

GuidoGroup

dal 1916... più di **cento anni** di storia per guardare al futuro

RIGENERAZIONE VITA TRAVI CAP GRANDI LUCI TRAMITE PRECOMPRESSIONE AGGIUNTIVA

Progettazione esecutiva e realizzazione di un sistema di precompressione esterna applicato alle travi trasversali in c.a.p. di un fabbricato Leonardo Global Solutions



No.Do. e Servizi
Società di Ingegneria



www.nodosrl.com - www.guidogroup.com



Stabilimento Leonardo Aerostrutture Foggia

RIQUALIFICAZIONE STRUTTURALE FABBRICATO F2

La Società Leonardo Global Solution, in qualità di proprietaria dell'immobile in oggetto, ha incaricato la No.Do. e Servizi per elaborare una soluzione tecnica relativa all'utilizzo del carroponete nell'edificio F2 del sito di Foggia. **L'uso del carroponete era stato inibito a causa di fenomeni deformativi subiti dalle travi che reggono la copertura.** Le travi di luce 35 m, realizzate con sistema di precompressione a cavi post-tesi, hanno subito nel tempo abbassamenti considerevoli, dovuti alla perdita parziale della precompressione iniziale, tali da creare interferenze con il passaggio del carroponete

PROBLEMATICHE STRUTTURALI RISCONTRATE

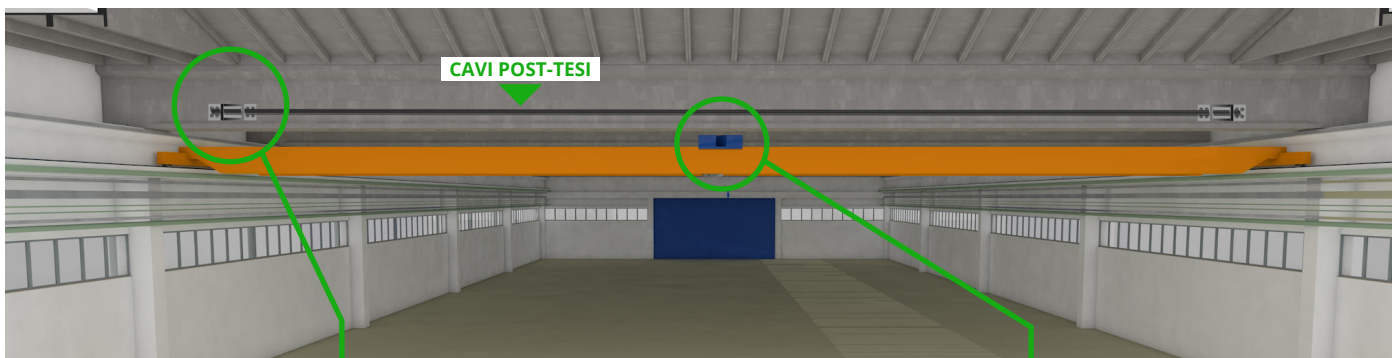
Le travi a sostegno della copertura, negli anni hanno subito fenomeni deformativi importanti, a seguito dei quali l'uso dei carroponeti, presenti nello stabile, veniva inibito. Tali fenomeni deformativi, avvenuti nel tempo, sono stati determinati, come mostrato dalle prove di detensionamento effettuate in sito, dalla **perdita di sforzo di precompressione nei cavi di acciaio armonico interni alle travi.** Per alcune travi si è trovata una perdita dello sforzo di precompressione consistente, che ha provocato degli abbassamenti tali da impedire il passaggio del carroponete.



A causa della deformazione delle travi, l'estradosso del carrello di sostegno dell'argano, che scorre lungo il carroponete, urtava alle travi impedendo il passaggio del carroponete stesso. Questa condizione comprometteva il normale utilizzo del carroponete causando, di conseguenza, importanti rallentamenti alla produttività del sito.

SOLUZIONE TECNICA REALIZZATA

Dopo un'accurata analisi delle condizioni strutturali ed operative dello stabilimento, si è individuata la **soluzione tecnica con il miglior rapporto costi/benefici per ripristinare l'uso del carroponete, quindi il pieno processo produttivo della committenza, e ristabilire la sicurezza strutturale del fabbricato.** La soluzione proposta intende ripristinare in parte lo sforzo di precompressione nelle travi, ottenendo il duplice effetto di aumentare il coefficiente di sicurezza e ridurre la deformazione elastica subita dalle stesse. Per raggiungere questo obiettivo è stato progettato un sistema aggiuntivo di precompressione a cavi post-tesi, applicato su entrambi i lati esterni delle travi deformate per mezzo di piastre, appositamente progettate, ancorate alle travi con tirafondi passanti, installati trasversalmente all'asse longitudinale della trave stessa. **Questa tecnica ha permesso la realizzazione dell'intervento in tempi estremamente brevi, evitando lo smontaggio della copertura e l'interruzione prolungata della produzione di stabilimento.**



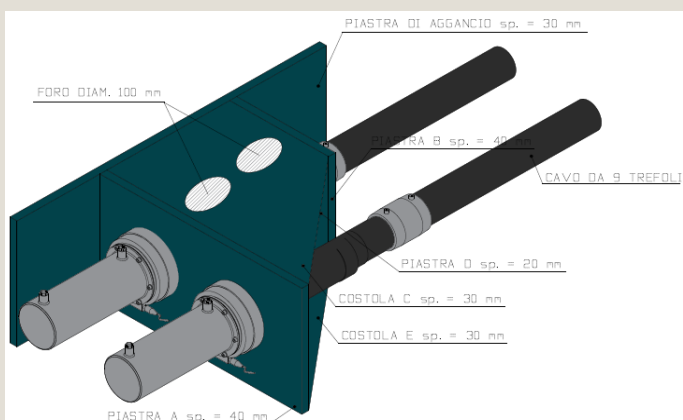
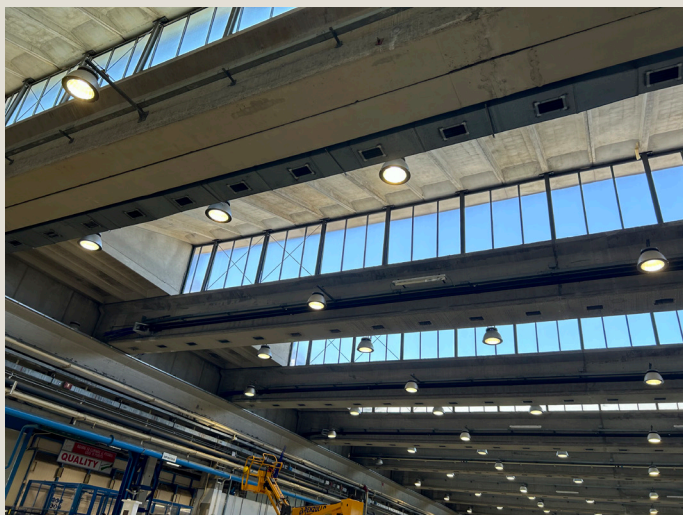
L'applicazione dello sforzo di tensione, trasmesso alle travi per mezzo dei cavi installati, ha consentito un recupero parziale della deformata. Nella nuova condizione la freccia al di sotto della trave è diminuita in media del 35%, questo ha consentito una luce variabile tra i 5 e i 7 cm tra l'intradosso della trave e la sommità del carrello. Pertanto, la funzionalità del carroponete è stata completamente ripristinata.



FOCUS TECNICO

La soluzione messa in pratica consiste in un sistema di precompressione esterno a cavi post tesi, applicato alle travi attraverso il sistema di ancoraggio così fatto:

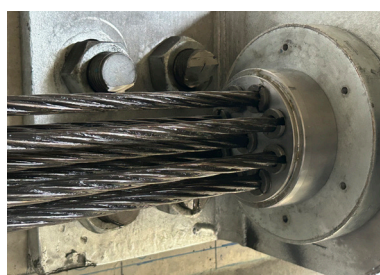
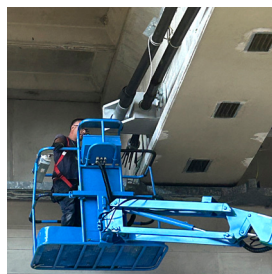
- Tirafondi di acciaio ad alta resistenza, applicati previa realizzazione di fori con carotiere sui setti verticali delle travi;
- Sistema di connessione dei cavi di precompressione alla trave, composto da un sistema di piastre saldate di acciaio ad alta resistenza. Le piastre hanno spessori considerevoli, vista l'entità degli sforzi che devono trasmettere. Per ogni trave sono necessari 4 punti di aggancio posti, a due a due, in prossimità delle estremità.
- Su ogni trave sono stati installati 4 cavi, due per lato, ognuno di essi composto da guaina protettiva e da 9 trefoli viplati.
- Su ogni cavo è stata installata una cella di carico per monitorare lo sforzo applicato attraverso un dispositivo digitale.



FASI REALIZZATIVE

Di seguito una sintetica descrizione delle fasi realizzative in ordine di successione cronologica e operativa:

- **Indagini pacometriche.** Sono state condotte allo scopo di determinare la posizione delle armature di acciaio dolce e i cavi interni di acciaio armonico, onde evitare interferenze con i tirafondi passanti.
- **Foratura delle travi.** Per creare l'alloggiamento dei tirafondi sono stati praticati dei fori passanti utilizzando un carotiere.
- **Installazione tirafondi.** Nei fori praticati sono stati inseriti i tirafondi di ancoraggio, la cavità in eccesso rispetto al diametro dei tirafondi, è stata riempita con resina epossidica.
- **Posa in opera del sistema di aggancio.** Le piastre metalliche per l'ancoraggio dei cavi sono state sollevate in quota e allineate nella posizione di progetto.
- **Serraggio dei bulloni dei tirafondi.** Per mezzo di chiave dinamometrica è stata applicato il grado di serraggio previsto.
- **Alloggiamento tubi forma.** Per lo scorrimento dei cavi nel sistema di aggancio si sono installati appositi alloggiamenti.
- **Installazione cella di carico.** Per la misurazione e il monitoraggio tramite palmare degli sforzi applicati per ogni cavo.
- **Posa in opera della guaina.** I cavi sono stati "formati" facendo scorrere i trefoli all'interno di una guaina che li contiene e al contempo li protegge.
- **Tesatura dei trefoli con martinetto.** Tale operazione è stata effettuata per step successivi, ovvero su ogni trave i quattro cavi sono stati tesati seguendo un programma ciclico che prevedeva il raggiungimento di una aliquota dello sforzo di progetto, fino al raggiungimento dello sforzo previsto. La procedura descritta ha permesso di ridurre al minimo la generazione di momenti flettenti eccessivi intorno all'asse verticale della trave.



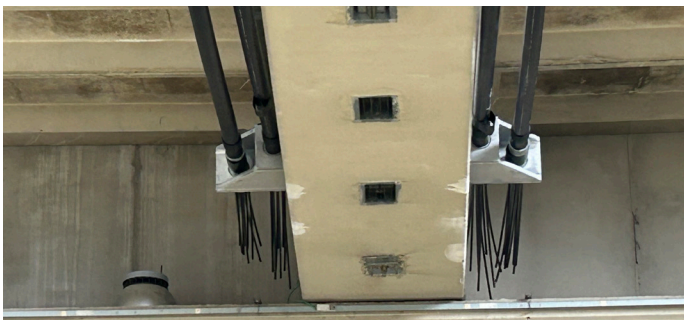
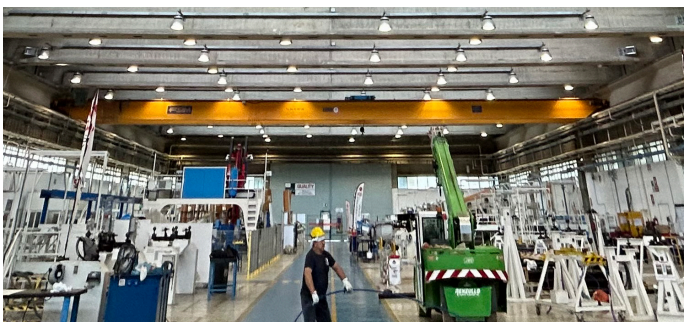
CRITICITÀ ESECUTIVE

PROGRAMMA DI TESATURA

La messa in tensione dei cavi per la compressione delle travi è stata una fase molto delicata. Per evitare danni alla copertura a shed, che è appoggiata direttamente sulle travi, si è reso necessario un **programma di tesatura per step, che permettesse di sollevare rigidamente la copertura** evitando sforzi torsionali e concentrazione di tensioni localizzate. Per ottenere questa condizione la tensione è stata applicata ai cavi per aliquote cicliche.

COMPLESSITÀ LOGISTICA

Per le operazioni di posa in opera delle guaine e dei trefoli dei cavi di precompressione sulle singole travi è stato necessario utilizzare contemporaneamente più mezzi con piattaforma elevatrice. Di conseguenza, la gestione degli ingombri per scongiurare impatti accidentali, reciproci e nei confronti delle macchine delle linee di produzione, è stata notevolmente complessa e ha richiesto un'apianificazione attenta e dettagliata.



VANTAGGI OTTENUTI

TEMPI DI REALIZZAZIONE

L'intervento eseguito nelle modalità descritte si è svolto in **tempi estremamente brevi**, appena due settimane di cantiere, soprattutto se paragonato al tempo che sarebbe stato necessario per la sostituzione delle travi. Infatti quest'ultimo tipo di soluzione avrebbe implicato: il disassemblaggio e lo spostamento di gran parte delle macchine di produzione; lo smontaggio completo della copertura shed; la rimozione delle travi; il trasporto, sollevamento e posa in opera delle nuove travi; il rimontaggio della copertura e infine il riassetto delle macchine di produzione. Questo processo avrebbe bloccato completamente la produzione per un tempo decisamente più lungo.

RISPARMIO ECONOMICO

Così come descritto per i tempi, anche da un punto di vista economico si è ottenuto un notevole vantaggio. Infatti, è stato stimato un **risparmio superiore all'80%**, sia in termini di costi per la realizzazione delle nuove strutture sia in termini logistici e di perdita di produzione.

CONCLUSIONI

Il sistema proposto ha consentito il **recupero del fabbricato in tempi brevi, evitando la sospensione prolungata delle attività produttive** della committenza. La soluzione attuata ha permesso il **ripristino dello spazio utile per il passaggio del carroponte** oltre che ripristinare in parte le perdite di precompressione subite negli anni dalle travi. L'aumento dello sforzo di precompressione ha reso possibile il **miglioramento del comportamento statico delle travi e il conseguente incremento del fattore di sicurezza**.

Il sistema installato è dotato di celle di carico per ogni cavo, che consentono la lettura e il **monitoraggio degli sforzi agenti in tempo reale attraverso dispositivo digitale**. Pertanto, in caso di perdite di precompressione dovute all'effetto di rilassamento nel tempo, è possibile effettuare operazioni di tesatura successive, per ripristinare gli sforzi applicati, qualora si rendessero necessarie. I risultati ottenuti confermano la bontà della scelta progettuale effettuata.



No.Do. e Servizi
Società di Ingegneria

Sede legale:

Via Genova 8 - 87036 RENDE (CS)
tel: 0984-466654
fax: 0984-847827

partita IVA: 02569980788
REA: CS-174071

Sedi operative:

Via Rossini 45 - 87036 RENDE (CS) - tel: 0984 466654
Via Sante Bargellini 4 - 00157 ROMA - tel: 06 89572880
Viale Sondrio, 7 - 20124 MILANO - tel: 02 39289261
Via L.Ariosto 3 - 87100 COSENZA - tel: 0984 32050
Via Filippo Paruta, 10/F - 90131 PALERMO - tel: 091 6683601
Via Camillo Rosalba, 8/H - 70124 BARI - tel: 080 5041024
Via Sicilia, 4 - 10135 TORINO
P.zza Europa, 4 - 31057 SILEA (TV)
Via C.A. Dalla Chiesa, 2 - 63066 GROTTAMMARE (AP)
Calle de Alfonso XII, 46 - 28014 - MADRID (ES)