

Scheda prodotto/Technical data sheet

470LI

EN 1.4613



ACCIAI
SPECIALI
TERNI

CARATTERISTICHE GENERALI GENERAL CHARACTERISTICS

IL 470LI È UN ACCIAIO SUPERFERRITICO NICKEL-FREE CHE, GRAZIE ALL'ALTO CONTENUTO DI CROMO (24CR), OFFRE UNA RESISTENZA ALLA CORROSIONE LOCALIZZATA CONFRONTABILE A QUELLA DELL'AUSTENITICO 316L. IL 470LI, GRAZIE ALL'ELEVATO GRADO DI PULIZIA E ALLA STABILIZZAZIONE MISTA, GARANTISCE OTTIME PROPRIETÀ DI FORMABILITÀ E SALDABILITÀ.

470LI IS A SUPER-FERRITIC, NICKEL-FREE STAINLESS STEEL WHICH, THANKS TO ITS HIGH CHROMIUM CONTENT (24CR), OFFERS LOCALISED CORROSION RESISTANCE THAT IS COMPARABLE TO AUSTENITIC 316L. THANKS TO THE HIGH PURITY AND MIXED STABILISATION, 470LI STAINLESS STEEL GUARANTEES EXCELLENT FORMING AND WELDING PROPERTIES.

DESIGNAZIONE AST AST DESIGNATION	DESIGNAZIONE EUROPEA EUROPEAN DESIGNATION
470LI	X2CrTi24 1.4613

ANALISI CHIMICA CHEMICAL ANALYSIS

ELEMENTI (%) ELEMENTS	C	Cr	Ni	Mo	ALTRI OTHERS
470LI AST (Valori tipici) (Typical values)	0.01	24.0	-	-	$0.2 \leq (Ti+Nb) \leq 0.5$
1.4613 EN 10088-2 (Valori limite) (Limit values)	<0.03	22÷25	-	-	$Ti+Nb=0.2+4 \cdot (C+N)$ (%)

APPLICAZIONI APPLICATIONS

L'elevata resistenza alla corrosione dell'acciaio 470LI lo rende adatto alla fabbricazione di:

- CRA layer di tubi lined/cladded nel settore downstream o nel settore della produzione di energia da fonti rinnovabili (i.e. geotermia);
- macchine per il packaging alimentare;
- pannelleria (porte forno, porte ascensori);
- condotte per il trasporto dell'acqua potabile;
- elettrodomestici;
- canne fumarie;
- barriere fono-assorbenti;
- catodi per la raffinazione del rame ed impianti elettrolitici;
- carpenterie swimming pool.

L'elevata conducibilità termica combinata con la ridotta espansione rispetto ai gradi austenitici rendono l'acciaio 470LI vocato anche per l'utilizzo negli scambiatori di calore.

L'omologazione per il contatto alimentare rende infine l'acciaio adatto per uso nel settore del catering ed utensileria da cucina.

È da sottolineare che l'acciaio 470LI può essere agevolmente utilizzato allo stato saldato, nelle varie tecnologie di saldatura applicabili, soprattutto perché mantiene buone proprietà di duttilità, tenacità e resistenza alla corrosione intergranulare senza necessità di post-trattamenti.

The high corrosion resistance of 470LI stainless steel makes it suitable for the manufacture of:

- CRA layer of lined/cladded tubes in the downstream or energy production from renewable sources (i.e. geothermal energy) sectors;
- food packaging machines;
- panelling (oven doors, lift doors);
- pipes for transporting drinking water;
- white goods;
- chimney;
- sound-absorption barriers;
- cathodes for copper refineries and electrolytic plants;
- structural parts work for swimming pools.

The high thermal conductivity combined with the reduced thermal expansion compared to the austenitic grades makes 470LI stainless steel ideal for use in heat exchangers.

Lastly, approval for food contact makes 470LI stainless steel suitable for use in the catering and for kitchen equipment.

It should be noted that 470LI stainless steel can be easily welded with a variety of technologies, because it maintains good ductility, toughness and intergranular corrosion resistance without the need for post-weld treatment.

FORMATI SIZES

L'acciaio 470LI può essere fornito in rotoli e fogli nelle diverse finiture.
470LI stainless steel can be supplied in coils and sheets with different finishes.

FINITURA FINISH	SPESSORE (mm) THICKNESS (mm)		LARGHEZZA (mm) WIDTH (mm)	
	DA FROM	A TO	DA FROM	A TO
Rotoli in finitura 1 Coils in N°1 finish	2.0	6.5	1000	1020
	2.5	6.5	1250	1270
	3.5	6.5	1500	1520
Rotoli in finitura 2D / 2B Coils in 2D/2B finish	0.35*	0.79	100	1270
	0.8	3	100	1520
Rotoli in finitura BA Coils in BA finish	0.35*	0.79	100	1270
	0.8	1	100	1520

*La disponibilità dello spessore 0.35mm sarà verificata su richiesta.
*The availability of the 0.35mm thickness will be checked on request.

FINITURA FINISH	SPESSORE (mm) THICKNESS (mm)		LARGHEZZA (mm) WIDTH (mm)		LUNGHEZZA (mm) LENGTH (mm)	
	DA FROM	A TO	DA FROM	A TO	DA FROM	A TO
Fogli in finitura 1 Sheets in N°1 finish	5	6.5	1000	1520	1000	6000
Fogli in finitura 2D / 2B Sheets in 2D / 2B finish	0.35*	0.79	150	500	250	4000
	0.35*	0.79	501	1000	500	4000
	0.35*	0.79	1001	1250	1000	4000
	0.8	3	150	500	250	4000
	0.8	3	501	1000	500	4000
	0.8	3	1001	1250	1000	4000
	0.8	3	1250	1524	1000	6000
Fogli in finitura BA Sheets in BA finish	0.35*	1.0	150	500	250	4000
	0.35*	1.0	501	1000	500	4000
	0.35*	1.0	1001	1250	1000	4000
	0.8	1.0	1251	1524	1000	6000

*La disponibilità dello spessore 0.35mm sarà verificata su richiesta.
*The availability of the 0.35mm thickness will be checked on request.

L'acciaio 470LI è inoltre disponibile, come prodotto complementare, in forma di tubi saldati di vari diametri e spessori.
470LI stainless steel is also available, as a complementary product, welded in the shape of tubes of varying diameter and thickness.

PROPRIETÀ FISICHE PHYSICAL PROPERTIES

A TEMPERATURA AMBIENTE (VALORI TIPICI) AT ROOM TEMPERATURE (TYPICAL VALUES)

DENSITÀ (Kg/m ³) DENSITY	MODULO YOUNG (GPa) YOUNG'S MODULUS	COEFF. POISSON POISSON'S RATIO	CONDUCIBILITÀ TERMICA (W/m/K) THERMAL CONDUCTIVITY	CAPACITÀ TERMICA (J/kg/K) HEAT CAPACITY	RESISTIVITÀ ELETTRICA (μΩm) ELECTRICAL RESISTIVITY	MAGNETISMO MAGNETISM
d	E	ν	k	c	ρ	si yes
7700	205	0.31	26	460	0.60	

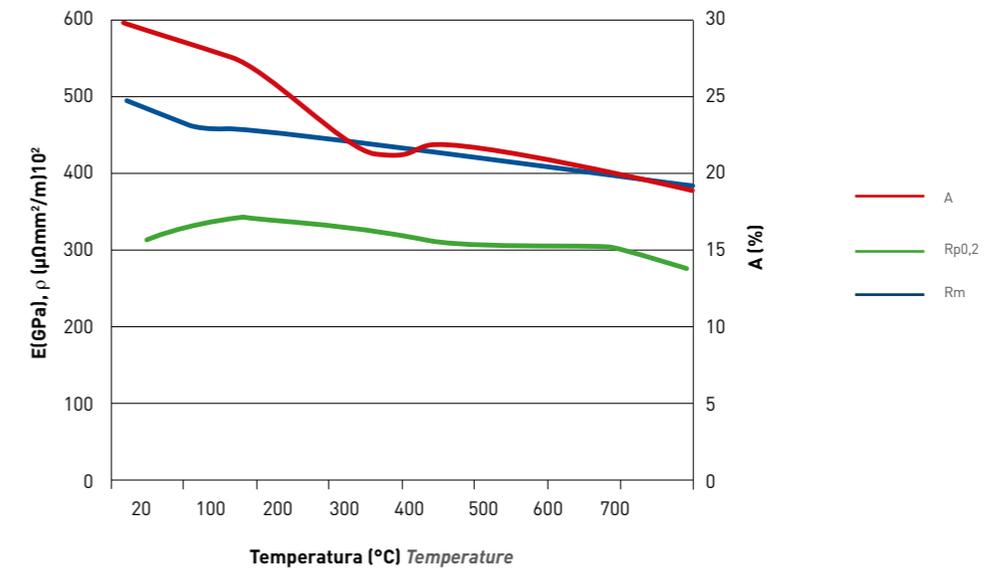
PROPRIETÀ MECCANICHE MECHANICAL PROPERTIES

A temperatura ambiente (valori tipici misurati su provini ricavati perpendicolarmente alla direzione di laminazione), test eseguito in accordo allo standard ISO 6892-1.

At room temperature (typical values on samples taken perpendicularly to the rolling direction), test carried out according to ISO 6892-1 standard.

GRADO ACCIAIO STEEL GRADE	Rp0.2 (MPa)	RM (MPa)	A (%)
470LI AST (Valori tipici) (Typical values)	330	490	30
1.4013 EN 10088-2 (Valori limite) (Limit values)	250 min	430-630	18 min

ALTA TEMPERATURA HIGH TEMPERATURE



RESISTENZA ALLA CORROSIONE

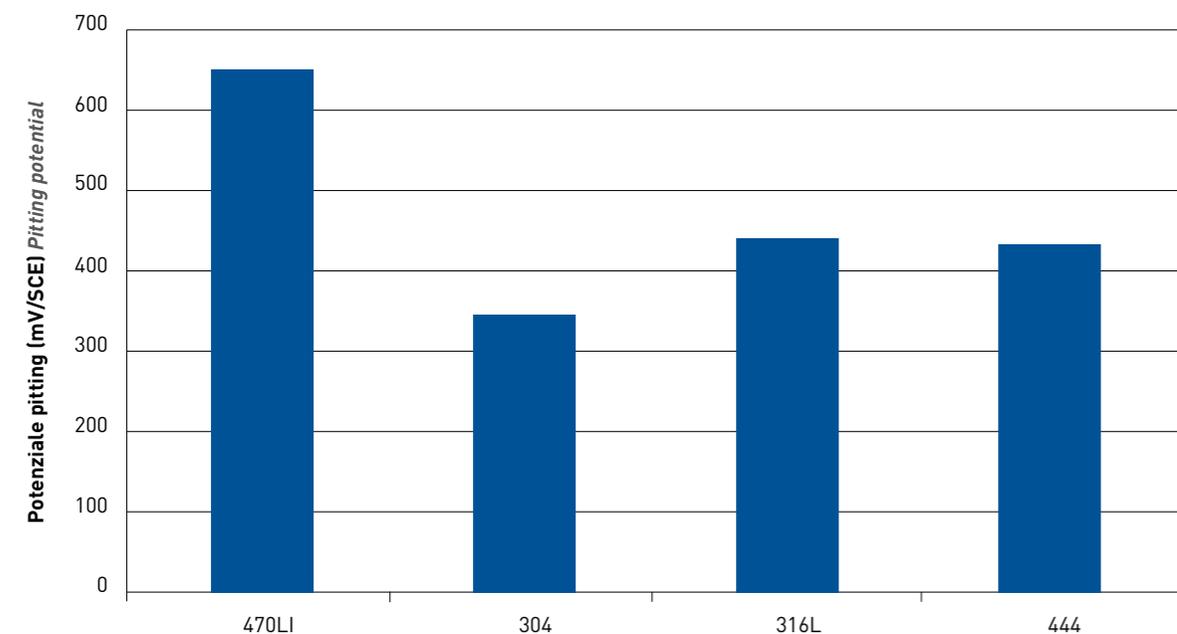
CORROSION RESISTANCE

La resistenza alla corrosione localizzata (vaiolatura) da cloruri dell'acciaio 470LI è pari o superiore a quella degli austenitici 304 e 316.

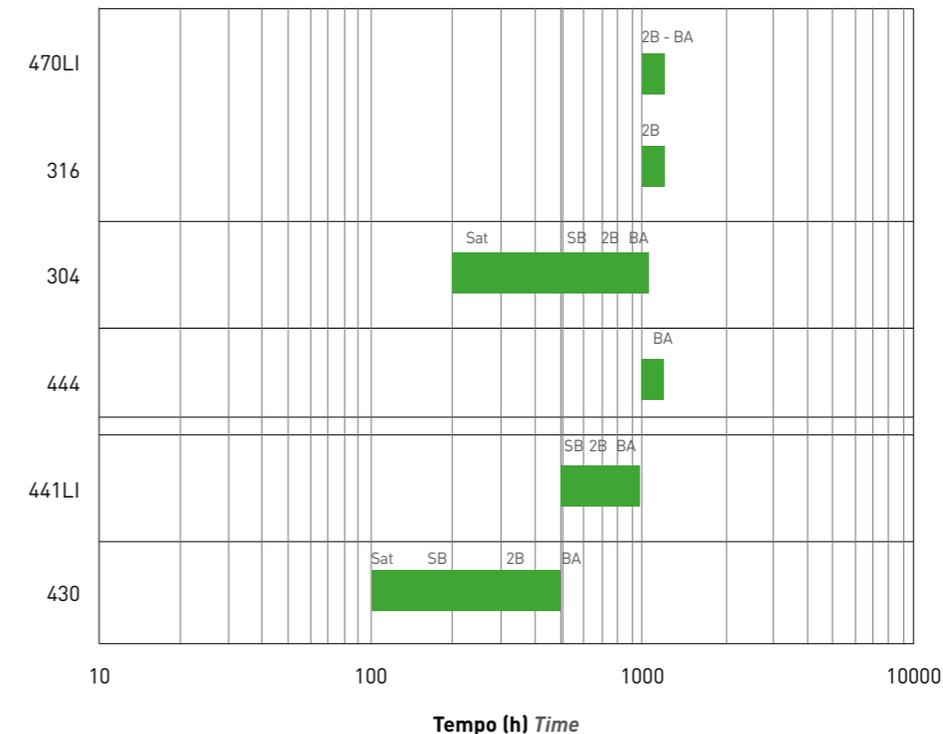
Resistance to localised corrosion (pitting) from chlorides of 470LI stainless steel is equal or above comparable or better than austenitic 304 and 316.

ACCIAIO STEEL	PREN		
	Min	Max	Med
470LI	23.8	25.3	24.5

Il PREN (Pitting Resistance Equivalent Number) è stato calcolato utilizzando la formula: $PRE = \%Cr + 3.3\%Mo + 16\%N$
PREN (Pitting Resistance Equivalent Number) is calculated using the formula: $PRE = \%Cr + 3.3\%Mo + 16\%N$



Valori indicativi del potenziale critico di pitting secondo standard ASTM G61 (NaCl 3.56%, Tamb).
Typical values of critical pitting potential according to ASTM G61 (NaCl 3.56%, RT) standard.



Resistenza in camera a nebbia salina in funzione della finitura superficiale (test eseguito secondo standard ASTM B117).
*Resistance in salt spray fog chamber test based on the surface finish (test performed according to ASTM B117 standard).
 It has good resistance to stress corrosion cracking.*

L'acciaio 470LI supera le 1000h di esposizione in camera a nebbia salina senza che insorga alcun attacco corrosivo

470LI stainless steel successfully passes 1000 h in a salt spray fog chamber test without any sign of corrosive attack.

Nelle condizioni di prova richieste dallo standard ASTM G61 il 470LI non risulta suscettibile a pitting, come mostrato dall'elevato potenziale critico di pitting individuato.

In the test conditions prescribed required by the ASTM G61 standard, 470LI stainless steel is not susceptible to pitting corrosion, as shown by the high critical pitting potential identified.

RESISTENZA ALLA CORROSIONE CORROSION RESISTANCE

ACCIAIO STEEL	CPT (°C)	CCT (°C)
470LI	15	3
304	4	0
316L	10	0

Valori indicativi delle temperature critiche di pitting e crevice calcolate secondo ASTM G48 E-F (soluzione FeCl3 6%).
Indicative values of critical pitting and crevice temperatures calculated according to ASTM G48 E-F standard (6% FeCl3 solution).

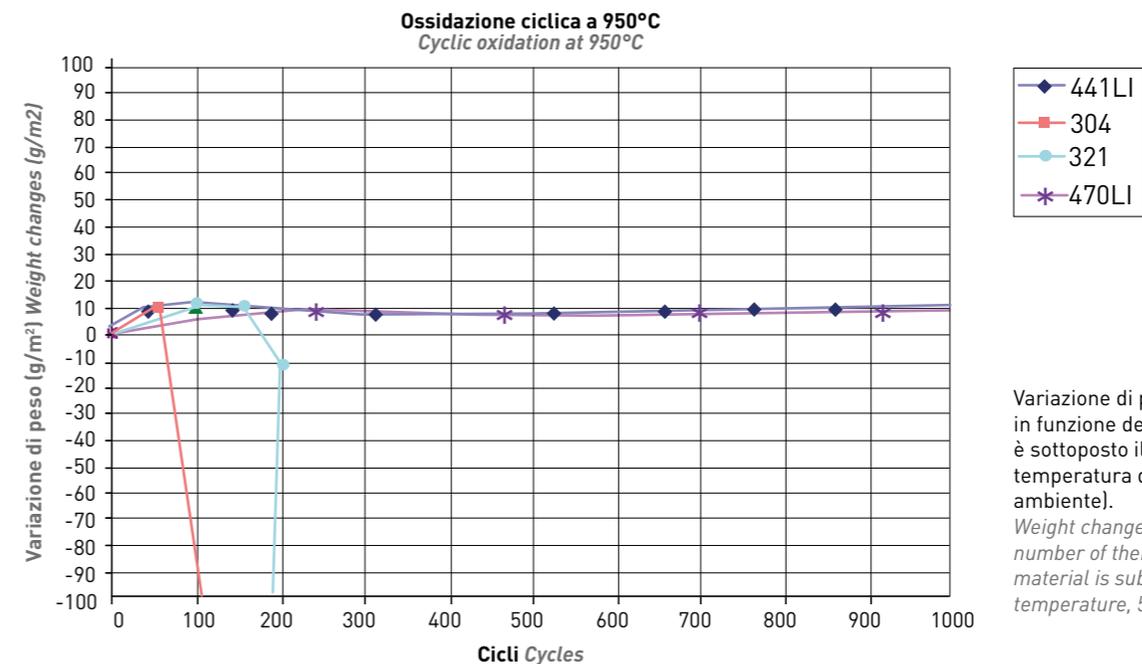
Il 470LI non è suscettibile alla corrosione sotto tensione in presenza di cloruri (ASTM G36), mentre è suscettibile alla tenso corrosione in presenza di H2S (NACE A e B).
L'acciaio 470LI resiste alla corrosione generalizzata in diversi ambienti riconducibili all'applicazione del materiale nell'industria chimica e alimentare.
470LI stainless steel is not susceptible to stress corrosion cracking due to chlorides (ASTM G36), whereas it is susceptible to stress corrosion cracking in the presence of H2S (NACE A and B).
470LI stainless steel is resistant to generalised corrosion in different environments so it can be used in the chemical and food industry.

AGENTE CORROSIVO STEEL	CONC. IN PESO (%) WEIGHT (%)	T MAX TEST (°C) T MAX TEST (°C)	ESITO PROVA (96H) TEST RESULT. (96)
Acido nitrico <i>Nitric acid</i>	70	70	✓
Acido acetico <i>Acetic acid</i>	80	70	✓
Cloruro di sodio <i>Sodium chloride</i>	50	70	✓
Soda caustica <i>Caustic soda</i>	50	110	✓
Alum Vitriol <i>Alum Vitriol</i>	10	70	✓
Acido fosforico <i>Phosphoric acid</i>	85	70	✓
Metanolo <i>Methanol</i>	99.9	70	✓
Acetone <i>Acetone</i>	99.5	59	✓
Urea <i>Urea</i>	32.5	45	✓
Succo d'arancia <i>Orange juice</i>	100	Ebollizione <i>Boiling</i>	✓

Resistenza alla corrosione generalizzata in vari ambienti (ASTM G157). -v: vel. corr. <0.13mm/anno
Resistance to generalised corrosion in various environments (ASTM G157). -v: corr. speed <0.13mm/year

In virtù dell'elevato contenuto di cromo il 470LI presenta un'eccellente resistenza all'ossidazione a caldo fino a 950°C. Il minore coefficiente di dilatazione termica rispetto agli acciai austenitici fa sì che non insorgano tensioni critiche all'interfaccia metallo/ossido tali da determinare il distacco di quest'ultimo.

Due to the high chromium content, 470LI stainless steel has excellent resistance to oxidation at temperatures up to 950°C. The lower coefficient of thermal expansion compared to austenitic steels prevents the presence of critical stresses at the metal/oxide interface that causes the latter to detach.



Variazione di peso per unità di superficie in funzione del numero di cicli termici cui è sottoposto il materiale (un ciclo: 25' alla temperatura di prova, 5' a temperatura ambiente).
Weight change per unit area based on the number of thermal cycles to which the material is subjected (one cycle: 25' at test temperature, 5' at room temperature).

Nelle condizioni di fornitura, l'acciaio 470LI è resistente alla corrosione intergranulare valutata attraverso test di immersione in soluzione di solfato di rame in acido solforico al 16% secondo EN ISO 3651-2 metodo A, corrispondente allo standard A763-93 pr.Z.
La resistenza alla corrosione intergranulare in tale ambiente di prova è mantenuta anche allo stato saldato senza dover ricorrere a trattamenti termici post-saldatura.

In supplied conditions, 470LI stainless steel is resistant to intergranular corrosion assessed through an immersion test in a solution of copper sulphate in 16% sulphuric acid according to EN ISO 3651-2 method A, that is equivalent to A763-93 pr.Z standard. The resistance to intergranular corrosion in this test environment is also maintained when welded, and post-welding treatments are not required.



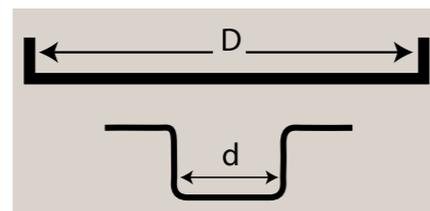
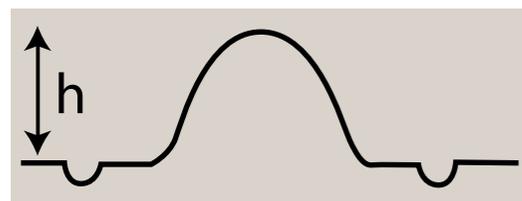
FORMABILITÀ FORMABILITY

Nella seguente tabella sono riportati i valori tipici dei principali indici di formabilità riferiti a laminati a freddo ricotti in acciaio 470LI. Nel test SWIFT per la determinazione del parametro LDR (Limit Drawing Ratio) il valore misurato è confrontabile con quanto si può riscontrare in un acciaio austenitico 304 di pari spessore. L'indice Erichsen dell'acciaio 470LI è invece inferiore a parità di spessore rispetto ai gradi austenitici convenzionali.

The typical values of the main forming indexes are given in the table below, referred to annealed cold rolled sheets the LDR (Limit Drawing Ratio) parameter determined through the Swift test, is comparable to 304 with the same thickness, while the Erichsen index is slightly lower.

SPESSORE (mm) THICKNESS	INDICE ERICHSEN (mm) ERICHSEN INDEX	LIMIT DRAWING RATIO (LDR) LIMIT DRAWING RATIO
0.5	9.0	2.05
1.0	10.2	

Valori indicativi dell'indice Erichsen e di LDR.
Indicative values of Erichsen Index and LDR.



$$LDR = \frac{D_{max}}{d}$$

Schema del calcolo dell'indice Erichsen e del LDR (test Swift).
Diagram of calculation of Erichsen index and LDR (Swift test).



SALDABILITÀ WELDABILITY

La saldatura dell'acciaio 470LI è realizzabile attraverso una varietà di tecnologie. Sono generalmente preferibili i processi di saldatura ad arco (GTAW, PAW, GMAW, FCAW, SAW SMAW), a resistenza (RSW, RSEW) o induzione (HF), e ad alta energia (LBW, EBW) per la capacità di concentrare la potenza, generando quindi una zona fusa (ZF) ed una zona termicamente alterata (ZTA) di ridotte dimensioni, e di evitare ossidazione ed arricchimenti di C. Sconsigliata è invece la saldatura ossiacetilenica per il rischio di pick-up di C e per la difficoltà di valutare l'apporto termico specifico; è infine da evitare la saldatura AHW sia per l'ampiezza della ZTA, sia per l'evidente rischio di infragilimento da idrogeno. Per le saldature che richiedono l'uso di materiale d'apporto è consigliabile l'utilizzo dei gradi austenitici 309L, 308L e 316L, o dei ferritici 430Nb, 439L e 444.

Per preservare la tenacità e la duttilità dei giunti devono essere scelti parametri di saldatura che non inducano permanenze indesiderate ad alta temperatura. È quindi necessario effettuare passate piccole e ridurre l'apporto termico specifico, indicativamente fino al 30% rispetto alla saldatura dei gradi austenitici.

Per limitare la permanenza ad alta temperatura, è inoltre preferibile eliminare o limitare a $T < 200^\circ\text{C}$ il preriscaldamento dei lembi. La protezione nella saldatura dei gradi ferritici stabilizzati deve evitare la contaminazione della zona fusa sia da aria sia da fonti di umidità; nel primo caso, oltre ad un pick-up di elementi interstiziali in zona fusa, può determinarsi ossidazione del Cr con conseguente decadimento della resistenza alla corrosione, mentre nel secondo si incorre nel rischio d'infragilimento da idrogeno. La scelta della miscela di protezione deve quindi ricadere, per la protezione al dritto, su Ar o miscele Ar-He, evitando in ogni caso H_2 e N_2 , e su Ar puro per la protezione al rovescio. He può essere impiegato in miscela per favorire la penetrazione e la velocità di saldatura nei processi GTAW e PAW; nei processi GMAW e FCAW è consentita l'aggiunta di CO_2 per stabilizzare l'arco elettrico in condizioni di minimo potere ossidante, ma il tenore deve essere contenuto, al di sotto del 3% nel processo GMAW e del 20% nel FCAW, per limitare l'arricchimento di C in zona fusa.

Generalmente le saldature di 470LI non necessitano di un post-trattamento per il ripristino delle proprietà di resistenza alla corrosione della zona saldata. Per l'attenuazione delle tensioni residue può essere applicato un trattamento di distensione, a bassa temperatura nell'intervallo $150\div 430^\circ\text{C}$ per tempi nell'ordine di 1÷2 ore.

A valle dell'operazione di saldatura può essere eseguita la martellatura del cordone, che introduce tensioni di compressione con conseguente miglioramento della resistenza alla fatica del giunto saldato, oltre che dell'aspetto estetico.

470LI stainless steel can be welded through a variety of technologies. The preferred processes are arc welding (GTAW, PAW, GMAW, FCAW, SAW SMAW), resistance (RSW, RSEW) or induction (HF) welding, high heat welding (LBW, EBW) for the ability to concentrate power, generating a very small fusion zone (ZF) and a heat affected zone (HAZ), and avoiding oxidation and enrichment of carbon. Oxyacetylene welding is, not recommended due to the risk of carbon pick up and for the difficulty to assess the specific thermal input; while AHW welding should be avoided both for the size of the HAZ and the obvious risk of hydrogen embrittlement.

For welds which require filler material, it is recommended the use of 309L, 308L and 316L austenitic grades, or 430Nb, 439L and 444 ferritic grades.

To maintain the toughness and ductility of the joints, welding parameters must be chosen which does not cause prolonged exposure to high temperature. It is, therefore, necessary to make small passes and reduce the specific thermal input, approximately up to 30% compared to welding of austenitic grades.

To limit prolonged exposure to high temperature, it is also preferable to eliminate or limit the preheating of the edges to $T < 200^\circ\text{C}$.

The shielding of stabilised ferritic grades in welding should avoid air or moisture contamination of the fusion zone. In the first case, in addition to the interstitial elements pick up in the fusion zone, oxidation of Cr may occur with the consequent reduction of corrosion resistance, while in the second case, there is a risk of hydrogen embrittlement. The choice of shielding gases must, therefore, fall on Ar or mixtures of Ar-He to shield the front-side of the weld and on pure Ar to shield the back-side.

He can be used in a mixture to assist penetration and welding speed in GTAW and PAW processes. In GMAW and FCAW processes, CO_2 can be added to stabilise the electric arc in conditions of minimum oxidizing potential, but the content must be kept below 3% in the GMAW process and 20% in FCAW, to limit the enrichment of C in the fusion zone.

Generally, welds of 470LI steel do not require a post-weld treatment to restore corrosion resistance of the welded area. To reduce residual stress, a stress relieving treatment can be applied at a low temperature in the range of $150\div 430^\circ\text{C}$ for 1÷2 hours.

After welding, the seam can be hammered to induce compressive stresses resulting in the improvement of fatigue strength resistance of the welded joint, as well as a better appearance.



TRATTAMENTI TERMICI E FINITURA HEAT TREATMENTS AND FINISHES

L'acciaio 470LI è disponibile nelle seguenti condizioni di fornitura:
470LI stainless steel is supplied as follows:

NORMA ASTM A480 STANDARD ASTM A480	NORMA EN 10088-2 STANDARD EN 10088-2	DESCRIZIONE DESCRIPTION
1	1E	Laminato a caldo, trattato termicamente, decapato <i>Hot rolled, heat treated and pickled</i>
2D	2D	Laminato a freddo, trattato termicamente, decapato <i>Hot rolled, heat treated and pickled</i>
2B	2B	Laminato a freddo, trattato termicamente, decapato, skinpassato <i>Cold rolled, heat treated, pickled and skinpassed</i>
Bright Annealed <i>Bright Annealed</i>	2R *	Laminato a freddo, ricotto in bianco (bright annealed). Può essere skinpassato <i>Cold rolled, bright annealed. It can be skinpassed</i>

* Solo per spessore massimo 1mm

* Only for maximum thickness 1mm

La disponibilità di finiture speciali sarà valutata su richiesta.

Il materiale è fornito allo stato ricotto, con microstruttura costituita da ferrite e composti di Ti e Nb. In caso di lavorazioni meccaniche, tale condizione può essere ripristinata con un trattamento termico a 870-930°C, seguito da raffreddamento in aria o acqua, come suggerito dalla norma EN 10088:2. Come indicato dalla stessa norma, nei processi di ricottura continua è preferibile operare ai limiti superiori dell'intervallo indicato, che può essere anche superato (fino a 980°C) in funzione del tempo di trattamento.

Decapaggio

Per eliminare ogni traccia di colorazione termica, o per fini estetici si può ricorrere ad un trattamento di decapaggio, o alla sabbiatura con materiale inerte (es. vetro, ceramica); il decapaggio può essere eseguito per immersione in bagno di soluzione (HF+HNO3), seguito da un accurato risciacquo, o attraverso l'applicazione di paste decapanti secondo le istruzioni dei fornitori.

Per rimuovere tracce di inquinamento da particelle ferrose, eventualmente derivanti da lavorazioni meccaniche o stoccaggio del materiale, e ripristinare la normale condizione di passività dell'acciaio, il decapaggio può essere seguito da un trattamento di decontaminazione in soluzione di HNO3 o attraverso l'applicazione di paste passivanti.

The availability of special finishes will be evaluated upon request.

The material is supplied in the annealed condition, with a microstructure consisting of ferrite and Ti and Nb compounds. In the case of mechanical machining, this condition can be restored with a heat treatment at 870-930°C, followed by air water cooling, as suggested by the EN 10088:2 standard. As indicated by the above-mentioned standard, in continuous annealing processes, it is preferable to work at the upper limits of the range indicated which can also be exceeded (up to 980°C) based on the treatment time.

Pickling

To eliminate all traces of heat colouring, or for aesthetic purposes, treatments as pickling, or blasting with inert material (e.g. glass, ceramic) is recommended. Pickling can be done by immersion in a (HF + HNO3) solution, followed by rinsing, or by the use of pickling pastes according to the supplier's instructions.

To remove traces of contamination from ferrous particles, possibly due to machining or storage of material, and restore the normal passive condition of the steel, pickling can be followed by a decontamination treatment in a solution of HNO3 or by applying passivating pastes.



NORMATIVE STANDARDS

L'acciaio AST 470LI è conforme alle normativa UNI-EN 10088-2:2014 per il grado 1.4613 (X2CrTi24).

L'acciaio 470LI è idoneo all'uso in contatto con prodotti alimentari, poiché

- è incluso nella lista positiva degli acciai inox idonei al contatto alimentare, in ottemperanza al D.M. 21.03.1973 e successive modifiche.
- soddisfa i requisiti dello standard NSF/ANSI 51 "Food Equipment Materials" e della FDA (U.S. Food and Drug Administration)

AST 470LI steel complies with the ASTM A240 standard for UNS S43000 designations and with the UNI-EN 10088-2:2014 standard for grade 1.4613 (X6Cr17).

470LI stainless steel is suitable for contact with food products provided that:

- *it is included in the positive list of stainless steels suitable for food contact, in compliance with Italian Min. Decree 21.03.1973 and subsequent modifications.*
- *meets the requirements of the NSF/ANSI 51 "Food Equipment Materials" standard and of the FDA (U.S. Food and Drug Administration).*

ACCIAI SPECIALI TERNI

HEAD OFFICE

Viale B. Brin, 218 - 05100 Terni, Italia

Tel. +39 0744-4901

www.acciaiterni.it

MARKETING

Tel. +39 0744-490282, Fax +39 0744-490907

marketing.ast@acciaiterni.it



ACCIAI
SPECIALI
TERNI