Marchio registrato di Bufab, Bumax è conosciuto come l'elemento di fissaggio in acciaio inossidabile più resistente al mondo. Bumax è prodotto negli stabilimenti Bufab in Svezia e soddisfa i requisiti dei clienti più esigenti in termini di qualità, resistenza alla corrosione, resistenza meccanica, resistenza a fatica, tracciabilità e resistenza alle alte temperature. Garantiamo sicurezza e affidabilità.

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

PRESENTAZIONE di Bumax 88 e Bumax 109

Bumax 88 e Bumax 109 sono prodotti di fissaggio in A4 di qualità superiore della gamma Bumax. Sono conosciuti come prodotti molto affidabili che offrono una maggiore resistenza allo snervamento, una minore quantità di inclusioni e tolleranze più ristrette nella composizione chimica rispetto ai dispositivi di fissaggio in A4 standard. Di conseguenza, Bumax 88 e Bumax 109 offrono proprietà meccaniche e resistenza a fatica superiori, una migliore resistenza alla corrosione nella maggior parte degli ambienti e una permeabilità magnetica molto bassa. Per i nostri clienti significa affidabilità e durata impareggiabili negli ambienti più difficili.

I prodotti Bumax 88 e Bumax 109 sono realizzati con le stesse qualità di acciaio, ma grazie a uno speciale processo di produzione, Bumax 109 offre migliori caratteristiche meccaniche, dimostrandosi il dispositivo di fissaggio in A4 più resistente sul mercato. Gli elementi di fissaggio della classe Bumax 88 hanno proprietà di resistenza che corrispondono a quelle degli elementi di fissaggio in acciaio al carbonio 8.8, mentre la classe Bumax 109 corrisponde all'acciaio al carbonio 10.9.

APPLICAZIONI

I prodotti Bumax 88 e 109 sono utilizzati in applicazioni impegnative in settori come quello petrolifero e del gas, della pasta di legno e della carta, l'industria marittima, petrolchimica, energetica e in molti altri settori in cui i dispositivi di fissaggio in A4 standard non sono sufficienti. I nostri prodotti sono utilizzati per macchine per taglio a getto d'acqua, acceleratori di particelle, apparecchiature sottomarine, pompe, valvole, turbine eoliche, apparecchiature ad alta pressione, impianti nucleari, sottomarini e altre numerose applicazioni.

COMPOSIZIONE CHIMICA e norme

La qualità A4, così come è definita nella norma ISO 3506, copre un intervallo di tolleranza e requisiti superficiali molto ampi per quanto riguarda il contenuto di elementi in tracce. Esistono numerosi acciai inossidabili che rientrano nella definizione della qualità A4 e ogni norma ha le proprie caratteristiche. Le qualità più comuni sono elencate nella tabella1.

I bulloni, i dadi e le rondelle in acciaio A4 sono prodotti di consumo comuni che possono essere acquistati a scaffale nella maggior parte dei negozi di ferramenta. Questi prodotti in A4 sono fabbricati in grandi quantità in tutto il mondo e sono sottoposti a un'elevata pressione sui prezzi. La maggior parte dei produttori di elementi di fissaggio utilizza quindi il materiale in acciaio più economico disponibile, purché soddisfi la definizione di A4 secondo la norma ISO 3506. Questi acciai contengono la minor quantità possibile di elementi costosi come il molibdeno (Mo), il nichel (Ni) e il cromo (Cr). Anche il processo metallurgico utilizzato è quello più economico, il quale produce un elevato contenuto di elementi in tracce e un'alta densità di inclusioni/scorie. Tuttavia i prodotti in A4 standard possono essere sufficienti per un'ampia gamma di applicazioni non critiche.

Per le applicazioni più impegnative, in cui è essenziale un costo del ciclo di vita ridotto e in cui un guasto può comportare ingenti perdite economiche o addirittura danni alle persone, è essenziale utilizzare dispositivi di fissaggio di qualità superiore. La differenza tra un materiale di qualità superiore e un materiale di base in A4 potrebbe non essere visibile solo con un'ispezione a occhio nudo o con un test di trazione. Tuttavia, la differenza è enorme quando i prodotti vengono confrontati in condizioni reali o con test di laboratorio approfonditi sulla corrosione e la resistenza a fatica. I prodotti Bumax 88/109 sono realizzati in acciaio premium 316L ad alto tenore di molibdeno, con requisiti molto più elevati in termini di composizione chimica. La differenza tra i fissaggi in A4 standard e i prodotti Bumax 88/109 consiste principalmente nel fatto che le proprietà Bumax iniziano dove quelle dei fissaggi standard finiscono o sono finite da tempo. Ciò significa che un elemento di fissaggio Bumax è sempre migliore, più forte e più resistente alla corrosione rispetto agli elementi di fissaggio in A4 standard.

Tabella 1. Designazione degli acciai inossidabili

QUALITÀ	EN ISO 3506[1)]	IT	ASTM
Elemento di fissaggio in A4 standard	A4	1.4401, 1.4404	316
Bumax 88/109	A4	1.4432, 1.4436, 1.4435	316L high Mo

[1)] EN ISO 3506: Proprietà meccaniche degli elementi di fissaggio in acciaio inossidabile resistente alla corrosione

Le caratteristiche peculiari della composizione di Bumax 88/109 sono il basso tenore di carbonio, l'elevato contenuto di molibdeno e una soglia di tolleranza più ristretta per quanto riguarda gli elementi in tracce e altri elementi indesiderati come scorie e inclusioni. La differenza di composizione chimica tra Bumax 88/109 e l'A4 standard è riportata nella tabella 2.
Per evitare il rischio di precipitazioni di carburo di cromo e di corrosione intergranulare, il carbonio (C) deve essere mantenuto il più basso possibile. Un elevato tenore di carbonio ha anche un effetto negativo sulla duttilità. Bumax 88 ha un tenore massimo di carbonio dello 0,03% e può quindi essere indicato come 316L. Il fosforo (P) e lo zolfo (S) sono elementi che riducono la duttilità e la resistenza alla corrosione e dovrebbero essere mantenuti il più possibile bassi.
Il molibdeno (Mo) è l'elemento di lega che ha il maggiore effetto positivo sulla resistenza alla corrosione. L'elevato tenore di molibdeno di Bumax 88 è la ragione principale della sua maggiore resistenza alla corrosione rispetto all'A4 standard.
Il rame (Cu) è un elemento di lega che migliora la produttività dell'intestazione a freddo, ma ha principalmente un effetto negativo sulle proprietà dei dispositivi di fissaggio. Il rame riduce la resistenza e le proprietà di lavorazione a caldo, con possibili ripercussioni sulle proprietà superficiali e il rischio di forti concentrazioni locali di rame che riducono la resistenza a corrosione e la duttilità.

Tabella 2. Differenza di composizione chimica tra A4 standard e Bumax 88/109

Qualità dell'acciaio	Composizione chimica, peso-%							
	C	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
A4 standard	max 0.08[1)]	max 1	max 0.045	max 0.03	16-18.5	2- 3	10- 15	max 4
Bumax 88/109	max 0.03	max 0.8	max 0.04	max 0.015	min 16.5	min 2.5	min 11	max 0.6

[1)] A discrezione del produttore, il tenore di carbonio può essere superiore fino allo 0,12%

RESISTENZA ALLA CORROSIONE

BUMAX 88/109 offre una migliore resistenza alla corrosione rispetto all'A4 standard grazie al maggiore tenore di molibdeno, al minore tenore di carbonio, alle proprietà della superficie liscia e al rigido controllo degli elementi in tracce e delle inclusioni. L'indice Pitting Resistance Equivalent Number, PREN[1)] si basa su una formula ben nota e fornisce una buona indicazione della resistenza alla corrosione per vaiolatura e interstiziale in funzione del contenuto di lega. Più alto è il PREN, più l'acciaio è resistente alla corrosione per vaiolatura in acqua di mare e alla corrosione indotta da cloruri.

Tabella 3. PREN Standard

Qualità di acciaio	ASTM	Cr (%)	Mo (%)	N (%)	PREN[1)]
A4 standard	316	17	2.1	0.04	25
Bumax 88/109	316L high Mo	17	2.7	0.04	27

[1)]PREN = %Cr + 3,3x%Mo + 16x%N

Come si può vedere nella tabella 3, c'è una differenza nel valore PREN tra i due acciai dovuta al fatto che Bumax 88/109 garantisce un valore di molibdeno compreso tra il 2,5 e il 3,0%, mentre l'A4 standard garantisce solo un contenuto minimo di molibdeno del 2.0%. Questo PREN più elevato, in combinazione con i parametri sopra menzionati, offre una migliore resistenza alla corrosione, dimostrata da numerosi test di laboratorio e, cosa ancora più importante, dall'esperienza di casi reali. Un test sul campo particolarmente interessante è stato effettuato dall'azienda produttrice di acciaio inossidabile Outokumpu insieme all'Istituto Svedese della Corrosione presso SwereaKIMAB e si trova nel Manuale sulla Corrosione di Outokumpu. Il campione di prova è stato esposto alle condizioni di strade e ponti in località costiere della Svezia per un periodo di cinque anni. Il punto nero nella tabella 4 indica la corrosione per vaiolatura dopo cinque anni di esposizione.

Tabella 4. Test di corrosione di Outokumpu, i punti neri indicano la corrosione dopo cinque anni di esposizione

Qualità	EN	ISO 3506	Qualità Bumax	Borås	Gothenburg	Öresund, sotto autoponte	Öresund, sotto ponte	Öland	Höga kusten	Svartnora
304L	1.4307	A2		●	●	●	●	●	●	
316L	1.4404	A4		●	●		●	●	●	
316L high Mo	1.4432	A4	Bumax 88/109				●			

PROPRIETÀ MECCANICHE

Gli elementi di fissaggio della classe Bumax 88 hanno proprietà di resistenza che corrispondono a quelle degli elementi di fissaggio in acciaio al carbonio 8.8, mentre la classe Bumax 109 corrisponde all'acciaio al carbonio 10.9. Come si può vedere nella tabella 5, a differire è solo il metodo di misurazione e di indicazione dell'allungamento. La differenza consiste principalmente nel fatto che tutti i test sull'acciaio inossidabile devono essere effettuati sul prodotto finito secondo la norma ISO 3506, mentre i test sugli acciai al carbonio, che spesso sono induriti, vengono solitamente eseguiti su provini secondo la norma ISO 898.

Ciò conferisce a Bumax 88 e Bumax 109 la possibilità unica di sostituirsi agli acciai al carbonio 8.8 e 10.9.

Tabella 5. Resistenza e allungamento minimi

Prodotto	Dimensioni, mm	Resistenza alla trazione R_m, min		Resistenza allo snervamento $R_{p0.2}$, min		Allungamento min	Norma
		MPa	psi	MPa	psi	mm	
Bumax 109	M3-M20	1000	145 000	900	130 500	0.2 d	ISO 3506
Bumax 88	M3-M36	800	116 000	640	92 800	0.3 d	ISO 3506
Bumax 88 (PED)[1)]	M6-M30	800	116 000	640	98 200	0.4 d	ISO 3506
A4-80		800	116 000	600	87 000	0.3 d	ISO 3506
A4-70		700	101 500	450	65 200	0.4 d	ISO 3506
Acciaio al carbonio 8.8		800	116 000	640	92 800	12 %	ISO 898
Acciaio al carbonio 10.9		1000	145 000	900	13 500	9 %	ISO 898

[1)]Allungamento superiore per soddisfare i requisiti PED (attrezzature a pressione)

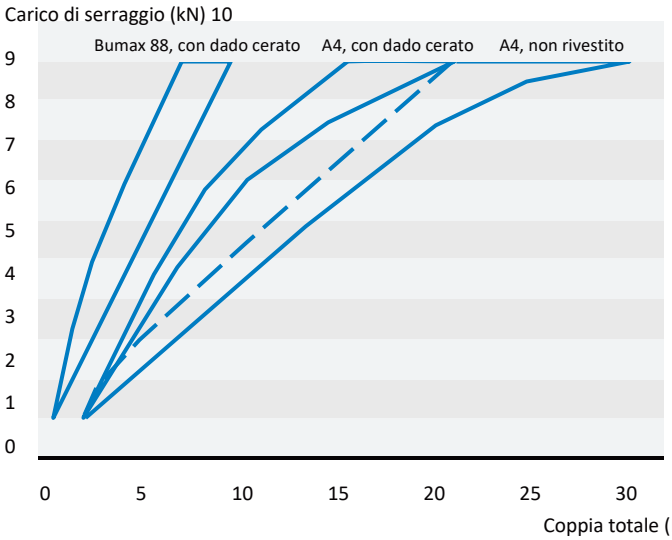
Il precarico è necessario per tenere insieme la parte giuntata e farla funzionare correttamente per lunghi periodi di tempo, resistendo a carichi sia statici che dinamici. Le sollecitazioni combinate nel giunto non devono di norma superare la resistenza allo snervamento del dispositivo di fissaggio. Una linea guida è quella di utilizzare un precarico pari al 65% del carico di snervamento, ma nell'uso pratico questo valore può variare tra il 50 e l'80%.

Carico di snervamento = As x $Rp_{0.2}$
$Rp_{0.2}$ = resistenza allo snervamento (MPa)

As = area di sollecitazione nominale (mm^2)

Viene applicata una coppia di serraggio per ottenere il precarico necessario. La coppia di serraggio consigliata è calcolata con la nota formula di Kellerman/Klein e dipende da parametri quali attrito, precarico, diametro della filettatura, tipo di vite e procedura di serraggio. Le raccomandazioni per il Bumax si basano su un precarico mirato pari a circa il 65-70% del

carico di snervamento e un coefficiente di attrito di 0,14-0,16, che può essere ottenuto solo con una superficie priva di bave e utilizzando una lubrificazione di alta qualità.
I dati relativi al precarico e alla coppia di serraggio raccomandati sono disponibili su www.bumax.se



Test empirici dimostrano che Bumax 88 ha un attrito minore e una maggiore stabilità contro il grippaggio rispetto agli elementi di fissaggio in A4 standard. La Fig. 1 mostra un diagramma in cui è stato misurato il carico di serraggio reale rispetto alla coppia di serraggio su bulloni M6 ISO 4017 e dadi ISO 4032. I dadi Bumax 88/109 sono sempre cerati con la nostra cera speciale su misura, adatta ai prodotti Bumax, con un coefficiente di attrito di circa 0,08. A titolo di confronto, sono stati testati bulloni e dadi in A4 standard, elementi di fissaggio non cerati e dadi cerati. I risultati mostrano che è necessaria una coppia molto minore sul Bumax 88 per ottenere il carico di serraggio necessario. Si nota anche che i valori di carico sono più stabili con una minore dispersione. Ciò è ottenuto grazie a una cera eccellente abbinata a una laminatura a freddo e a rigide tolleranze.

Fig1. Diagramma coppia/carico di serraggio basato su test di laboratorio eseguiti su bulloni ISO 4017, dadi ISO 4032 e rondelle ISO 7089 di dimensione M6.

RESISTENZA ALLA FATICA

Le fratture per fatica si verificano 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 condurre al cedimento del pezzo. L'origine di una frattura da fatica è spesso dovuta alla concentrazione di tensioni in inclusioni, scorie o difetti superficiali. Il materiale Bumax 88 ha una resistenza alla fatica superiore rispetto ai dispositivi di fissaggio di uso comune. La materia prima di alta qualità realizzata con i migliori processi metallurgici, insieme alle buone proprietà superficiali e all'elevata resistenza garantiscono un'eccellente resistenza alla fatica.
Sono stati eseguiti test di fatica fino a 10 milioni di cicli su Bumax 88 e sul materiale concorrente A4-80 presso un laboratorio esterno. La Tabella 6 mostra i risultati dei test di fatica sotto carico longitudinale su bulloni M6x50 ISO 4017; la curva di Wöhler (curva S-N) può essere fornita su richiesta. I bulloni sono stati precaricati a 400 MPa, che è la sollecitazione ottenuta con un precarico tipico di bulloni M6 classe 80. Le ragioni principali dell'eccezionale resistenza alla fatica di Bumax 88 sono dovute al maggiore limite elastico, il minore contenuto di inclusioni e le migliori proprietà superficiali rispetto all'A4 standard.

Tabella 6. Numero di cicli prima della frattura a vari livelli di sollecitazione. Il test si è fermato a 10 milioni di cicli.

Sollecitazione, MPa Cicli prima della rottura		
	Bumax 88	**A4-80**
400±50	10 milioni	10 milioni
400±50	10 milioni	1.4 milioni
400±55	10 milioni	0.4 milioni
400±55	10 milioni	0.4 milioni
400±60	4.2 milioni	0.5 milioni
400±60	5.6 milioni	0.3 milioni

PERMEABILITÀ MAGNETICA

La permeabilità magnetica relativa si riferisce alla capacità di un materiale di attrarre e condurre linee di flusso magnetico. Più un materiale è conduttivo ai campi magnetici, maggiore è la sua permeabilità. L'austenite è una fase non magnetica e l'acciaio inossidabile austenitico ha in generale una permeabilità magnetica molto bassa. Bumax 88 e Bumax 109 hanno un controllo più rigido per quanto riguarda gli elementi chimici, la delta-ferrite e le inclusioni rispetto a un elemento di fissaggio in A4 standard, il che significa meno variazioni da un lotto all'altro e, nella maggior parte dei casi, anche una minore permeabilità magnetica. I dispositivi di fissaggio Bumax 88 e 109 sono utilizzati in applicazioni avanzate che richiedono una permeabilità magnetica molto bassa, come reattori nucleari, reattori a fusione o acceleratori di particelle.

Tabella 7. Permeabilità magnetica relativa misurata su viti M5

Qualità	Permeabilità magnetica relativa a 20ºC
Bumax 88	1.006
Bumax 109	1.007

I valori riportati nella tabella indicano la permeabilità magnetica relativa a 20ºC misurata su viti M5, analizzate in un magnetometro a campione vibrante LakeShore presso Sandvik R&D. I dati devono essere utilizzati solo a titolo indicativo. La permeabilità magnetica è difficile da misurare e può variare a seconda della qualità degli strumenti di misura, delle dimensioni, della forma del campione e del grado di lavorazione a freddo.

QUALITÀ E AMBIENTE

La maggior parte dei nostri dispositivi di fissaggio è forgiata a freddo nei nostri stabilimenti in Svezia, dove produciamo dispositivi di fissaggio inossidabili forgiati a freddo dal 1926. La forgiatura a freddo consente di ottenere un prodotto di qualità superiore, dotato di migliori proprietà meccaniche e di una maggiore resistenza alla fatica. Le materie prime provengono da fornitori di prim'ordine in Europa secondo requisiti rigidi per quanto riguarda la composizione chimica, il basso contenuto di elementi in tracce e il debole tenore di inclusioni e scorie.

Tutti i nostri prodotti vengono consegnati con una tracciabilità completa e una certificazione 3.1. Bumax 88 può anche essere consegnato con un certificato che garantisce che i nostri dispositivi di fissaggio soddisfano i requisiti della direttiva sulle attrezzature a pressione dell'Unione Europea (PED97/23) e con il marchio CE come bulloni strutturali secondo la norma EN 15048. Le nostre strutture sono approvate secondo le norme ISO 9001, 14001 e ISO/TS 16949.

STOCK

I prodotti BUMAX 88 sono disponibili a magazzino in un'ampia gamma, da M3 a M36, e includono i tipi più comuni di viti, dadi e rondelle. Teniamo in magazzino anche una gamma di prodotti filettati UNC. Contattate il vostro rivenditore Bumax di fiducia o visitate il sito www.bumax.se per ulteriori informazioni.

ASSISTENZA

I prodotti BUMAX 88 e BUMAX 109 sono fabbricati nei nostri stabilimenti e possiamo quindi mantenere un livello di assistenza molto elevato su questi prodotti. Grazie alle nostre capacità produttive, siamo in grado di offrire dimensioni diverse da quelle presentate nella nostra gamma a magazzino, consentendoci di realizzare prodotti "speciali" in base alle esigenze di ciascun cliente. Siamo in grado di fabbricare prodotti con una resistenza ancora maggiore rispetto a quelli presentati in questa brochure. In questi casi, sono i limiti dell'acciaio stesso a decidere fino a che punto possiamo arrivare in termini di resistenza e altre proprietà. Lavoriamo continuamente per migliorare le proprietà dei nostri prodotti.

Marcatura

Gli elementi di fissaggio Bumax 88/109 disponibili a magazzino, costituiti da viti a testa esagonale, viti con esagono incassato, dadi e rondelle, sono normalmente contrassegnati secondo la figura a destra [1)]

[1)] La dimensione <M5 non contiene alcune marcature per motivi di spazio.

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 integre. Sulle nostre etichette sono riportati tutti i dati per una completa tracciabilità.

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.

Telefono: +46 (0)585-521 00 | Fax: +46 (0)585-521 15 | www.bumax.se | info@bumax.se