

C1	26/09/16	Revisione generale	NZ/ GP	NZ	AS
C0	02/09/16	EMISSIONE con recepimento richieste DL di integrazione prove	NZ/ GP	NZ	AS
REVISIONE		DESCRIZIONE	EL.	CON.	APP.

MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER LE OPERE PUBBLICHE  
VENETO – TRENTINO ALTO ADIGE – FRIULI VENEZIA GIULIA

## NUOVI INTERVENTI PER LA SALVAGUARDIA DI VENEZIA

CONVENZIONE REP. N. 7191 DEL 04-10-1991

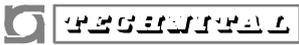
ATTO ATTUATIVO REP. 8701 DEL 10-11-2015

INTERVENTI ALLE BOCCHE LAGUNARI PER  
LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI DI MAREA  
CUP:

### TENDITORE PROVA IN SUPERDUPLEX DISCIPLINARE TECNICO

ELABORATO <b>N. ZORATTO/G. PARODI</b>	CONTROLLATO <b>N.ZORATTO</b>	APPROVATO <b>A.SCOTTI</b>
N. ELABORATO <b>MV089P-PE-TMS-3220-C1</b>	CODICE FILE <b>MV089P-PE-TMS-3220-C1</b>	DATA <b>26 SETTEMBRE 2016</b>

### CONSORZIO “VENEZIA NUOVA”

Verificato:	Controllato:	PROGETTAZIONE  IL RESPONSABILE : Ing. A. SCOTTI
COORDINAMENTO PROGETTAZIONE  <b>CONSORZIO VENEZIA NUOVA</b>		

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 2
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

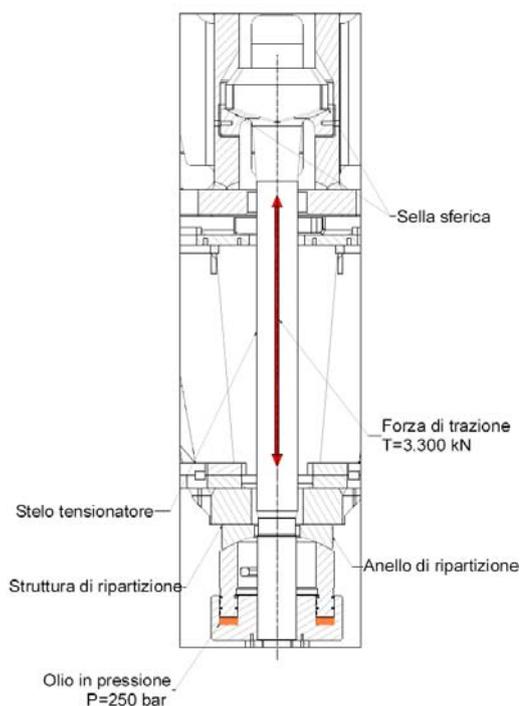
## INDICE

1.	PREMESSA	3
1.1.	Soggetti coinvolti nell'attività di sperimentazione	5
2.	NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	6
2.1.	Normativa	6
2.2.	Documenti di riferimento	8
3.	PROTOTIPO	9
3.1.	Componenti	9
3.2.	Materiali	9
3.3.	Sollecitazioni e tasso di lavoro	11
3.4.	Geometria	12
3.5.	Vita utile del componente	12
3.6.	Superfici di accoppiamento	12
3.6.1.	Trattamenti superficiali	13
4.	ATTIVITA' DI PROVA	14
4.1.	Sperimentazione per i depositi	14
4.2.	Prototipo di forgiatura	16
4.3.	Esecuzione dei test di aggancio-sgancio	17
4.4.	Ispezione finale	18
4.5.	Documentazione	18
4.6.	Programma delle attività	19
ALLEGATO 1 - Offerta Forgiatura Marcora		
ALLEGATO 2 – Offerta STS		

## 1. PREMESSA

Il gruppo d'aggancio è il dispositivo che realizza l'accoppiamento tra la parte fissa (femmina) e la parte mobile (maschio) del connettore mediante una forza di pretensione controllata minima pari a 3000 kN.

Il dispositivo è costituito essenzialmente dai seguenti componenti:



- stelo di aggancio;
- valvola di segregazione;
- canotto di guida;
- meccanismo oleodinamico per la movimentazione assiale dello stelo;
- meccanismo oleodinamico per l'applicazione della forza di pretensione;
- dispositivo di rotazione dello stelo;
- traversa di riscontro dei cilindri di pretensione;
- dispositivo di blocco meccanico.

Gli stati ossidativi riscontrati sui gruppi tensionatori della barriera di Treporti richiedono un riesame dei diversi componenti, nonché della loro gestione e manutenzione. La presente nota affronta solo il tema della sperimentazione che si rende necessaria per indagare una soluzione alternativa dello stelo, realizzato in superduplex.

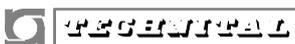
Le attività previste possono essere sintetizzate nel modo seguente:

- Esecuzione di prove preliminari su alcuni materiali e trattamenti superficiali.
- Costruzione del prototipo e realizzazione di prove sui provini prelevati dal forgia-
- Prova di aggancio e sgancio ripetuti (simile a quanto già svolto per i gruppi n. 41 e 43 della barriera di Treporti).

Nei paragrafi seguenti sono riportate le prove ed i controlli da eseguire sul prototipo dello stelo e del dado di blocco meccanico. Tutti gli aspetti esecutivi, relativi alle attrezzature ed all'organizzazione delle prove, così come gli aspetti correlati alla sicurezza degli operatori durante le prove, non costituiscono oggetto del presente documento e dovranno essere sviluppati dall'esecutore, nell'ambito dello sviluppo di dettaglio di tali attività.

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 4
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

Test, specifiche, valori di riferimento e di accettabilità riportati nel documento si riferiscono solo alla fase di sperimentazione. Per l'eventuale fase di produzione, anche in base ai risultati della sperimentazione, tali valori potranno essere modificati.

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 5
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

## 1.1. Soggetti coinvolti nell'attività di sperimentazione

Soggetti e relativi ruoli nelle attività di sperimentazione per gli steli dei gruppi di aggancio	
CVN	Concessionario e coordinatore di tutte le attività
Prof. G. Gusmano	Esperto corrosionista nominato dal Consorzio Venezia Nuova
Prof. Brutti e Prof.ssa Mascia	Collaudatori dei Gruppi Cerniera-Connettore
Prof. G.Paolucci	Esperto del Provveditorato
Ing. S. Ramundo	Esperta corrosionista del Provveditorato
Technital	Progettista del sistema di difesa nel suo complesso e della soluzione annessa alla specifica per il prototipo del gruppo di aggancio; coprogettista del gruppo di aggancio poi realizzato
Prof. M. Ormellese – Associato presso il Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica “G. Natta” del Politecnico di Milano.	Consulente Technital per gli aspetti legati alla corrosione
Prof. C. Mapelli - Ordinario presso il Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano	Consulente Technital per gli aspetti metallurgici
Ingg. Parodi-Ottolini (BCV)	Consulenti Technital per le modellazioni numeriche di dettaglio
FIP	Il soggetto che ha partecipato sia in qualità di coprogettista che di fornitore dei gruppi cerniera-connettore
Mantovani	Impresa affidataria delle Opere Mobili per la Barriera di Treporti
Prof.ssa C.Zanella	Consulente FIP per gli aspetti legati alla corrosione e che ha partecipato alla definizione della procedura di ottimizzazione della nichelatura chimica
MATED - Ing. Valentinelli	Società che ha emesso i rapporti di controllo delle nichelature con procedura ottimizzata, oggi consulente FIP
Ing. Fisichella	Direttore Lavori per i gruppi di aggancio di Treporti
Ing. Pinton	Direttore Lavori per i gruppi di aggancio di S. Nicolò, Malamocco e Chioggia
Ing. Zanovello	Direttore Lavori per la barriera di Treporti

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 6
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

## 2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1. Normativa

Legge 5/11/1971 n. 1086	Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica
D.M. 14/01/2008	Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni
C.M. 02/02/2009	Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008 – C.S.LL.PP. n° 617
UNI EN 1993-1	Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio
DNV-RP-C203	Fatigue design of offshore steel structures
DNV-OS-C201	Design of offshore steel structure, general (LRFD method)
UNI EN 10250-4	Prodotti fucinati di acciaio per impieghi generali-Acciai inossidabili
NORSOK M-630	Material data sheets for piping
ASTM A182	Standard Specification for Forged or Rolled Alloy and Stainless Steel Pipe Flanges, Forged Fittings, and Valves and Parts for High-Temperature Service.
ASTM G48	Standard Test Methods for Pitting and Crevice Corrosion Resistance of Stainless Steels and Related Alloys by Use of Ferric Chloride Solution
ASTM A923	Standard Test Methods for Detecting Detrimental Intermetallic Phase in Duplex Austenitic/Ferritic Stainless Steels
ASTM E562	Standard Test Method for Determining Volume Fraction by Systematic Manual Point Count
ASTM G99	Standard test method for wear testing with a Pin-on-disk Apparatus.
ASTM G115	Standard guide for Measuring and Reporting Friction Coefficients.
UNI EN 1071-3	Advanced technical ceramics. Methods of test for ceramic coatings. Determination of adhesion and other mechanical failure modes by a scratch test.

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 7
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

UNI EN 1071-13

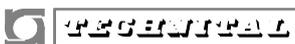
Advanced technical ceramics. Methods of test for ceramic coatings. Determination of wear rate by the pin-on-disk method.

UNI EN 10204

Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo

EN ISO 11782-1

Corrosion of metals and alloys – Corrosion fatigue testing

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 8
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

## 2.2. Documenti di riferimento

Documentazione di progetto di PE e in particolare:

CM-PE-TGA-SCO-1008-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI - GRUPPO DI AGGANCIAMENTO E TENSIONAMENTO - SPECIFICA DI COSTRUZIONE
MV089P-PE-TMS-3208-C0	
<b>DISEGNI</b>	
CM-PE-TGA-DIS-1027-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI - SISTEMA MECCANICO GRUPPO DI AGGANCIAMENTO - CARATTERISTICHE DELLE SALDATURE E DI VERNICIATURA
MV089P-PE-TMD-3227-C0	
CM-PE-TGA-DIS-1030-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI – GRUPPO DI AGGANCIAMENTO E TENSIONAMENTO – STELO D’AGGANCIAMENTO
MV089P-PE-TMD-3230-C0	
CM-PE-TGA-DIS-1031-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI – GRUPPO DI AGGANCIAMENTO E TENSIONAMENTO – VALVOLA DI SEGREGAZIONE
MV089P-PE-TMD-3231-C0	
CM-PE-TGA-DIS-1032-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI – GRUPPO DI AGGANCIAMENTO E TENSIONAMENTO – CARTER DI TENUTA STAGNA
MV089P-PE-TMD-3232-C0	
CM-PE-TGA-DIS-1033-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI – GRUPPO DI AGGANCIAMENTO E TENSIONAMENTO – STRUTTURA DI CONTRASTO
MV089P-PE-TMD-3233-C0	
CM-PE-TGA-DIS-1034-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI – GRUPPO DI AGGANCIAMENTO E TENSIONAMENTO – STRUTTURA DI RIPARTIZIONE
MV089P-PE-TMD-3234-C0	
CM-PE-TGA-DIS-1035-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI – GRUPPO DI AGGANCIAMENTO E TENSIONAMENTO – GRUPPO OLEODINAMICO DI TENSIONAMENTO
MV089P-PE-TMD-3235-C0	
CM-PE-TGA-DIS-1036-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI – GRUPPO DI AGGANCIAMENTO E TENSIONAMENTO – DISPOSITIVO DI BLOCCO MECCANICO
MV089P-PE-TMD-3236-C0	
CM-PE-TGA-DIS-1037-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI – GRUPPO DI AGGANCIAMENTO E TENSIONAMENTO – DISPOSITIVO DI ROTAZIONE DELLO STELO
MV089P-PE-TMD-3237-C0	
CM-PE-TGA-DIS-1038-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI – GRUPPO DI AGGANCIAMENTO E TENSIONAMENTO – GRUPPO OLEODINAMICO PER LA MOVIMENTAZIONE ASSIALE DELLO STELO
MV089P-PE-TMD-3238-C0	

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 9
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

### 3. PROTOTIPO

#### 3.1. Componenti

Il prototipo descritto nel presente documento consiste nella realizzazione di uno stelo e di un dado di blocco meccanico, sostanzialmente uguali per geometria a quelli esistenti, ma realizzati in acciaio superduplex.

Si riporta nel seguito una prima sintetica descrizione delle caratteristiche tecniche dei prototipi.

La fattibilità tecnica della soluzione proposta, in termini di qualità del forgiato, è stata preventivamente indagata, con esito positivo, presso la società FM Forgiatura Marcora (Olgiate Olona - VA). In allegato il preventivo ricevuto per la realizzazione degli steli di serie e di un prototipo.

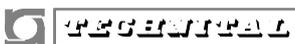
#### 3.2. Materiali

Per la realizzazione dei prototipi di prova si prevede l'utilizzo di acciaio superduplex F55 a partire da un forgiato. L'acciaio selezionato è idoneo a tali tipo di produzione e prevede l'innalzamento dei valori minimi per N, Cr, Mo, W.

##### Composizione chimica (EN 10250-4):

C	≤	0.030 %
Si	≤	1.0 %
Mn	≤	1.0 %
P	≤	0.035 %
S	≤	0.015 %
N	=	0.20 ÷ 0.30 %, si richiede preferibilmente > 0.25%
Cr	=	24.00 ÷ 26.00 %, si richiede preferibilmente > 25%
Mo	=	3.00 ÷ 4.00 %, si richiede preferibilmente > 3.5%
Ni	=	6.00 ÷ 8.00 %
W	=	0.50 ÷ 1.00 %, si richiede preferibilmente > 0.7%
Cu	=	0.50 ÷ 1.00 %
Fe		(rimanente)

Al fine di migliorare la resistenza alla corrosione, si suggerisce di reperire materiale che abbia dei valori minimi per N, Cr, MO, W che si collocano sul valore medio del range di norma.

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 10
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

L'acciaio superduplex F55 è normato da differenti Standard internazionali riconosciuti. Si riportano nel seguito le principali caratteristiche meccaniche in accordo a tali normative.

Proprietà		Unità	Valore	Norma di riferimento
			F55	ASTM A182
			1.4501	EN 10250-4
			X2CrNiMoCuWN25.7.4	EN 10250-4
			S32760	UNS
			MDS D54	NORSOK M-630
Resistenza a rottura	Rm	MPa	750÷895 ≥750 (a) 730÷930	ASTM A182 (a) NORSOK M-630 (b) EN 10250-4
Snervamento	Rp0.2	MPa	≥550 ≥530 (b)	ASTM A182 NORSOK M-630 (b) EN 10250-4
Allungamento a rottura	A (l)	%	≥25	ASTM A182 NORSOK M-630 EN 10250-4
Allungamento a rottura	A (tr)	%	≥20	EN 10250-4
Strizione	Z	%	≥45	ASTM A182
Resilienza (+20°C)	KV (l)	J	≥100	EN 10250-4
Resilienza (+20°C)	KV (tr)	J	≥60	EN 10250-4
Resilienza (-46°C)	KV (l)	J	≥45 (average) ≥35 (single)	NORSOK M-630
Resistenza alla corrosione	PREN		≥40	NORSOK M-630

I valori di riferimento di normativa riportati nella precedente tabella sono limitati a elementi di spessore non maggiore di 160mm nel caso della EN 10250-4 e non maggiore di 200mm nel caso della NORSOK M-630.

La dimensione massima di riferimento dello stelo finito è pari a 254mm (spessore della testa).

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 11
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

Si segnala che attraverso un corretto trattamento termico che preveda l'innalzamento della temperatura di solubilizzazione a 1180÷1200°C, le proprietà meccaniche minime da normativa potrebbero essere incrementate di circa il 7%.

L'acciaio proposto presenta ottime caratteristiche di resistenza alla corrosione in ambiente marino, tali da non richiedere ulteriori trattamenti superficiali per aumentarne la protezione. La seguente tabella riporta la sintesi delle caratteristiche meccaniche minime richieste.

Proprietà		Unità	Valore
Resistenza a rottura	Rm	MPa	≥750
Snervamento	R <sub>p0.2</sub>	MPa	≥550
Allungamento a rottura	A (l)	%	≥25
Allungamento a rottura	A (tr)	%	≥20
Strizione	Z	%	≥45
Resilienza (da 20° a -5°C)	KV (l)	J	≥100
Resilienza (da 20° a -5°C)	KV (tr)	J	≥60
Resilienza (-20°C)	KV (l)	J	≥40
Durezza superficiale	HB		220
Resistenza alla corrosione	PREN		≥40

### 3.3. Sollecitazioni e tasso di lavoro

I valori di resistenza meccanica dello stelo realizzato in acciaio in F55 appaiono adeguati a sopportare i tassi di lavoro previsti a progetto.

I tassi di lavoro attesi a progetto per lo stelo sono qui sinteticamente riepilogati:

- Precarico 3300 kN (min 3000 kN)
- Pressioni di contatto su selle 180 MPa (SLU)
- Tensione nominale nel corpo 225 MPa (SLU)
- Sforzo superficiale nel raccordo con testa 475 MPa (SLU)
- Pressioni di contatto su filettatura 445 MPa (SLU)
- Pressioni di contatto su filettatura 345 MPa (SLE)
- Picchi di sforzo su filettatura (fondo) ~ 540 MPa (SLU)

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 12
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

### 3.4. Geometria

Poiché le proprietà meccaniche dell'acciaio F55 appaiono sostanzialmente uguali a quelle dell'acciaio 39NiCrMo3 ( $R_m=740\div 880\text{MPa}$ ;  $R_{p0.2} \geq 540\text{MP}$ ) con il quale sono stati realizzati gli steli attualmente in opera, non si prevede la necessità di apportare modifiche alla geometria e alle dimensioni dello stelo e del relativo dado, né agli altri elementi di interfaccia.

### 3.5. Vita utile del componente

La vita utile prevista per tali componenti è conforme a quanto indicato in PE, purché sottoposti ai piani di ispezione e manutenzione indicati nel relativo piano. Non sono pertanto richiesti specifici sistemi di protezione dalla corrosione.

### 3.6. Superfici di accoppiamento

L'adozione di uno stelo in F55 comporta il rischio di incollaggio (galling) con le superfici antagoniste delle selle (elemento maschio) e del dado di blocco meccanico, per affinità chimica e condizioni di impiego.

Si riporta nel seguito una sintesi delle differenti casistiche di accoppiamento attualmente previste.

Accoppiamento	Geometria	Materiali base	Durezze
Stelo - sella	Sup. liscia	F55 su F53(SAF 2507)	220 HB – 220 HB
Stelo – dado di contrasto (opzione 1)	Filettatura	F55 su 39NiCrMo3 (nichelato)	220 HB – 550 HV <sup>(1)</sup>
Stelo – dado di contrasto (opzione 2)	Filettatura	F55 su F55	220 HB – 220 HB
Stelo – martinetto di tensionamento	Filettatura	F55 su 39NiCrMo3 (nichelato)	220 HB – 550 HV <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Valore di progetto.

Gli accoppiamento di cui alle righe 1) e 3) della tabella precedente richiedono l'adozione di interventi atti a prevenire fenomeni di galling.

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 13
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

### 3.6.1. Trattamenti superficiali

Sono al momento allo studio alcune soluzioni alternative di ricoprimenti superficiali ceramici a basso spessore, tesi ad aumentare la durezza superficiale e quindi a diminuire il rischio di incollaggio.

Si tratta di depositi in Carburo di Tungsteno e Carbonio o Nitruro di Titanio come da schede tecniche di cui all'allegato 2.

Dalle informazioni finora raccolte, questi trattamenti superficiali non sembrano essere applicabili direttamente alle superfici dello stelo viste la lunghezza dello stelo stesso, la cui lunghezza non è compatibile con le dimensioni delle camere ove avviene la deposizione. Pertanto attualmente si prevede il trattamento delle selle e della filettatura del dado.

Le principali caratteristiche dei depositi e le principali tematiche di indagine comprendono:

- Fattibilità tecnica del deposito tenuto conto delle dimensioni dei pezzi e della geometria (filettatura). Su tale aspetto è stato raccolto un primo parere favorevole, con relativa offerta economica di cui all'allegato 2, da parte di STS Group.
- Qualità dei depositi in funzione della rugosità superficiale del substrato che potrà essere eventualmente migliorata solo per le selle (non per le parti filettate).
- Adeguata adesione al substrato
- Ridotta affinità con la superficie di accoppiamento
- Resistenza meccanica (pressioni di contatto)
- Assenza di problemi di deterioramento a seguito della deformabilità del substrato (fragilità).
- Adeguata durezza.
- Adeguato coefficiente di attrito

Gli spessori ridotti dei depositi in esame (pochi micrometri) non pongono problemi sulla geometria del pezzo e sulle tolleranze di accoppiamento.

Si ritiene necessario condurre una campagna di prove preliminari specifiche per confrontare soluzioni alternative e pervenire alla scelta del trattamento da applicare sul tenditore di prova.

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 14
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

#### 4. ATTIVITA' DI PROVA

Scopo della sperimentazione è quella di acquisire le informazioni tecniche non direttamente deducibili da normative riconosciute per confermare l'adeguatezza dei materiali selezionati. I risultati ottenuti potranno suggerire interventi migliorativi.

##### 4.1. Sperimentazione per i depositi

La prima parte della sperimentazione dovrebbe riguardare i depositi superficiali anti-galling. Al momento le soluzioni individuate sono 2:

- A. Deposito in Carburo di Tungsteno
- B. Deposito in Nitruro di Titanio

Si propone l'esecuzione delle stesse prove previste dai fornitori per la caratterizzazione dei prodotti e in aggiunta la prova PIN-on-DISK.

Poiché il materiale di supporto potrà avere rugosità diverse, si propone l'esecuzione di una doppia serie di campioni per simulare la rugosità attesa per le selle e per la parte filettata.

La caratterizzazione dei due rivestimenti sarà integrata da esami al microscopio ottico ed atomico a scansione (SEM) della superficie del deposito e della sezione trasversale per evidenziare la presenza di difetti quali porosità, gocce o microcricche, e per controllare la perfetta adesione rivestimento/substrato.

Come suggerito dai fornitori, è da attendersi che modesti danneggiamenti del rivestimento consentano comunque di raggiungere l'obiettivo di evitare l'incollaggio delle due superfici. Per tale motivo le prove descritte nel seguito, si consiglia di eseguirle sia con rivestimento integro che con rivestimento artificialmente danneggiato (non depositando in maniera distribuita - con opportune maschere - circa il 3% della superficie trattata).

Al fine di indagare il rischio di incollaggio per superfici soggette a un carico di compressione persistente, si propone di preparare dei provini piani da assoggettare ad un carico in grado di sviluppare delle pressioni di contatto di 200 Mpa, tra il campione di F55 trattato con il deposito A o B (rivestimenti integri e danneggiati artificialmente) e una lastra di acciaio antagonista con caratteristiche analoghe a quelle delle selle in superduplex, anche per ciò che riguarda la lavorazione meccanica finale. Al fine di simulare al meglio la situazione di lavoro attesa, se l'attrezzatura di prova lo consente, si suggerisce di applicare

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 15
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

anche delle forze orizzontali alternate, con frequenza compresa tra 0.1 e 0.2 Hz, tali da simulare gli sforzi di taglio riscontrati nei modelli numerici testa-sella, per un lasso di tempo di 1-2 ore, alternato a periodi di riposo (solo forza di compressione) di almeno 1 settimana. La prova dovrà essere protratta per almeno 2 mesi.

Per la verifica del comportamento sui filetti, si propone di utilizzare una barra filettata F55 di diametro ridotto, ma sempre con passo 4 mm, dadi F55 provvisti dei riporti A e B, soggetta ad un carico assiale tale da determinare le pressioni di contatto di progetto. Per meglio simulare la situazione reale, si potrà adottare un carico assiale variabile, compatibilmente con la disponibilità del laboratorio. Anche questo tipo di prova dovrà essere protratta per almeno 2 mesi.

I dettagli della prova, i tempi e la modalità di ispezione dovranno essere discussi con l'esecutore delle prove.

I rivestimenti saranno testati nei confronti del comportamento alla corrosione mediante le seguenti prove:

- Prove di resistenza a corrosione da pitting e crevice, in accordo con la normativa ASTM G48. Adottando il metodo A per il pitting e quello B per la corrosione interstiziale, per le due temperature previste dalla norma:  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$  (temperatura rappresentativa delle effettive condizioni ambientali) e  $50\pm 2^{\circ}\text{C}$ .
- Prove di corrosione per accoppiamento galvanico in acqua di mare tra provini in acciaio F55 e provini dello stesso acciaio rivestiti con film di TiN o WC-C, della stessa superficie ad esempio 100 x 100 mm, alla temperatura di 20-25°C, per una durata minima di 28 giorni, eventualmente prolungabile in base ai risultati ottenuti. Andranno eseguite misure periodiche del potenziale e della corrente di macrocoppia. Per potere eseguire queste ultime misure i provini devono essere cortocircuitati mediante uno shunt.
- Prove non normalizzate in acqua di mare eseguite su provini di acciaio F55 rivestiti con film di TiN o WC-C, dotati di crevice former, montati su apposite strutture in modo da poterli esporre all'ambiente marino in tre diverse condizioni: completamente immersi, parzialmente immersi, posti al di sopra del livello del mare. Le prove saranno prolungate per almeno 3 mesi, con la rimozione di un crevice former per ogni provino ogni mese. I campioni dovranno avere forma e dimensione simile ai provini utilizzati in accordo con le normative ASTM G48 e ASTM G78.

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 16
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

#### 4.2. Prototipo di forgiatura

Si realizzeranno dei prototipi, per stelo e dado forgiati in F55, al fine di poter eseguire tutti i test distruttivi e non distruttivi atti a validare la qualità dell'acciaio, il procedimento di forgiatura ed i trattamenti termici, tenendo conto di quanto segue:

- dimensioni del prototipo
- tipologia ed estensione dei controlli non distruttivi
- numero e posizione dei prelievi per test meccanici
- normative di riferimento
- valori minimi / massimi di accettabilità (da norma o specifici del progetto)
- controllo micrografici e macrografici
- certificazione

I test saranno eseguiti su un prototipo fucinato, sgrossato (ma prima di eseguire le lavorazioni meccaniche finali, compresa la filettatura) e dopo aver effettuato un trattamento termico di solubilizzazione.

Il controlli non distruttivi includeranno il controllo visivo, a ultrasuoni e con liquidi penetranti estesi al 100% delle superfici.

I controlli con liquidi penetranti saranno ripetuti dopo aver completato le lavorazioni meccaniche.

Le zone di prelievo dei provini sono:

- 1) parte terminale dello stelo di sezione corrente ( $\varnothing 210\text{mm}$ );
- 2) la testa dello stelo (spessore 264mm);

I documenti di controllo sono richiesti tipo 3.2 UNI EN 10204 2005.

Gli esami e le prove sui provini includeranno di minimo:

- prove di trazione (snervamento, rottura, allungamento a rottura, strizione) su provini prelevati sia in direzione longitudinale sia in direzione trasversale a T/2, T/4 e sub superficiali nelle zone 1 e 2;
- prove di resilienza a  $-40^{\circ}\text{C}$  su provini prelevati sia in direzione longitudinale sia in direzione trasversale a T/2, T/4 e sub superficiali nelle zone 1 e 2;
- prove di resilienza a  $-20^{\circ}\text{C}$  su provini prelevati sia in direzione longitudinale sia in direzione trasversale a T/2, T/4 e sub superficiali nelle zone 1 e 2;

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 17
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

- prove di resilienza a  $-5^{\circ}\text{C}$  su provini prelevati sia in direzione longitudinale sia in direzione trasversale a T/2, T/4 e sub superficiali nelle zone 1 e 2;
- prove di durezza;
- esami micrografici su campioni prelevati a T/4 nelle zone 1 e 2 (secondo la ASTM A 923 metodo A);
- Effettuare l'analisi chimica di prodotto, e la valutazione della percentuale di ferrite/austenite secondo ASTM E 562.
- Prove di corrosione. Eseguire prove di corrosione rappresentative di attacco al pitting e al crevice, in accordo con la norma ASTM G48. Adottare il metodo A per il pitting e metodo B per il crevice, per le due temperature previste dalla norma:  $22\pm 2^{\circ}\text{C}$  (temperatura rappresentativa delle effettive condizioni ambientali) e  $50\pm 2^{\circ}\text{C}$ .
- Prove cicliche corrosione-fatica (secondo norma ISO 11782-1) per ricavare il valore del limite a fatica tramite la costruzione della curve di Woehler (le prove verranno condotte sino ad un massimo di  $10^8$  cicli).

La cella dovrà contenere acqua di mare artificiale prodotta secondo ASTM D1141-98.

Al fine di realizzare le prove è necessario disporre di 15 provette e i tempi di esecuzione delle prove nella peggiore delle ipotesi risultano essere di 3 giorni per provetta, quindi 45 giorni per il completamento delle prove. Dato che la norma richiede completa immersione della provetta è necessario ricorrere ad un carico assiale pulsante, che peraltro risulta essere la condizione più critica, in quanto la soluzione corrosiva non viene pompata all'interno dell'eventuale cricca.

Considerate le dimensioni del dado di blocco meccanico, si suggerisce l'esecuzione di 2 componenti, di cui uno da sacrificare per l'estrazione dei provini. Da valutare con l'esecutore delle prove l'eventuale necessità di realizzare 2 steli.

#### **4.3. Esecuzione dei test di aggancio-sgancio**

Al fine di valutare la risposta dei materiali e dei trattamenti superficiali, si propone la realizzazione di una serie di cicli di aggancio-sgancio, come già effettuato per i gruppi n. 41 e 43 di Treporti. A tale scopo dovrebbe essere utilizzata, se disponibile, l'attrezzatura già utilizzata per il collaudo finale di tutti i gruppi di aggancio che sono già stati realizzati.

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 18
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

Si dovranno simulare almeno 150 cicli, di tesatura e successivo scarico, comprensivi di avvvitamento e svitamento del dado di blocco meccanico e di rotazione dello stelo. L'intervallo minimo tra un ciclo e l'altro non dovrà essere inferiore a 15 min.

Nel corso di questa prova saranno utilizzate le selle trattate con il prodotto ceramico selezionato sulla base delle prove preliminari.

Con l'occasione si dovrà anche ripetere una taratura del sistema ad ultrasuoni per il controllo dello stato di tensionamento dello stelo in opera.

#### **4.4. Ispezione finale**

Terminate tutte le prove ed i controlli previsti sul prototipo, qualora non si preveda il suo utilizzo per ulteriori prove, si potrà procedere a delle indagini distruttive sui singoli componenti.

#### **4.5. Documentazione**

Nella fase iniziale dell'attività, l'esecutore emetterà una relazione tecnica che illustrerà in dettaglio le attività di costruzione e di prova in programma.

Al termine di ciascuna principale fase operativa (individuata nel cronoprogramma), l'esecutore trasmetterà al Concessionario che trasmetterà al Concedente, alla DL, al Progettista e agli Istituti/Enti di controllo un rapporto tecnico descrittivo delle modalità realizzative del prototipo, delle eventuali difficoltà operative incontrate, delle prove eseguite e dei risultati raccolti, allegando di minimo:

- Attrezzatura di prova e di misura
- certificati di tutti i materiali utilizzati;
- i certificati relativi alle prove preliminari svolte sui campioni di materiali e rivestimenti;
- i disegni costruttivi (as built) di tutti gli elementi;
- descrizione completa dei trattamenti termici cui sono stati sottoposti i singoli elementi;
- i certificati di controllo, comprese l'indicazione delle eventuali riparazioni effettuate;
- adeguata documentazione fotografica delle attività svolte sul prototipo, con particolare attenzione alle fasi di controllo.

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 19
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

Inoltre, sarà utile segnalare gli eventuali problemi costruttivi che si potranno manifestare, per poter valutare gli interventi di rimedio.

La campagna sperimentale sul prototipo, sarà completata da un rapporto finale che riassume tutte le attività di prova e controllo eseguite sul prototipo e le considerazioni finali di indirizzo per la produzione.

#### 4.6. Programma delle attività

L'attività in oggetto avrà una durata di circa 37 settimane, a decorrere dalla data di consegna delle attività.

Si allega il cronoprogramma preliminare delle attività previste.

Settimane	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	
ITEM	Attività																																					
1	Redazione rapporto di prova di dettaglio																																					
2	Fornitura componenti forgiati (1 o 2 steli e 2 dadi)																																					
3	Lavorazione e controlli forgiati (1 o 2 steli e 2 dadi) compresa filettatura																																					
4	Esecuzione prove preliminari trattamenti superficiali (aspetti tribologici e antigalling)																																					
5	Esecuzione prove preliminari trattamenti superficiali (aspetti corrosionistici)																																					
6	Applicazione del rivestimento antigalling selezionato																																					
7	Esecuzione prove fisiche, chimiche e meccaniche su provini prelevati dai forgiati																																					
8	Esecuzione prove su provini prelevati dai forgiati (corrosione e corrosione-fatica)																																					
9	Prova di aggancio/sgancio																																					
10	Ispezione e Emissione report di prova finale																																					

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 20
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	

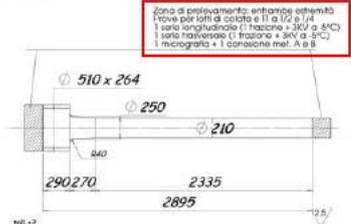
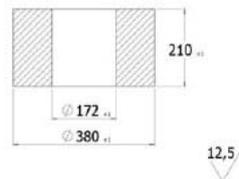
## **ALLEGATI**

Offerta Forgiatura Marcora del 30/8/2016

Offerta STS del 25/7/2016



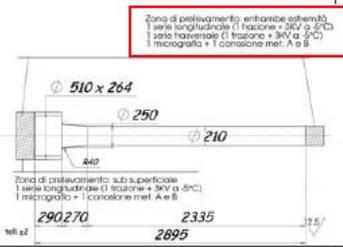
		OFFER PREVENTIVO	NUMBER NUMERO	DATE DATA	PAGE PAGINA
			1601634/01	30/08/2016	1/3
RFQ DATE VS RICHIESTA DEL	visita	07/07/2016			
QUOTE VALIDITY GG VALIDITA' OFFERTA	2	CUSTOMER CLIENTE			
PAYMENT TERMS PAGAMENTO	DA CONCORDARE	000438 TECHNITAL S.P.A. VIA CASSANO D'ADDA, 27/1 20139 MILANO MI ITALIA			
DELIVERY TERMS PORTO	VS. CORR. P.TO ASS.TO	CONTACT C.A.			
INSPECTION/TEST CERTIFICAZIONE	Collaudo 3.2 secondo descrizioni. Controllo UT, controllo con LP.	Ingg. Gianpaolo Colato, Giancarlo Parodi Phone/Tel. 02- Fax			

ITEM	Q.TY PEZZI		PRICE (EACH) PREZZO UNITARIO	N. OF WEEKS EX WORKS SETTIMANE
0005	40	"Tenditore", fucinato in Acc. ASTM A182 F55, sgrossato alle quote del nostro schizzo, atto a ricavare le mf indicate nel vostro disegno, trattato (solubilizzazione). Collaudo 3.2 per lotti di colata e TT (10pz) per garantire Re>550 R>750 N/mm <sup>2</sup> . Prelevamento da eccedenza alle 2 estremità a T/2 e T/4: 1 serie Long + 1 serie trasv; 1 micrografia; 1 prova di corrosione G48 met.A e met.B, . Controllo UT e con LP al 100%. Marcatura.	€ 14.000	22 1lotto=10pz
				
0010	40	Anello fucinato in Acc. ASTM A182 F55, sgrossato alle quote del nostro schizzo, atto a ricavare le mf indicate nel vostro disegno, trattato (solubilizzazione). Collaudo 3.2 per lotti di colata e TT (20pz) per garantire Re>550 R>750 N/mm <sup>2</sup> . Prelevamento da SACRIFICALE a T/2 e T/4: 1 serie Long + 1 serie trasv; 1 micrografia; 1 prova di corrosione G48 met.A e met.B, . Controllo UT e con LP al 100%. Marcatura	€ 2.490	16 1lotto=20pz
				
0015	1	"Tenditore per qualifica", fucinato in Acc. ASTM A182 F55, sgrossato alle quote del nostro schizzo, trattato (solubilizzazione). Collaudo Zona di prelevamento: entrambe estremità	€ 17.490	13

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 22
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	



		OFFER	NUMBER NUMERO	DATE DATA	PAGE PAGINA
			1601634/01	30/08/2016	2/3
RFQ DATE VS RICHIESTA DEL	visita				
QUOTE VALIDITY GG VALIDITA' OFFERTA	2	CUSTOMER CLIENTE	000438 TECHNITAL S.P.A. VIA CASSANO D'ADDA, 27/1 20139 MILANO MI ITALIA		
PAYMENT TERMS PAGAMENTO	DA CONCORDARE	CONTACT C.A.	Ingg. Gianpaolo Colato, Giancarlo Parodi Phone/Tel. 02- Fax		
DELIVERY TERMS PORTO	VS. CORR. P.TO ASS.TO				
INSPECTION/TEST CERTIFICAZIONE	Collaudo 3.2 secondo descrizioni. Controllo UT, controllo con LP.				

ITEM	Q.TY PEZZI		PRICE (EACH) PREZZO UNITARIO	N. OF WEEKS EX WORKS SETTIMANE
				
0020	1	"Anello per qualifica", fucinato in Acc. ASTM A182 F55, sgrossato alle quote del nostro schizzo, trattato (solubilizzazione). Collaudo 3.2 su pezzo sacrificale da distruggere per garantire Re>550 R>750 N/mm <sup>2</sup> . Prelevamento a T/2 e T/4: 1 serie Long + 1 serie trasv; 1 micrografia; 1 prova di corrosione G48 met.A e met.B,	€ 7.620	12
0025	40	Costo per lavorazione a disegno (invio mail ing. Parodi del 29/07/2016) stelo (rif.pos. 05), verifica dimensionale ed imballaggio in cassa semplice (spedizione nazionale). <b>Costo aggiuntivo per "filettatura rullata" M190x4: +€ 380 cad.</b>	€ 6.630	0
0030	40	Costo per lavorazione a disegno 4929990078 rev.0 dado (rif.pos. 10), verifica dimensionale ed imballaggio in cassa semplice (spedizione nazionale).	€ 1.520	0

	Rev. C1	Data: 26/9/16	El. MV089P-PE-TMS-3220	Pag. n. 23
	Rev. C0	Data: 02/9/16	Disciplinare Tecnico – Tenditore prova	



		OFFER	NUMBER NUMERO	DATE DATA	PAGE PAGINA
			1601634/01	30/08/2016	3/3
RFQ DATE VS RICHIESTA DEL	visita	07/07/2016	<b>CUSTOMER</b> CLIENTE 000438 TECHNITAL S.P.A. VIA CASSANO D'ADDA, 27/1 20139 MILANO MI ITALIA <b>CONTACT</b> C.A. Ingg. Gianpaolo Colato, Giancarlo Parodi Phone/Tel. 02- Fax		
QUOTE VALIDITY GG VALIDITA' OFFERTA	2				
PAYMENT TERMS PAGAMENTO	DA CONCORDARE				
DELIVERY TERMS PORTO	VS. CORR. P.TO ASS.TO				
INSPECTION/TEST CERTIFICAZIONE	Collaudo 3.2 secondo descrizioni. Controllo UT, controllo con LP.				
ITEM	Q.TY PEZZI	PRICE (EACH) PREZZO UNITARIO	N. OF WEEKS EX WORKS SETTIMANE		
All the standards mentioned in this offer are intended to be applicable always in the last edition. Tutte le normative citate in offerta sono da intendersi sempre nell' ultima edizione applicabile.					
GENERAL COMMENTS NOTE	I PEZZI SARANNO POSIZIONATI SU PALLETS. PARCELLE ENTE TERZO (COLLAUDO 3.2) SONO ESCLUSE.		<b>TOT € 1.010.710,00</b>		
SHUTDOWN PERIOD CHIUSURA AZIENDALE			YOUR REFERENCE CONTACT/ IL VOSTRO REFERENTE <b>LAZZARI ROBERTO</b>		

Di seguito le classi di accettabilità al controllo con UT (ultrasuoni) con possibilità di controllo e certificazione in 3 diverse metodologie (ASTM, EN o metodo DNV) da scegliere come riferimento.

-ASTM A745 con le seguenti classi:

albero: QL3 x la testa, QL2 per il gambo + angolata secondo QA2

anello: QL2, angolata non richiesta

-EN10228-4: CL2

-DNV-OS-F101 APPENDIX D300

In base alla metodologia che verrà utilizzata per il controllo UT, si sceglierà anche il metodo per il controllo con Liquidi Penetranti.



**OFFERTA**

Cellatica(BS), li' 25/07/2016

**Destinazione:**

**TECHNITAL SPA**  
Via Cassano d'Adda n.27/1  
20100 MILANO MI Italy

**Spett.le:**

**004567**  
**TECHNITAL SPA**  
Via Cassano d'Adda n.27/1  
20100 MILANO MI Italy

Numero documento:  
O11600645

Data documento:  
25/07/ 2016

Vs. Riferimento:  
VOSTRA GENTILE RICHIESTA

Data Vs. riferimento:  
25/07/ 2016

Descrizione di pagamento:

Valuta

Pag.  
1/1

*Alla cortese attenzione di: SIG.RA ZORATTO*

*Con la presente siamo a trasferirVi regolare offerta per il seguente materiale:*

Articolo	Descrizione:	Quantita'	Prezzo Cad.	%Sc.1	%Sc.2	Valore riga	Valido fino al
COHSTI400400200	C HS TI 350,1-400x350,1-400x190,1-2 Componenti						
TI	RIV. TIN DADO DENTATO D.360X199,5	1,000	933,000	-30,00		653,10	03/11/2016
WC	RIV. WCC DADO DENTATO D.360X199,5	1,000	933,000	-30,00		653,10	03/11/2016
COHSTI260140120	C HS TI 240,1-260x130,1-140x110,1-1 Componenti						
TI	RIV. TIN SELLA MIS.251X132,3X120	1,000	286,400	-30,00		200,48	03/11/2016
WC	RIV. WCC SELLA MIS.251X132,3X120	1,000	286,400	-30,00		200,48	03/11/2016
SCHERMATURA: DA VALUTARE ALL'ARRIVO DEL MATERIALE							
CONSEGNA: 7/10 GIORNI LAVORATIVI DA RICEZIONE MERCE							
***							
SI PREGA DI NOTARE QUANTO SEGUE: - E' NECESSARIO INDICARE SUI DOCUMENTI DI TRASPORTO IL RIFERIMENTO AL CODICE ARTICOLO E ALLA PRESENTE OFFERTA, IN CASO CONTRARIO SARA' APPLICATO IL PREZZO DI LISTINO. - IN CASO DI IMPONIBILE INFERIORE A EURO 50,00 SUL TOTALE DELLA FATTURA, VERRA' ADDEBITATO UN MINIMO FATTURABILE PER IL RAGGIUNGIMENTO DI TALE IMPORTO. ***							

**Riferimento STS:** Chiara Zaltieri - zaltieri.chiara@sts-group.it

**Imballo:** Nostra Cura

**Reso:** Come da condizioni in essere

L'occasione ci è gradita per porgere Distinti Saluti.

**STS srl**  
Cellatica(BS)

STS S.r.l - Sede Legale e Amministrativa  
Via Caporalino, 13/A - 25060 CELLATICA (BS)  
Tel. 0039 030 25 22 106 / 0039 030 25 27 777 - Fax 0039 030 25 22 636  
[www.sts-group.it](http://www.sts-group.it)

Email: [info@sts-group.it](mailto:info@sts-group.it) - Pec: [sts-group@legalmail.it](mailto:sts-group@legalmail.it)  
Cap.Soc. Euro 191.021,00 i.v. - R.E.A. BS 333496 Reg. Impr. BS, Cod. Fisc. e Part.IVA 03156290177  
Unità locale di Padova - Via Caltana, 120/C - 35011 CAMPODARSEGO (PD) - Tel. 0039 049 92 01 558 / 0039 049 92 01 903 - Fax 0039 049 92 00 071 - E-mail: [infoveneto@sts-group.it](mailto:infoveneto@sts-group.it)  
Unità locale di Bologna - Via Parini, 12 - 40033 CASALECCHIO DI RENO (BO) - Tel. 0039 051 96 98 82 - Fax 0039 051 96 97 09 - E-mail: [info@bologna@sts-group.it](mailto:info@bologna@sts-group.it)



PVD TECHNOLOGY &amp; SPECIAL TOOLS



### SCHEDA TECNICA RIVESTIMENTO

NOME	Carburo di Tungsteno e Carbonio
Formula	a-C:H-W
Tipologia	Multilayer

TRIBOLOGIA	Valore	Norma di riferimento	Strumentazione
Spessore	3±0,5 µm	UNI 1071-2	Calotest
Adesione	>50N	UNI 1071-3	Scratch Test
Durezza	1857±448HV	ISO 14577-1	Nanoindenter
Coefficiente di attrito	0,15±0,02	ASTM G99-04	Ball on disc
Rugosità	0,15±0,01µm	UNI 11255	Rugosimetro
Resistenza a Corrosione		ASTM B117-07a	Camera per SST

CHIMICA	Stechiometria (%)	Strumentazione
W	50	SEM-EDX
C	30	SEM-EDX
H	10	SEM-EDX
Cr	10	SEM-EDX

PRODUZIONE	Dato
Tecnologia	PVD
Evaporazione	Sputtering
Target	Cromo, WC
Gas	Argon, Idrogeno , Acetilene

CERTIFICAZIONE	Approvazione
Procedura Interna ISO 9001	P-07.4
ISO TS 16949	Si
EN 1935	Si
ISO 10993	Si

   			
<b>SCHEDA TECNICA RIVESTIMENTO</b>			
NOME	Nitruro di Titanio		
Formula	TiN		
Tipologia	Monolayer		
<b>TRIBOLOGIA</b>	Valore	Norma di riferimento	Strumentazione
Spessore	2,5±0,5 µm	UNI 1071-2	Calotest
Adesione	80±5N	UNI 1071-3	Scratch Test
Durezza	2256±370HV	ISO 14577-1	Nanoindenter
Coefficiente di attrito	0,70±0,10	ASTM G99-04	Ball on disc
Rugosità	0,20±0,05	UNI 11255	Rugosimetro
Resistenza a Corrosione	1500 ore	ASTM B117-07a	Camera per SST
<b>CHIMICA</b>	Stechiometria (%)	Strumentazione	
Ti	50	SEM-EDX	
N	50	SEM-EDX	
<b>PRODUZIONE</b>	Dato		
Tecnologia	PVD		
Evaporazione	Arco		
Target	Titanio		
Gas	Argon, Idrogeno, Azoto		
<b>CERTIFICAZIONE</b>	Approvazione		
Procedura Interna ISO 9001	P-07.4		
ISO TS 16949	Si		
EN 1935	Si		
ISO 10993	Si		