

C0	02/09/16	EMISSIONE	A.V.	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

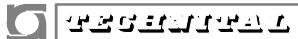

ATTO ATTUATIVO REP. 8701 DEL 10-11-2015

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

GRUPPI DI AGGANCIO DELLA BARRIERA DI TREPORTI Comparazione dei possibili interventi sullo stelo tensionatore


ELABORATO Autori Vari	CONTROLLATO N.ZORATTO	APPROVATO A.SCOTTI
N. ELABORATO MV089P-PE-TMR-3221-C0	CODICE FILE MV089P-PE-TMR-3221-C0	DATA 2 SETTEMBRE 2016

CONSORZIO “VENEZIA NUOVA”

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

OPERA PROTETTA AI SENSI DELLA LEGGE 22 APRILE 1941 N° 633 TUTTI I DIRITTI RISERVATI


QUALSIASI RIPRODUZIONE ED UTILIZZAZIONE NON AUTORIZZATE SARANNO PERSEGUITE A RIGORE DI LEGGE

 TECNICA S.p.A.	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 2
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

INDICE

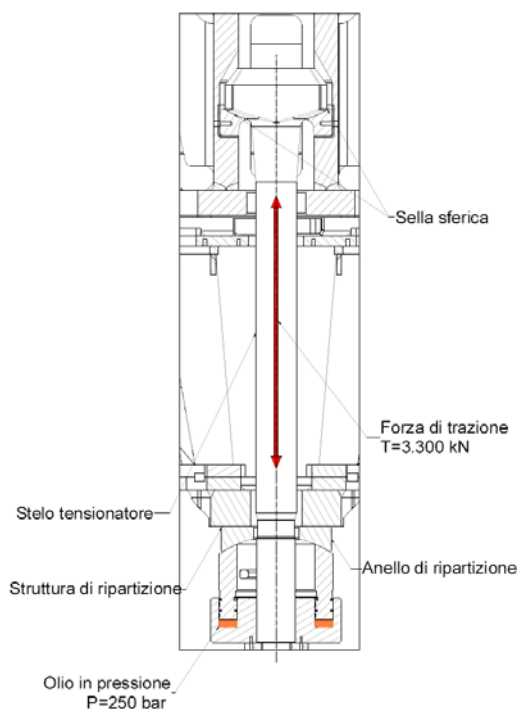
1. PREMESSA	3
1.1. Descrizione dello stato corrosivo degli steli	4
1.2. Soggetti coinvolti nella ricerca delle soluzioni	6
1.3. Documenti già emessi sui temi connessi agli stati ossidativi dei gruppi	7
1.4. Informazioni acquisite per la redazione del presente studio	9
2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	11
2.1. Normativa	11
2.2. Documenti di riferimento	12
3. PRINCIPALI REQUISITI DELLO STELO	13
3.1. Vita utile e manutenzione	13
3.2. Sistema di protezione dalla corrosione	15
3.3. Sollecitazioni e tasso di lavoro	15
4. INTERVENTO CON SOSTITUZIONE DELLO STELO	18
4.1. Descrizione	18
4.1.1. Materiali	18
4.1.2. Geometria	20
4.1.3. Superfici di accoppiamento e trattamenti superficiali	21
4.2. Esigenze ispettive/manutentive attese per il nuovo stelo	22
5. INTERVENTO CON RECUPERO DEGLI STELI ATTUALI	23
5.1. Descrizione	23
5.1.1. Laser Cladding	25
5.1.2. Riporto TIG	27
5.2. Esigenze ispettive/manutentive attese per lo stelo rivestito	28
6. CONCLUSIONI	30

ALLEGATI

 LIDO TREPORTI	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 3
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

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.

L'ispezione svolta nei mesi di marzo e aprile 2016 sui gruppi di aggancio di Lido Treporti ha evidenziato significativi ed estesi problemi ossidativi. L'esito di tali ispezioni è documentato dalla relazione della Direzione Lavori "20160414_DL_stato di consistenza steli LT.pdf" e dal report "20160414_MATED_stato di consistenza steli LT.pdf", redatto dalla società specializzata in materiali e tecnologie per la durabilità MATED.

Gli stati ossidativi riscontrati sui gruppi tensionatori della barriera di Treporti richiedono un riesame dei componenti sopra citati e della relativa modalità di gestione e manutenzione.

E' altresì evidente che i materiali scelti si sono manifestati inadeguati e che le ispezioni previste dal piano di manutenzione, atte a prevenire la diffusione e l'aggravamento di danneggiamenti (causa difettosità, sporcizia, trafilamenti, condense e altro), non sono state svolte per l'imprevista situazione di transizione (lavori ultimati da tempo, ma non consegnati).

 TREPORTI	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 4
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

La presente nota mette a confronto le due possibili soluzioni individuate per il ripristino delle componenti maggiormente danneggiate (steli), in sintesi:

1. Sostituzione degli attuali steli e dei relativi dadi di blocco meccanico con componenti analoghe in superduplex.
2. Ripristino della protezione degli attuali steli in 39NiCrMo3, tramite sostituzione della nichelatura chimica con riporto in Inconel.

La terza soluzione, che dovrebbe consentire il rinvio di uno dei due precedenti interventi mediante l'utilizzo di rivestimenti protettivi o simili in grado di rallentare i processi corrosivi, è allo studio da parte di Mantovani-FIP come stabilito nelle precedenti riunioni.

A prescindere dalla soluzione adottata per lo stelo, le altre componenti del tensionatore (siano essi nichelati che in acciaio AISI316L) necessiteranno di una serie di interventi di manutenzione che non viene affrontata in questo documento, ma che comporterà comunque delle modalità che non saranno significativamente condizionate dalla soluzione adottata per lo stelo. Per una definizione di tali interventi sarà necessaria un'indagine più approfondita dello stato di tali componenti, finora passati in secondo piano rispetto allo stelo, che potrà essere svolta nel corso delle operazioni di ripristino di ciascuno stelo: sarà infatti inevitabile procedere con lo smontaggio in officina dell'intero gruppo per rimuovere lo stelo; si rinvia pertanto la loro trattazione in altro documento.


Le considerazioni espresse nei paragrafi seguenti sono basate sui dati e sulle informazioni raccolti in questi ultimi mesi. Lo svolgimento della programmata attività di sperimentazione e la raccolta di ulteriori dati e informazioni dalla barriera consentiranno di meglio indirizzare, nonché maggiormente dettagliare, la tipologia di intervento che verrà adottata.

1.1. Descrizione dello stato corrosivo degli steli

I gruppi di aggancio di Treporti sono stati installati nei cassoni di soglia nel 2011. I cassoni sono stati posati nella trincea di Treporti nel 2012 e i gruppi sono entrati in funzione tra il 2013 e il 2014, a seguito dell'installazione di tutte le paratoie.

A fine 2015 sono stati osservati e documentati dalla DL i primi segni di corrosione.

Nei mesi di marzo e aprile 2016 MATED, società specializzata in materiali e tecnologie per la durabilità, ha eseguito un'intensa ispezione dei 42 gruppi di aggancio appartenenti alle 21 paratoie presenti a Lido Treporti, il cui esito è documentato dalle relazioni precedentemente citate.

 MATED	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 5
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

L'ispezione ha evidenziato significativi ed estesi problemi ossidativi, soprattutto localizzati su buona parte degli steli in acciaio al carbonio bonificato e nichelato. Le zone interessate più interessate da fenomeni corrosivi sono localizzate tra il martinetto e il fondo dello stelo, in corrispondenza delle prime filettature, lungo lo stelo e nella zona in corrispondenza della guarnizione fino alla testa dello stelo.

La zona più degradata è quella in corrispondenza delle guarnizioni dove si sono evidenziati fenomeni di corrosione localizzata per accoppiamento galvanico tra la nichelatura integra e l'acciaio al carbonio sottostante, laddove la nichelatura ha manifestato microcricche o distacchi. Tali fenomeni sono imputabili anche ad una sorta di effetto crevice a carico della nichelatura nella zona di guarnizione. La profondità degli attacchi di corrosione sono stati indicati anche di 3 mm. Buona parte degli steli presentano attacchi di corrosione localizzata superficiali sulla superficie dello stelo: solo in un paio di casi si sono evidenziati dei blister (rigonfiamenti) della nichelatura. Attacchi di corrosione sono stati osservati anche a carico delle prime filettature dello stelo.

Riassumendo, lo stato di corrosione delle varie sezioni dei 42 steli analizzati da MATED è riportato nella seguente tabella.

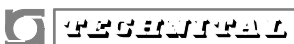
Zona ossidata	Attacchi severi		Attacchi lievi		Attacchi non evidenti
	Steli interessati		Steli interessati		Steli interessati
Zona filettatura	6	14 %	15	36 %	50%
Superficie stelo	1	2 %	18	43 %	55%
Zona guarnizione	9	21 %	16	38 %	41%
Zona sopra guarnizione	17	40 %	20	48 %	12%

MATED ha realizzato su tutti gli steli anche il test Ferroxyl, che ha evidenziato la presenza di difettosità nella nichelatura sul 45% degli steli (19 su 42).

Va precisato che, poiché i rilievi risalgono a circa 6 mesi e le condizioni ambientali non sono mutate, è da attendersi una progressione dei fenomeni sopra descritti.

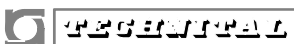
E' comunque evidente che la parte dello stelo confinata dal carter è quella che ha conosciuto le condizioni ambientali più aggressive e che, con intensità di attacco variabili, ha praticamente interessato tutti gli steli.

MATED ha infine condotto anche delle analisi sulla nichelatura: la durezza è compresa tra 602 HV e 705 HV, il tenore di fosforo è compreso tra 8.0 e 11.1 %.

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 6
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

1.2. Soggetti coinvolti nella ricerca delle soluzioni


Soggetti e relativi ruoli nelle attività di sperimentazione per gli steli dei gruppi di aggancio	
CVN	Concessionario e coordinatore di tutte le attività
Prof. Gusmano	Esperto corrosionista nominato dal Consorzio Venezia Nuova
Prof. Brutti e Prof.ssa Mascia	Collaudatori dei Gruppi Cerniera-Connettore
Prof. Paolucci	Esperto 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. 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. 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 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. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 7
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	


1.3. Documenti già emessi sui temi connessi agli stati ossidativi dei gruppi

Si riepilogano nel seguito note e report emessi a valle del sopralluogo nella barriera di Treporti.

Report emesso da	Data	Oggetto
Mantovani-FIP	1/4/16	Osservazioni di campo eseguite sugli steli dei gruppi tensionatori 05,06,07 della Barriera di Treporti in data 24.2.2016
Prof. Zanella	6/4/16	Relazione tecnica, Indagine sull'ossidazione presente sui gruppi di aggancio, identificazione di meccanismi, cause, azioni correttive e preventive
Direzione Lavori	14/4/16	Relazione stato di consistenza steli Treporti
MATED	14/4/16	Report ispettivo - Lido Treporti - Verifica dello stato di consistenza dei gruppi di aggancio con riferimento agli steli
Prof. G. Gusmano	28/4/16	Procedure di intervento sui gruppi di aggancio della Barriera di Lido Treporti
Direzione Lavori	10/5/16	Test da effettuare per completare il quadro conoscitivo inerente lo stato di ossidazione
MATED	10/5/16	Report Ispettivo - Verifica dello stato del sistema di aggancio del cassone TBA06, paratoia 16, connettore 2 dopo la rimozione del gruppo tensionatore n.32
Direzione Lavori	10/5/16	Quadro conoscitivo riferito alla costruzione dei connettori di tutte le bocche: certificati, qualità materiali, processi, as built, piani di manutenzione di dettaglio, procedura di ottimizzazione della nichelatura, etc.
Direzione Lavori	15/6/16	Database informazioni disponibili sulla installazione delle paratoie di Treporti e relazione metodologiche.
MATED	17/5/16	Report Ispettivo - Verifica dello stato di ossidazione del gruppo di aggancio e tensionamento di Treporti n.32

 TECNITAL	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 8
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

Mantovani-FIP	23/5/2016	Disegni costruttivi del carter e della guarnizione ad anello
Prof. Brutti e Mascia	25/5/2016	Confronto tra le caratteristiche di resistenza meccanica del 39NiCrMo3 e degli acciai duplex e superduplex
Prof. Brutti e Mascia	30/5/2016	Tensionatori – Valutazione del difetto ammissibile
Prof. Brutti e Mascia	3/6/2016	Analisi della configurazione costruttiva del carter superiore del tensionatore
Prof. G. Paolucci	10/6/2016	Comparazione metallurgica tra un acciaio superduplex e il 39NiCrMo3 per la fabbricazione degli steli del gruppo di aggancio
Prof. G. Gusmano	20/7/2016	Linee guida per le future attività di ripristino dei tensionatori di lido Treporti
TECHNITAL	27/7/2016	Disciplinare Tecnico MV089P-PE-TMS-3220-C0 – Tenditore prova in superduplex
CHEMI-LAB e Thetis	29/7/2016	Risultati delle analisi chimico-fisiche effettuate sui campioni prelevati il 27 e 28 giugno 2016 con campioni prelevati a paratoie abbassate e campioni prelevati nel recesso a paratoie sollevate
MATED	24/8/2016	Dossier di laboratorio - Analisi delle scaglie del rivestimento prelevate da stelo n° 32 di Treporti e dallo stelo n°75 di Malamocco
Kostruttiva	26/8/2016	Rilievi batimetrici del febbraio 2016 effettuati sulle barriere di Chioggia, Malamocco e S. Nicolò, con valutazione dei volumi di sedimento presenti nel recesso delle paratoie
TECHNITAL	31/8/2016	Doc. MV089P-PE-TMS-3222-C0 - Gruppi cerniera-connettore di Lido - Piano di indagine conoscitivo

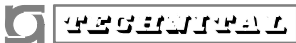
 TECNITAL	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 9
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

1.4. Informazioni acquisite per la redazione del presente studio


A seguito degli incontri seguiti alla riunione e al sopralluogo del 8 aprile 2016 sulla barriera di Treporti, Technital ha richiesto una serie di dati/documentazione e lo svolgimento di alcune indagini per meglio comprendere le motivazioni che hanno originato i problemi riscontrati. A seguito dei recenti incontri, Technital ha emesso un documento per meglio dettagliare il piano di indagine conoscitivo che ritiene necessario svolgere sulla barriera di Treporti, dove le paratoie sono già state installate, e su una delle altre 3 barriere, dove invece le paratoie devono ancora essere installate. Al momento è stata indicata la barriera di S. Nicolò, perché su quella di Malamocco sono già in corso attività preparatorie all'installazione delle paratoie e perché logisticamente più comoda e vicina rispetto a Treporti.

Si riporta nella tabella seguente un sintetico riepilogo di quanto finora acquisito a valle della valutazione degli stati di consistenza già citati.

Oggetto della Richiesta	Dati/Documentazione Ricevuti
CVN richiede la condivisione tra tutti i partecipanti del quadro conoscitivo della documentazione raccolta in fase di costruzione dei connettori e di installazione delle paratoie: certificati, qualità materiali, processi, as built, etc.	Il 10/5/16 DL incomincia ad inviare le informazioni in merito, comprendenti, oltre ai dati su materiali e lavorazioni, il piano di manutenzione di dettaglio dei gruppi di aggancio e del maschio, la procedura di ottimizzazione della nichelatura e le azioni in merito della DL, il piano di manutenzione delle paratoie.
Allo scopo di approfondire lo stato conoscitivo di tutte le componenti del gruppo (nichelate o in AISI316L) è stata richiesta una descrizione dettagliata della morfologia ed estensione degli attacchi riscontrati sui componenti in AISI316L del gruppo e condizioni di tutta la bulloneria e delle relative sedi.	Il 20/5/16 ricevuto il rapporto MATED che indaga le principali parti nichelate (per stelo, dado, anello, corpo pistone, pistone, ghiera) del gruppo 32 smontato in officina. Sono presenti foto del carter in AISI316L e della minuteria, ma nessuna descrizione dei difetti. Per le parti rimaste in barriera il rilievo è stato rinviato.
Allo scopo di identificare possibili azioni correttive su carter e guarnizione ad anello sono stati richiesti i disegni costruttivi di queste parti.	Il 23/5/16 FIP ha inviato 22 disegni costruttivi, in formato pdf e dwg.
Vista la presenza di sedimenti nei carter, sono state richieste informazioni circa la sedimentazione in barriera, per quantità e tipologia.	Il 10/6/16 ricevuta documentazione della DL che evidenzia gli elevati spessori di sedimento rilevati nel recesso prima dell'installazione delle paratoie (2014), ma senza nessun dato circa la granulometria.

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 10
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

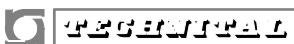
	<p>Il 28/7/16 ricevuti i risultati delle analisi chimico-fisiche effettuate sui campioni prelevati il 27 e 28 giugno 2016 sugli accumuli di sabbia in barriera a Treporti.</p> <p>Il 26/8/16 ricevuti i rilievi batimetrici effettuati in febbraio sulle barriere di Chioggia, Malamocco e S. Nicolò, con valutazione dei volumi di sedimento presenti nel recesso delle paratoie.</p>
<p>L'installazione delle paratoie di Treporti è stata effettuata con un impianto di lavaggio provvisorio. Sono stati richiesti delle informazioni aggiuntive riguardanti l'operazione di aggancio delle paratoie.</p>	<p>Il 15/6/16 ricevute dalla DL il database delle informazioni disponibili sulla installazione delle paratoie di Treporti e relative relazioni metodologiche. Le schede di installazione tuttavia presentano le fasi in forma molto aggregata e quindi non consentono di individuare i tempi e modi di effettivo funzionamento dell'impianto di lavaggio. Non ci sono annotazioni riguardo alla pulizia del carter.</p>
<p>Allo scopo di approfondire lo stato conoscitivo del rivestimento nichelato, è stato richiesto il prelievo di un campione sullo stelo di Treporti e uno su quello di Malamocco (procedura di nichelatura ottimizzata), effettuato il 18/5/16.</p>	<p>Il 24/8/16 ricevuti il dossier contenente l'analisi XRD e SEM delle scaglie prelevate dallo stelo del gruppo 32 di Treporti e quello n° 75 di Malamocco.</p> <p>In attesa della misurazione dello spessore del rivestimento e della microdurezza.</p>

 TEGE S.p.A.	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 11
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

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.
UNI EN 10204	Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 12
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

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	
CM-PE-TGA-RTE-1003-C0	BOCCA DI LIDO TREPORTI – PARATOIE E CONNETTORI – CONNETTORI - GRUPPO DI AGGANCIAMENTO E TENSIONAMENTO – RELAZIONE DI CALCOLO – PARTE MECCANICA
MV089P-PE-TMR-3203-C0	
DISEGNI	
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	

 TECNITALIA	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 13
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

3. PRINCIPALI REQUISITI DELLO STELO

3.1. Vita utile e manutenzione

La vita utile prevista per tali componenti, in accordo con quanto indicato in PE, è pari a 100 anni.

La vita utile dichiarata in progetto per le diverse parti che compongono il gruppo cerniera-connettore è sintetizzata nella tabella seguente.

Componente del gruppo	Vita utile
Elemento femmina e relativi dispositivi di ancoraggio	≥ 100 anni
Elemento femmina (tubazioni in SAF2507 interne all'elemento femmina)	≥ 100 anni
Elemento maschio e cerniera (carpenteria metallica)	≥ 50 anni
Elemento maschio (Guarnizioni e componentistica impiantistica)	≥ 10 anni
Snodo sferico	≥ 10 anni
Gruppo di aggancio (parti metalliche)	≥ 100 anni
Gruppo di aggancio (cavi e strumentazione)	≥ 30 anni
Piping e valvole dell'impianto di lavaggio (non dichiarata)	≥ 15 anni


Come precisato nei piani di manutenzione, per le parti non metalliche, e quindi principalmente guarnizioni, cavi, apparecchiature e strumenti, occorre fare riferimento alle indicazioni più specifiche messe a disposizione dai fornitori di tali componenti.

Per il raggiungimento degli obiettivi sopra dichiarati è necessario attuare:

1. Un corretto uso del gruppo
2. Effettuare la periodica attività ispettiva visiva e strumentale
3. Effettuate gli interventi di manutenzione ordinaria
4. Raccogliere ed interpretare i dati del sistema di monitoraggio

Per quanto riguarda il gruppo cerniera-connettore, i piani di manutenzione sono stati emessi in fase di progettazione per ciascuna singola WBE e sono reperibili nei seguenti documenti (per la barriera di Treporti):

- Inghisaggio degli elementi femmina – Piano di manutenzione da fine WBS – MV088P-PE-TZM-4221-C0
- Elemento femmina – Piano di manutenzione da fine WBS – MV089P-PE-TZM-3006-C0

 TECNICA S.p.A.	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 14
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

- Elemento maschio – Piano di manutenzione da fine WBS – MV089P-PE-TZM-3306-C0
- Gruppo di aggancio – Piano di manutenzione da fine WBS – MV089P-PE-TZM-3209-C0
- Impianti meccanici – Manuale di manutenzione - MV100P-PE-LMM-0004-C0

Tali documenti devono poi essere integrati dai manuali d'uso e manutenzione emessi dai fornitori, nei quali sarà possibile reperire informazioni circa le garanzie e le attività di ispezione e manutenzione aggiuntive.


Si ricorda che la scelta di indicare per l'elemento maschio una vita utile inferiore a quella della restante parte del connettore è determinata principalmente da due aspetti:

1. l'elemento maschio è dotato di numerosi inserti impiantistici (connettore elettrico, inclinometro meccanico, anodi sacrificali, tubi aria, manifold, snodo, etc.) e meccanici (selle, coperchi, boccole, elemento di centraggio, etc);
2. l'elemento maschio deve riportare le forze scaricate dalla paratoia all'elemento femmina tramite una forcilla piuttosto snella, alta 1500 mm (1000 mm rispetto all'asse snodo) e impostata su un disco di diametro 1685 mm. L'escursione delle sollecitazioni al piede forcilla sono piuttosto elevate e quindi il comportamento a fatica ne risente più significativamente che in altre parti del connettore.

Gli inserti di cui al punto 1 fanno sì che l'elemento maschio sia interessato da un gran numero di forature, riseghe, punti di fissaggio che possono diventare punti di concentrazione di sforzo, di usura, di attacco da parte del fouling, tali da rendere difficoltoso e probabilmente eccessivamente oneroso, il ripristino in tolleranza della tenuta idraulica e meccanica di tutti questi punti singolari.

Gli aspetti tensionali di cui al punto 2 fanno sì che il danno cumulato calcolabile per i carichi ciclici attualmente definiti in progetto (6 milioni di cicli) sia considerevole e tale da richiedere una prudenziale limitazione della vita utile del maschio.

Si segnala che proprio per tenere meglio sotto controllo gli aspetti della fatica è richiesta la periodica inversione degli elementi maschio, al fine di ridistribuire le sollecitazioni dello snodo fisso (sempre installato sulla cerniera dispari) su tutti gli elementi di barriera, evitando forti penalizzazioni su parte dei pezzi. Ovviamente lo stato di questo elemento potrà essere riconsiderato nel corso dell'esercizio; a valle dei controlli che saranno effettuati periodicamente, se positivi, la vita utile residua del pezzo potrà essere rivalutata e quindi estesa rispetto ai 50 anni attualmente stimati.

 TREPONTI	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 15
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

3.2. Sistema di protezione dalla corrosione

Il gruppo di aggancio, a differenza della parte superiore della parte fissa del connettore (elemento femmina), non è immerso in acqua e pertanto non è possibile applicare la protezione catodica.

La protezione dell'elemento stelo può essere attuata o tramite l'impiego di un materiale intrinsecamente dotato di caratteristiche di elevata resistenza alla corrosione in acqua di mare (acciai inossidabili con PREN > 40 o leghe di nichel) oppure con sistemi passivi, per esempio attuando la separazione con l'ambiente aggressivo tramite un rivestimento. E' evidente che il rivestimento può essere efficace nel tempo solo se dotato di adeguata resistenza alla corrosione (nel caso di rivestimenti metallici), se perfettamente integro e ovviamente se soggetto ad interventi di ispezione e manutenzione periodici.

Va peraltro comunque garantita anche idonea resistenze meccanica e adesione al substrato.

3.3. Sollecitazioni e tasso di lavoro

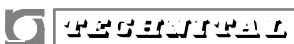
Lo stelo è soggetto principalmente ai carichi trasmessi dalla paratoia (tramite la cerniera) e dalla pretensione attuata al termine della fase di aggancio, che può avere valore compreso tra 3300 e 3000 kN.

I tassi di lavoro attesi a progetto per lo stelo sono qui di seguito 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 filetto) ~ 540 MPa (SLU)

La testa dello stelo di pretensione ed in particolare i raccordi fra i denti della testa ed il collo dello stelo stesso sono dei punti potenzialmente critici nei riguardi dei fenomeni di fatica per le concentrazioni di sforzo prodotte dalla deviazione del flusso di sforzi stessi.

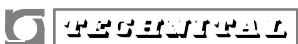
Si riporta nella tabella seguente lo spettro dei valori nominali delle tensioni all'estremo superiore del fusto (in prossimità della testa dello stelo) del connettore di Treporti.

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 16
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

Cicli	Rh&Rv	σ_{\min}	σ_{\max}
	[kN]	[MPa]	[MPa]
5342336	125	91.4	94.6
262718	250	89.8	96.2
74591	375	87.8	97.7
15888	500	85.7	99.1
3706	625	83.6	100.6
227	812.5	79.6	104.7
534	987.5	75.8	108.7
88585	125	89.3	92.4
89756	250	87.9	94.1
54123	375	86.9	96.1
27501	500	86.3	99.0
18899	625	85.7	102.5
9438	875	82.1	107.6
7391	1000	80.3	109.3
3301	1250	75.4	113.2
811	1500	69.4	117.0
76	1625	63.0	118.6
119	1750	58.2	121.5
600	precarico	0.0	92.3

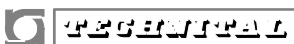
Si riporta nella tabella seguente lo spettro delle tensioni nominali a livello della sezione di inizio della filettatura dello stelo del connettore di Treporti.

Cicli	Rh&Rv	σ_{\min}	σ_{\max}
	[kN]	[MPa]	[MPa]
5342336	125	106.0	109.3
262718	250	104.3	111.0
74591	375	102.3	112.5
15888	500	100.1	113.7
3706	625	97.8	115.3
227	812.5	93.6	119.5
534	987.5	89.6	123.7
88585	125	103.1	106.2
89756	250	101.7	108.0
54123	375	100.6	110.1
27501	500	100.1	113.1
18899	625	99.6	116.9

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 17
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

9438	875	95.9	122.2
7391	1000	94.0	123.8
3301	1250	88.9	127.7
811	1500	82.5	131.5
76	1625	75.7	133.1
119	1750	70.7	136.1
600	precarico	0.0	107.3

Per maggiori dettagli, anche relativamente agli altri elementi del gruppo, si rinvia alla relazione di calcolo di Progetto Esecutivo CM-PE-TGA-RTE-1003-C0.

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 18
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

4. INTERVENTO CON SOSTITUZIONE DELLO STELO

4.1. Descrizione

La prima soluzione indagata contempla la fornitura di nuovi steli e relativi dadi di blocco meccanico, sostanzialmente uguali per geometria a quelli esistenti, ma realizzati in acciaio superduplex.

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).


4.1.1. Materiali

Si prevede l'utilizzo di acciaio superduplex F55, a partire da un forgiato. L'acciaio selezionato è idoneo a tali tipo di produzione. I valori minimi previsti di norma per N, Cr, Mo e W sono stati alzati al valore medio del range per migliorare la resistenza del materiale nei confronti della corrosione.

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 > 0.25%
Cr	=	24.00 ÷ 26.00 % , si richiede > 25%
Mo	=	3.00 ÷ 4.00 %, si richiede > 3.5%
Ni	=	6.00 ÷ 8.00 %
W	=	0.50 ÷ 1.00 %, si richiede > 0.7%
Cu	=	0.50 ÷ 1.00 %
Fe		(rimanente)


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

 TEGE S.p.A.	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 19
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

Proprietà		Unità	Valore	Norma di riferimento
Identificazione materiale			F55	ASTM A182
			1.4501	EN 10250-4
			X2CrNiMoCuWN25.7.4	EN 10250-4
			S32760	UNS
			Material Data Sheet 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).

 TECNICA S.p.A.	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 20
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

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	R _m	MPa	≥750
Snervamento	R _{p0.2}	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
Resilienza (-40°C)	KV (l)	J	≥27 (average) ≥20 (single)
Durezza superficiale	HB		220
Resistenza alla corrosione	PREN		≥40

4.1.2. Geometria

Poiché le proprietà meccaniche dell'acciaio F55 appaiono sostanzialmente uguali a quelle dell'acciaio 39NiCrMo3 (R_m=740÷880MPa; R_{p0.2} ≥540MPa) 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.

 STSGROUP	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 21
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

4.1.3. Superfici di accoppiamento e trattamenti superficiali

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 ⁽¹⁾
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 ⁽¹⁾

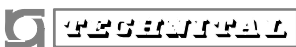
⁽¹⁾ Valore di progetto.

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

Sono al momento allo studio alcune soluzioni alternative di ricoprimenti superficiali ceramici a basso spessore, volti ad aumentare la durezza superficiale e quindi a diminuire il rischio di incollaggio. Si tratta di depositi in Carburo di Tungsteno e Carbonio o Nitrato di Titanio.

Dalle informazioni finora raccolte, questi trattamenti superficiali non sembrano essere applicabili direttamente alle superfici dello stelo, poiché la sua 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.

La fattibilità tecnica del deposito tenuto conto delle dimensioni dei pezzi e della geometria (filettatura) è stata indagata con STS Group, dalla quale è stato raccolto un primo parere favorevole.

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 22
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

Gli spessori ridotti dei depositi in esame (pochi micrometri) non pongono problemi sulla geometria del pezzo e sulle tolleranze di accoppiamento. Comunque dovranno essere aggiornate le indicazioni di progetto, in quanto non è più da prevedere lo spessore della nichelatura. Si ritiene necessario condurre una campagna di prove preliminari specifiche per confrontare il comportamento all'usura derivante dalle diverse soluzioni e pervenire alla scelta del rivestimento più promettente da applicare sul tenditore di prova.

Per quanto sopra affermato e tenuto conto che le selle di riscontro sono attualmente già in opera con gli elementi maschio della barriera di Treporti, non sarà possibile applicare il deposito sulle selle all'atto della sostituzione dello stelo.

Si sta quindi valutando una soluzione temporanea da applicare alla testa dello stelo. Si prevede dunque l'utilizzo di un rivestimento in PTFE o similare da applicare alla testa dello stelo, solo in corrispondenza delle superfici di accoppiamento delle selle al fine di evitare i fenomeni di usura per adesione.


Questa soluzione non presenta probabilmente le caratteristiche di durevolezza sufficienti per un'adozione definitiva a causa dei fenomenici usura attesi, ma l'esecuzione di prove di usura specifiche potranno consentire di stimare la vita utile di questa soluzione.

4.2. Esigenze ispettive/manutentive attese per il nuovo stelo

Non si prevede un aggravio del piano di ispezione periodica previsto nel doc. MV089P-PE-TZM-3209. Si suggerisce però, in occasione della sostituzione della paratoia, di verificare le condizioni dello stelo anche in corrispondenza della guarnizione ad anello posta alla base del carter, dove possono permanere condizioni di ristagno.

Sull'elemento maschio, che sarà rimosso insieme alla paratoia, si dovranno ispezionare/manutenere anche i riporti delle selle.

Per le operazioni di lubrificazione ed ingrassaggio delle parti filettate fare riferimento alla frequenza già indicata dal fornitore per gli steli nichelati.

 TECNICA S.p.A.	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 23
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

5. INTERVENTO CON RECUPERO DEGLI STELI ATTUALI


5.1. Descrizione

La seconda soluzione indagata prevede il recupero e l'adeguamento degli steli attualmente presenti in barriera. Ciò contempla il progressivo recupero degli steli per un ripristino delle superfici con un rivestimento in materiale nobile, nello specifico una lega di nichel tipo Inconel 625.

La fattibilità tecnica della soluzione proposta, è stata preventivamente indagata con Oerlikon Metco per ciò che riguarda la tecnica di laser cladding e ATB Riva Calzoni per cladding con arco elettrico.

Prima di entrare nel merito delle due proposte, segnaliamo una serie di criticità che coinvolgono entrambe le alternative di rivestimento; se ne dà nel seguito una prima descrizione, ma queste tematiche per essere affrontate e risolte richiederanno delle indagini/valutazioni specifiche in una eventuale fase di sperimentazione:

- In entrambe le proposte il rivestimento in materiale inossidabile è parziale, in quanto non viene applicato alla zona filettata dello stelo. L'interfaccia tra la zona protetta dal nuovo rivestimento e la zona nichelata rappresenta una criticità nei confronti degli aspetti corrosionistici. Il dettaglio di interfaccia tra le due zone e la protezione dalla corrosione dell'eventuale fascia non protetta né dal rivestimento né da nichelatura (immaginando che non sia possibile iniziare il rivestimento immediatamente a contatto della nichelatura in quanto comunque essa risulterebbe localmente compromessa) resta da definire.
- La resistenza meccanica del rivestimento potrebbe costituire un'altra criticità. In entrambe le soluzioni indagate non è stato possibile avere dati sulle caratteristiche meccaniche del rivestimento ad operazioni ultimate (inclusi i trattamenti termici finali). Nei colloqui tecnici con ATB Riva Calzoni è emerso che con i rivestimenti che loro adottano usualmente (Inconel 600) si raggiunge un valore di snervamento sensibilmente inferiori a 300 MPa. Nel caso dell'Inconel 625 hanno individuato materiale d'apporto con snervamento dell'ordine dei 400MPa, ma non hanno esperienza sui valori ottenibili sul rivestimento finito a valle dei trattamenti termici. Sarebbe pertanto necessaria apposita sperimentazione in fase di messa a punto e qualifica del procedimento. Oerlikon Metco non ha fornito dati in merito.
- In caso di valori di snervamento significativamente inferiori a quelli del materiale base si dovrà procedere alla verifica della sezione mista costituita da una pelle super-

 TREPOTI	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 24
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	


ficiale con minori risorse (rivestimento) ed un nucleo centrale in 39NiCrMo3. La verifica della sezione corrente del fusto presenta meno criticità, in quanto in tale zona il progetto attuale ha maggiori margini; i rivestimenti più sottili (laser cladding) sarebbero più vantaggiosi in quanto penalizzerebbero meno la resistenza ultima della sezione. Più critiche sono invece le zone ove si hanno concentrazioni di sforzo, tipicamente il raccordo tra la testa ed il fusto dello stelo e le zone di contatto sulle selle. In funzione delle caratteristiche meccaniche finali del rivestimento, lo stato di sollecitazione sui raccordi testa stelo potrebbe essere assai prossimo, se non superiore, al valore di snervamento del rivestimento. Una tale eventualità andrebbe valutata tenendo in conto la presenza di carichi ciclici e dei fenomeni ad essi connessi.

- Sulla base della conoscenza attualmente disponibile sui danni presenti (smontato un solo gruppo in barriera), la soluzione con rivestimento prevede che si perdano i primi cinque filetti della connessione con il dado di blocco meccanico. Da una verifica preliminare, eseguita per Treporti, ci sarebbero i margini sufficienti anche se preoccupa la possibilità che il fenomeno non si arresti e si possa determinare un successivo degrado della filettatura che evidentemente non sarebbe più accettabile.
- Come anticipato, le indagini sulle parti dello stelo ispezionabili solo previo smontaggio del gruppo sono per ora limitate al solo gruppo n°32. Pertanto l'effettiva portata dell'intervento di recupero degli altri steli potrà essere compiutamente valutata solo dopo lo smontaggio di ciascun gruppo (in officina specializzata) e un'accurata ispezione.

E' stata indagata anche la possibilità di eseguire rivestimenti metallici nobili con tecnologie a minor apporto di calore, come il thermal spray. Oerlikon ha scartato tale tecnologia una volta chiariti gli stati di sforzo di progetto, ritenendo necessario sviluppare un'aderenza di tipo metallurgico, e non solo meccanica, con il metallo base, cosa che tale tecnologia non può fornire.

L'argomento è stato poi discusso con il tecnico della società Thermal Spray, andando ad indagare la possibilità di intervenire anche sui filetti. Per i depositi HVOF in carburo di W + Co + Cr sono stati evidenziati questi problemi:

- i depositi sono fragili per cui sugli spigoli, se urtati, saltano via;
- il deposito è rugoso (2-3 Ra) per cui sulla filettatura andrebbe rilavorato;
- si prevede una modifica della geometria del filetto, con accumulo a fondo filetto e minore ricoprimento sulla cresta;

 TECNICA S.p.A.	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 25
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	


- il deposito è poroso (da 1% a 7% di porosità in funzione della tecnologia di applicazione) per cui se applicato su materiali che non hanno buone proprietà anticorrosive lascia innescare la corrosione (es. Inconel su 39NiCrMo3);
- l'adesione del deposito è meccanica e non metallurgica. Quindi limitata e non idonea né agli sforzi sulle filettature, né sotto la testa stelo.

Tali tipi di deposito sono stati pertanto scartati.

5.1.1. Laser Cladding

La tecnica di intervento individuata con gli specialisti non può essere applicata alla parte filettata (sia per la geometria che per le resistenze meccaniche richieste) e quindi si limita ad intervenire sul tratto liscio dello stelo e sulla testa. Sono stati individuati i seguenti step operativi:

- Realizzazione dei riscontri per il ricentraggio dello stelo su tornio, al fine di rimuovere la parte ammalorata dello stelo e quindi anche della nichelatura residua; MATED, a seguito delle ispezioni del marzo 2016, ha indicato una profondità massima delle ossidazioni da pitting di 3 mm.
- Controllo delle superfici lavorate di macchina con controlli non distruttivi per essere certi di aver rimosso ogni traccia di ossidazione e verificare l'assenza di cricche. Tale controllo deve essere svolto insieme alla ditta che realizzerà il cladding. La superficie finale deve essere pulita anche da grassi, oli e prodotti di pulizia/lucidatura.
- Trasporto del pezzo, adeguatamente protetto anche sulla parte filettata (per non danneggiare ulteriormente le superfici nichelate), presso lo stabilimento che esegue il cladding.
- Realizzazione del rivestimento con tre strati di deposito, ciascuno dello spessore massimo di 1.2 mm. Il materiale riportato è per tutti gli strati e tutte le superfici Metcoclاد625. Per risolvere il problema di galling sul sottotesta, il terzo strato di queste superfici di contatto può essere realizzato con Metcoclاد 23.
- E' previsto un controllo con liquidi penetranti sul 1° e 3° layer, sul 100% della superficie.
- E' stimato un tempo di circa 3 giorni per l'esecuzione del rivestimento di uno stelo.
- Da verificare la possibilità di effettuare controlli non distruttivi volumetrici.

 TECNICA S.p.A.	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 27
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

is foreseeable that the expected technical results cannot be achieved or the agreed time and/or cost frame will be exceeded significantly. Despite of the strong intention Oerlikon Metco cannot firmly guarantee that prototyping test results can be repeated in a production environment.”

In sostanza mancherebbe ogni garanzia sui risultati finali, sia in fase di sperimentazione (come è normale che sia) sia sulla produzione di serie, anche qualora i risultati del prototipo fossero positivi. Questa seconda affermazione appare inaccettabile, anche alla luce dei limitati controlli proposti da Oerlikon stessa in fase di produzione.

5.1.2. Riporto TIG

Come anticipato, con la società ATB Riva Calzoni è stata indagata la fattibilità di un riporto di maggiore spessore che potesse potenzialmente riguardare anche la parte filettata dello stelo. In ogni caso è stata un'occasione per raccogliere un'offerta alternativa al laser cladding per il rivestimento della parte liscia dello stelo.

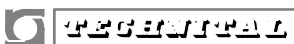
I riporti con Inconel 625 possono essere realizzati con passate da 2.5-3 mm, con un numero minimo consigliato di 2 passate. Nella zona filettata vengono comunque suggerite 3 passate, perché con le successive lavorazioni meccaniche verrebbero asportati almeno 2mm. Viste le resistenze meccaniche richieste e quelle potenzialmente ottenibili con il materiale Inconel 625, non c'è garanzia di poterle ottenere sul materiale riportato e in particolare su tutto lo spessore coinvolto dalla filettatura. Non è pertanto una soluzione perseguibile per migliorare la resistenza alla corrosione della parte filettata.

Tenuto conto che il materiale base è un acciaio bonificato ad alto contenuto di carbonio, in ogni caso il riporto genererà una zona termicamente alterata che richiederà lo studio di un adeguato PWHT, per eliminare la zona di potenziale infragilimento.

Sulla testa dello stelo, in corrispondenza delle superfici di appoggio sulle selle, viene proposto uno strato di hardfacing (lega proposta 25Cr,5Mo,2,5W,2Ni).

La società interpellata opera anche nel settore nucleare, pertanto è abituata a fare controlli NDT su tutte le passate, anche con ultrasuoni oltre che con liquidi penetranti.

Il prezzo preliminarmente stimato da ATB per il rivestimento di uno stelo (compresa la testa, ma esclusa parte filettata) è di 14.200 €. Da valutare separatamente il costo per le lavorazioni meccaniche e per la qualifica del procedimento.

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 28
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

5.2. Esigenze ispettive/manutentive attese per lo stelo rivestito

Come anticipato, le tecniche di cladding indagate non consentono di intervenire sulla parte filettata dello stelo.

Il materiale riportato sulla parte liscia avrebbe caratteristiche meccaniche inferiori al F55, ma comparabili, se non superiori per la resistenza alla corrosione; pertanto per la sola parte liscia potrebbero essere adottate le stesse precauzioni di carattere ispettivo già indicate al par. 4.2. Per il sotto-testa dello stelo dovrebbero invece essere intensificati i controlli.

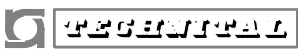
Le ispezioni effettuate sulla barriera di Treporti hanno evidenziato la presenza di ristagni anche nel tratto terminale dello stelo, in prossimità dei primi filetti. Questo perché la struttura di contrasto, riscontrando sull'anello di ripartizione, forma una sorta di bicchiere. Quest'area peraltro non è visibile, quando lo stelo è agganciato.

Se in futuro si riverificassero tali condizioni ambientali, non previste ma evidentemente possibili, nel momento in cui si riportasse un rivestimento con materiale più nobile, la zona di interfaccia con la parte soltanto nichelata potrebbe essere soggetta ad effetti di corrosione galvanica ancora più accelerata di quanto si manifesti oggi con soli componenti nichelati.

Ovviamente questo dipende anche dalla natura dell'elettrolita: questo tipo di corrosione è poco preoccupante in acque dolci, mentre è particolarmente grave in acqua di mare, avendo quest'ultima una conducibilità di almeno due ordini di grandezza superiore. Va detto peraltro che i ristagni d'acqua riscontrati alla base di alcuni degli steli di Treporti evidenziavano presenza di cloruri.

I controlli effettuati sul gruppo n. 32, l'unico interessato da un completo smontaggio ed un'accurata ispezione in officina, hanno evidenziato la presenza di estese ossidazioni lungo i primi 5 filetti (partendo dall'alto) e altri punti sparsi lungo tutto il resto del tratto filettato. MATED ha stimato circa il 35% di aree scoperte.

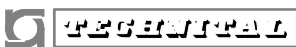
La protezione di queste superfici può essere migliorata solo con un appropriato ingrasaggio (preferibile non utilizzare grasso ramato, come già indicato al par. 4.4.4 del piano di manutenzione). Pertanto la loro conservazione è affidata alla buona distribuzione del grasso e alla sua stabilità nel tempo (già previsto nel piano di manutenzione un controllo nel tempo su campioni del grasso impiegato).

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 29
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

Per cadenzare quindi degli interventi manutentivi che contemplino lo smontaggio del gruppo per effettuare pulizia, verifica dei componenti nichelati ed un successivo ri-ingrassaggio, è necessario fare riferimento alle garanzie e indicazioni del fornitore.

Si deve considerare che questa situazione si è verificata a lavori terminati, ma non consegnati, e quindi in una fase intermedia in cui non era ancora stata avviata la manutenzione integrata da parte del gestore. Condizione non prevista che ha determinato una scarsa attenzione verso i processi corrosivi in atto su questo impianto.

A prescindere dalle questioni contrattuali, si ritiene che vadano estesi e intensificati i controlli indicati nel piano di manutenzione per il “gruppo campione”. Considerati i danneggiamenti riscontrati sui gruppi di Treporti, a distanza di circa 2 anni dall’installazione delle paratoie, si ritiene che i primi controlli debbano essere svolti entro il primo anno, estesi ad un campione del 20% circa. A fronte di esiti positivi sui primi riscontri, i restanti gruppi potrebbero essere controllati con una progressione tale da garantire la verifica di tutti i gruppi entro 5 anni.

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 30
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

6. CONCLUSIONI


Nei capitoli precedenti sono state descritte le due possibili soluzioni di intervento individuate per gli steli danneggiati di Treporti; non si tratta di interventi temporanei, ma definitivi, atti a garantire, con adeguato piano di ispezione e manutenzione, la vita utile di progetto.

Entrambe le soluzioni richiedono di svolgere un'attività previa di sperimentazione, allo scopo di mettere a punto il procedimento e risolvere le criticità precedentemente descritte.

Sulla base delle conoscenze attuali, integrate da tutto quanto raccolto durante gli incontri con i tecnici di ditte specializzate, si rileva per la soluzione di ripristino degli steli con cladding:

- Maggiori criticità nell'ottenere la garanzia delle necessarie resistenze meccaniche.
- Impossibilità di intervento sulla parte filettata dello stelo e quindi persistenza di incertezze sulla durabilità di questa parte nichelata e della sua interfaccia con il cladding; anche ai fini degli aspetti di resistenza, non è accettabile una graduale e progressiva perdita del numero di filetti.
- Attuale stima di tempi e costi di intervento superiori, sebbene vada precisato che sarà necessario ispezionare tutti gli steli prima di poter definire con certezza la profondità e l'estensione dell'intervento.
- Maggiori oneri manutentivi, per la maggiore frequenza richiesta per i controlli.

A fronte di queste considerazioni si ritiene indispensabile procedere con la sperimentazione della soluzione con stelo e dado di blocco meccanico in F55, come da disciplinare tecnico MV089P-PE-TMS-3220.


 TECNICA	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 31
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

ALLEGATI

Offerta Forgiatura Marcora del 30/8/2016

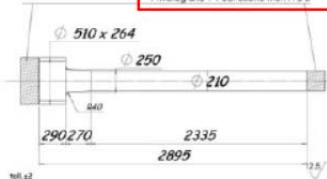
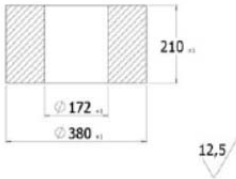
Offerta Oerlikon Metco del 6/7/2016

Offerta STS del 25/7/2016

 FORGIATURA MARCORA	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 32
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

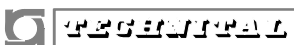


			OFFER PREVENTIVO	NUMBER NUMERO	DATE DATA	PAGE PAGINA
				1601634/01	30/08/2016	1/3
RFQ DATE VS RICHIESTA DEL	visita 07/07/2016		CUSTOMER CLIENTE	000438 TECHNITAL S.P.A. VIA CASSANO D'ADDA, 27/1 20139 MILANO MI ITALIA Ingg. Gianpaolo Colato, Giancarlo Parodi Phone/Tel. 02- Fax		
QUOTE VALIDITY GG VALIDITA' 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.		CONTACT C.A.			

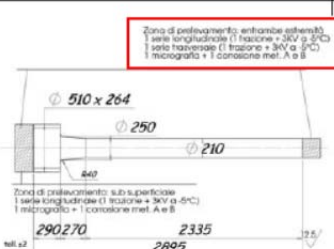
ITEM	Q.TY PEZZI		PRICE (EACH) PREZZO UNITARIO	N. OF WEEKS EX WORKS SETTIMANE
0005	40	"Tenditore", fucinato in Acc. ASTM A182 F55, sgrossato alle quote del nostro schizzo, atto a ricavare le mf indicate nel vostro disegno, trattato (solubilizzazione). Collaudo 3.2 per lotti di colata e TT (10pz) per garantire Re>550 R>750 N/mm². 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. <div><div>zona di prelievo: entrambe estremità Prove per lotti di colata e TT a T/2 e T/4 1 serie longitudinale (1 trazione + 3KV a 90°) 1 serie trasversale (1 trazione + 3KV a 90°) 1 micrografia + 1 corrosione met. A e B</div></div>	€ 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/mm². 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 <div></div>	€ 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 prelievo: entrambe estremità	€ 17.490	13


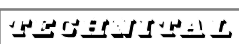
FORGIATURA MARCORA S.r.l.

Sede Legale: V.le Bianca Maria, 3 - 20122 (MI) - Stabilimento: Via A. Gramsci, 36 - 21057 Olgiate Olona (Va) Tel.: +39.0331.37.55.40 - Fax: +39.0331.37.53.66 - Capitale sociale € 1.000.000 Int. Vers. - cf/P.IVA - IT00212820120 - R.E.A. MI n. 1881772 - www.forgiaturamarcora.it

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 33
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	



		OFFER	NUMBER NUMERO	DATE DATA	PAGE PAGINA
			1601634/01	30/08/2016	2/3
RFQ DATE VS RICHIESTA DEL	visita	CUSTOMER CLIENTE CONTACT C.A.	000438 TECHNITAL S.P.A. VIA CASSANO D'ADDA, 27/1 20139 MILANO MI ITALIA 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
					
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/mm². 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). Costo aggiuntivo per "filettatura rullata" M190x4: +€ 380 cad.		€ 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. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 34
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	



		OFFER	NUMBER NUMERO	DATE DATA	PAGE PAGINA
			1601634/01	30/08/2016	3/3
RFQ DATE VS RICHIESTA DEL	visita	07/07/2016	CUSTOMER CLIENTE 000438 TECHNITAL S.P.A. VIA CASSANO D'ADDA, 27/1 20139 MILANO MI ITALIA CONTACT 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.		TOT € 1.010.710,00		
SHUTDOWN PERIOD CHIUSURA AZIENDALE			YOUR REFERENCE CONTACT/ IL VOSTRO REFERENTE LAZZARI ROBERTO		

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:

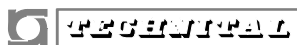
albero: QL3 x la testa, QL2 per il gambo + angolata secondo QA2

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.



Rev. C0

Data: 02/09/16

El. MV089P-PE-TMR-3221

Pag. n. 35

Rev.

Data:

Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore

oerlikon
metcoOerlikon Metco AG, Wohlen
Rigackerstr. 16
CH-5610 Wohlen
Phone: +41 56 618 81 81
Fax: +41 56 618 81 00
www.oerlikon.com/metcoTechnital S.p.A.
Via Cassano d'Adda 27/1
I-20139 MILANOShip-to address (1200165)
Technital S.p.A.
Via Cassano d'Adda 27/1
I-20139 MILANO**Quotation**

Number	Date
110124997	06.07.2016
Your Reference no./PO no.	Date
Inquiry from Ms. Zoratto	30.06.2016
Customer no.	
1200165	
Validity period	
06.07.2016 to 06.10.2016	
Contact person	Phone/Fax
Yi Hu	(P) +41(0)522625112
yi.hu@oerlikon.com	(F) +41(0)522620057

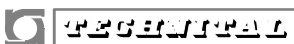
Terms of delivery: EXW WOHLN
Terms of payment: 30 days due net
Weights gross / net: 4,300 / 4,300 KG
Shipping conditions: Truck

Dear Ms. Zoratto,

Thank you very much for your interest and your request for quotation. We are pleased to provide you with the following quotation for laser cladding services:

Item	Item Detail	Total value (CHF)		
10	1087519	Laser cladding of connector (Option 1)		
	Type	Quantity	Price per unit	Total value
	Total item price	21 PC	13,000.00	273,000.00
	Budget price +/-15%			
20	1087519	Laser cladding of connector (Option 2)		
	Type	Quantity	Price per unit	Total value
	Total item price	21 PC	14,000.00	294,000.00
	* Alternative for item	10		
	Budget price +/-15%			
30	1087519	Penetrant testing of the 1st. clad layer		
	Type	Quantity	Price per unit	Total value
	Total item price	21 PC	1,750.00	36,750.00
	Budget price +/-15%			
40	1085464	Trials for parameter optimization		
	Type	Quantity	Price per unit	Total value
	Total item price	1 PC	5,000.00	5,000.00
	Non-recurring			
	The costs of trials will be covered by Oerlikon Metco on condition of the ordering of Pos. 10 - 30			

The General Terms and Conditions of Oerlikon Metco AG, Wohlen are exclusively valid for all supplies and services, except other terms and conditions have been agreed upon.

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 36
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

oerlikon
metco

Oerlikon Metco AG, Wohlen
Rigackerstr. 16
CH-5610 Wohlen
Phone: +41 56 618 81 81
Fax: +41 56 618 81 00
www.oerlikon.com/metco

Quotation

Number 110124997	Date 06.07.2016	Page 2 / 3
---------------------	--------------------	---------------

Total net value			314,750.00
Output Tax	0.000 %	314,750.00	0.00
Final Amount		CHF	314,750.00

The prices are based on the above specified order quantities.

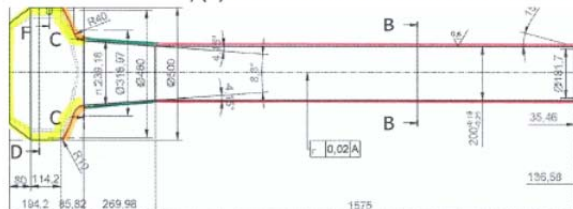
Supplementary cladding specifications

• drawings: coupling rod.dwg and 4920210703.stp

Scope of work:

- Pos. 10 and 20: laser cladding of the connectors
 - One-time on-site inspection of the pre-machined connectors before the parts are delivered to Oerlikon Metco for laser cladding.
 - Machine set-up
 - Laser cladding of the following surface areas (marked in the drawing):

(1) cylinder: D200 mm x 1575 mm; (2) cone: D 200 – 239.18 mm x 269.98 mm; (3) head areas



- Clad overlay: three layers of deposition. The total thickness is ≥ 3.5 mm.

- Clad material:

Option 1 (Pos. 30): MetcoClad 625 for all the clad layers and areas.

Option 2 (Pos. 40): MetcoClad 23 will be used for the 3rd. layer in the orange marked area for anti-galling purpose.

All the remaining areas will be clad with MetcoClad 625.

- Pos. 30: penetrant testing of the 1st. clad layer. The corresponding specification has yet to be determined.
- Pos. 40: validation and optimization of process parameters using test parts

Deliverables:

- Cladded parts according to scope of work

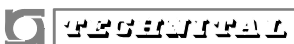
Delivery time:

Delivery time after purchase order intake and receiving parts is depending on individual agreement.

Deliverables of customer:

- Three samples of the same base material as the connectors will be provided for the cladding trials (Pos. 40).
 - Two samples of D 100 mm x 300 mm
 - One sample of D 200 mm x 500 mm
- Parts supplied for cladding have to be clean and ready for coating, i.e. free of any residues from former production processes, such as lubricants, polishing paste, oil or grease from mechanical manufacturing. Packaging has to be in a way that avoids any damaging of the parts during transportation.
- The customer ensures (i.e. by PT inspection), that the parts are free of cracks after pre-machining.
- The customer ensures that the packaging is also suitable for the return transport after laser cladding.

The General Terms and Conditions of Oerlikon Metco AG, Wohlen are exclusively valid for all supplies and services, except other terms and conditions have been agreed upon.

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 37
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	



Oerlikon Metco AG, Wohlen
Rigackerstr. 16
CH-5610 Wohlen
Phone: +41 56 618 81 81
Fax: +41 56 618 81 00
www.oerlikon.com/metco

Quotation

Number 110124997	Date 06.07.2016	Page 3 / 3
---------------------	--------------------	---------------

Exclusions from scope of delivery:

- Any fixtures, maskings, tools, programs and process documentation, developed and produced for this scope of supply, remain property of Oerlikon Metco AG, Wohlen.
- The scope of work is offered on a best prototyping effort basis. There is no guarantee that the expected results can be achieved or the coating is successful in the intended purpose. Both parties can terminate the contract at any time without any liabilities in case it is foreseeable that the expected technical results cannot be achieved or the agreed time and/or cost frame will be exceeded significantly. Despite of the strong intention Oerlikon Metco cannot firmly guarantee that prototyping test results can be repeated in a production environment.
- In case of termination Oerlikon Metco shall be compensated for any costs caused by tests and analyses under this project. The compensation shall be calculated according to the agreed project calculation scheme and shall not exceed the contract price.

General Terms and Conditions:

Oerlikon Metco General Terms and Conditions of Sale are an integrated part of this quotation. They are added to this document. They are valid in all cases, where nothing else has been specifically agreed upon. They also can be found on the Internet under www.oerlikon.com/metco looking for Terms & Conditions.

We hope that our quotation fully meets your expectations and we would be pleased to receive your order. If you have any questions do not hesitate to contact us.


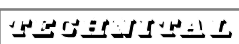
Best regards,
Oerlikon Metco



i. V. Yi Hu
Project Manager/LSE



ppa. Stefan Andres
Head of Coating Services, Switzerland

 	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 38
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	



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

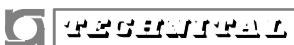
www.sts-group.it





Email: info@sts-group.it - Pec: sts-group@legalmail.it

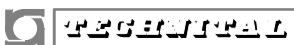
Cap.Soc. Euro 191.021,00 i.v. - R.E.A. BS 333496 Reg. Impr. BS, Cod. Fisc. e Part.IVA 03156290177





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: info@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

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 39
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

   			
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		

	Rev. C0	Data: 02/09/16	El. MV089P-PE-TMR-3221	Pag. n. 40
	Rev.	Data:	Comparazione possibili interventi su stelo tensionatore	

   			
SCHEDA TECNICA RIVESTIMENTO			
NOME	Nitrato di Titanio		
Formula	TiN		
Tipologia	Monolayer		
TRIBOLOGIA			
	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
CHIMICA			
	Stechiometria (%)	Strumentazione	
Ti	50	SEM-EDX	
N	50	SEM-EDX	
PRODUZIONE			
	Dato		
Tecnologia	PVD		
Evaporazione	Arco		
Target	Titanio		
Gas	Argon, Idrogeno, Azoto		
CERTIFICAZIONE			
	Approvazione		
Procedura Interna ISO 9001	P-07.4		
ISO TS 16949	Si		
EN 1935	Si		
ISO 10993	Si		