

Marchio registrato di Bufab, BUMAX® è conosciuto come l'elemento di fissaggio in acciaio inossidabile più resistente al mondo.

BUMAX® è prodotto in Svezia e soddisfa le più elevate esigenze dei clienti in termini di qualità, resistenza alla corrosione, resistenza meccanica, resistenza alla fatica, tracciabilità e resistenza al calore. Garantiamo sicurezza e affidabilità.

Alcuni prodotti della gamma BUMAX® sono assolutamente unici e non disponibili altrove sul mercato. Tutti i nostri prodotti hanno una tracciabilità completa (certificati 3.1 o 3.2 disponibili per ogni articolo su richiesta) e le materie prime provengono solo da produttori europei di acciaio inossidabile di prima qualità, selezionati secondo rigidi criteri.

PRESENTAZIONE DELLE QUALITÀ BUMAX® DUPLEX

L'acciaio inossidabile Duplex, noto anche come acciaio inossidabile austeno-ferritico, è una famiglia di acciai inossidabili che ha una microstruttura bifasica contenente ferrite e austenite.

La Figura 1 mostra i grani austenitici incorporati in una fase ferritica. È importante che la miscela di fase ferritica e austenitica sia all'incirca 50/50, poiché una proporzione eccessiva di una delle due strutture può portare a una resistenza ridotta alla corrosione e a proprietà meccaniche scadenti. L'acciaio inossidabile Duplex offre molte proprietà vantaggiose.

Le qualità BUMAX® duplex comprendono due prodotti principali: BUMAX® DX 129 (Duplex) e BUMAX® SDX 109 (Super Duplex). Entrambi i prodotti sono ottenuti mediante lavorazione a freddo.

APPLICAZIONI

Le qualità BUMAX® Duplex sono adatte per applicazioni che richiedono:

- Eccellente resistenza alla corrosione.
- Alta resistenza meccanica, classe di resistenza da 10.9 a 12.9.
- Basso rilassamento.
- Eccellente resistenza alla fatica.
- Eccellente duttilità e altissima resistenza.

Anche a livelli di resistenza molto elevati, come 10.9 o 12.9, i dispositivi di fissaggio BUMAX® Duplex offrono un allungamento altrettanto buono o migliore rispetto all'A4-80.

Gli elementi di fissaggio BUMAX® Duplex sono utilizzati in molte applicazioni complesse che richiedono una resistenza alla corrosione e proprietà meccaniche migliori rispetto agli elementi di fissaggio in acciaio legato/acciaio al carbonio 12.9, A4 (316L) o BUMAX® 88/109.

Gli elementi di fissaggio in acciaio inox Duplex sono ampiamente utilizzati per applicazioni critiche che richiedono una combinazione di eccellente resistenza alla corrosione ed elevata resistenza meccanica. Questo materiale garantisce una resistenza molto elevata, anche in condizioni di ricottura, ed è un materiale difficile da formare a freddo. Pertanto, quasi tutti gli elementi di fissaggio Duplex finora sono stati lavorati o forgiati a caldo. Gli elementi di fissaggio ad alta resistenza in acciaio inossidabile duplex stampati a freddo sono utilizzati in un'ampia gamma di applicazioni critiche, che richiedono una lunga durata e un'elevata resistenza meccanica, combinata alla resistenza alla corrosione, come ad esempio le applicazioni off-shore con una durata di vita di 50 anni.

Gli acciai Duplex altolegati, come il BUMAX® SDX 109, sono utilizzati principalmente nei settori petrolifero e del gas, in quello chimico, della pasta di legno e della carta, nonché in applicazioni sottomarine o in altri ambienti altamente corrosivi. BUMAX® DX 129 ha dimostrato di essere un eccellente sostituto rispetto ai tradizionali elementi di fissaggio in acciaio legato 12.9 rivestito (e anche non rivestito), quando sono richieste eccellenti proprietà meccaniche

BUMAX è accreditata in base alle norme NORSOK M-650, NORSOK M-630 MDS D60 ed elencato come produttore approvato su EQUINOR TR2000. Ulteriori informazioni sul prodotto sono disponibili nella scheda tecnica di BUMAX® SDX NORSOK.

Le qualità BUMAX® duplex possono essere utilizzate a temperature di servizio comprese tra -50 e 300°C

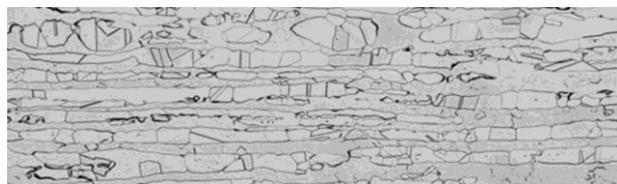


Figura 1: Gli acciai inossidabili duplex hanno una microstruttura bifasica costituita da grani di austenite e ferrite.

e/o un alto livello di resistenza alla corrosione.

BUMAX® DX 129 ha dimostrato di essere un eccellente sostituto dell'acciaio legato 12.9, in quanto non è soggetto alle stesse sfide per cui gli elementi di fissaggio rivestiti 12.9 sono ben noti, come il rischio di fragilimento da idrogeno, la scarsa duttilità e molti dei problemi di qualità e prestazioni associati all'uso di un rivestimento protettivo secondario. I costi totali del ciclo di vita possono essere molto più bassi utilizzando BUMAX® DX 129 o SDX 109, grazie alla riduzione o all'eliminazione dei futuri costi di manutenzione, fermo macchina e sostituzione, che spesso possono superare di gran lunga il costo iniziale più elevato del dispositivo di fissaggio.

Ecco alcuni esempi di applicazioni dei dispositivi di fissaggio BUMAX® DX 129 e BUMAX® SDX 109:

Robotica - un fornitore leader di robot industriali ha riscontrato problemi di corrosione con i propri elementi di fissaggio rivestiti 12.9. BUMAX® DX 129 ha garantito la resistenza alla corrosione senza compromettere la resistenza meccanica necessaria.

Filtri sottomarini - BUMAX® SDX 109 è stato utilizzato per un filtro ad acqua di mare per filtrare l'acqua di raffreddamento di una centrale nucleare. Il progetto richiedeva elementi di fissaggio ad alta resistenza che potessero essere immersi in acqua di mare per almeno 30 anni.

Protezione dei cavi sottomarini - BUMAX® SDX 109 è stato scelto per i sistemi di protezione dei cavi sottomarini grazie alla sua combinazione unica di alta resistenza meccanica e di eccellente resistenza alla corrosione.

Biciclette elettriche - un produttore leader di biciclette elettriche ad alte prestazioni utilizza i dispositivi di fissaggio BUMAX® DX 129 per fissare il motore al telaio della bicicletta. In precedenza venivano utilizzati elementi di fissaggio in acciaio legato 12.9, che presentavano problemi di corrosione.





COMPOSIZIONE CHIMICA E PROPRIETÀ FISICHE

Peso nominale %

QUALITÀ	EN	UNS	ISO 3506	Cr	Ni	Mo	W	N	PREN ¹⁾
BUMAX® DX 129	1.4462	S32205/ S31803	D6	22	5	3.2		0.18	>34
BUMAX® SDX 109	1.4410	S32750	D8	25	7	4		0.30	>40
BUMAX® SDX	1.4410	S32750	D8	25	7	4		0.30	>40
NORSOK ²⁾	1.4501	S32760		25	7	3.5	0.75	0.25	>40

¹⁾PREN (Pitting Resistance Equivalent Number) %Cr + 3.3x%Mo + 16x%N

²⁾BUMAX® è accreditata in base alle norme NORSOK M-650, NORSOK M-630 MDS D60. Ulteriori informazioni sul prodotto sono disponibili nella scheda tecnica di BUMAX® SDX NORSOK.

Altre qualità di acciaio duplex come il Lean Duplex BUMAX® LDX possono essere offerte su richiesta. La microstruttura austeno-ferritica è magnetica e ha una costante di espansione termica più bassa rispetto agli acciai inossidabili austenitici, il che può offrire vantaggi progettuali ed è utile per le giunzioni bullonate sottoposte a temperature elevate.

Costante di espansione termica, valori medi in intervalli di temperatura ($\times 10^{-6}$) per °C

QUALITÀ	da 20 a 100°C	da 20 a 200°C	da 20 a 300°C
BUMAX® DX, SDX	13.0	13.5	14.0
A4 (316L)	16.5	17.5	18.0

Costante di espansione termica, valori medi in intervalli di temperatura ($\times 10^{-6}$) per °F

QUALITÀ	da 70 a 200°F	da 70 a 400°F	da 70 a 600°F
BUMAX® DX, SDX	7.0	7.5	8.0
A4 (316L)	9.5	9.5	10.0



PROPRIETÀ MECCANICHE

I duplex BUMAX® raggiungono la loro elevata resistenza meccanica grazie alle lavorazioni a freddo, come l'intestazione a freddo e la rullatura dei filetti. I duplex BUMAX® possono essere forniti in diverse classi di resistenza a seconda dei requisiti del cliente, delle dimensioni e del tipo di fissaggio. La gamma di dimensioni e le proprietà meccaniche delle qualità BUMAX® Duplex sono presentate nella tabella seguente.

BUMAX® DX 129, SDX 109 e SDX NORSOK sono prodotti BUMAX® standard sempre disponibili a magazzino. Per ulteriori informazioni, si

prega di visitare il sito web di BUMAX®. Su richiesta è possibile produrre altre classi di resistenza secondo la tabella sottostante.

BUMAX® può anche offrire elementi di fissaggio Super Duplex torniti da barra con geometria complessa e dimensioni superiori a M30. Le qualità Super Duplex lavorate hanno una resistenza inferiore e possono essere offerte in classe di resistenza 80 o secondo norme specifiche come NORSOK e NACE MR0175/ ISO 15156.

QUALITÀ	Capacità di produzione	Gamma a magazzino	Resistenza alla trazione R _m , min MPa ksi	Resistenza allo snervamento R _{p0.2} min MPa ksi	Allungamento, min
BUMAX® DX 129	M3 – M24 0.125" - 0.875"	Da M6 a M16	1200 174	1080 156	0.3 d
BUMAX® SDX 109	M3 – M24 0.125" - 0.875"	Da M6 a M16	1000 145	900 130	0.3 d
BUMAX® DX 109	M3 – M24 0.125" - 0.875"	Su richiesta	1000 145	900 130	0.3 d
BUMAX® SDX 129	M3 – M24 0.125" - 0.875"	Su richiesta	1200 174	1080 156	0.3 d
BUMAX® SDX NORSOK ¹⁾	Fino a M36 (1.1/2")	Su richiesta	750 108	550 79	16 %
BUMAX® SDX 80 ²⁾	M3 – M42 0.125" – 1.5"	Su richiesta	800 116	600 87	16 %

¹⁾BUMAX® è accreditata in base alle norme NORSOK M-650, NORSOK M-630 MDS D60. Ulteriori informazioni sui prodotti sono disponibili nella scheda tecnica di BUMAX® SDX NORSOK.

²⁾Elementi di fissaggio lavorati adatti a progetti o dimensioni che non possono essere intestati a freddo. Per ulteriori informazioni, contattare BUMAX

I dati riportati nella tabella sono rappresentati per la maggior parte degli elementi di fissaggio BUMAX® duplex. Possono essere soggetti a modifiche in base al design e alla lunghezza.

RESISTENZA ALLA FATICA

La frattura per fatica si verifica quando un elemento di fissaggio è sottoposto a carichi ciclici ripetuti. Anche se le sollecitazioni massime sono al di sotto del punto di snervamento del materiale, questo può portare alla formazione di cricche microscopiche che possono provocare il cedimento del pezzo. L'origine di una frattura da fatica è spesso dovuta alla concentrazione di tensioni in inclusioni, scorie o difetti superficiali.

BUMAX® DX 109 e SDX 109 presentano una straordinaria resistenza alla fatica, di gran lunga superiore a qualsiasi elemento di fissaggio austenitico standard come quelli in A2 e A4. I motivi sono i seguenti:

- Elementi di fissaggio ad alta resistenza meccanica
- Sollecitazioni di compressione favorevoli dovute alla rullatura dei filetti
- Eccellente duttilità e allungamento
- Qualità superiore del materiale - poche inclusioni
- Doppia fase che impedisce la propagazione delle cricche

BUMAX® è una delle poche aziende produttrici di elementi di fissaggio ad aver condotto test per confrontare le prestazioni meccaniche del duplex inossidabile con quelle degli acciai inossidabili austenitici e degli acciai legati ad alta resistenza 12.9. Le proprietà di resistenza alla fatica degli elementi di fissaggio duplex incruditi sono state confrontate con quelle degli elementi di fissaggio in acciaio inossidabile austenitico e in acciaio legato ad alta resistenza 12.9 presso laboratori esterni.

Il diagramma 1 mostra la curva di Wöhler (curva S-N) dei prodotti BUMAX® DX 109, BUMAX® 88 e del concorrente A4-80, testati presso un laboratorio esterno fino a 10 milioni di cicli. Tutti i bulloni erano M6x50 ISO 4017, precaricati a 8 kN (400 MPa) e sottoposti a carichi ciclici longitudinali a una frequenza di circa 160 Hz. Il test si è fermato dopo 10 milioni di cicli (andata-ritorno), a meno che il bullone non si sia rotto prima.

Il secondo test di fatica è stato eseguito presso un laboratorio esterno per valutare la differenza di resistenza alla fatica tra l'acciaio legato 12.9 e il BUMAX® DX 129.

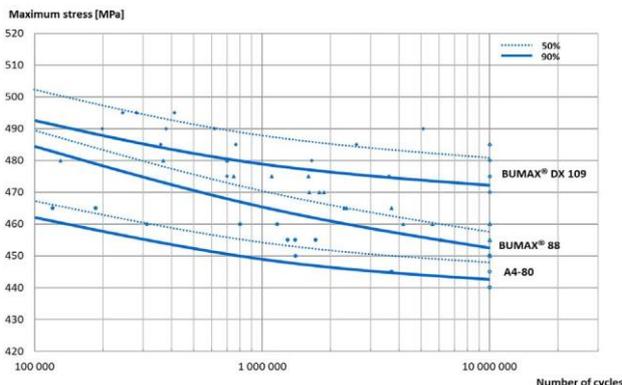


Diagramma 1: Curva di Wöhler (curva S-N) al 50 e al 90% di probabilità di rottura

Le viti M8x50 ISO 4762 sono state assemblate con dadi e precaricate a 28 kN (770 MPa) e sottoposte a sollecitazioni dinamiche applicate molto elevate, fino a 308 MPa. Il test è stato eseguito a una frequenza di circa 66-69 Hz. La tabella seguente mostra le proprietà meccaniche e mette in evidenza la duttilità notevolmente più elevata di BUMAX® DX 129, rispetto a quella dell'acciaio al carbonio 12.9. In particolare, c'è una differenza significativa nell'allungamento dopo la rottura tra l'acciaio al carbonio 12.9 e il BUMAX® DX 129.

In totale sono stati testati 16 bulloni. Il numero medio di cicli prima della rottura è stato di 34.000 sul 12.9, rispetto a una media di oltre 46.000 cicli per BUMAX® DX 129. Il risultato di questo test molto intenso ha dimostrato una durata del 36% superiore per BUMAX® DX 129.

PRODOTTI	Resistenza alla trazione (MPa)	Resistenza allo snervamento (MPa)	Allungamento (mm)
12.9	1320	1266	2.44
BUMAX® DX 129	1244	1199	4.07

Tabella: Proprietà meccaniche a fatica dei prodotti ISO 4762 M8x50, BUMAX®(R) DX129

RESISTENZA ALLA CORROSIONE

L'acciaio inossidabile Duplex offre un'ottima resistenza alla corrosione generale e per vaiolatura, grazie al suo indice PREN elevato. Il Duplex è anche noto per la sua eccellente resistenza alla tensocorrosione (SCC) in ambienti con cloruri, anche in condizioni di incrudimento ad alta resistenza. Di conseguenza, i dispositivi di fissaggio BUMAX® DX e BUMAX® SDX sono da tempo utilizzati negli ambienti marini corrosivi più difficili.

La gamma duplex in acciaio inossidabile comprende Lean Duplex, Duplex, Super Duplex e l'ultimo arrivato Hyper Duplex. Tutte queste qualità di duplex hanno proprietà meccaniche e fisiche simili; la principale differenza consiste nel valore PREN e nella resistenza alla corrosione.

Il Lean Duplex ha il valore PREN più basso, paragonabile a quello dell'A4 (316), mentre l'Hyper Duplex ha una resistenza alla corrosione che può essere eguagliata solo dalle più avanzate superleghe a base di nichel e Ni-Cr-Mo.

Le qualità BUMAX® Duplex presentano una grande resistenza alla corrosione, che va da BUMAX® DX, che ha una resistenza alla corrosione molto superiore a quella dell'A4 (316), a BUMAX® SDX, che in alcune applicazioni può sostituire le costosissime leghe super-austenitiche o addirittura quelle a base di nichel o il titanio.

L'indice Pitting Resistance Equivalent Number, PREN, si basa su una formula ben nota e fornisce una buona indicazione della resistenza alla vaiolatura e alla corrosione interstiziale in funzione del contenuto di lega. Più alto è il PREN, più l'acciaio è resistente alla corrosione per



Figura 2: PREN tipico delle diverse qualità. I prodotti nella zona blu sono consigliati per applicazioni in acqua di mare.

vaiolatura in acqua di mare e alla corrosione indotta da cloruri.

La Figura 2 mostra il PREN tipico dei prodotti BUMAX® rispetto a una qualità standard A4 (316). La resistenza alla corrosione in acqua salata dipende da diversi parametri, quali la concentrazione di sale, la temperatura, l'ubicazione e la progettazione. Gli ingegneri spesso considerano un PREN min. di 34 come resistente all'acqua di mare e questo requisito si trova spesso nelle specifiche dei dispositivi di fissaggio marini. Un PREN min. di 40 è tipicamente specificato per i giunti bullonati più critici, che si trovano nell'industria petrolchimica e nell'industria petrolifera e del gas offshore.

Il colore blu nella Figura 2 indica se il prodotto è adatto ad applicazioni in acqua di mare.

I risultati dei test di corrosione in laboratorio in un ambiente con presenza di cloruro sono riportati nella Figura 3. I dati riportati a fianco sono ricavati dai risultati dei test condotti sulle qualità dei materiali utilizzati per la produzione dei prodotti BUMAX® DX 129 e SDX 109. La temperatura è definita come massima temperatura a cui il provino può resistere senza alcun segno di corrosione.

- Temperature critiche di corrosione per vaiolatura (CPT) all'1% di cloruro di sodio e a una determinazione potenziostatica di +300 mV SCE.
- CPT ASTM G48 al 6% di FeCl₃ per 72 ore. Si noti che l'A4 (316) non è in grado di resistere a questa soluzione chimica aggressiva, nemmeno a temperatura ambiente.
- Test di tensiocorrosione in cloruro di sodio all'1% su acciaio inossidabile lavorato a freddo. Tempo di test di 1000 ore a una sollecitazione applicata pari al carico di snervamento.

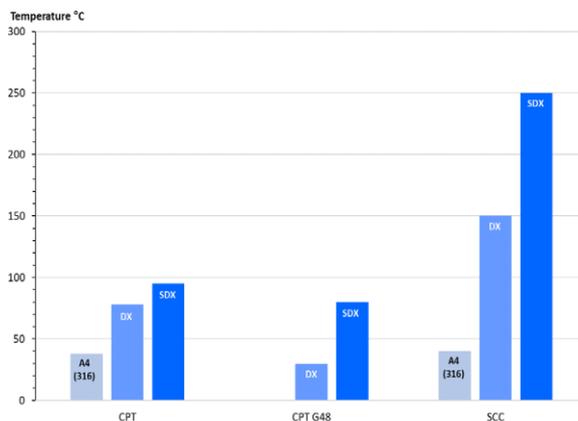


Figura 3: Risultati dei test dei campioni di corrosione in laboratorio.

OFFERTA DI PRODOTTI

BUMAX® DX 129 e BUMAX® SDX 109 sono prodotti disponibili a magazzino. Per informazioni sulla gamma BUMAX a magazzino, consultare il sito www.bumax-fasteners.com o contattate il team di vendita BUMAX.

Tutti gli elementi di fissaggio duplex BUMAX® sono rivestiti di serie con la nostra cera su misura, che garantisce un attrito basso e costante per ridurre al minimo il rischio di grippaggio. I dati relativi al precarico e alla coppia di serraggio raccomandati sono disponibili su www.bumax-fasteners.com.

I dispositivi di fissaggio duplex BUMAX® sono realizzati presso gli impianti di produzione BUMAX di Åshammar, in Svezia. Il nostro stabilimento di produzione ci permette di realizzare ordini di prototipi in piccole quantità e altri prodotti "speciali" in base alle esigenze specifiche dei clienti, mantenendo un livello di assistenza molto elevato. Lavoriamo continuamente per migliorare le proprietà dei nostri prodotti.

Contattate il team di vendita BUMAX per farci sapere come possiamo aiutarvi.



MARCATURA

Tutti gli elementi di fissaggio BUMAX® duplex sono contrassegnati dal marchio BUMAX®, dalla qualità e dalla classe di resistenza dell'acciaio. Gli elementi di fissaggio di dimensione M5 o inferiore non sono contrassegnati per motivi di spazio.

Possiamo anche fornire una marcatura individuale in base alle richieste speciali dei clienti.

IMBALLAGGIO

I nostri prodotti sono imballati in scatole robuste di alta qualità e sono contrassegnati da un sistema di codice colore. Garantiamo la tracciabilità completa di tutti i nostri prodotti in scatole sigillate. Le nostre scatole sono etichettate con i dati del prodotto,

materiali e numeri di riferimento dei lotti di produzione per una completa tracciabilità, alta resistenza meccanica ed eccellente resistenza alla corrosione.

Esclusione di responsabilità: Le informazioni contenute in questa scheda tecnica sono solo indicative, riassumono le migliori conoscenze di Bufab e sono considerate accurate alla data della versione. Poiché l'uso dei prodotti BUMAX® non è sotto il controllo di Bufab, l'utilizzatore è tenuto a determinare l'idoneità del prodotto per l'applicazione prevista e si assume tutti i rischi e le responsabilità per un uso sicuro.