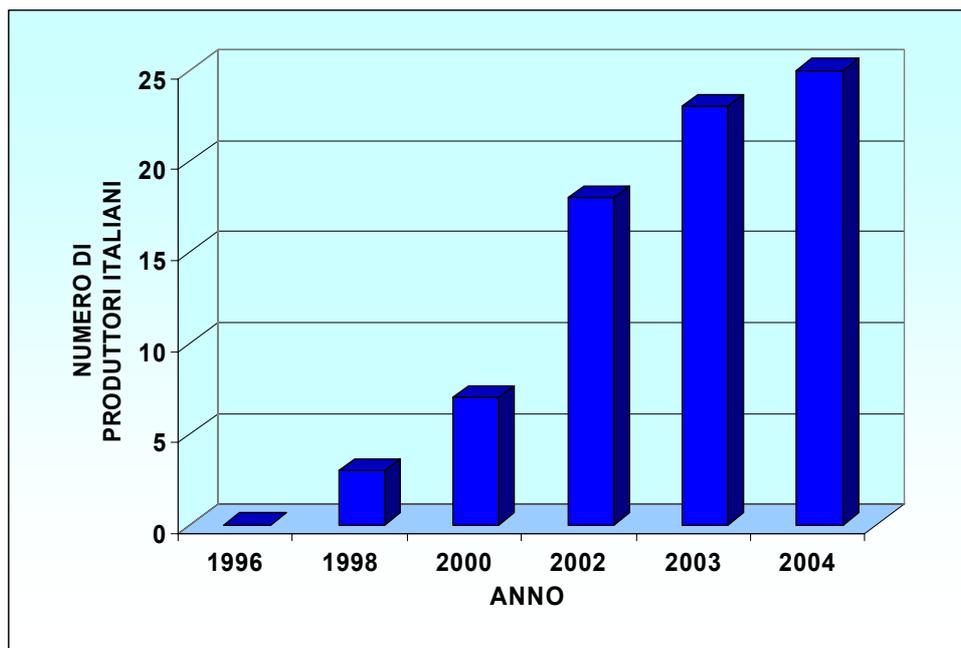
#### **La rubinetteria**



Mentre è ormai da tempo diffuso l'impiego di acciaio inossidabile per la rubinetteria industriale, è bene ricordare che l'inossidabile ha fatto la sua comparsa anche per la produzione di quella domestica, sia per il bagno che per la cucina. E' sicuramente questa la vera



novità; visitando le fiere del settore è ormai possibile trovare più di un'azienda che affianca rubinetti inox a quelli realizzati con i materiali tradizionali. Le sempre più restrittive richieste sulla qualità dell'acqua hanno spinto alcuni produttori a cercare un materiale alternativo a quello tradizionalmente utilizzato (ottone cromato). Con l'acciaio inox è così possibile far sposare le esigenze di design con quelle derivanti dalle norme vigenti. Altro aspetto, che è stato possibile cogliere nelle interviste effettuate, è quello relativo all'inalterabilità nel tempo. Infatti i cicli di pulizia gradualmente assottigliano il rivestimento dei tradizionali rubinetti, portando allo scoperto il classico colore giallo oro del materiale sottostante. In grossi complessi, come gli hotel, è quindi ben vista una soluzione che elimina il problema sopraccitato. Per la produzione si parte da barra o da tubo, che vengono lavorati per deformazione plastica a freddo e per asportazione di materiale, ma non manca anche una produzione derivante da fusione.



### Risanamento di tubazioni per il trasporto



Di seguito sono riportate le immagini del risanamento di una tratta (550 m circa) di una vecchia condotta realizzata con tubi di ghisa grigia del diametro di 600 mm. L'intervento è stato realizzato recentemente nel centro storico del comune di Venaria Reale (Torino), a pochi passi dalla reggia di Venaria, quindi in una posizione non troppo agevole.



La tecnologia adottata (Techninox) ha permesso di minimizzare i tempi di intervento e di non interferire con la viabilità della zona.



In pratica si è eseguito un intubamento della condotta in ghisa con una nuova in AISI 304, del diametro di 550 mm e spessore 2,5 mm in spezzoni da 1550 mm, saldati di testa (in automatico) tra loro e spinti all'interno della tubazione preesistente.

Il ciclo completo di saldatura, ritorno del carrello, spinta del tubo, posizionamento del nuovo spezzone e preparazione alla saldatura successiva durava circa 24 minuti con una produttività di 375 mm/ora di condotta

risanata.



## Serbatoio di accumulo: rivestimento di serbatoi in cemento



Nella realizzazione di serbatoi per acqua potabile due sono gli aspetti importantissimi: la perfetta tenuta idraulica e l'igienicità.

Per il primo aspetto in generale si opera rivestendo con intonaco idrofugo o con malte cementizie impermeabili. Si pongono parecchi problemi in fase di pulizia, sia per la rugosità elevata delle superfici, sia per le non perfette condizioni di planarità che comportano zone di ristagno.

Il secondo aspetto citato è diretta conseguenza del primo. Infatti, la superficie scabrosa facilita la proliferazione batterica.

La soluzione adottata per il comune alpino di Livigno, presentata nelle immagini di riportate, propone l'uso di lastre prefabbricate in cemento già rivestite in acciaio inossidabile unite mediante saldatura in loco. La lastra inox infatti costituisce parte integrante del cassero per la realizzazione del pannello; in tal modo è garantita la perfetta adesione tra i materiali e l'assenza di possibili infiltrazioni.



Si tiene anche a sottolineare l'aspetto economico della soluzione che, in termini di Life Cycle Cost su una durata di vita di 50 anni, consente di dimezzare i costi rispetto alle classiche soluzioni con rivestimento cementizio o epossidico. Inoltre si vuole evidenziare che a fronte di un costo del rivestimento inox di tre volte superiore rispetto a quelli classici, in termini percentuali la maggiore incidenza sui costi totali dell'opera è stata solo del 10%.

Infine un cenno alla posa in opera; tempi brevi, facilità di installazione e di trasporto delle lastre sono in sintesi gli aspetti salienti della tecnologia adottata.

