

VERIFICA STRUTTURALE SU CARROPONTE BITRAVE

*CON ACCERTAMENTO DEI CICLI DI VITA RESIDUI E
DELLO STATO DI CONSERVAZIONE DELLA CARPENTERIA
(UNI ISO 9927-1, ISO 9927, ISO 12482)*

Committente: Ekrò Scarl

Oggetto:

Relazione tecnica sulla vita residua di una gru a ponte installata presso
l'azienda Ekrò Scarl ubicato in località Bucita - 87067 Corigliano-Rossano (CS)

Corigliano-Rossano 20.03.2023

L'Ingegnere Esperto


Ing. Aldo Renzo Tripicchio

RIFERIMENTI NORMATIVI

Le fasi di analisi e verifica sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

Decreto legislativo 9 Aprile 2008, n.81

"Attuazione dell'Articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

Decreto legislativo 3 Agosto 2009, n.106

"Disposizioni integrative e correttive del Decreto Legislativo 9 Aprile 2008, n.81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"

Decreto Ministeriale 11 Aprile 2001

"Disciplina delle modalità di effettuazione delle verifiche periodiche di cui all'Allegato VII del decreto legislativo 9 Aprile 2008, n. 81, nonché i criteri per l'abilitazione dei soggetti di cui all'Art. 71, comma 13, del medesimo decreto legislativo"

Decreto del Presidente della Repubblica n° 459 del 24/07/1996 (Direttiva Macchine)

"Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368, 93/44, e 93/68 concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine"

Decreto legislativo 27 Gennaio 2010, n.17

"Attuazione della Direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine"

CNR-UNI 10011/88

"Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione"

CNR-UNI 10021/85

"Strutture in acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione"

DIN 15018

"Verifiche e analisi sulle strutture in acciaio degli apparecchi di sollevamento"

UNI-ISO 4301/1

"Apparecchi di sollevamento. Classificazione. Generalità"

UNI-ISO 9927/1

"Apparecchi di sollevamento. Ispezioni. Generalità"

ISO 12482-1

"Gru. Condizioni di monitoraggio. Generalità"

FEM 1.001

"Regole di calcolo degli apparecchi di sollevamento"

FEM 9.755

"Periodi di funzionamento sicuro degli apparecchi di sollevamento (S.W.P.)"

FEM 9.511

"Classificazione degli apparecchi di sollevamento"

DATI IDENTIFICATIVI DELLA MACCHINA

Tipo	CARROPONTE BITRAVE SCORREVOLE
Casa costruttrice	PRIM
n° fabbrica	02489
Anno di costruzione	1989
Matr. ISPESL/INAIL	09-200134-CS
Portata max	5.000 Kg
Luogo verifica	CORIGLIANO-ROSSANO
Data verifica	20/03/2023

Studio Tecnico di Ingegneria
Ing. Tripicchio Aldo Renzo

VERIFICA STRUTTURALE SU GRU A PONTE SCORREVOLE ESEGUITA DA INGEGNERE ESPERTO

(UNI ISO 9927-1, ISO 9927, ISO 12482)

GENERALITA'

Il sottoscritto Ing. Tripicchio Aldo Renzo iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Cosenza al n°2562, in possesso dei requisiti previsti dalla norma UNI-ISO 9927-1, accerta i cicli di vita residui teorici e lo stato di conservazione dell'apparecchio di sollevamento precedentemente identificato.

Tali verifiche hanno lo scopo di assicurare il funzionamento in piena sicurezza dell'apparecchio di sollevamento prevenendone eventuali deviazioni dal corretto comportamento.

Le gru sono soggette, infatti, a fenomeni di fatica strutturale che, nel corso del tempo e sotto l'azione di carichi variabili, possono portare all'indebolimento di sezioni strutturali con conseguenti possibili cedimenti.

Dall'esame della documentazione acquisita, da una valutazione dello stato generale dell'apparecchio e dai controlli eseguiti sulla struttura e dalle prove in esercizio, in riferimento alle Leggi in vigore ed alle Norme Tecniche emanate (UNI ISO 9927-1) è risultato che la macchina si trova in un discreto stato di conservazione.

Sono state effettuate le prove di carico, dinamiche e statiche, e verificati i dispositivi di sicurezza in dotazione. L'elaborato è redatto quale resoconto dell'ispezione effettuata così come stabilito al punto 5.4 della Norma UNI ISO 9927-1.

L'ispezione pertanto ha lo scopo di verificare ed assicurare il funzionamento in piena sicurezza dell'apparecchio di sollevamento, prevenendo eventuali deviazioni del comportamento dalle condizioni regolari previste.

Nel corso dell'ispezione si sono verificate le condizioni generali di conservazione di tutti gli elementi della carpenteria metallica dell'apparecchio; trattasi di una ispezione da ritenersi di carattere eccezionale e comporta un giudizio generale sulle condizioni di sicurezza dell'apparecchio e una decisione nel merito delle eventuali misure che devono essere adottate per assicurare un ulteriore funzionamento sicuro, qualora sia possibile.

Occorre ricordare che gli apparecchi di sollevamento, al pari di ogni altra costruzione soggetta all'azione di carichi esterni, vengono dimensionati nel rispetto di schemi teorici di calcolo, statici e dinamici, nonché di alcune ipotesi sul loro funzionamento futuro.

Studio Tecnico di Ingegneria
Ing. Tripicchio Aldo Renzo

VERIFICHE DELLA STRUTTURA

In questo capitolo vengono affrontate e descritte le attività svolte in sede di controllo:

- accertamento dello stato generale di conservazione;
- accertamento della integrità e della conformità geometrica dei vari elementi strutturali.

Per le suddette verifiche si è fatto riferimento alle indicazioni riportate alla norma ISO 9927-1, riguardante le ispezioni sugli apparecchi di sollevamento.

STRUTTURA PORTANTE DEL CARROPONTE

Si deve ricordare che il carroponte è considerato come mezzo di trasporto discontinuo per la movimentazione in orizzontale ed in verticale di materiale.

Si riporta nel seguito una descrizione sommaria dell'apparecchio.

Il carroponte è costituito da due travi principali a parete piena a cassone collegate a due travi di testata portanti ciascuna quattro ruote di scorrimento a doppio bordinio, avente traslazione a mezzo argano elettrico.

Il carrello è costituito da telaio in profilati e lamiere montate su quattro ruote scorrevoli su guide poste sulle travi principali e portanti n°1 polipo elettroidraulico per il sollevamento dei carichi, questo ultimo equipaggiato con bozzello con gancio.

Il piano di scorrimento è costituito da rotaie in travi di ferro.

Per le altre caratteristiche si veda il libretto a corredo della macchina.

Lo stato generale di conservazione e manutenzione degli elementi è soddisfacente.

- Non sono in atto fenomeni ossidativi rilevanti.
- Non sono stati rilevati visivamente

elementi con deformazioni anomale o sezioni nelle quali siano in atto altre tipologie di cedimento visibili. L'esame delle saldature non ha evidenziato, nelle parti accessibili, la presenza di cricche.

PROVE DI CARICO E STABILITA'

Le prove statiche sono effettuate allo scopo di dimostrare l'idoneità strutturale dell'apparecchio di sollevamento e dei suoi componenti.

Le prove sono ritenute soddisfacenti se nessuna lesione, deformazione permanente, sfaldamento di vernice o danno che influisca sul funzionamento e la sicurezza dell'apparecchio di sollevamento sia visibile ad occhio nudo e se nessun collegamento si sia allentato o sia rimasto danneggiato.

Le prove di stabilità permettono di controllare la stabilità della struttura.

Il carico utilizzato durante le prove è stato di circa 5.000 Kg, mantenuto sospeso per un tempo pari a 15 minuti per tutta la durata della prova.

Al termine delle prove effettuate non vi sono state lesioni, deformazioni permanenti, sfaldamenti di vernice o danni, visibili ad occhio nudo, che influiscano sul funzionamento e la sicurezza dell'apparecchio di sollevamento.

Le prove dinamiche sono effettuate principalmente allo scopo di verificare il funzionamento dei meccanismi degli apparecchi di sollevamento.

La prova deve essere ritenuta soddisfacente se i componenti interessati risulteranno idonei a compiere le loro funzioni e se l'esame visivo, dopo la prova, non abbia evidenziato danno ai meccanismi strutturali e nessun collegamento si sia allentato o sia stato danneggiato.

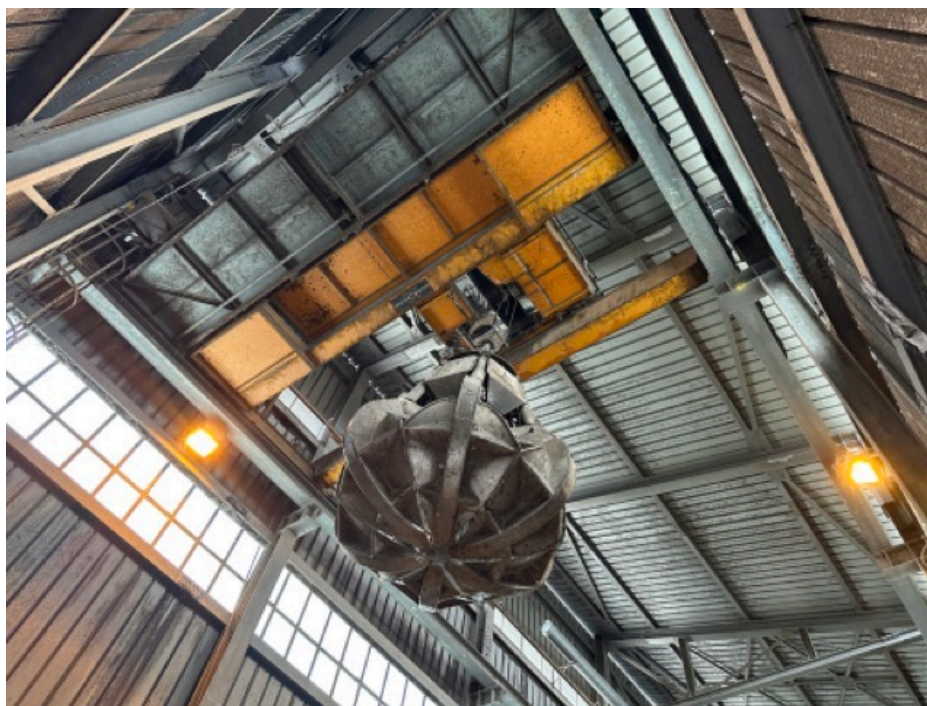
Durante le prove, come detto, si è provato, la salita e discesa a vuoto con il carico e non si sono verificate pericolose oscillazioni; si è verificata la traslazione del ponte e del carrello, infine si è verificato il funzionamento dei fine corsa e del freno elettromeccanico.

ISPEZIONE GENERALE DELLA GRU

Da un esame visivo e strumentale dei vari elementi costituenti le strutture portanti e da informazioni acquisite e dai dati forniti dal Cliente è emerso quanto segue:

1. Le sezioni più sollecitate della struttura non presentano riduzioni apprezzabili e le saldature non presentano difetti o alterazioni;
2. Non si notano particolari di carpenteria che evidenzino segni di cattiva manutenzione;
3. La fune di sollevamento, le giunzioni, e il gruppo di sollevamento sono stati ispezionati esternamente e sono stati valutati in buono stato e conformi alle norme di resistenza;
4. L'impianto elettrico a bordo macchina ha conservato caratteristiche di efficienza accettabili;
5. Le pulegge e il tamburo presentano usura nella norma e comunque tale da non compromettere il corretto avvolgimento delle funi;
6. Il gancio di sollevamento si presenta integro e privo di anomalie funzionali di movimento e con usura entro i limiti previsti dalla norma UNI 9473-1.

Si riporta in seguito documentazione fotografica di quanto eseguito.



Studio Tecnico di Ingegneria
Ing. Tripicchio Aldo Renzo



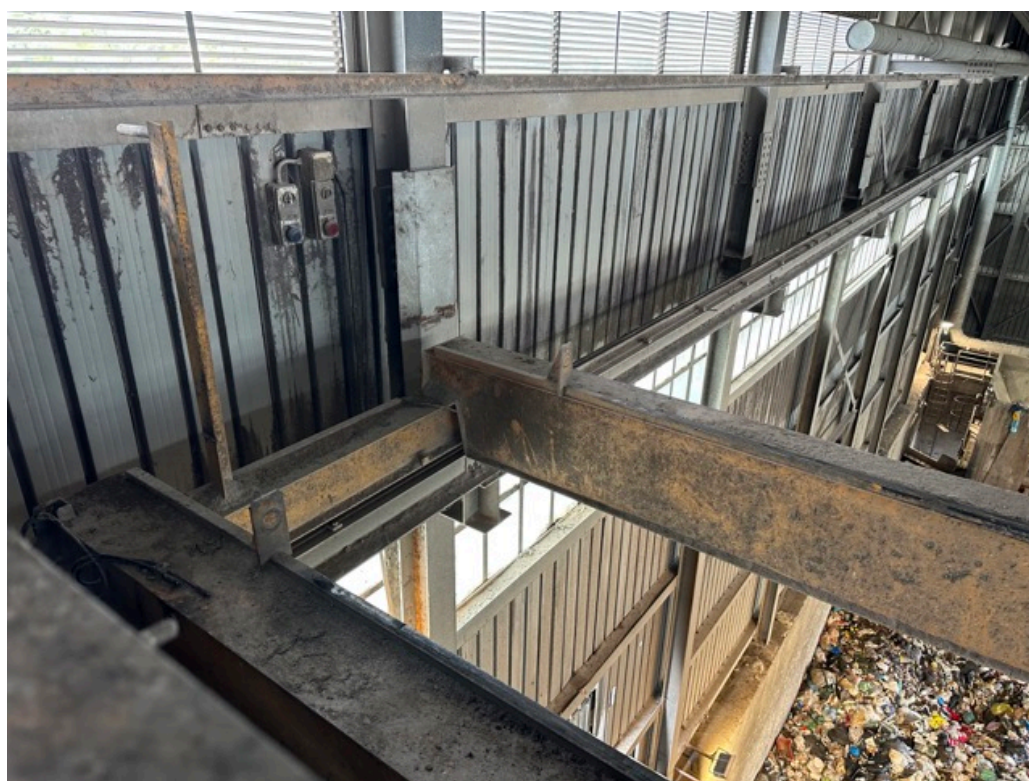
Studio Tecnico di Ingegneria
Ing. Tripicchio Aldo Renzo



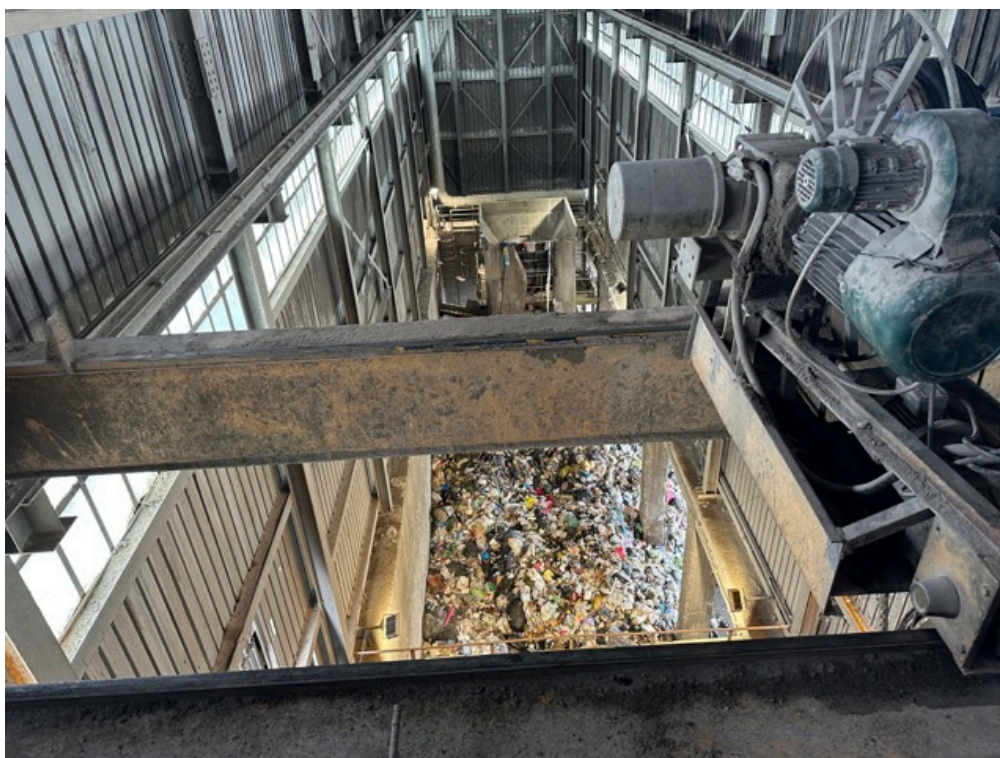
Studio Tecnico di Ingegneria
Ing. Tripicchio Aldo Renzo



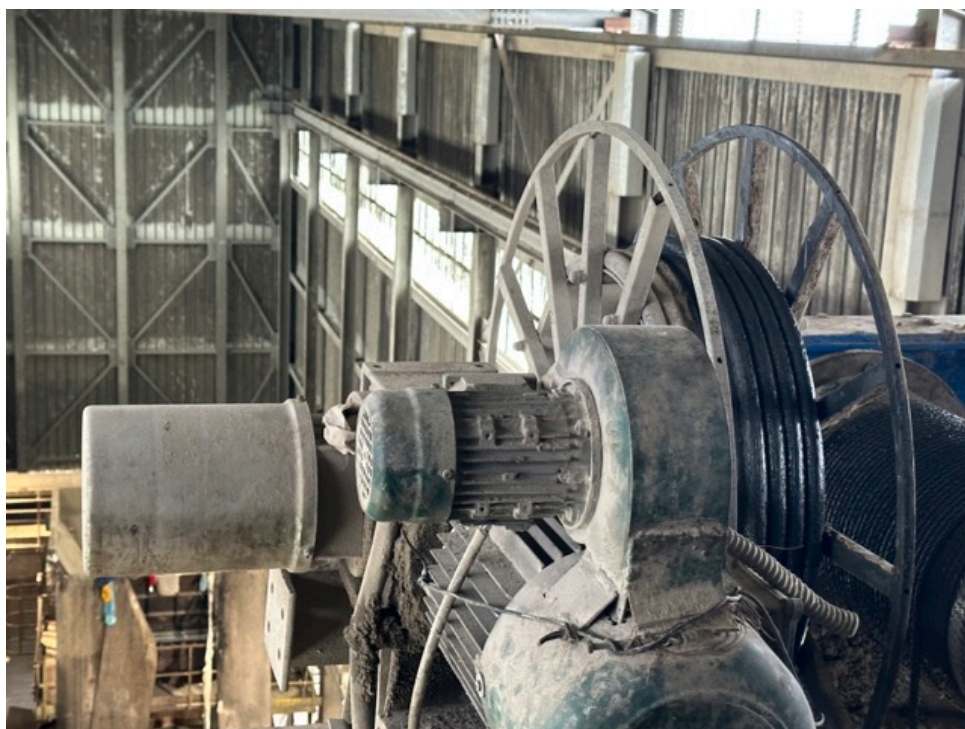
Studio Tecnico di Ingegneria
Ing. Tripicchio Aldo Renzo



Studio Tecnico di Ingegneria
Ing. Tripicchio Aldo Renzo



Studio Tecnico di Ingegneria
Ing. Tripicchio Aldo Renzo



DETERMINAZIONE DELLA VITA RESIDUA

In base ad una ricostruzione approssimata della vita della gru a ponte e in base ai periodi di lavoro e al carico di lavoro dichiarati dal Cliente, si procede alla valutazione della vita residua dell'apparecchio per determinare la sua idoneità ad essere mantenuto in esercizio con le necessarie garanzie di sicurezza ed affidabilità.

Il metodo di calcolo adottato per la valutazione della vita residua fa riferimento alle Norme **CNR 10021/85** (Strutture in Acciaio per apparecchi di sollevamento), **FEM 9.511** (Classificazione dei meccanismi degli apparecchi di sollevamento) e **FEM 9.755**, la quale definisce le misure per il raggiungimento dei periodi di funzionamento in piena sicurezza (S.W.P.).

Per il calcolo delle ore di funzionamento residue si prendono in esame solo i meccanismi di sollevamento (salita e discesa), perché rispetto alla traslazione del carrello e allo scorrimento del ponte, sono quelli maggiormente impegnati e direttamente correlati con potenziali eventi pericolosi ai fini della sicurezza.

Per la definizione della struttura si stabilisce la Classe dell'apparecchio in base alle norme citate; tale classe è quella a cui corrisponde uno spettro di carico ed una vita convenzionale compatibile con il tipo di apparecchio in esame. Oltre alla definizione della classe è necessario determinare i due parametri fondamentali che sono il Regime di Carico ed il Numero totale di cicli di lavoro.

Classe dell'apparecchio

Per la definizione delle classi di appartenenza della struttura, da un esame della documentazione della macchina ed in base a quanto dichiarato dal Cliente (vedi allegato), si considera la seguente Classe:

Classe Carpenteria	A2 – CNR 10021/85
Classe Meccanismi	1Am - FEM 9.511

Regime di carico

Il regime di carico è caratterizzato da uno spettro che mette in relazione i carichi che l'apparecchio è destinato a sollevare con il numero di volte che tale sollevamento si verifica. Tale regime di carico è individuato dal fattore di spettro K_p dell'apparecchio in oggetto che è così definito (punto 2.2 CNR 10021/85):

Studio Tecnico di Ingegneria
Ing. Tripicchio Aldo Renzo

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

La storia d'impiego della gru sulla base dei dati dichiarati dall'utilizzatore è riassunta nella tabella seguente:

Periodo	Cicli · ore · giorni · anni	Carico medio sollevato [Kg]
1989/2023 (34 anni)	2 · 4 · 150 · 34 = 40.800	5.000 Kg (30% Pmax)
Totale	40.800	

Sulla base di tali dati risulta che il fattore di spettro corrispondente alla storia complessiva della gru è il seguente:

$$K_p = \sum_i^n \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \cdot \left(\frac{P_i}{P_{\max}} \right)^3 \right] = 0,002$$

Per questo valore del fattore di spettro, dal prospetto 2-II delle citate norme, si ha un Regime di carico **Q1¹**.

Numero di cicli residui teorici

Per le strutture il numero teorico **comparato** di cicli di carico può essere calcolato in base alla seguente formula:

$$C = n \cdot K_p \cdot F$$

dove:

C = Cicli effettuati teorici;

K_p = Fattore di spettro del carico (**assunto in via cautelativa uguale a 0,125² anziché 0,002**);

n = Cicli di carico dichiarati.

F = 1,5³ (Fattore amplificativo dei cicli di carico)

$$C = 40.800 \cdot 0,125 \cdot 1,2 = 6.120 \text{ cicli}$$

Studio Tecnico di Ingegneria
Ing. Tripicchio Aldo Renzo

Il numero teorico di cicli di carico residui si ottiene dal confronto del totale teorico di cicli di carico effettuati con il valore di cicli di carico in relazione al Regime di Carico **Q2** ed alla Classe **A2**, cioè al valore **63.000**, come si evince dalla seguente tabella 1:

Numero massimo di cicli di carico, in relazione al gruppo di servizio ed al regime di carico										
Regime di carico			Gruppo di servizio secondo norma CNR 10021/85 (= ISO 4301-1 e FEM 1.001)							
Tipo	Carico	Carico %	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q1	Leggero	≅ 50 %	63.000	125.000	250.000	500.000	1.000.000	2.000.000	4.000.000	> 4.000.000
Q2	Medio	≅ 63 %	32.000	63.000	125.000	250.000	500.000	1.000.000	2.000.000	4.000.000
Q3	Pesante	≅ 80 %	16.000	32.000	63.000	125.000	250.000	500.000	1.000.000	2.000.000
Q4	Molto pesante	≅ 100 %	-	16.000	32.000	63.000	125.000	250.000	500.000	1.000.000

Tabella1

Si evince quindi che i **cicli di carico residui teorici** della macchina in oggetto sono:

$$63.000 - 40.800 = 22.200 \text{ cicli residui teorici}$$

Alle stesse condizioni di lavoro otteniamo:

$$22.200 / (4 \times 2 \times 150) = 18,5 \text{ anni}$$

Tale valore di **vita residua** è da considerarsi come puramente indicativo, in quanto altre ragioni, oltre l'affaticamento delle strutture, possono influenzare e di conseguenza accorciare la vita dell'apparecchio quali, ad esempio, manovre errate, manutenzioni non puntuali, avarie alle parti elettromeccaniche ed agli apparecchi di controllo, **variazione della frequenza di utilizzo e del regime di carico**, ecc.

Per questi motivi ***si consiglia una ulteriore verifica strutturale (con indagini non distruttive) dopo (4 anni) a partire dalla data della presente relazione***, per andare a rivalutare la vita residua teorica e capire se permangono le condizioni di sicurezza a livello strutturale.

¹ Per il fattore di spettro $K_p \leq 0,125$ si ha un Regime di Carico **Q1**

² L'assunzione cautelativa di $K_p = 0,125$ anziché 0,002 nasce dal fatto che la fatica strutturale non è l'unico elemento degradante delle strutture, intervengono infatti fattori legati all'usura, alla corrosione, ecc. che inevitabilmente comportano una deriva di cui si deve tenere conto.

³ L'adozione di un coefficiente amplificativo dei cicli di carico pari a $F=1,2$ deriva dall'incertezza nel risalire all'effettivo utilizzo della macchina nel suo passato (ISO12482-1).

CONCLUSIONI

Sulla base dell'esame visivo, delle prove funzionali e di funzionamento, dell'analisi della documentazione tecnica disponibile si conclude che:

STRUTTURE:

- Dall'analisi della vita residua le strutture hanno vita teorica residua. La vita teorica residua= calcolata delle strutture è pari a 22.200 cicli residui teorici ;
- Dai controlli non distruttivi, di seguito riportati, non si evidenziano problemi strutturali.

Dalle analisi effettuate **NON emergono criticità** che compromettono l'esercizio della macchina in condizioni di sicurezza.

NON sono stati condotti controlli non distruttivi e controlli che comportano lo smontaggio dei meccanismi.

Tuttavia in relazione ai risultati ottenuti, si ritiene che i valori di vita residua teorica calcolati siano da considerare come puramente indicativi, in quanto altre ragioni, oltre l'affaticamento delle strutture, possono influenzare e di conseguenza accorciare la vita dell'apparecchio quali, ad esempio, manovre errate, manutenzioni non puntuali, avarie alle parti elettromeccaniche ed agli apparecchi di controllo, variazione della frequenza di utilizzo e del regime di carico, fattori legati all'usura e alla corrosione ecc.

Studio Tecnico di Ingegneria
Ing. Tripicchio Aldo Renzo

Per questi motivi **si consiglia una ulteriore verifica strutturale (con indagini non distruttive) dopo 4 anni a partire dalla data della presente relazione**, per andare a rivalutare la vita residua teorica e capire se permangono le condizioni di sicurezza a livello strutturale e funzionale. Si conclude pertanto che la gru in oggetto non abbia raggiunto il limite ultimo di impiego e si ritiene che, continuando a utilizzare la macchina con la frequenza di utilizzo e il regime di carico dichiarati dal Cliente, possa essere mantenuta in esercizio in condizioni di sicurezza fino al

20 Marzo 2027

periodo trascorso il quale si consiglia un ulteriore esame della macchina.

Si prescrive, infine, che durante l'esercizio della gru venga effettuata da parte di tecnico specializzato un'idonea manutenzione con i controlli previsti dal Costruttore e dalle norme di buona tecnica, oltre ai controlli e alle verifiche di legge.

Corigliano-Rossano 20.03.2023


Ing. Aldo Renzo Tripicchio