
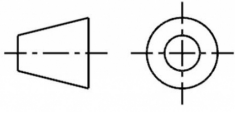




00	Emissione	25-07-19	Guardati Palombi	Guardati Palombi		Guardati Palombi	
Rev.	Modifica	Data	Elabor.	Controll.	Controll.	Approv.	
 studio tecnico Guardati Progettazione meccanica C.da San Marco Vecchio, 83 - 62010 Treia (MC) P.Iva 01743870436 E-Mail: info@studioguardati.it - www.studioguardati.it/		 ISO / R 128 EUROPE		Gru a Portale		Reggiane O.M.I.	
				Denominazione interna		14	
				Numero di Fabbrica		41014 / 1	
				Anno		1989	
				Matricola I.S.P.E.S.L.		AN / 551 / 89	
Disegno/Documento N°				Rev.			
Relazione tecnica Reggiane 14_R00				00		A4	

Sommario

1. INQUADRAMENTO E STATO GENERALE DELLA MACCHINA	4
1.1.Descrizione generale	4
1.2.Normative di riferimento.....	6
1.3.Scopo e obiettivi della verifica	6
1.4.Stato generale della macchina	7
2. ANALISI STATICA E VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLE SOLLECITAZIONI	8
2.1.Schema statico dei gruppi di traslazione	8
2.2.Schema statico quadrilatero e contrappeso	9
2.3.Schema statico argani e sistema sollevamento.....	12
2.4.Portale sotto ralla	14
3. Ispezioni e controlli	15
3.1.Ispezione e controlli in sala argani.....	15
3.1.1.Ingranaggi interni al riduttore.....	15
3.1.2.Argani e perni	17
3.1.3.Strutture che attraversano la sala argani.....	17
3.1.4.Ispezioni e controlli da attuare.....	18
3.1.5.Prescrizioni manutentive future	19
3.2.Ralla.....	21
3.2.1.Denti ralla e bulloneria	21
3.2.2.Freni e Motoriduttori.....	21
3.2.3.Ispezioni e controlli da attuare.....	22
3.2.4.Prescrizioni manutentive future	23
3.3.Struttura superiore	24
3.3.1.Quadrilatero movimentazione.....	24
3.3.2.Contrappeso e tirante triangolare contrappeso	29
3.3.3.Ispezioni e controlli da attuare.....	31
3.3.4.Prescrizioni manutentive future	31
3.4.Portale sotto ralla	32
3.4.1.Travi e componenti di carpenteria.....	32
3.4.2.Bullonature.....	35
3.4.3.Ispezioni e controlli da attuare.....	35
3.4.4.Prescrizioni manutentive future	35
3.5.Gruppi traslazione.....	36
3.5.1.Carrelliere lato Mare	36
3.5.2.Carrelliere lato Banchina	38
3.5.3.Ispezioni e controlli da attuare.....	40
3.5.4.Prescrizioni manutentive future	40
3.6.Bozzello e Ancora	41
4. CALCOLO DELLA VITA RESIDUA	43
4.1.Classificazione “iso” degli apparecchi di sollevamento.....	43
4.2.Stima dei cicli di utilizzo dell’attrezzatura.....	44
4.3.Calcolo della vita residua della macchina	45
5. NOTE GENERALI	47
5.1.BALLATOI E SCALE	47
5.2.PULEGGE	48
5.3.IMPIANTO DI INGRASSAGGIO	48
5.4.IMPIANTO ELETTRICO	48
5.5.MECCANISMO DI BRANDEGGIO QUADRILATERO	49

6. APPENDICI	51
6.1.Appendice App1	51
6.2.Appendice App2	53
7. CONCLUSIONI	54

1. INQUADRAMENTO E STATO GENERALE DELLA MACCHINA

1.1. Descrizione generale

La macchina oggetto dell'ispezione è una gru a portale con braccio girevole, fornita dall'azienda Reggiane nel 1989, operante nella banchina 25 del porto di Ancona. La gru è identificata in maniera univoca con il nome di Reggiane 14, e con matricola AN/551/89, ed ha una portata di targa di 35 tonnellate a 20 m e 20 tonnellate a 35 m. A seguire, nella figura 1, una vista generale della gru, e nella successiva figura 2 alcune foto che ne evidenziano lo stato generale della parte alta sopra la ralla e del portale inferiore con i bilanci e i gruppi di traslazione.

La gru è stata oggetto di controllo e verifica supplementare nell'Aprile 2011, e nella presente occasione si procede ad una verifica strutturale secondo DM 11/4/2011, le cui caratteristiche e obiettivi fondamentali verranno meglio descritti in un paragrafo dedicato a seguire.

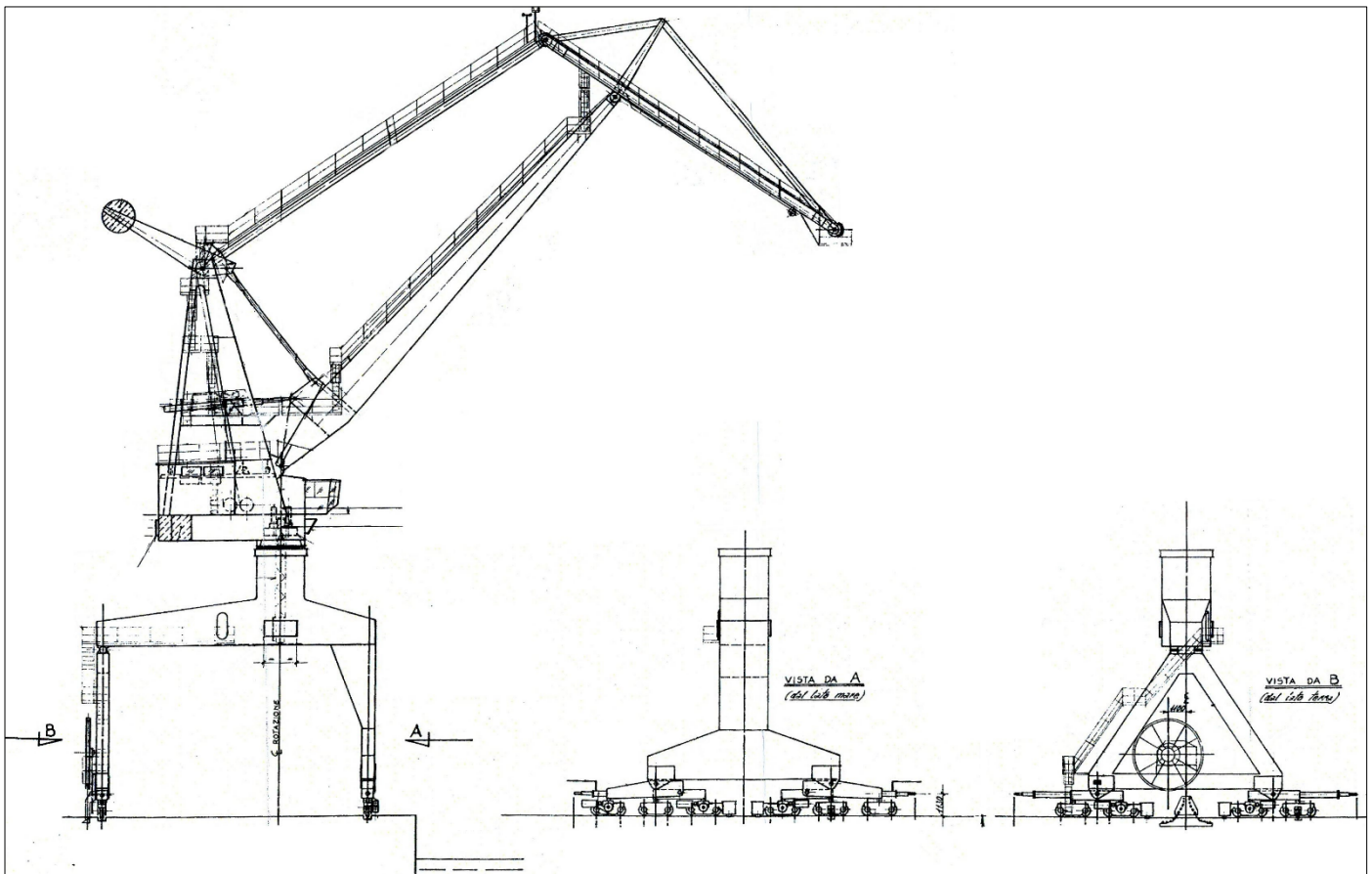


Fig 1



Fig 2

I gruppi di traslazione lavorano su due binari con scartamento di circa 16,5m. Il gruppo traslazione lato mare (figura 3) porta 12 ruote montante su numero 6 bilancini primari, a loro volta montati su bilancini secondari, nel numero di 2 in totale, ed infine su bilancini terziari, anch'essi nel numero di 2.

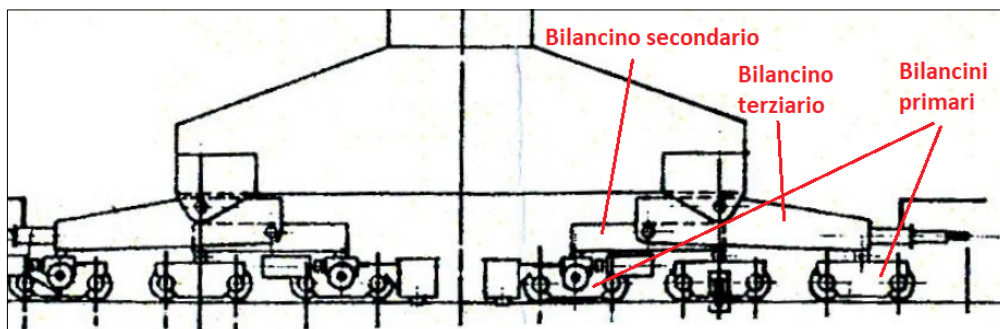


Fig 3

Il gruppo traslazione lato banchina presenta 8 ruote, montate su 4 bilancini primari, a loro volta montati su 2 bilancini secondari (vedi figura 1).

Il portale sotto-ralla è composto da tre parti principali: una trave principale porta-ralla che grava su due piloni, un pilone appoggiato sul gruppo traslazione lato mare, ed un pilone di forma triangolare che grava sul gruppo traslazione lato banchina. Trave principale porta-ralla e pilone lato mare sono imbullonati uno all'altro a simulare un vincolo di incastro, mentre il collegamento con il pilone lato banchina avviene con un perno di appoggio, a simulare appunto un vincolo di appoggio. Lo schema statico è quello di un arco a tre cerniere non allineate.

La struttura sopra ralla è composta essenzialmente da un cassone strutturale che sostiene la cabina, contiene la ralla stessa ed il gruppo rotazione asse verticale e la sala argani, e supporta l'arcata superiore

(in figura denominata “Arcata di Sostegno”) che sostengono il contrappeso ed il quadrilatero di movimentazione. Sulla sua sommità il cassone ospita un piano di lavoro interamente calpestabile, gli snodi inferiori del quadrilatero e l’attuatore lineare di movimentazione dello stesso. (vedere fig. 4).

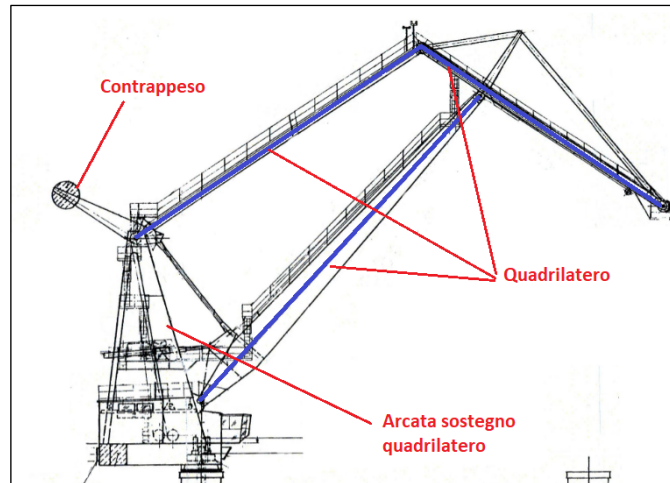


Fig 4

1.2. Normative di riferimento

Nella definizione dei criteri di lavoro, nella assunzione delle ipotesi operative e per i riferimenti teorici di analisi del problema si è fatto riferimento al seguente quadro normativo:

- Decreto Legislativo 81/2008 - “Testo Unico sulla Sicurezza del Lavoro”
- Decreto Ministeriale 11.04.2011 all. II
- Norme CNR-UNI 10021/85 - “Strutture in acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione”
- Norme CNR-UNI 10011/88 - “Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione
- Norme UNI-ISO 4301/1 - “Apparecchi di sollevamento. Classificazione. Generalità”
- Norme UNI-ISO 9927/1 – “Apparecchi di sollevamento. Ispezioni. Generalità”

1.3. Scopo e obiettivi della verifica

La verifica viene effettuata in conformità al DM 11/04/2011 Allegato II, in particolare alla voce “Apparecchi fissi di sollevamento materiali di portata superiore a 200 kg”, intendendo per fissi i sistemi di sollevamento non trasferibili e non facilmente mobili. Secondo detto decreto, in particolare al punto 2.c. , l’attività è finalizzata ad individuare eventuali vizi, difetti o anomalie, prodottisi nell’utilizzo dell’attrezzatura di lavoro in esercizio da oltre 20 anni, nonché a stabilire la vita residua in cui la macchina potrà ancora operare in condizioni di sicurezza con le eventuali relative nuove portate nominali.

Alla luce di quanto sopra evidenziato, la presente verifica non si interesserà in alcuna maniera delle problematiche correlate a sistemi che non siano direttamente responsabili della stabilità strutturale della macchina, vale a dire:

- impianto elettrico
- illuminazione
- sistemi di sicurezza e di interdizioni elettronici della cinematica della macchina, come finecorsa, celle di carico, allarmi, lampeggianti, ecc.
- stabilità camminamenti, balaustre, e sistemi strutturali di secondo ordine o di accesso per manutenzione e uso della macchina
- motori elettrici, attuatori elettrici, quadri elettrici, anche se propedeutici al bloccaggio di freni
- adeguatezza e conformità di passaggi, corridoi, spazi adibiti a manutenzione, e quant'altro relativo a normative dedicate a tali problematiche come DM81/2008 o Direttiva Macchine
- funi, perché soggette a verifiche dedicate

Più specificatamente la verifica sarà rivolta a valutare la consistenza e conservazione di tutti gli organi di importanza strutturale fondamentale, a partire dallo stato dei pezzi di carpenteria, lamiere e profili che compongono strutture e componenti principali, quindi perni di appoggio e di rotazione, bullonature, saldature, riduttori, freni, attuatori, intendendo di questi sempre e solo l'integrità meccanica.

Laddove non fosse possibile intervenire direttamente nella verifica dell'integrità di un componente o di una parte, verrà prescritta una specifica manutenzione e ispezione dello stesso da parte di una ditta specializzata, in particolare per verifiche di serraggio bulloni, verifica di giochi, o anche per smontaggi di componenti secondari che impediscono l'accesso e la verifica visiva o strumentale del componente fondamentale.

1.4. Stato generale della macchina

La macchina in linea del tutto generale si presenta in un buono stato conservativo per ciò che riguarda i componenti di carpenteria di maggior importanza. Non sono presenti segni di usura o fatica in nessuna di dette componenti. Corrosioni localizzate critiche possono essere facilmente e agevolmente risolte e bonificate, tramite ripristini di modesta entità, seppur con qualche difficoltà dovuta all'elevata altezza della macchina. La maggior parte delle problematiche rilevata è collegata a fenomeni di corrosione locale, in particolar modo nelle zone di collegamento a strutture secondarie di spessore modesto, come scale, balaustre, parapetti, ecc. Questi componenti, per la loro geometria, i loro modesti spessori, l'elevata superficie di scambio con l'aria in rapporto alla loro massa, sono fortemente attaccabili dagli agenti atmosferici, e spesso mostrano stati corrosivi importanti anche passanti, che con acqua piovana o semplice condensa si propagano poi su componenti strutturali sottostanti, innescando fenomeni corrosivi che diversamente non avrebbero avuto luogo.

Per ciò che riguarda le componenti meccaniche principali, come riduttori, freni, ecc, si rileva il buono stato di mantenimento, anche se alcuni segni di fatica cominciano ad evidenziarsi.

E' da rilevare il fatto che l'impianto di ingrassaggio ad oggi non è funzionante, e la maggior parte delle parti terminali delle relative tubazioni sono danneggiate o scollegate e non raggiungono più i punti di destinazione. Questo non è assolutamente di importanza rilevante ai fini della resistenza e della stabilità della struttura, ma per la regolare manutenzione della macchina è necessario garantire il giusto ingrassaggio di perni e parti in movimento, cosa che non può essere garantita a mano poiché alcuni di questi componenti sono praticamente irraggiungibili da camminamenti o comunque da un operatore.

Si segnala che in occasione di una tempesta molto forte accaduta il 09 Luglio 2019, gli operatori hanno rilevato che la macchina ha ceduto la propria posizione di fermo alla forza del vento, ruotando attorno alla ralla, quindi sull'asse verticale, e poi in un secondo momento cedendo il quadrilatero verso il basso. Gli operatori hanno riferito che la macchina era stata regolarmente frenata sia con i fermi anti-tempesta sui gruppi traslazione, sia con i freni manuali presenti nel gruppo ralla. I fermi anti-tempesta presenti sui gruppi traslazione hanno fatto il proprio dovere, di fatti la macchina non ha traslato, mentre i freni manuali sulla ralla hanno evidentemente slittato. Il movimento del quadrilatero superiore non è invece impedito da alcun fermo manuale, ma solo dal freno elettromagnetico del motoriduttore, che però evidentemente non ha fatto il proprio dovere. Si segnala che le altre due gru, sempre Reggiane praticamente identiche a questa, non hanno mostrato gli stessi cedimenti, pur essendo esposte praticamente alla stessa identica maniera al vento.

2. ANALISI STATICA E VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLE SOLLECITAZIONI

Nel presente capitolo ci si propone di individuare la funzione strutturale dei principali elementi che compongono la macchina, per poter fare delle considerazioni di tipo esclusivamente qualitativo sugli sforzi. Capire se una trave lavora esclusivamente a flessione, oppure ha funzione di semplice tirante o di semplice puntone, permette di ottimizzare gli sforzi di controllo su ciò che veramente è importante e fondamentale controllare, con conseguenti riscontri positivi anche sull'affidabilità delle osservazioni e delle diagnosi.

2.1. Schema statico dei gruppi di traslazione

Lo schema del gruppo traslazione lato mare è riportato nella precedente figura 3, ed 'è costituito da una serie di bilancini e da 12 ruote, come descritto nel precedente paragrafo 1.1. Alla stessa maniera, il gruppo traslazione lato banchina, è costituito da una serie di bilancini e 8 ruote. I bilancini posti in serie e parallelo hanno il compito, per entrambi i gruppi di traslazione, di ripartire equamente gli sforzi derivanti da pesi e carichi spostati nella parte superiore della macchina. Se il carico è centrato sul treno di bilancini, con questo sistema tutte le ruote prendono lo stesso identico carico anche se vi sono leggeri disallineamenti e avvallamenti di rotaia, o deformazioni plastiche di piccola entità, o ancora errori geometrici di fabbrica. È però di fondamentale importanza che i perni che fanno lavorare i bilancini siano integri e permettano la

rotazione con la giusta libertà. In entrambi i gruppi traslazione vi sono due tipologie di perni, quelli che lavorano quasi puramente a taglio, che chiameremo perni di rotazione, e quelli che lavorano a semplice compressione, che chiameremo perni di appoggio.

Nella seguente figura 5 si evidenziano perni di appoggio e perni di rotazione del gruppo traslazione lato banchina.

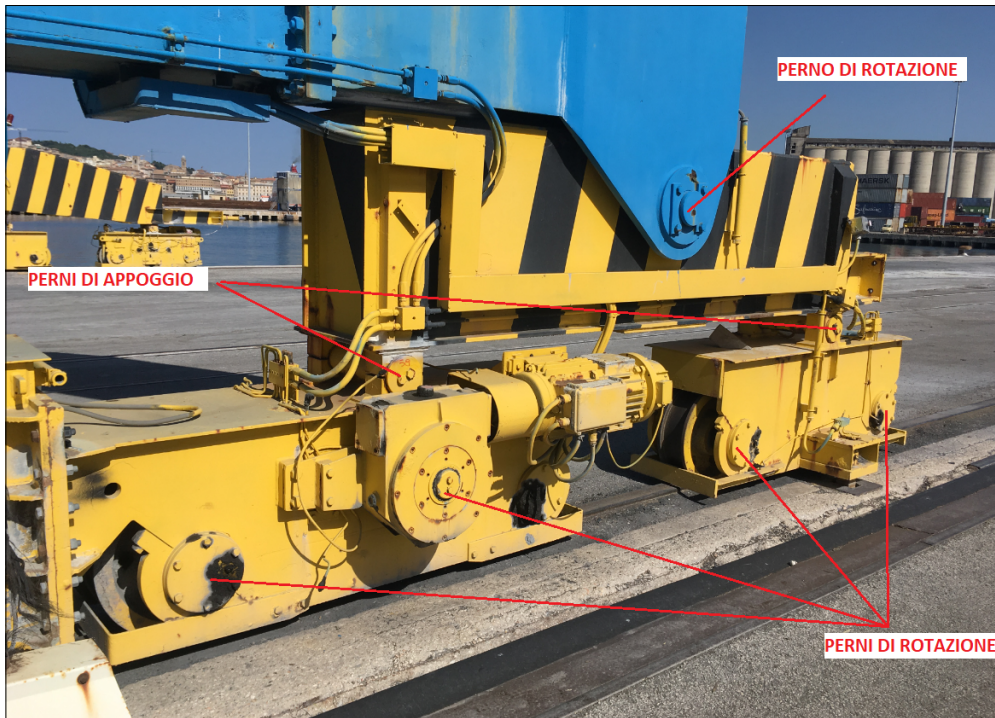


Fig 5

I perni di rotazione lavorano sostanzialmente tra una forcilla con due aree di contatto agli estremi del perno, ed una parte centrale. Al confine tra queste aree si genera la sollecitazione di taglio.

I perni di appoggio sono generalmente molto più affidabili e meno soggetti a criticità, semplicemente perché l'unica sollecitazione a cui sono soggetti è quella di compressione, proprio per come è ideata l'interfaccia di scambio delle forze tra un corpo e l'altro. Le aree di contatto sia di un componente che dell'altro di cui si vuole ottenere la rotazione reciproca, poggiano uno sulla semi-arcata inferiore del perno, e l'altro sulla semi-arcata superiore, tendendo a schiacciare il perno stesso.

2.2. Schema statico quadrilatero e contrappeso

Lo schema di movimentazione del quadrilatero è descritto nelle seguenti figure 6A, 6B e 6C.

Il quadrilatero è essenzialmente composto dalla trave strallata superiore, il braccio principale inferiore, il tirante, e da un sistema che si muove parallelamente dato dal bilancino contrappeso ed il relativo tirante triangolare. I nomi ora elencati sono meglio evidenziati nella successiva figura 7.

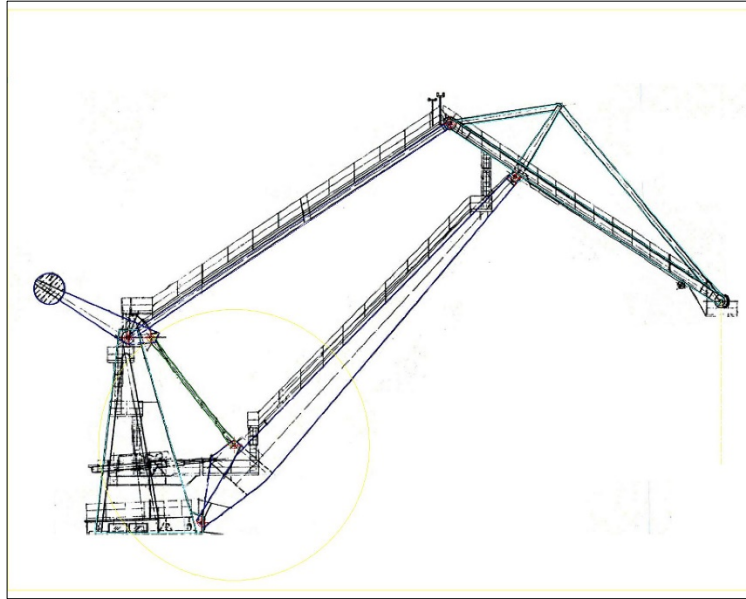


Fig 6A

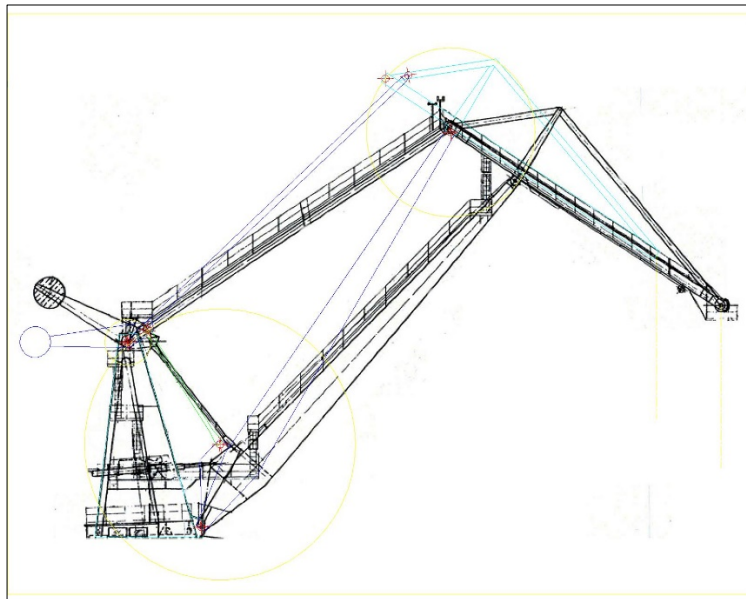


Fig 6B

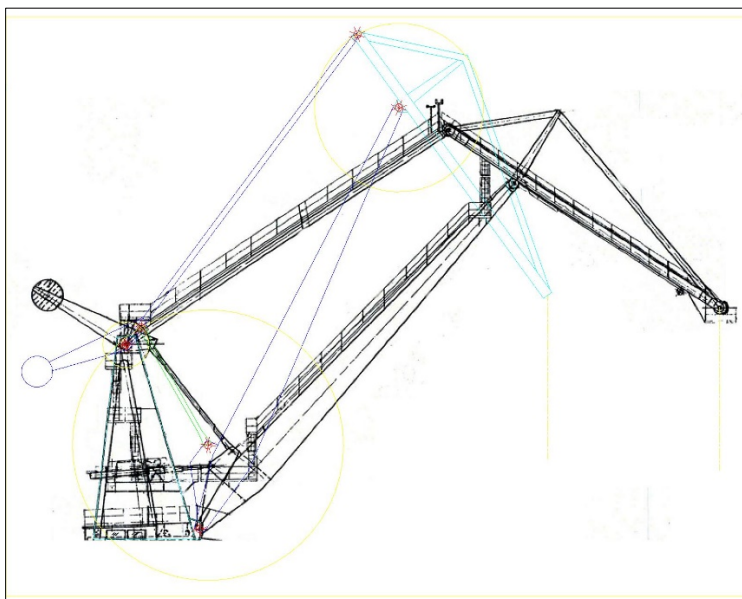


Fig 6C

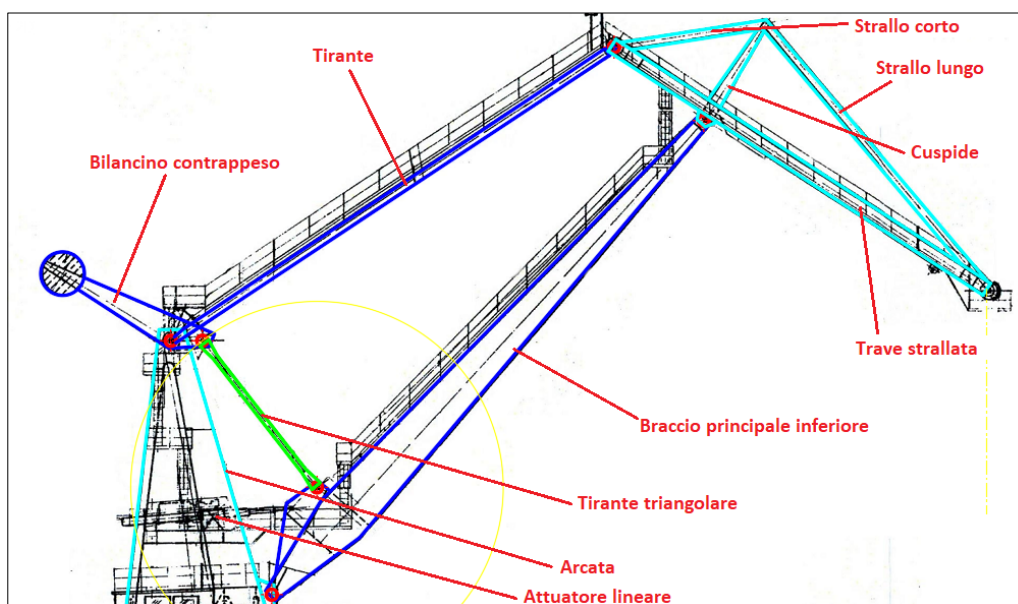


Fig 7

L'attuatore lineare è sostanzialmente un sistema a vite senza fine con chiocciola, attuata da un motoriduttore. Tale sistema è ancorato al cassone strutturale ed alle arcate di sostegno con la propria parte fissa, e con la parte mobile al braccio principale inferiore. Il brandeggio del braccio principale inferiore fa poi muovere tutto il resto del quadrilatero con anche il contrappeso.

Il contrappeso è concepito per far lavorare la vite senza fine sempre a trazione e mai a compressione, per non mandarla in crisi a carico di punta vista la sua evidente snellezza geometrica. Quando la gru non deve sollevare carico e lavora a vuoto, il contrappeso dovrebbe togliere fino a quasi annullare il tiro che deve

sviluppare la vite, mentre quando la gru carica del materiale la vite senza fine deve tirare la forza necessaria. In parallelo al riduttore di attuazione della vite senza fine è presente un freno a disco attuato da un attuatore a solenoide ed un sistema di leve meccaniche; tale freno è evidente che chiude la pinza in assenza di corrente. La presenza del freno fa capire che il moto della vite senza fine con la relativa chiocciola è di tipo reversibile, e ciò è dimostrato anche dal fatto che con la tempesta del 9 Luglio 2019 il braccio sia sceso con la forza del vento senza provocare alcun danno al meccanismo di brandeggio.

2.3. Schema statico argani e sistema sollevamento

La sala argani è posta sullo stesso piano della cabina di manovra, ossia subito sopra il livello della ralla principale di rotazione.

Gli argani sono due, indipendenti tra loro, ognuno con tamburo impegnato contemporaneamente su due funi, e sistemati come si evidenzia nella seguente foto di figura 8.

I due argani sono calettati sullo stesso riduttore ma su assi differenti, cinematicamente indipendenti tra loro. Ogni asse è movimentato da un motore elettrico proprio con la propria serie di ingranaggi interni al riduttore, ed ognuno di questi assi è frenato da freni a disco indipendenti, le cui pinze sono attuate elettricamente. Come descritto nella medesima figura, l'argano più vicino alla cabina di manovra è dedicato al sollevamento della benna o del carico in genere, mentre l'argano più arretrato (più distante dalla cabina) è dedicato alla chiusura della benna, o eventuali altre funzioni. Nella successiva fig 9 si evidenziano le funi fisse di sollevamento benna e le funi che invece attuano la chiusura delle valve della benna.

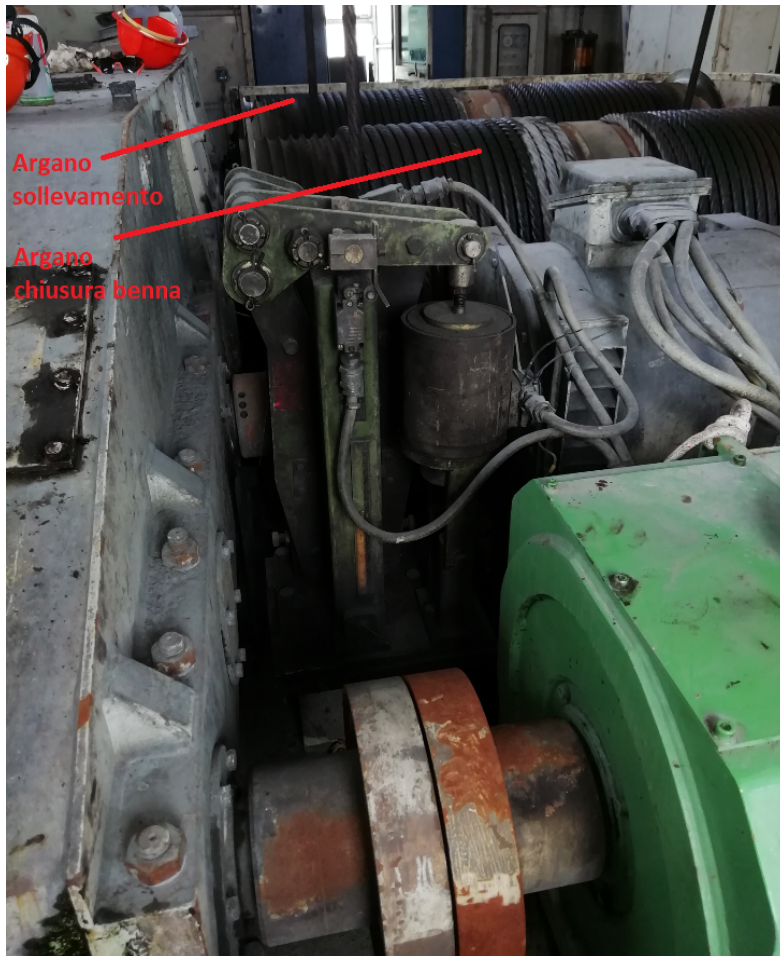


Fig 8

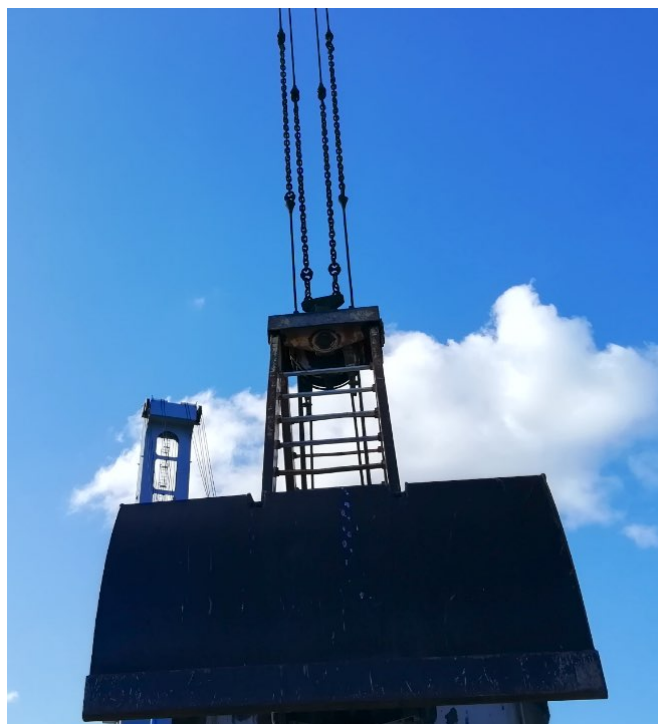


Fig 9

2.4. Portale sotto ralla

Il portale sotto-ralla, come descritto in precedenza, è composto da tre componenti principali: una trave principale porta-ralla posizionata orizzontalmente, che grava su due piloni, un pilone appoggiato sul gruppo traslazione lato mare, ed un pilone di forma triangolare che grava sul gruppo traslazione lato banchina.

3. Ispezioni e controlli

3.1. Ispezione e controlli in sala argani

3.1.1. Ingranaggi interni al riduttore

In occasione del controllo avvenuto in data 1 agosto 2019 sono stati aperti i coperchi del riduttore della sala argani, in modo da poter visionare e controllare visivamente lo stato degli ingranaggi interni. I coperchi sono 3 in tutto, e permettono di visionare solo alcuni degli ingranaggi del meccanismo, cosa che però ritiene essere sufficiente a valutare lo stato di usura generale.



Fig 10

In particolare gli ultimi stadi di riduzione, quelli più lontani dal motore elettrico, sono sicuramente quelli che trasmettono più coppia e quindi che ricevono le maggiori forze prementive sui denti, e di fatti proprio su questi si è concentrata maggiormente l'attenzione durante l'ispezione. I lati in pressione dei denti si presentano ovviamente più usurati, e risultano ben visibili numerose cricche superficiali, palesemente generate dallo sforzo di pressione, come si evidenzia nella seguente foto di figura 11. Il lato non in pressione dei denti è invece in ottimo stato, liscio e regolare, a dimostrazione del fatto che le cricche non derivano da corrosione superficiale ma proprio dalla fatica. Successivamente alla loro formazione le cricche generate diventano inevitabilmente depositi di sporco e polveri metalliche, effetti poi che generano a loro volta fenomeni corrosivi e quindi amplificazione dei fenomeni di usura generale.



Fig 11

Durante l'ispezione si sono notati dei piccoli granelli di polvere metallica (fig 12), quasi sicuramente distaccatisi dalla superficie dei denti degli ingranaggi, sempre in particolare per le ruote di ultimo stadio.



Fig 12

La situazione del riduttore non desta particolare preoccupazione. La base dei denti, particolarmente sollecitata a flessione, risulta integra in tutte quelle zone in cui è stato possibile controllare visivamente, ma

non vi sono motivi per sospettare che nelle parti nascoste vi siano danni gravi. L'usura superficiale è sicuramente da monitorare e tenere sotto controllo, ma non è incompatibile con lo stato generale della macchina ed i relativi anni di lavoro.

3.1.2. Argani e perni

I tamburi argani si presentano in buone condizioni, e le saldature visivamente non presentano alcun tipo di problematica. Non si è ritenuto necessario effettuare CND su di questi.

Il perno dell'argano di chiusura benna è stato ispezionato con ultrasuoni per verificarne l'integrità. Il controllo non ha rilevato alcuna problematica.



Fig 13

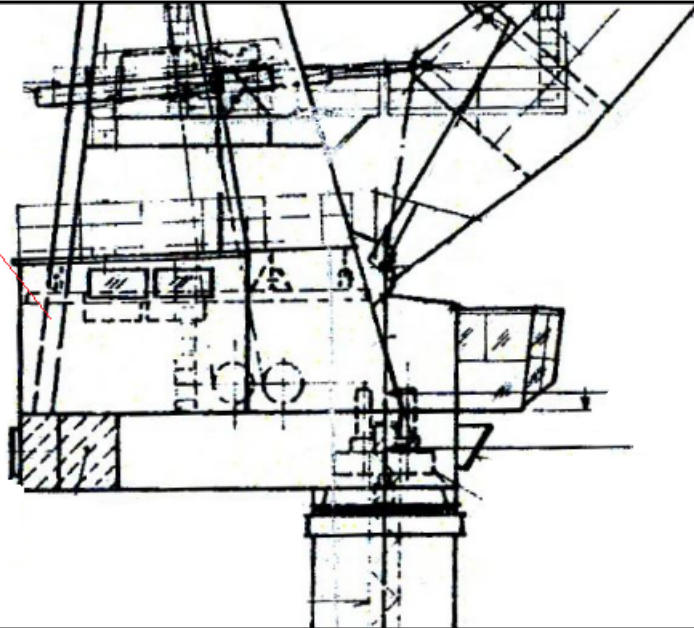
Non è stato possibile effettuare alcun controllo nel perno dell'argano di sollevamento benna in quanto l'accesso era impedito da componenti meccanici ed elettronici esterni. Comunque non si è ritenuto indispensabile procedere con ulteriori analisi.

3.1.3. Strutture che attraversano la sala argani

La sala argani è attraversata dalle travi che compongono l'arcata di sostegno del quadrilatero, che si evidenziano nella seguente tabella.

MAGNETOSCOPIA (MT) TRAVI INTERNE SALA ARGANI

Travi interne alla sala argani



PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
60	TRAVE INTERNA SX	X		
61	TRAVE INTERNA DX	X		

3.1.4. Ispezioni e controlli da attuare

1. GIUNTI E CALETTATORI: I tamburi argani ed i freni elettro-attuati montati sugli assi motore, sono componenti di primaria importanza per il mantenimento e la sicurezza del carico in sospensione. Gli assi dei tamburi degli argani sono ad essi collegati probabilmente tramite dei calettatori, da quello che si è potuto constatare, o comunque da un sistema di trasmissione a giunto bullonato. È indispensabile che tutti i giunti ed i calettatori vengano controllati, e più nel dettaglio che venga ricontrollata l'integrità della bulloneria, le coppie di serraggio, e l'integrità di eventuali perni o linguette interne che in questa sede non è stato possibile ispezionare.

2. **FRENI E MOTORIDUTTORI:** Per ciò che riguarda i freni ed i motori elettrici, questi sono montati sullo stesso asse, connesso poi al motoriduttore per mezzo di un giunto presumibilmente rigido. È necessario controllarne l'integrità nel suo complesso, delle sue viti e componenti interne. Nei freni è necessario controllare la funzionalità, oltre che l'integrità. Per quanto riguarda quest'ultima sono state controllate le pastiglie, l'usura del disco, e lo stato di usura e mantenimento generale, e si conclude che sono in buono stato. Per la verifica della funzionalità si ritiene opportuno provare la coppia frenante confrontandola con la coppia di attuazione del relativo motore elettrico. Normalmente la coppia frenante è di gran lunga superiore alla coppia del motore elettrico, quindi si ritiene possibile ed opportuno attivare il motore elettrico tenendo contemporaneamente il freno attuato, confrontando la coppia frenante con quella motrice. L'operazione deve essere effettuata da personale specializzato, facendo la massima attenzione a non sovraccaricare i motori elettrici e gli interruttori di protezione. In merito al funzionamento dei freni elettro-attuati, la committenza segnala inoltre che dopo un uso continuo della macchina anche di poche ore, il sistema elettrico di alimentazione di detti freni va in blocco, segnalando surriscaldamento. Si ritiene possibile vi sia un interruttore magneto-termico sottodimensionato o starato, o qualche altro problema che richiede sicuramente un approfondimento.

3. **TAMBURI:** Si fa presente che i morsetti di bloccaggio delle funi stesse sono pari ad uno per ogni fune, mentre la normativa attualmente in vigore prevede 2 morsetti minimo, ed almeno tre giri completi di fune sul tamburo nella situazione peggiore di fune tutta svolta. Non è prescritto adeguamento alla normativa attuale, ma si ritiene indispensabile il controllo scrupoloso del serraggio delle viti di tutti i morsetti, e rimane altamente consigliato che il numero minimo di giri di fune che rimangono avvolti al tamburo sia pari almeno a tre.

3.1.5. Prescrizioni manutentive future

A. **RIDUTTORE:** Lo stato di usura degli ingranaggi interni al riduttore non richiede interventi di manutenzione straordinaria, ma è tale per cui è necessario portare la massima attenzione sulla manutenzione ordinaria, da intendersi soprattutto con cambio olio, controllo livello, e controllo visivo generale degli stessi. La presenza di polvere di metallo, come descritto ed evidenziato in precedenza, richiede un cambio olio sicuramente più frequente rispetto alle normali tabelle manutentive originali riportate nel manuale uso e manutenzione. Si ritiene indispensabile effettuare immediatamente un cambio olio del riduttore, prima della rimessa in servizio, pulendo accuratamente la cassa di contenimento degli ingranaggi, per tirar via tutti i detriti e le particelle solide eventualmente presenti. Si ritiene infine opportuno e saggio effettuare un'analisi dell'olio dopo appena **300 ore di lavoro**, per visionare il contenuto di polvere di metallo, e stabilire quindi un mirato programma manutentivo. In ogni caso il periodo di cambio d'olio deve essere al minimo dimezzato rispetto a quanto indicato in manutenzione.

B. **TAMBURI:** In corrispondenza del controllo trimestrale dell'integrità delle funi, si prescrive il controllo del serraggio delle viti di bloccaggio dei morsetti sul tamburo.

C. FRENI: Verificare periodicamente lo spessore residuo del materiale frenante, l'integrità degli elementi usurabili (pastiglie, dischi, ecc...) e dell'intero sistema frenante ogni **300 ore di lavoro** o ogni **6 (sei) mesi**.

3.2.Ralla

La ralla si trova subito al di sotto della sala argani, e la rotazione è attuata da due motoriduttori montati in parallelo che agiscono su una cremagliera circolare posizionata internamente alla struttura, ricavata proprio sulla ralla. I motoriduttori sono collegati a dei freni manuali, che vengono disinseriti prima dell'inizio dell'utilizzo della gru, e poi vengono reinserti manualmente.

3.2.1.Denti ralla e bulloneria

I denti della cremagliera della ralla sono tutti ben visibili, ed essendo posizionati internamente alla struttura non hanno sofferto particolarmente le intemperie; ad oggi sono ancora ben ingrassati ed esenti da segni di usura. Si fa inoltre presente che i denti ralla non hanno una funzione strutturale primaria, ed la rottura di uno o alcuni di questi non pregiudica sicuramente la stabilità della macchina.

La bulloneria, come si evidenzia nella seguente figura 14, presenta importanti segni di corrosione, specialmente le parti poste all'esterno. Non si sono trovati bulloni danneggiati o lenti



Fig 14

3.2.2.Freni e Motoriduttori

Come detto in precedenza sono presenti dei freni di tipo manuale che vanno inseriti e disinserti ogni volta che l'operatore inizia e finisce di utilizzare la macchina. Nella seguente figura 15 si evidenziano i volantini di attuazione di detti freni, di cui uno risulta danneggiato, ed in cui è stata applicata una riparazione temporanea. Lo stesso leverismo presente a valle del volantino risulta disallineato e non efficiente.



Fig 15

Si fa presente, come evidenziato anche in precedenza, che la Reggiane 14 è l'unica gru, delle tre praticamente identiche posizionate nella banchina 25, che ha ruotato a causa del vento in occasione della tempesta del 9 Luglio 2019, e quella del volantino rotto potrebbe proprio essere una delle cause. Il sistema alternativo attualmente installato al posto del volantino non permette sicuramente il serraggio agevole delle pinze del freno.

3.2.3. Ispezioni e controlli da attuare

1. CAMBIO DEI BULLONI RALLA: sostituzione sistematica dei bulloni di fissaggio del cuscinetto ralla con altri aventi Classe e Dimensioni uguali agli originali (**M33 classe 10.9**)
2. ISPEZIONE APPROFONDITA MOTORIDUTTORI: Viene consigliata un'ispezione approfondita dei motoriduttori adibiti alla rotazione della macchina, ripristinando la totale efficienza in caso si riscontrino giochi o usure rilevanti.
3. RIPRISTINO TOTALE EFFICIENZA IMPIANTO FRENANTE ROTAZIONE GRU: Ripristino della totale efficienza del sistema frenante adibito al blocco della rotazione della macchina.
4. MONITORAGGIO DEL GIOCO DEL CUSCINETTO RALLA: Verifica strumentale del gioco degli elementi che compongono il cuscinetto ralla (sedi di rotolamento, rulli, ecc...), se tale controllo rilevasse un gioco anomalo del cuscinetto, provvedere alla totale sostituzione di tale organo.

3.2.4. Prescrizioni manutentive future

- D. CONTROLLO PERIODICO DEL SERRAGGIO DEI BULLONI RALLA: Controllo con chiave dinamometrica del serraggio dei bulloni di fissaggio della ralla (**2000 Nm**) ogni **500 ore lavorative** o **n.12 (dodici) mesi**.
- E. LUBRIFICAZIONE DEL CUSCINETTO RALLA: In presenza di un sistema automatico di ingrassaggio, provvedere al controllo della sua integrità e del suo regolare funzionamento. Nel caso si provveda ad una lubrificazione manuale, eseguire l'operazione ogni **160 ore lavorative** o **n.1 (uno) mese** o **qualora risultasse evidente l'insufficienza della stessa**.
- F. CONTROLLO FRENI RALLA: Sono da controllare periodicamente i freni ed il loro corretto funzionamento. La coppia frenante dei freni a disco dovrebbe essere sufficientemente superiore alla coppia di attuazione dei motoriduttori di rotazione. Per verificare l'efficienza dei freni si ritiene possibile e opportuno attuare i motoriduttori di rotazione in contemporanea ai **freni serrati**. La coppia frenante dovrebbe impedire la rotazione. L'operazione deve essere effettuata da personale specializzato ogni **300 ore lavorative** o **n.6 (sei) mesi**, facendo massima attenzione ad eventuali sovraccarichi elettrici su motori ed interruttori di protezione.

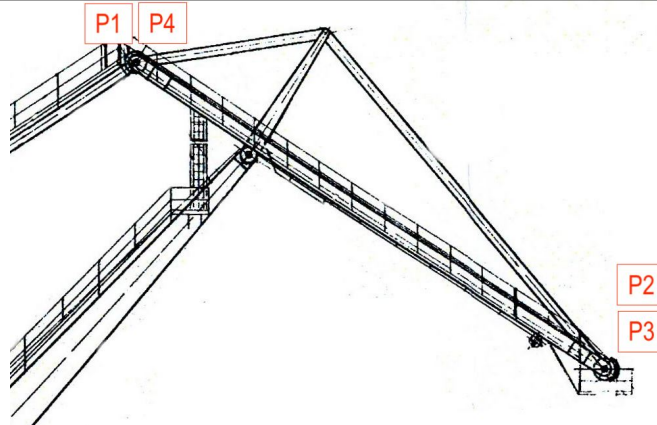
3.3. Struttura superiore

3.3.1. Quadrilatero movimentazione

3.3.1.1. Trave Strallata

MAGNETOSCOPIA (MT) SU TRAVE STRALLATA				
PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
17	STRALLO LUNGO	X		
18	CUSPIDE	X		
19	STRALLO CORTO	X		
20	STRALLO CORTO	X		
26	ATTACCO SU BRACCIO PRINCIPALE	X		
27	ESTREMITA' TRAVE	X		
28	STRALLO LUNGO	X		
29	ESTREMITA' TRAVE	X		
30	STRALLO LUNGO	X		
31	SUPPORTO PULEGGE	X		
33	SUPPORTO PULEGGE	X		

ULTRASUONI (UT) SU PERNI PULEGGIE DI RINVIO SU TRAVE STRALLATA



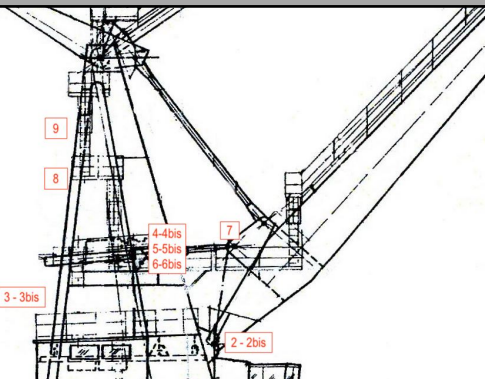

PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
P1	PERNO PULEGGIA SUPERIORE	X		
P2	PERNO PULEGGIA ESTREMITA' BRACCIO	X		
P3	PERNO PULEGGIA ESTREMITA' BRACCIO	X		
P4	PERNO PULEGGIA SUPERIORE	X		

3.3.1.2. *Braccio principale*

MAGNETOSCOPIA (MT) SU BRACCIO PRINCIPALE				
PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
22	ZONA SUPERIORE	X		
23	ZONA SUPERIORE	X		
24	ZONA SUPERIORE	X		
25	FLANGE ATTACCO TRAVE STRALLATA	X		
34	ZONA SUPERIORE	X		
35	ZONA CENTRALE	X		
36	ZONA CENTRALE	X		
38	ATTACCO VITE DI BRANDEGGIO	X		
39	SUPPORTO LATERALE	X		
40	SUPPORTO LATERALE	X		

3.3.1.3. Arcata sostegno quadrilatero

MAGNETOSCOPIA (MT) SU ARCATI DI SOSTEGNO QUADRILATERO

MAGNETOSCOPIA (MT) SU ARCATI DI SOSTEGNO QUADRILATERO				
				
				
PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
2	ATTACCO BRACCIO	X		
2 bis	ATTACCO BRACCIO	X		
3	TIRANTI POSTERIORI	X		
3 bis	TIRANTI POSTERIORI	X		
4	SUPPORTO VITE DI BRANDEGGIO	X		
4bis	SUPPORTO VITE DI BRANDEGGIO	X		
5	SUPPORTO VITE DI BRANDEGGIO	X		
5 bis	SUPPORTO VITE DI BRANDEGGIO	X		
6	SUPPORTO VITE DI BRANDEGGIO	X		
6bis	SUPPORTO VITE DI BRANDEGGIO	X		
7	ATTACCO VITE DI BRANDEGGIO SU BRACCIO	X		
8	TIRANTI POSTERIORI	X		
9	TIRANTI POSTERIORI	X		

3.3.1.4. Tirante superiore

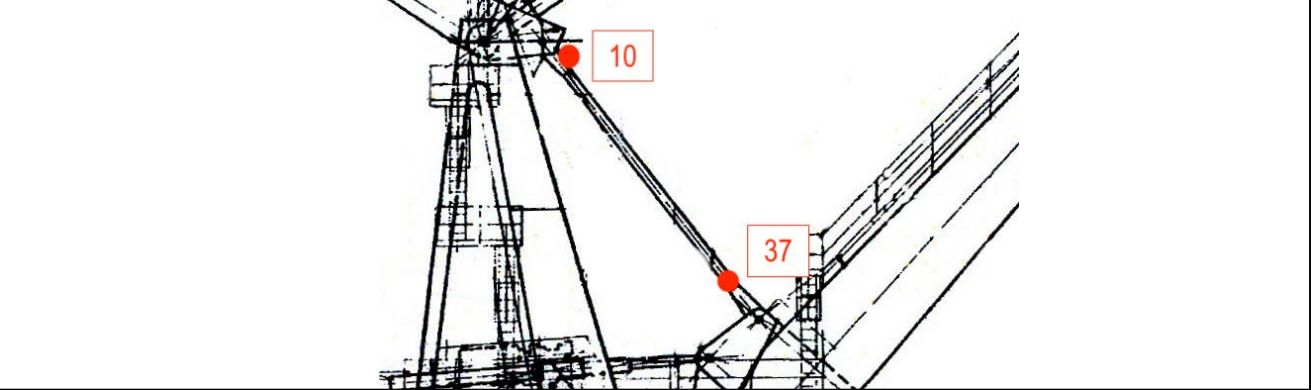


MAGNETOSCOPIA (MT) TIRANTE SUPERIORE				
				
 				
PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
12	ATTACCO INFERIORE TIRANTE	X		
21	ATTACCO SUPERIORE TIRANTE	X		

3.3.2. Contrappeso e tirante triangolare contrappeso

3.3.2.1. Bilancino contrappeso

MAGNETOSCOPIA (MT) CONTRAPPESO				
PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
ZAV	ATTACCO ZAVORRA SU BRACCIO CONTRAPPESO	X		
11	SALDATURA T-T SU CORRENTE SUPERIORE BRACCIO CONTRAPPESO	X		

3.3.2.2. Tirante triangolare

MAGNETOSCOPIA (MT) TIRANTE TRIANGOLARE				
				
 				
PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
10	ATTACCO TIRANTE SU BRACCIO CONTRAPPESO	X		
37	ATTACCO TIRANTE SU BRACCIO PRINCIPALE INFERIORE	X		

3.3.3. Ispezioni e controlli da attuare

1. SOSTITUZIONE DEI BULLONI DI FISSAGGIO: Provvedere alla **totale sostituzione** delle bullonature di fissaggio interessate da elevata corrosione nelle zone più esposte agli agenti atmosferici. Come criterio di valutazione vedere appendice **App1**.
2. VERIFICA A SPOT DELL'INTEGRITA' DEI BULLONI: Eseguire uno smontaggio a spot (**1 bullone ogni 6**) lungo le file delle bullonature non interessate da sostituzione e verificare la loro integrità sia a livello di filettatura, sia a livello di danneggiamenti dovuti a stiramenti o flessioni. Nel caso si riscontrino anomalie, provvedere alla sostituzione.
3. BONIFICA DELLE CARPENTERIE: Si prescrive una profonda bonifica di tutte le zone interessate da **elevata corrosione** e **sfogliature**, vedi Appendice **App2**.

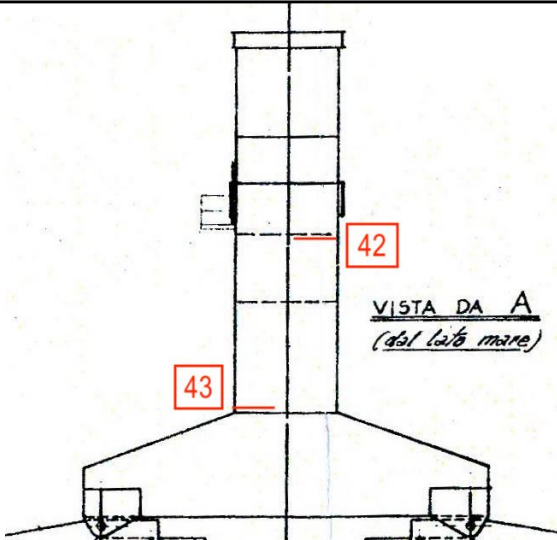

3.3.4. Prescrizioni manutentive future

- A. MONITORAGGIO INTEGRITA' CARPENTERIE E BULLONATURE: Provvedere ad un monitoraggio **annuale** tramite ispezione visiva alle carpenterie ed alle bullonature di giunzione che compongono la struttura del portale, avendo cura di **rilevare e segnalare** eventuali zone interessate da corrosione e/o deformazioni anomale per una tempestiva diagnostica e un rapido ripristino (**Riferimento appendice App1 e App2**).

3.4. Portale sotto ralla

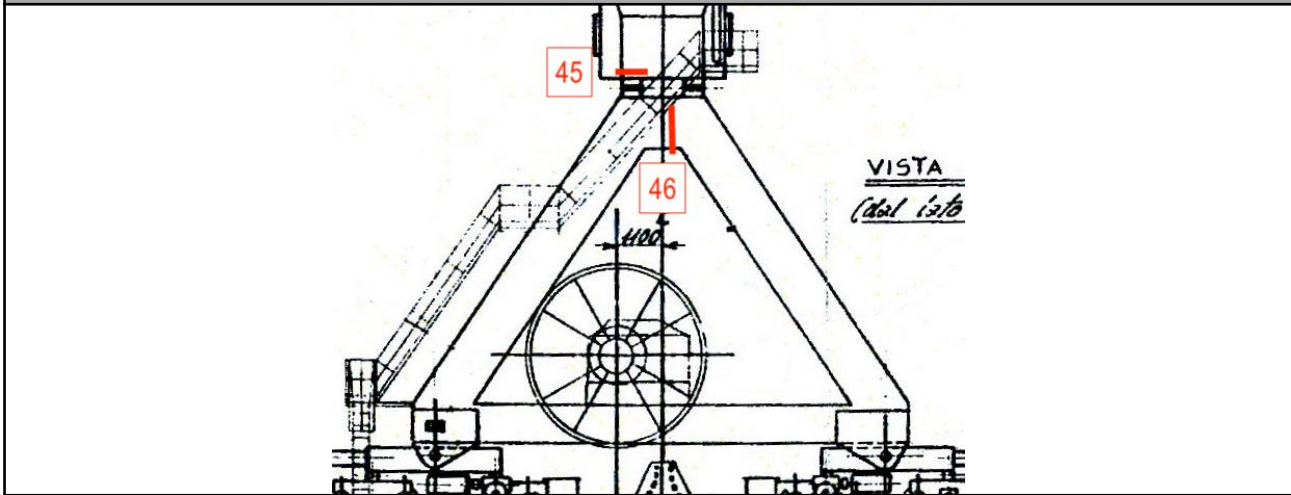
3.4.1. Travi e componenti di carpenteria

3.4.1.1. Pilone singolo

MAGNETOSCOPIA (MT) - LATO MARE - PILONE SINGOLO				
				
				
PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
42	ATTACCO PILONE SINGOLO SU TRAVERSA	X		
49	GIUNZIONE PILONE SU PIEDE	X		

3.4.1.2. Pilone forma triangolare

MAGNETOSCOPIA (MT) - LATO BANCHINA - PILONE TRIANGOLARE



PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
45	ATTACCO PILONE TRIANGOLARE SU TRAVE	X		
46	GIUNZIONE BULLONATA TRA SEZIONI PILONE TRIANGOLARE	X		

3.4.1.3. Trave porta ralla

MAGNETOSCOPIA (MT) SU TRAVE PORTA RALLA				
PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
13	ATTACCO SU PILONE SINGOLO	X		
14	CORPO CENTRALE	X		
15	TORRE SOTTO RALLA - LATO MARE	X		
16	TORRE SOTTO RALLA - LATO BANCHINA	X		

3.4.2. Bullonature

Le bullonature riguardanti i fissaggi delle varie sezioni di struttura risultano in discrete condizioni, ad eccezione di alcune zone più esposte agli agenti atmosferici dove vi sono bulloni in forte stato di degrado e corrosione accentuata.



3.4.3. Ispezioni e controlli da attuare

1. SOSTITUZIONE DEI BULLONI DI FISSAGGIO: Provvedere alla **totale sostituzione** delle bullonature di fissaggio interessate da elevata corrosione nelle zone più esposte agli agenti atmosferici. Come criterio di valutazione vedere appendice **App1**.
2. VERIFICA A SPOT DELL'INTEGRITA' DEI BULLONI: Eseguire uno smontaggio a spot (**1 bullone ogni 6**) lungo le file delle bullonature non interessate da sostituzione e verificare la loro integrità sia a livello di filettatura, sia a livello di danneggiamenti dovuti a stiramenti o flessioni. Nel caso si riscontrino anomalie, provvedere alla sostituzione.
3. BONIFICA DELLE CARPENTERIE: Si prescrive una profonda bonifica di tutte le zone interessate da **elevata corrosione e sfogliature**, vedi Appendice **App2**.

3.4.4. Prescrizioni manutentive future

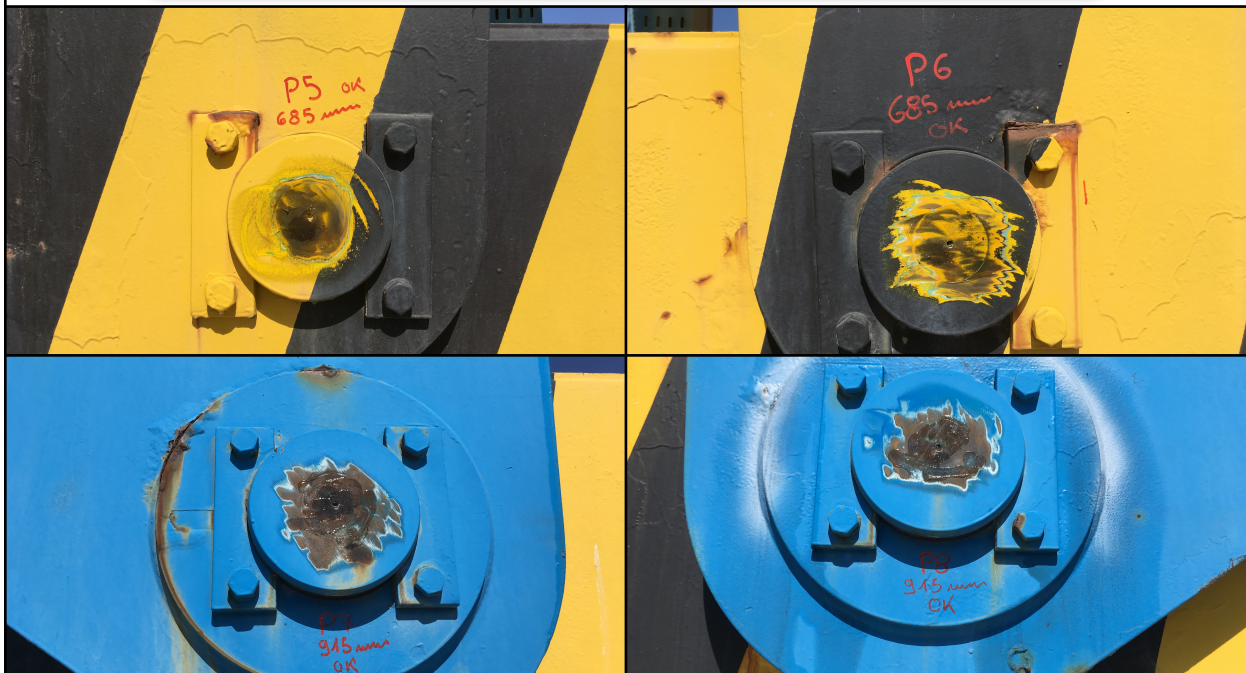
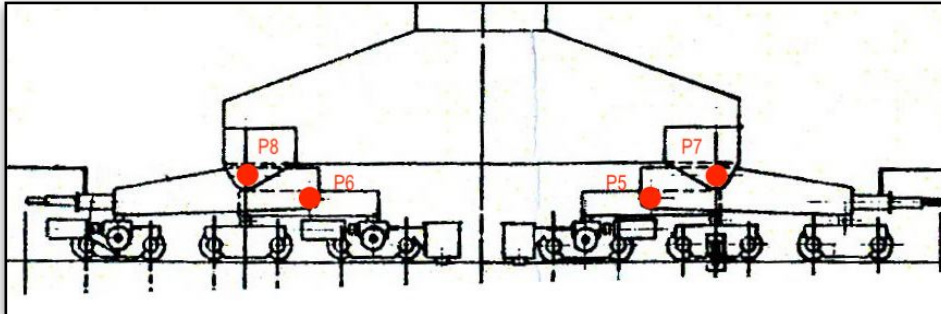
- A. MONITORAGGIO INTEGRITA' CARPENTERIE E BULLONATURE: Provvedere ad un monitoraggio **annuale** tramite ispezione visiva alle carpenterie ed alle bullonature di giunzione che compongono la struttura del portale, avendo cura di **rilevare e segnalare** eventuali zone interessate da corrosione e/o deformazioni anomale per una tempestiva diagnostica e un rapido ripristino (**Riferimento appendice App1 e App2**).

3.5. Gruppi traslazione

3.5.1. Carrelliere lato Mare

MAGNETOSCOPIA (MT) GRUPPO TRASLAZIONE - LATO MARE - PILONE SINGOLO				
PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
48	FLANGIA ATTACCO CARRELLIERA	X		
49	FLANGIA ATTACCO CARRELLIERA	X		
51	BLOCCHETTO ALLOGGIO PERNO D'APPOGGIO	X		
52	BLOCCHETTO ALLOGGIO PERNO D'APPOGGIO	X		
53	BLOCCHETTO ALLOGGIO PERNO D'APPOGGIO	X		
54	BLOCCHETTO ALLOGGIO PERNO D'APPOGGIO	X		
55	BLOCCHETTO ALLOGGIO PERNO D'APPOGGIO	X		
56	BLOCCHETTO ALLOGGIO PERNO D'APPOGGIO	X		

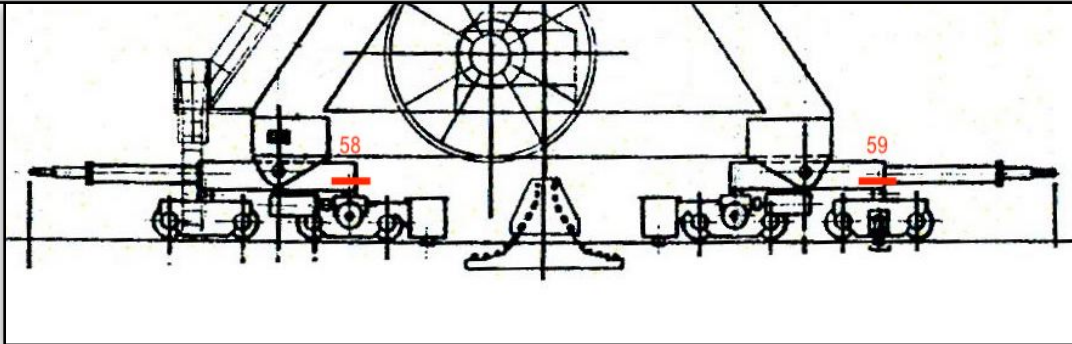
ULTRASUONI (UT) GRUPPO TRASLAZIONE - LATO MARE - PILONE SINGOLO



PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
P5	PERNO BILANCINO SECONDARIO	X		
P6	PERNO BILANCINO SECONDARIO	X		
P7	PERNO BILANCINO TERZIARIO	X		
P8	PERNO BILANCINO TERZIARIO	X		

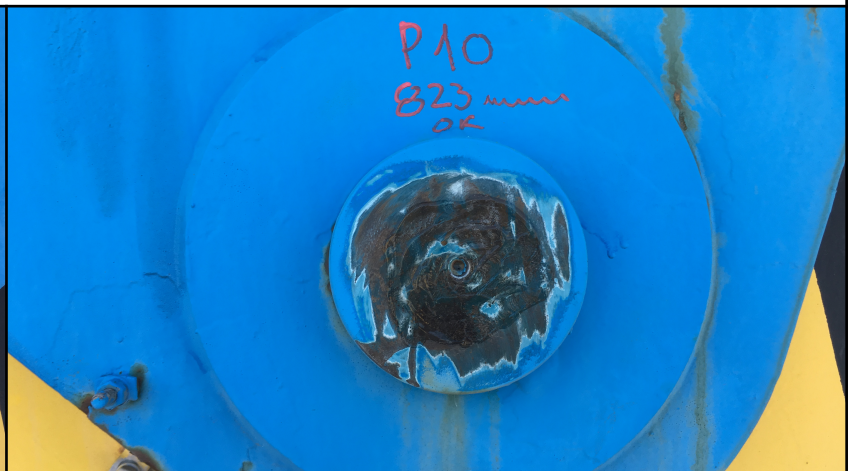
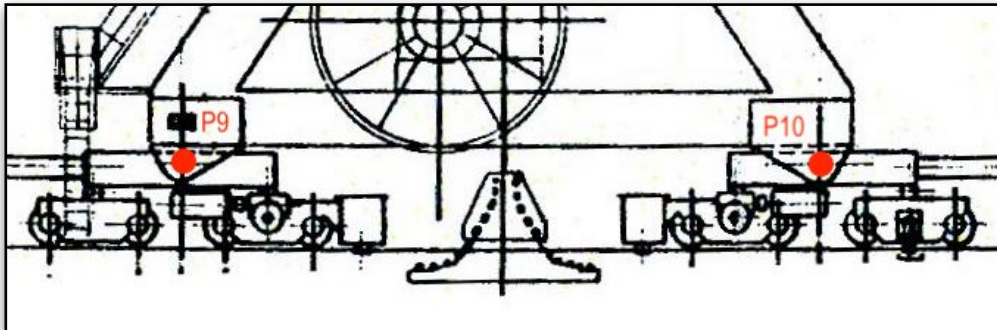
3.5.2. Carrelliere lato Banchina

GRUPPO TRASLAZIONE - LATO BANCHINA - PILONE TRIANGOLARE



PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
58	BLOCCHETTO ALLOGGIO PERNO D'APPOGGIO	X		
59	BLOCCHETTO ALLOGGIO PERNO D'APPOGGIO	X		

ULTRASUONI (UT) GRUPPO TRASLAZIONE - LATO BANCHINA - PILONE TRIANGOLARE



PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
P9	PERNO BILANCINO TERZIARIO	X		
P10	PERNO BILANCINO TERZIARIO	X		

3.5.3. Ispezioni e controlli da attuare

1. SOSTITUZIONE DEI BULLONI DI FISSAGGIO: Provvedere alla **totale sostituzione** delle bullonature di fissaggio interessate da elevata corrosione nelle zone più esposte agli agenti atmosferici. Come criterio di valutazione vedere appendice **App1**.
2. VERIFICA A SPOT DELL'INTEGRITA' DEI BULLONI: Eseguire uno smontaggio a spot (**1 bullone ogni 6**) lungo le file delle bullonature non interessate da sostituzione e verificare la loro integrità sia a livello di filettatura, sia a livello di danneggiamenti dovuti a stiramenti o flessioni. Nel caso si riscontrino anomalie, provvedere alla sostituzione.
3. BONIFICA DELLE CARPENTERIE: Si prescrive una profonda bonifica di tutte le zone interessate da **elevata corrosione** e **sfogliature**, vedi Appendice **App2**.

3.5.4. Prescrizioni manutentive future

- A. MONITORAGGIO INTEGRITA' CARPENTERIE E BULLONATURE: Provvedere ad un monitoraggio **annuale** tramite ispezione visiva alle carpenterie ed alle bullonature di giunzione che compongono la struttura del portale, avendo cura di **rilevare e segnalare** eventuali zone interessate da corrosione e/o deformazioni anomale per una tempestiva diagnostica e un rapido ripristino (**Riferimento appendice App1 e App2**).

3.6. Bozzello e Ancora

MAGNETOSCOPIA (MT) SU BOZZELLO 1



PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
A	ANCORA	X		
B	CARPENTERIA BOZZELLO	X		

ULTRASUONI (UT) SU BOZZELLO 1


PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
PG1	PERNO ANCORA	X		
PG2	PERNO ANCORA	X		
PG3	PERNO PULEGGIA	X		
PG4	PERNO PULEGGIA	X		

4. CALCOLO DELLA VITA RESIDUA

4.1. Classificazione "iso" degli apparecchi di sollevamento

Sulla base della norma ISO 4301-1 e della regola FEM 1.001, ai fini della classificazione degli apparecchi di sollevamento, nelle tabelle seguenti sono indicati:

La condizione di impiego (cicli operativi e ore di lavoro effettivo dei meccanismi, spendibili durante l'arco della vita prevista dell'apparecchio di sollevamento).

1) Condizione di impiego				
Apparecchio (nel suo insieme)		Meccanismi		Frequenza d'utilizzo
Condizione di impiego	N° massimo di cicli operativi	Condizione di impiego	Durata totale in ore	
U0	16.000	T0	200	Irregolare
U1	32.000	T1	400	
U2	63.000	T2	800	
U3	125.000	T3	1.600	
U4	250.000	T4	3.200	Regolare leggero
U5	500.000	T5	6.300	Regolare intermittente
U6	1.000.000	T6	12.500	Regolare intenso
U7	2.000.000	T7	25.000	Intensivo
U8	4.000.000	T8	50.000	
U9	> di 4.000.000	T9	100.000	

Il **Regime di carico** è una funzione che mette in relazione i carichi che l'apparecchio è destinato ad innalzare nel corso della sua vita con il numero di volte in cui tale innalzamento avviene.

$$K_p = \sum_i \frac{n_i}{n} \left(\frac{P_i}{P_{max}} \right)^3$$

Il Regime di carico è identificato dal **Fattore di Spettro**:

Dove:

n_i = n. delle volte in cui viene innalzato il carico P_i

n = numero totale dei cicli di carico

P_{max} = valore max di P_i

Ai fini della classificazione sono previsti quattro valori tipici del **Regime di Carico Q_i**

Simbolo del Regime di Carico	Valore del Fattore di Spettro
Q1	$K_p \leq 0.125$
Q2	$0.125 < K_p \leq 0.250$
Q3	$0.250 < K_p \leq 0.500$
Q4	$0.500 < K_p < 1.000$

Una volta determinati la *condizione di impiego* ed il *regime di carico* si determina, secondo la norma **ISO 4301-1**, Considerando nel suo insieme la *classe dell'apparecchio* e dei suoi meccanismi, si ha:

classe dell'apparecchio di sollevamento nel suo insieme – Gruppo di servizio												
Regime di carico				Condizioni di impiego e massimo numero di cicli operativi								
Tipo di carico	Secondo norma / regola	U0	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	
Q1 Leggero ≈ 50 %	ISO 4301/1 (= FEM 1.001)	=	=	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Q2 Medio ≈ 63 %	ISO 4301/1 (= FEM 1.001)	=	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	=	
Q3 Pesante ≈ 80 %	ISO 4301/1 (= FEM 1.001)	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	=	=	
Q4 Molto pesante ≈ 100 %	ISO 4301/1 (= FEM 1.001)	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	=	=	=	

4.2. Stima dei cicli di utilizzo dell'attrezzatura

Dalla precedente stima della Vita Residua, effettuata nel **2012**, si prende in considerazione un periodo di utilizzo dal **1989** al **2012** (23 anni di esercizio). In tale periodo, vengono esaminati i cicli di movimentazione inerenti il materiale **Carbone** (il più gravoso in termini di peso specifico e di conseguenza nei tiri di sollevamento), i risultati della stima della **Vita Residua Teorica** risultano, quindi:

Stima Cicli di Lavoro dal 1989 al 2012	
Cicli stimati	355.576
n° di cicli annui	13.469
n° di cicli rimanenti [Nr]	274.424

Gli anni di Lavoro Rimanenti, risultanti dalla precedente stima (CNR B.U. n. 73 – UNI CNR 10021) venivano quantificati in **20 [circa]**.

Viene ora preso in esame il periodo dal **2012** al **2019**, e cioè il periodo trascorso dalla precedente stima alla data odierna.

La macchina, tutt'oggi, è posta in **Fermo-Macchina da Gennaio 2018**, quindi, il periodo di utilizzo dal **Dicembre 2012** risulta essere circa **5 (cinque) anni**.

Come da dichiarazione dell'utilizzatore, in tale periodo, il materiale più movimentato e gravoso, in termini di tonnellaggio per ora [**1.498 h** su **4.101 h** di lavoro totali (36%)], risulta essere sempre il **Carbone**, verrà quindi preso in esame, per il proseguo del calcolo dei cicli di Vita Residua, tale materiale.

Stima Cicli di Lavoro Orari (dal 2013 al 2018)	
Resa oraria media	250 ton/ora
Capacità della benna	14 mc
Densità del carbone	0,9 ton/mc
Peso di materiale ogni bennata	12,6 ton
Cicli parziali per ora	$250 / 12,6 = \mathbf{19,8}$

In funzione delle caratteristiche prestazionali dell'apparecchio, un ciclo completo teorico ha la durata di circa **6,5 minuti**, per cui, i cicli completi orari eseguibili risultano **9,2 cicli/ora**.

Stima Cicli di Lavoro dal 2013 al 2018	
Ore lavorate	1.498
n° di cicli orari stimati	9,2
n° di cicli effettuati	13.782

4.3. Calcolo della vita residua della macchina

Viene ora calcolata la Vita Residua basandosi sulle norme **ISO 4301-1** e della regola **FEM 1.001**.

Per la determinazione della *condizione di impiego* del *regime di carico* e della *classe dell'apparecchio*, si è proceduto attraverso documentazione della casa costruttrice, alla dichiarazione dell'utilizzatore dell'attrezzatura, nonché degli eventuali risultati dei **CND**.

Calcolo del Fattore di Spettro	
K _p	0,436
Regime di Carico	Q3

Regime di carico : **Q3**
 Classe dell'apparecchio : **A6**
 Condizioni di impiego : **U5**

Dalle norme ISO 4301-1 e della regola FEM 1.001 si ha, per la condizione di impiego **U5** :

Numero massimo di cicli operativi: **500.000**

- Procedendo alla stima teorica dei cicli effettuati, si ha:

Cicli derivanti dalla precedente stima	355.576
Stima Cicli di Lavoro dal 2013 al 2018	13.782
Cicli teorici totali [N _t]	369.358
Fattore di Sicurezza [φ]	1,2
Totale cicli teorici stimati [N _e]	443.230
Cicli rimanenti [N _r]	56.770

[φ = **Fattore Empirico di Sicurezza** ricavato dai risultati delle indagini **CND** e dallo **Stato di Conservazione Generale** della Macchina]

- Anni residui della macchina (con un utilizzo Medio di n. **800** ore Annue) risultano :

Cicli rimanenti [Nr]	56.770
Cicli per ora	9,2
Ore residue di Lavoro	6.170
Ipotesi Anni Rimanenti di Utilizzo	8 circa

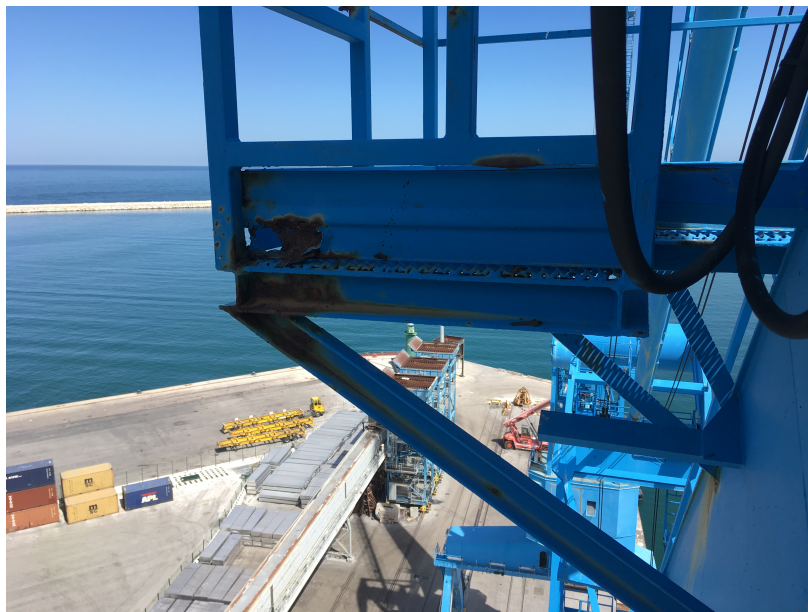
CONCLUSIONI:

La stima della Vita Residua del macchinario in esame porta al risultato di n. 6.170 Ore di Lavoro utili [in funzione del carico maggiormente movimentato CARBONE], tale periodo di esercizio viene limitatamente attribuito all'attrezzatura di sollevamento considerando tutti gli interventi di ripristino, manutenzioni e quant'altro segnalato nel presente elaborato esaudito in ogni suo punto.

5. NOTE GENERALI

5.1. BALLATOI E SCALE

Particolari considerazioni sono da farsi per i **ballatoi**, i **corrimano** e le **scale di accesso** sia alla cabina di manovra, sia a punti di controllo e manutenzione. Tali componenti sono, infatti, le parti in acciaio di minor spessore di tutta la struttura, e con il più sfortunato rapporto di aspetto. I grigliati, i profili sottili, ed anche i piccoli profili tipo UNP, utilizzati appunto per scale e ballatoi, hanno infatti un'elevata superficie esposta alle intemperie in rapporto alla loro massa, e sono quindi particolarmente soggetti ai fenomeni corrosivi in atmosfera salina. Sono i primi componenti ad essere intaccati da ossido, e generano poi gocciolio e scoli che vanno a ledere tutte le parti sottostanti e limitrofe. Tali componenti vanno assolutamente ripristinati o sostituiti, a seconda della gravità, in primo luogo per salvaguardare il lavoro e la salute dei manutentori, ed in secondo luogo per evitare il dilagare di detti fenomeni corrosivi. A seguire una foto che illustra quanto sopra descritto.



5.2. PULEGGE

le pulegge che compongono il sistema di sollevamento del carico, si presentano in uno stato di elevata usura.

Nella Foto 16 si evidenzia, nella zona del fondo gola delle pulegge, una marcata usura della sede di transito della fune.



Foto 16 [Pulegge estrema falchetto]

Tale fenomeno, richiede una sostituzione dei pezzi, avendo palesemente perso la originale forma della sede di passaggio della fune, completamente al di fuori delle normali tolleranze di progetto.

5.3. IMPIANTO DI INGRASSAGGIO

L'impianto di ingrassaggio generale delle articolazioni della struttura e delle parti in movimento della macchina, originariamente presente, versa in uno stato di totale inefficienza.

Qualsiasi nodo interessato dal circuito viene ora ingrassato tramite pompaggio a mano con macchinario preposto limitatamente ad alcuni periodi dell'anno.

Viene quindi consigliato il totale ripristino del circuito con la relativa pompa centralizzata.

Difatti, alcune zone della macchina, in concomitanza del fatto che non vi siano passerelle o ballatoi percorribili, sono totalmente irraggiungibili se non con l'ausilio di piattaforme aeree.

5.4. IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico presente sul macchinario necessita di un **completo rifacimento e aggiornamento**, non escluso il **rinnovamento della cabina di pilotaggio**, interessata, quest'ultima, da notevoli malfunzionamenti (infiltrazioni acqua piovana, impianti secondari, ecc..) e generiche vetustà dei componenti ivi alloggiati. Tale intervento dovrà essere in linea generale, analogo al rinnovamento che negli anni passati hanno interessato sia la Reggiane 13 che la Reggiane 15.

5.5. MECCANISMO DI BRANDEGGIO QUADRILATERO

Il movimento di brandeggio (abbassamento e sollevamento del quadrilatero) viene effettuato tramite **attuatore lineare a vite senza fine** con motoriduttore elettrico, nella successiva figura 17. Il cinematismo risulta reversibile, infatti, come evidenziato in precedenza, la carente coppia di bloccaggio del freno del motoriduttore ha fatto cedere il sistema alla forza del vento facendo abbassare il braccio in occasione della forte tempesta del 9 Luglio, e questo senza generare alcun danno o lesione agli organi meccanici. Alla luce di questa conclusione la funzione del freno diventa ancora più importante, perché una sua rottura o un suo ulteriore calo di prestazioni potrebbe generare un improvviso abbassamento del braccio, anche in condizioni inaspettate e senza vento forte. **E' indispensabile controllare e revisionare sia il gruppo freno sia il gruppo di attuazione con il relativo motoriduttore, quindi ingranaggi e cuscinetti, vite senza fine e relativa chiocciola, e tutte le parti meccaniche usurabili.**



Fig. 17

MAGNETOSCOPIA (MT) SU STRUTTURA DI SUPPORTO ATTUATORE DI BRANDEGGIO



PUNTO	PARTICOLARE ESAMINATO	ACCETTABILE	NON ACCETTABILE	DIFETTO RILEVATO
4	SUPPORTO ATTUATORE	X		
5	SUPPORTO ATTUATORE	X		
6	SUPPORTO ATTUATORE	X		
4 bis	SUPPORTO ATTUATORE	X		
5 bis	SUPPORTO ATTUATORE	X		
6 bis	SUPPORTO ATTUATORE	X		

6. APPENDICI

6.1. Appendice App1

Sono da sostituire tutte le bullonature che presentano livelli di corrosione inaccettabile. Con la presente appendice 1 ci si propone di stabilire un criterio generale di scelta dei bulloni da conservare rispetto a quelli da sostituire, facendo riferimento a foto di bulloni realmente presenti nella struttura della macchina analizzata.

Nella successiva foto di figura 18 si evidenzia la testa di un bullone da sostituire.

Come si può notare non è più visibile la sigla identificativa della tipologia e della classe del bullone. La superficie è stata irrimediabilmente intaccata dalla corrosione, e anche se non vi è una evidente diminuzione di spessore, non è più possibile avere la certezza di resistenza del collegamento. E' inoltre difficile inserire la chiave, e si ha il rischio che nelle successive fasi di controllo e serraggio il profilo esagonale ceda agli sforzi di sollecitazione. La rondella inferiore è stata anch'essa intaccata dalla corrosione, e la variazione di spessore potrebbe aver generato una diminuzione della forza di serraggio.



Fig 18

La successiva foto 19 mostra altri bulloni che sono assolutamente da sostituire.



Foto 19

Nella successiva foto di figura 20 si evidenziano bulloni in buono stato di conservazione, che non necessitano di essere sostituiti.

E' ancora integro lo strato protettivo, anche se non in perfette condizioni. Lo stato della testa del bullone e del dado solo palesemente integre superficialmente, e non ci sono apparenti motivi di dubitare dell'integrità interna del collegamento. Risulta facile intervenire con un ripristino dello strato protettivo, e la pulizia non necessita di metodi particolarmente aggressivi, come mole o abrasivi.



Foto 20

6.2. Appendice App2

BONIFICA DELLE CARPENTERIE: Si prescrive una profonda bonifica di tutte le zone interessate da elevata corrosione e sfogliature, agendo con adeguata spazzolatura meccanica della zona compromessa avendo cura di provvedere, prima della verniciatura finale, all'applicazione di un **trattamento anti-corrosione adeguato** all'ambiente in cui opera l'attrezzatura. Trattasi di ambiente con atmosfera con elevata salinità, subito a ridosso del mare, con possibilità di mareggiate e bagno completo con acqua di mare di qualsiasi componente.

Eventuali ripristini di zone con diminuzione di spessore, corrosioni importanti o addirittura passanti che richiedano anche un ripristino di materiale, devono essere fatti con apporto di nuovi fazzoletti o inserti in lamiera. Il nuovo materiale deve essere al minimo acciaio tipo **S355J0** o superiore, e deve avere uno spessore che senza dubbio superi di almeno il doppio quello del materiale venuto a mancare, e **comunque mai inferiore a 5mm**. Ad esempio se si nota una diminuzione di spessore di 3 o 4 mm, il nuovo inserto dovrà avere uno spessore di almeno 8mm. Tutte le saldature necessarie al fissaggio del nuovo inserto dovranno essere di tipo "ad angolo" evitando assolutamente saldature tipo "testa-testa". Lo spessore minimo del cordone di saldatura dovrà avere altezza di gola (a) pari ad almeno **7/10 lo spessore** dell'elemento più sottile. Il metodo di saldatura scelto dovrà garantire la massima affidabilità e resistenza del ripristino, oltre che la giusta conservazione delle zone circostanti. I fazzoletti e gli inserti aggiunti dovranno assolutamente evitare ristagni d'acqua e umidità, garantendo i giusti passaggi per evacuazione di sporcizia e sedimenti. Si fa presente che tutti i piccoli ristagni d'acqua, dovuti anche piccoli errori progettuali originali, hanno generato la stragrande maggioranza dei fenomeni corrosivi oggi evidenziati e presenti, e sono quindi assolutamente da evitare negli interventi che si sono resi necessari.

7. CONCLUSIONI

- **La struttura**, nel suo complesso, risulta in buono stato. Non si evidenziano particolari fenomeni di fatica, nè sulla struttura di carpenteria, nè sui i componenti meccanici di movimentazione. Ovviamente, come ben dettagliato in precedenza, vi sono delle componenti in cui bisogna necessariamente approfondire le indagini, cosa che non è stato possibile fare in questa sede perché detti componenti richiedono importanti lavori di smontaggio per rendere possibile anche solo l'accesso per ispezione visiva. Si consiglia di effettuare tali indagini in corrispondenza dell'intervento manutentivo, onde evitare inutilmente di raddoppiare lavori e costi.
- **Le bullonerie sono in gran parte da sostituire**, non tanto a causa di fenomeni di usura o fatica, ma soprattutto a causa dei fenomeni corrosivi cui sono stati interessati negli anni.
- **Lo stato di verniciatura** delle componenti strutturali principali non presentano situazioni preoccupanti. Le superfici piane e regolari risultano ancora in buono stato, alcuni problemi presentano invece angoli e spigoli, maggiormente soggetti ad accumuli e ristagni di umidità, acqua e sporcizia.
- **Ballatoi, scale e corrimano** presentano importanti problematiche relative allo stato corrosivo, meglio descritte in precedenza nei paragrafi dedicati. Richiedono un intervento immediato per la fruizione della macchina.
- Durante le movimentazioni della macchina fatte in sede di ispezioni e controlli non sono stati riscontrati malfunzionamenti particolari. E' da segnalare, come meglio descritto in precedenza nei paragrafi dedicati, che il **sistema di frenatura** ha mostrato carenze, soprattutto in occasione di una tempesta particolarmente intensa avvenuta a Luglio.

Gli ispettori	
Per. Ind. Guardati Germano	Dott. Ing. Palombi Massimiliano