

# BOLTED

MAGAZINE SULLE TECNOLOGIE DI SERRAGGIO

NUMERO 1 - 2021



PROGETTARE PER  
**UN MONDO PIÙ SICURO**

## 04 PONTE DI GENOVA

Le rondelle Nord-Lock assicurano i collegamenti critici del nuovo Ponte di Genova.



## 18 SICUREZZA OTTENUTA

Il sistema Expander aiuta un'azienda a conduzione familiare a prolungare la vita dell'escavatore.

## 08 APPROFONDIMENTI DI SETTORE

Come l'ingegneria può rendere le infrastrutture più resistenti in tutto il mondo.



## 20 GLI ESPERTI

Cosa influisce sull'usura del perno?

## 11 SUPERBOLT HYFIT

Approfondimenti sulla progettazione di un bullone di accoppiamento di nuova generazione.

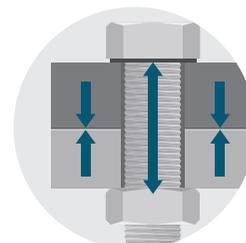


## 22 SICUREZZA DEL PARCO DIVERTIMENTI

Garantire che nulla sia lasciato al caso.

## 14 UN MONDO PIÙ SICURO

Come l'affidabilità aiuta gli ingegneri a rispondere ai requisiti più impegnativi



## 26 GLI ESPERTI

Cosa succede al precarico e alla forza di serraggio quando vengono applicati carichi esterni?

### MANAGING EDITOR

Alexander Wennberg  
alexander.wennberg@nord-lock.com

### ASSISTANT EDITOR

Ariane Osman  
Jörgen Lindström

### ART DIRECTION & DESIGN

Gabriel Jacobi

### CONTENT PRODUCTION

Nord-Lock Group  
Spoon Agency

### TRADUZIONE

LanguageWire

### IMMAGINE DI COPERTINA

Layer 1

### STAMPA

Exakta

La rivista Bolted viene pubblicata dal Gruppo Nord-Lock con l'obiettivo di aumentare la conoscenza del serraggio sicuro e delle soluzioni ingegnerizzate. Bolted viene pubblicata due volte all'anno in dieci lingue, compreso cinese, inglese, finlandese, francese, tedesco, italiano, giapponese, coreano, spagnolo e svedese.

Si prega di notare che i manoscritti non richiesti non verranno accettati. La riproduzione del materiale contenuto in questa pubblicazione è soggetta a nostra autorizzazione. Le richieste di autorizzazione devono essere sottoposte al Direttore Editoriale. Il materiale editoriale e le opinioni espresse su Bolted non riflettono necessariamente le opinioni del Gruppo Nord-Lock, né dell'editore. La rivista Bolted viene pubblicata a fini informativi. Le informazioni fornite sono di carattere generico e non devono essere considerate suggerimenti, né costituire una base per prendere decisioni, tanto meno utilizzate per un argomento specifico. Eventuali utilizzi delle informazioni fornite sono ad esclusivo

rischio dell'utente; il Gruppo Nord-Lock non si assume alcuna responsabilità per danni diretti, indiretti, incidentali o consequenziali che possano derivare dall'utilizzo delle informazioni rese disponibili in Bolted.

Avete ricevuto la rivista Bolted poiché siete un nostro cliente, partner o distributore e ci avete fornito il vostro indirizzo durante l'ordine per un nostro prodotto o a una fiera commerciale, oppure abbonandovi alla rivista stessa.

Se non da voi, abbiamo ottenuto le vostre informazioni di contatto da terzi. I vostri dettagli di contatto vengono da noi elaborati per potervi fornire la rivista Bolted sulle basi legali del nostro legittimo interesse a fornirvi informazioni aggiornate sui nostri prodotti e servizi. Se desiderate annullare l'abbonamento e non ricevere copie in futuro, scrivetecei a [unsubscribe@nord-lock.com](mailto:unsubscribe@nord-lock.com)

Non esitate a contattarci per eventuali commenti: [info@nord-lock.com](mailto:info@nord-lock.com)



Fredrik Mueller  
CEO Gruppo Nord-Lock

## *Investire in infrastrutture sicure significa investire nel futuro.*

Il COVID-19 ci ha messo tutti alla prova, sia come individui che come imprese e società. Sì, abbiamo affrontato tragedie e perdite – ma abbiamo anche dimostrato ancora una volta che noi, come esseri umani, possiamo andare avanti e ottenere grandi cose quando ci impegniamo e ce lo poniamo come obiettivo. Questa è una visione confortante per il futuro, perché ci aspettano numerose altre sfide.

In questo numero della rivista Bolted incontriamo esperti e parliamo di come un numero crescente di disastri, sia naturali che causati dall'uomo, stiano mettendo sempre più a dura prova le infrastrutture critiche. Ora più che mai, gli ingegneri strutturali e meccanici devono pianificare la gestione di eventi inaspettati.

La nostra missione nel Gruppo Nord-Lock è quella di salvaguardare le vite umane e gli investimenti dei clienti. Per molti anni, ci siamo impegnati a svolgere un ruolo essenziale nella creazione di un mondo più sicuro. Siamo quindi particolarmente orgogliosi di far parte di progetti ingegneristici impegnativi e critici come quello del nuovo ponte di Genova, in Italia.

Il famoso ponte Morandi della città è crollato improvvisamente durante un temporale nel 2018. Questa tragedia è l'ennesimo ricordo di questi tempi difficili, ma anche un grande esempio di ciò che possiamo realizzare collaborando insieme. Infatti, il nuovo ponte è stato progettato e costruito in tempi record ed è assicurato dalle rondelle Nord-Lock.

La sicurezza riguarda anche le cose divertenti della vita. Pertanto, abbiamo visitato il parco divertimenti Gröna Lund a Stoccolma, in Svezia, per parlare di emozioni e sicurezza – allacciate le cinture e godetevi il viaggio!

Potete anche leggere l'affascinante storia su come è stata sviluppata una nuova generazione di bulloni di accoppiamento – progettati per evitare ogni rischio di incidenti catastrofici -, ricevere informazioni dagli esperti e molto altro ancora.

Vi auguro una buona lettura – siate prudenti e restate in contatto!

# LA RICOSTRUZIONE DEL PONTE DI GENOVA

*La costruzione di un nuovo ponte in tempi record per sostituire quello crollato a Genova nel 2018 è stato un progetto di alto profilo. Tutte le aziende e i fornitori sono stati sottoposti a rigorosi controlli, poiché l'errore non era contemplato.*

Testo Claudia Flisi Foto Luca Rei/Shutterstock e Nicolò Campo/Getty Images

---

## GENOA SAINT GEORGE BRIDGE (VIADOTTO GENOVA-SAN GIORGIO)

INAUGURATO IL  
3 AGOSTO 2020

ARCHITETTO  
RENZO PIANO

LUNGHEZZA TOTALE  
1,067 METRI

LARGHEZZA  
30,80 METRI

NUMERO DI CORSIE  
4 (PIÙ DUE CORSIE DI EMERGENZA)

## FINCANTIERI INFRASTRUCTURE

### L'AZIENDA

FINCANTIERI INFRASTRUCTURE È UNA SOCIETÀ CONTROLLATA DA FINCANTIERI S.P.A., QUARTA SOCIETÀ CANTIERISTICA AL MONDO PER DIMENSIONI.

SEDE OPERATIVA  
VERONA, ITALY

### LINEE DI PRODOTTI

PONTI SOSPESI, VIADOTTI, PONTI AD ARCO, PONTI A FUNE, PONTI FERROVIARI, TORRI, STRUTTURE EDILIZIE, AEROPORTI, OPERE MARITTIME, SISTEMI MODULARI GALLEGGIANTI.



Lorenzo Sartori

RESPONSABILE DELL'UFFICIO TECNICO  
FINCANTIERI INFRASTRUCTURE

La tragedia ha colpito Genova, nell'Italia nord-occidentale, la mattina del 14 agosto 2018. Durante un temporale torrenziale, il Ponte Morandi della città crollò così improvvisamente che alcuni pensarono che fosse stato colpito da un fulmine. Il disastro uccise 43 persone, distrusse case e attività commerciali ed evidenziò problemi infrastrutturali che esistevano da decenni.

I filmati ripresi al momento del crollo rivelano una flessione della piattaforma del ponte seguita dal distacco dei cavi, la rottura di una traversa, travi attorcigliate, torri in caduta e infine, l'incartamento della sezione centrale del ponte di 210 metri. Il tutto punteggiato dalle urla degli spettatori, mentre gli occupanti di oltre 30 auto e tre camion precipitavano per 45 metri verso la morte.

### **I segnali di avvertimento erano stati ignorati**

Tecnicamente, il Ponte Morandi era un viadotto, non un ponte – una struttura strallata di 1.182 metri di lunghezza, che attraversa la Valle Polcevera di Genova. Collegava due aree della città e faceva parte della rete stradale che collegava l'Italia alla Francia. Quando fu completato nel 1967, l'innovativo progetto dell'ingegnere Riccardo Morandi – che utilizzava per i cavi d'acciaio un rivestimento in cemento armato precompresso – fu motivo di orgoglio nazionale.

Ma il traffico nel 1967 era di circa sei milioni di transiti all'anno. All'inizio degli anni 2000, questa cifra era quadruplicata, e il ponte iniziò a mostrare i segni dello sforzo. I Segnali di allarme non furono ascoltati a causa dell'ignoranza tecnica e dell'incuria politica.

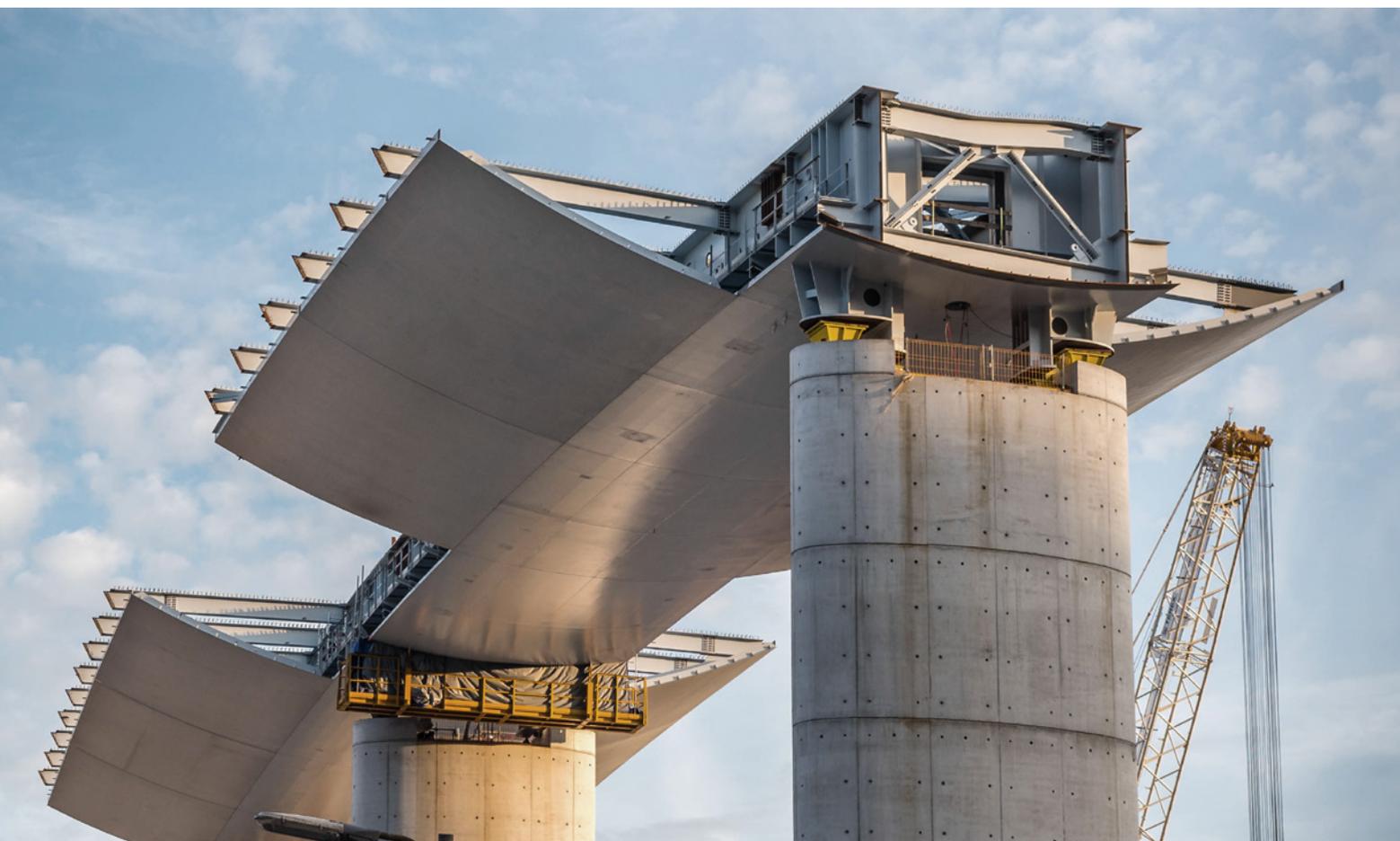
All'indomani del disastro, il governo promise di smantellare ciò che rimaneva di Ponte Morandi e di sostituirlo con un nuovo viadotto sicuro e affidabile. Il famoso architetto genovese Renzo Piano ha offerto i propri servizi a titolo gratuito e l'appalto per la costruzione di quello che sarebbe diventato il Viadotto Genova-San Giorgio (il Ponte San Giorgio di Genova) è stato assegnato a PERGENOVA, un consorzio creato ad hoc per il progetto.

### **La costruzione ha affrontato numerose sfide**

Per risparmiare tempo si è evitato di indire un bando, ma le credenziali di PERGENOVA erano impeccabili. I tre partecipanti sono stati Fincantieri Infrastrutture, una sussidiaria di Fincantieri SpA, la più grande società cantieristica italiana, WeBuild SpA, il più grande gruppo italiano di ingegneria e general contractor (allora chiamato Salini Impregilo), e Italferr, una società statale di ingegneria che si occupa di infrastrutture per i trasporti.

Fincantieri Infrastrutture è specializzata in progetti complessi di ingegneria, appalti e costruzioni in acciaio, come ponti, impianti portuali o stadi. Le sue competenze attingono all'antica tradizione cantieristica della casa madre.

La sicurezza rappresenta sempre il fattore centrale nella costruzione di ponti, ma le circostanze del progetto di Genova ne hanno sottolineato l'assoluta priorità per PERGENOVA. I fornitori e i subappaltatori sono stati scelti sulla base di credenziali stellari, oltre che di costi competitivi e velocità di realizzazione. [➤](#)



Hanno affrontato sfide sia previste che inaspettate. Le prime comprendevano i tempi stretti e un cantiere angusto. La demolizione dei resti del vecchio ponte è proseguita fino alla fine di giugno 2019, dovendo tener conto dei residenti che vivevano nelle vicinanze. Le complicazioni impreviste comprendevano oltre 100 giorni di pioggia – il massimo registrato in un secolo – a partire dalla fine del 2019. Poi, all'inizio del 2020, è arrivato il COVID-19.

### Numerose soluzioni innovative

Lorenzo Sartori, responsabile dell'ufficio tecnico Fincantieri Infrastrutture, osserva:

*“Il ponte è stato progettato per essere concettualmente semplice e sicuro, veloce e facile da realizzare e montare.”*

È lungo 1.067 metri ed è costituito da 19 campate in acciaio-calcestruzzo sostenute da 18 pilastri in cemento armato. Il design suggerisce volutamente lo scafo di una nave, un cenno al ruolo di Genova come città portuale e all'importanza simbolica di questo progetto. Sartori aggiunge che la collaborazione della sua azienda con Renzo Piano ha rappresentato “l'occasione di una vita per lavorare con un genio dell'architettura”.

Tra le innovazioni di questo progetto:

- l'eliminazione di molti ostacoli burocratici, accelerandone così il completamento,
- pannelli fotovoltaici per produrre l'energia utilizzata da illuminazione, sensori e altri sistemi giorno e notte, riducendo l'impatto ambientale,
- uno speciale sistema di deumidificazione per evitare la formazione di condensa salina che potrebbe indebolire la struttura nel tempo,
- quattro robot che si spostano continuamente lungo entrambi i lati della superficie inferiore del ponte. Ispezionano, identificano e segnalano eventuali anomalie a un centro di controllo operativo 24 ore su 24.

### La collaborazione è la chiave del successo

Il ponte San Giorgio è stato inaugurato il 3 agosto 2020, appena 15 mesi dopo l'inizio dei lavori. È troppo presto per giudicare le prestazioni della struttura nel tempo, ma la sua bellezza, la sua funzionalità e la sua importanza simbolica sono inattaccabili. Sartori osserva che il progetto è stato “un'esperienza personale e professionale per un gruppo molto numeroso di persone provenienti da diversi background che hanno dato il massimo e hanno mostrato cosa si può fare quando tutti lavorano insieme verso un obiettivo comune”.



Per la costruzione del nuovo ponte è stato necessario demolire i resti del vecchio ponte

# APPROFONDIMENTI TECNICI UN CUNEO VINCENTE PER UN PONTE SIMBOLICO



**Luca Gheddo**  
GENERAL MANAGER  
NORD-LOCK GROUP ITALY



**Frank Götz**  
INDUSTRY MANAGER  
NORD-LOCK GROUP

La sfida è stata ardua per Luca Gheddo, direttore generale di Nord-Lock S.r.l., e Lorenzo Sartori, responsabile dell'ufficio tecnico di Fincantieri Infrastructure, quando si sono incontrati nell'agosto 2019.

*Il nuovo ponte progettato per Genova aveva bisogno di bulloni che non si allentassero sotto sforzo, compresi i carichi dinamici e le vibrazioni generati dal traffico.*

Inoltre, questi bulloni, una volta installati, non potevano essere ispezionati – e tanto meno serrati – su base continua. Quindi, le rondelle dovevano essere affidabili in un ambiente sopraelevato e di difficile accesso, in ambiente salino. Hanno individuato la soluzione nelle rondelle di bloccaggio a cunei di Nord-Lock, che utilizzano la tensione invece dell'attrito per fissare ogni giunto bullonato.

Queste rondelle forniscono un'elevata resistenza alla corrosione, confermando la loro durata nelle ostiche condizioni ambientali di Genova, il porto più trafficato d'Italia. Questi risultati sono dimostrati da oltre 1.000 ore di test in nebbia salina ISO 9227.

Secondo Frank Götz, responsabile dell'industria EMEA per l'edilizia e le costruzioni in acciaio del gruppo Nord-Lock, alcuni ingegneri esitano ad utilizzarle per timore che non soddisfino i rigorosi standard della normativa europea sulle costruzioni (EN 1090-2).

In realtà, le rondelle Nord-Lock soddisfano questi standard, aumentando al contempo la sicurezza e diminuendo il costo del ciclo di vita.

Sartori ne è convinto e le rondelle Nord-Lock sono state scelte in base a funzionalità specifiche. Una serie aiuta a fissare i telai dei bordi del ponte e la rampa del ponte, con un design a cuneo che assicura che i bulloni che essi rinforzano non possano allentarsi da soli, nonostante l'esposizione alle forti vibrazioni e ai carichi dinamici caratteristici del ponte e della rampa.

Separatamente, viene realizzata specificamente una serie di rondelle per costruzioni in acciaio per l'uso su strutture in acciaio e set HV/HR (gruppi di bullonatura strutturale ad alta resistenza per il precarico). Si trovano sulle piattaforme del ponte dove i robot VDC (controllo dinamico dei veicoli) pattugliano la superficie inferiore del ponte per individuare e segnalare le anomalie.

Fincantieri Infrastructure è stata soddisfatta non solo dalle specifiche tecniche delle rondelle, ma anche della velocità di Nord-Lock nel fornire le necessarie certificazioni, l'assistenza tecnica e la consegna dei prodotti in modo tempestivo. I primi ordini sono stati consegnati nel gennaio 2020, ricorda Gheddo, e il Gruppo Nord-Lock è felice di aver svolto un ruolo cruciale in questo importante e impegnativo progetto.



# UN'INFRASTRUTTURA RESISTENTE PUÒ SALVARCI DA UN DISASTRO?

Testo Ulf Wiman Foto TerenceLeezy/Getty Images

L'International Disaster Database (EM-DAT) non è adatto a persone facilmente impressionabili. È una litania infinita di sofferenze umane, catastrofi ecologiche e dissesti economici. Il database elenca e descrive il verificarsi e gli effetti di oltre 22.000 catastrofi di massa a livello globale, a partire dal 1900 e oltre. Ci sono catastrofi naturali, tra cui inondazioni, tifoni, frane, siccità, terremoti, ondate di calore e incendi.

Esso comprende anche i disastri "causati dall'uomo", come i naufragi, gli incidenti aerei, gli incendi e le esplosioni, così come i crolli di miniere e gli incidenti ferroviari. Troverete anche

eventi come gli incidenti provocati dalle fughe da discoteche.

## Il numero dei disastri è in aumento

Non sorprende che, data l'abbondanza di disastri, sia stata indetta una Giornata internazionale per la riduzione del rischio di catastrofi. Organizzata dalle Nazioni Unite per "promuovere la consapevolezza del rischio e la riduzione dei disastri", dal 1989 viene celebrata ogni anno il 13 ottobre.

In relazione a questo evento del 2020, l'Ufficio delle Nazioni Unite per la riduzione del rischio di catastrofi (UNDRR) ha pubblicato il rapporto Human cost

*Un numero crescente di disastri, sia naturali che causati dall'uomo, stanno mettendo sempre più a dura prova le infrastrutture critiche. L'ingegneria può svolgere un ruolo essenziale nel renderle più resistenti, a beneficio delle società di tutto il mondo.*

of disasters: Una panoramica degli ultimi 20 anni, 2000-2019. Nella prefazione, Mami Mizutori, Rappresentante speciale del Segretario generale per la riduzione del rischio di catastrofi e Capo dell'Ufficio delle Nazioni Unite per la riduzione del rischio di catastrofi, insieme a Debarati Guha-Sapir, Professore, Centro di ricerca sull'epidemiologia delle catastrofi, Istituto di salute e società, UCLouvain, Belgio, scrive:

"Siamo a vent'anni di distanza da questo nuovo secolo e il rischio di catastrofi assume nuove forme e dimensioni ogni anno che passa. I disastri non hanno mai aspettato il loro turno, e il rischio



è sempre più interconnesso. I fattori di rischio e le conseguenze si moltiplicano e aumentano a cascata, scontrandosi in modi imprevedibili”.

Mizutori e Guha-Sapir proseguono: “Questo rapporto si concentra principalmente sullo sconcertante aumento dei disastri legati al clima negli ultimi vent’anni, ma è anche un commento sulla necessità di rafforzare la governance del rischio di disastro per l’intera gamma dei pericoli naturali e dei pericoli causati dall’uomo, compresi i pericoli e i rischi ambientali, tecnologici e biologici correlati”.

### **Provvedimenti fondamentali per rafforzare la resilienza alle catastrofi**

I disastri legati al clima includono disastri meteorologici, climatologici o idrologici. Durante i primi due decenni del XXI secolo, essi sono quasi raddoppiati. La maggior parte dei 7.348 eventi catastrofici segnalati sono state inondazioni, seguite da tempeste. Si calcola che i disastri abbiano provocato 1,23 milioni di morti e colpito circa 4,03 milioni di persone. Le

perdite economiche globali stimate sono state di 2,97 trilioni di dollari.

Insieme all’UNDRR, molte iniziative e organizzazioni in tutto il mondo si stanno impegnando per invertire la tendenza. Un esempio è il Quadro di riferimento di Sendai per la riduzione del rischio di disastri (2015-2030) delle Nazioni Unite.

Esso ha l’obiettivo di “Prevenire nuovi rischi di disastri e ridurre quelli esistenti tramite l’implementazione di misure integrate e inclusive, di tipo economico, strutturale, giuridico, sociale, sanitario, culturale, educativo, ambientale, tecnologico, politico e istituzionale, che prevengano e riducano l’esposizione al pericolo e la vulnerabilità alle catastrofi, aumentino la preparazione alla risposta e alla fase di recupero e, quindi, rafforzino la resilienza.”

Le quattro priorità operative stabilite sono:

1. Comprensione del rischio di catastrofi,

2. Rafforzare la governance del rischio di catastrofi per gestire il rischio,
3. Investire nella riduzione dei disastri per potenziare la resilienza,
4. Migliorare la preparazione ai disastri per una risposta efficace e per “ricostruire meglio” nel recupero, nella ripristino e nella ricostruzione.

*La salvaguardia delle vite umane, dei mezzi di sussistenza e della salute rappresenta la priorità assoluta, ma è estremamente importante anche la riduzione dei danni alle infrastrutture e ai servizi critici.*

### **Le infrastrutture critiche: lo scheletro della società**

Le infrastrutture critiche sono il collante della società moderna, ne consentono i collegamenti e il funzionamento. È facile immaginare il caos totale in cui ci verremmo a trovare se non avessimo strade, ferrovie, ponti, tunnel, gallerie, gestione delle acque e delle acque reflue o reti elettriche funzionanti. E immaginate un mondo 

# 4.1

Si stima un rendimento quadruplo per ogni dollaro USA investito nell'adattamento delle infrastrutture.

# 470 milioni

Il numero di persone in 45 città che si prevede affronterà uno stress idrico estremamente elevato entro il 2030, rispetto agli attuali 255 milioni.



# \$94 trilioni

Il divario infrastrutturale globale comporta la necessità di garantire un'infrastruttura globale stimata in 94 trilioni di dollari entro il 2040.



# \$650 miliardi

Negli ultimi tre anni, i disastri legati al clima sono costati al mondo oltre 650 miliardi di dollari.

## Resilienza

La capacità di un sistema, di una comunità o di una società esposta ai pericoli di resistere, assorbire, accogliere, adattarsi, adattarsi, trasformarsi e riprendersi dagli effetti di un pericolo in modo tempestivo ed efficiente, anche attraverso la conservazione e il ripristino delle sue strutture e funzioni essenziali di base attraverso la gestione del rischio.

## La resilienza delle infrastrutture

La capacità di resistere, di adattarsi a condizioni mutevoli ed il positivo ripristino da urti e sollecitazioni.

Fonte: [resilienceshift.org](https://resilienceshift.org) and [undrr.org](https://undrr.org)

senza accesso a Internet o alle telecomunicazioni. E che dire del potenziale dirompente?

Il Resilience Shift – un'iniziativa creata dalla Lloyd's Register Foundation e dalla società di servizi professionali Arup – afferma che "A seguito della crescita della popolazione mondiale e del suo passaggio dalle aree rurali a quelle urbane, più persone che mai dipendono dai servizi critici forniti dai sistemi infrastrutturali. Se uno di questi sistemi fallisce, le conseguenze possono essere catastrofiche per la sicurezza e il benessere pubblico, l'ambiente e l'economia".

*Si stima che entro il 2050 quasi il 70% della popolazione mondiale vivrà in città. Quindi, si tratta di una sfida sempre più impegnativa.*

Il Resilience Shift sottolinea che anche i cambiamenti climatici e gli attacchi informatici rappresentano delle vere e proprie minacce, rendendo difficile prevedere o evitare gli shock e le sollecitazioni sulle infrastrutture critiche. "È essenziale che le infrastrutture siano preparate alle minacce che possiamo prevedere e siano in grado di rispondere all'imprevisto in modo da continuare a fornire i servizi essenziali da cui dipende la società".

## L'ingegneria svolge un ruolo cruciale

La creazione di infrastrutture resilienti è un ambito variegato, che comprende la pianificazione, il finanziamento, la progettazione, il funzionamento e la manutenzione.

Diverse sottodiscipline dell'ingegneria – come l'ingegneria strutturale e meccanica – possono giocare un ruolo vitale sia nella creazione che nel retrofitting di soluzioni sicure, sostenibili e resilienti.

Quando si pianifica e si progetta un'infrastruttura critica, l'ingegneria deve tenere conto di una prospettiva più ampia, dal potenziale pericolo alla risposta e all'adattamento quando il disastro si produce, fino al ripercuotersi nelle sue conseguenze.

Il Resilience Shift sostiene un passaggio "dal pensare alle infrastrutture in termini di ciò che sono, a ciò che fanno". Di conseguenza, "Anziché creare sistemi a prova di guasto a specifiche soglie di progettazione, dobbiamo sviluppare e far funzionare i sistemi, in modo che si guastino in modo sicuro con conseguenze limitate e un veloce ripristino".

## Una base per le generazioni future

Man mano che progrediremo, gli ingegneri svolgeranno un ruolo sempre più importante nella progettazione, produzione e manutenzione di infrastrutture critiche sostenibili, sicure e resilienti. Così facendo, essi contribuiranno a creare e salvaguardare le fondamenta di una società ben funzionante per le generazioni future. Essi contribuiranno anche allo sviluppo sostenibile in tutto il mondo.

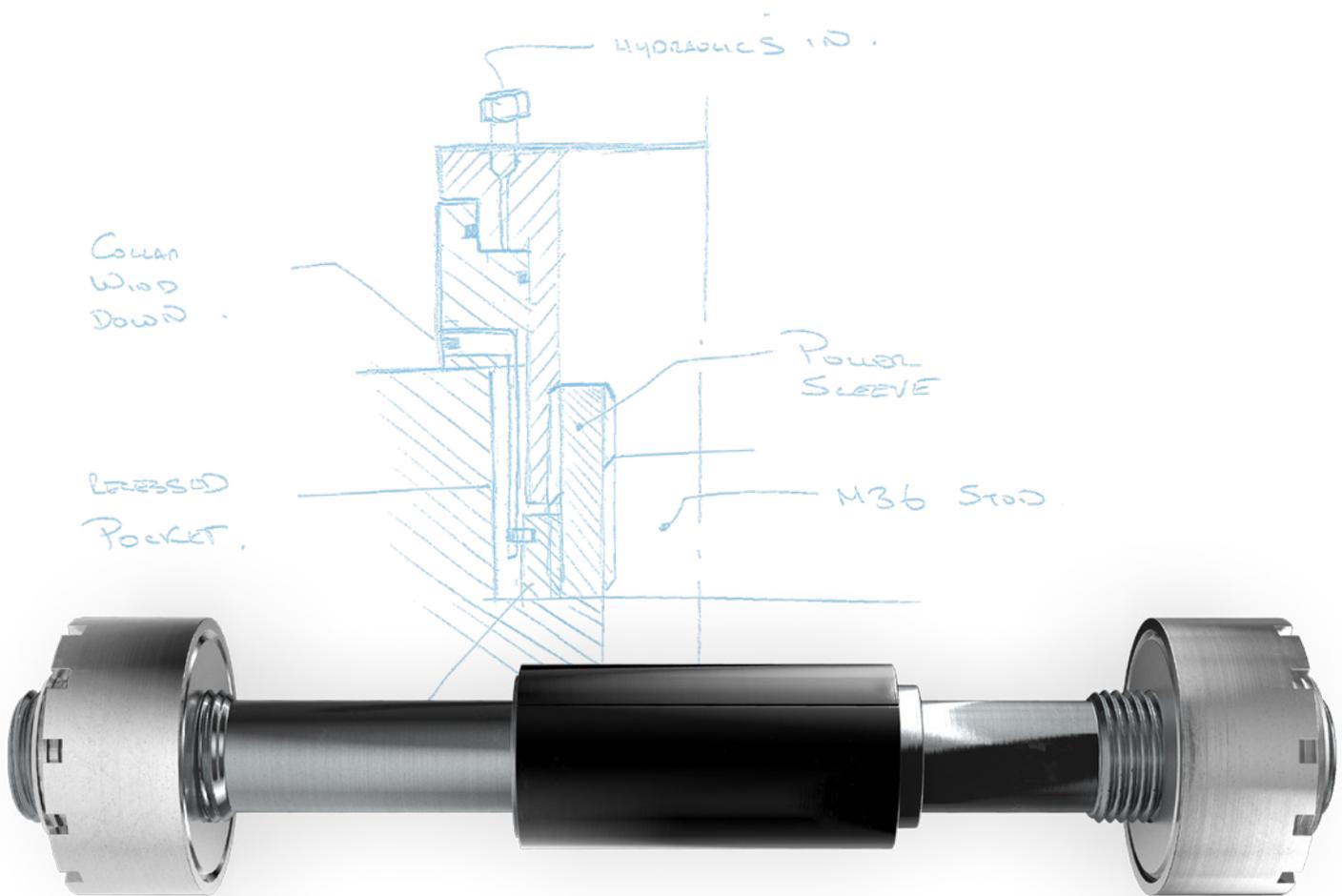
*Per scoprire di più sull'Ingegneria dell'Affidabilità e sulla resilienza, potete leggere l'articolo tematico a pagina 14.*



# DA UN FOGLIO BIANCO A UN GIUNTO BULLONATO DI NUOVA GENERAZIONE

*Steve Brown ha iniziato la sua carriera lavorando con i giunti bullonati per un'azienda nella sua città natale fuori Manchester nel Regno Unito.*

*30 anni dopo ha chiuso il cerchio con la progettazione di un giunto bullonato di nuova generazione che risolve diversi problemi di sicurezza. >*



*“Come lo fabbricheresti se ora non sapessi come è fatto?”*

*Questa era la mentalità del team di ingegneri esperti che ha iniziato a progettare una nuova generazione di giunti bullonati ad azionamento idraulico.*

***Qual è stato il risultato? Superbolt HyFit.***

**Testo e foto** Jörgen Lindström

“Avevamo molte idee fin dall’inizio, ma poi abbiamo detto: No, non faremo così. È già stato fatto in precedenza. Iniziamo qualcosa di completamente nuovo”, dice Steve Brown, Global Product Manager, Expansion Bolts, Nord-Lock Group.

L’obiettivo primario fin dall’inizio è stato quello di progettare un giunto bullonato ad azionamento idraulico che rendesse la procedura non solo più semplice ma anche molto più sicura per l’utente.

“Quando si vede un giunto bullonato bloccato e ciò che è necessario per la sua rimozione, ci si rende conto dei disagi e dello stress che ciò provoca alle persone coinvolte. Volevamo davvero trovare una soluzione per alleviare questa situazione”, dice Steve Brown.

Lui e i suoi colleghi ingegneri erano pienamente consapevoli delle grandi sfide per i giunti bullonati ad azionamento idraulico in generale. Una di queste è l’impossibilità di estendere la lunghezza della filettatura che sporge dal dado nelle applicazioni ad alta velocità.

“Una turbina a vapore o a gas ruota a 3.000 o 3.600 giri/min, quindi se qualcosa sporgesse dal giunto quando la macchina è in funzione, le conseguenze potrebbero essere gravi”, dice Steve Brown.

I metodi tradizionali utilizzano un estrattore, un bullone supplementare che viene temporaneamente avvitato sul bullone principale stesso, per risolvere il problema di non avere filettature per innestare il tensionatore idraulico. Naturalmente, questo componente avvitato è di diametro inferiore rispetto al bullone principale e richiede dunque un carico elevato per le sue dimensioni.

***“Volevamo evitare il tradizionale estrattore con filettatura interna a causa del rischio che si strappasse dal bullone, causando incidenti catastrofici.”***

La soluzione è stata progettare un dado con filettatura esterna, consentendo il fissaggio del tensionatore idraulico all'esterno e non all'interno del dado.



“Poiché il Superbolt HyFit ha un diametro maggiore, possiamo ridurre la lunghezza dell’innesto della filettatura, poiché abbiamo ancora la stessa sezione trasversale di contatto. L’innesto della filettatura è superiore al necessario, quindi possiamo tranquillamente applicare il pieno carico sul dado sapendo che non ci saranno problemi di sicurezza”, spiega Steve Brown.

Sebbene fosse soddisfatto di questa soluzione, ha ritenuto che la procedura potesse essere ancora più sicura. I metodi tradizionali utilizzano due diverse pressioni di esercizio – una pressione per l’espansione del manicotto e un’altra per il tensionamento assiale. La stessa testa del tensionatore viene utilizzata per entrambe le procedure.

“Volevamo trovare un modo per evitare che qualcuno usasse la pressione sbagliata al momento sbagliato. Poi, ebbi un’illuminazione: Se abbiamo due teste di tensionamento separate e di dimensioni diverse, sarà possibile utilizzare una sola pressione di esercizio”.

La chiave era di usare un dado idraulico Boltight per espandere il manicotto nel foro e un tensionatore idraulico Boltight per caricare assialmente il bullone.

Poiché il tensionatore presenta un’area di pressione idraulica più ampia rispetto al dado idraulico, la stessa pressione può essere utilizzata per entrambe le operazioni.

*In altre parole, una sola pressione di esercizio e due teste diversamente progettate affinché sia chiaro cosa va dove.*

“Sembra così semplice ora, ma immagino che nessuno ci abbia pensato prima. Sono contento che l’idea sia venuta in mente a noi, perché fornisce un’assoluta sicurezza nella procedura. Non c’è alcun rischio che qualcuno faccia confusione”, afferma Steve Brown.

Infatti, per rimuovere il giunto di accoppiamento, non c’è bisogno di un estrattore interno e nemmeno di un’iniezione d’olio. Rispetto ai metodi tradizionali, questo è un ulteriore significativo miglioramento dal punto di vista della sicurezza. Nel progetto sono stati coinvolti gli ingegneri delle sedi Nord-Lock di St. Gallenkappel, Svizzera, Walsall, Regno Unito, e Pittsburgh, USA.

“Si sono svolti molti incontri in Svizzera e nel Regno Unito, e numerose iterazioni del progetto Superbolt HyFit. Naturalmente, COVID-19 ha messo fine a tutto questo. Quindi, per arrivare a questa fase finale della progettazione del prodotto, abbiamo trascorso molte ore a discutere, calcolare e analizzare attraverso meeting online”, dice Steve Brown.

Steve Brown è un inglese residente in Australia, che recentemente ha festeggiato il suo 31° anno nel settore del serraggio. Ha iniziato



la sua carriera lavorando con i giunti bullonati per un’azienda nella sua città natale fuori Manchester, nel Regno Unito.

“Ora mi sento come se avessi chiuso il cerchio. Ho iniziato con un giunto di accoppiamento idraulico e ora ho avuto l’onore di essere coinvolto nella progettazione di una generazione completamente nuova di giunti di accoppiamento. È una grande soddisfazione.”



PROGETTARE PER  
**UN MONDO  
PIÙ SICURO**

## Come l'affidabilità aiuta gli ingegneri a rispondere ai requisiti più impegnativi

I disastri naturali saranno probabilmente visti come gli elementi peculiari del 21° secolo. Dalle ondate di calore in Australia agli incendi negli Stati Uniti occidentali, dagli uragani nei Caraibi alle inondazioni nel Sud-Est asiatico, l'impatto sull'umanità è terribile. E può essere potenzialmente peggiorato da edifici, impianti e infrastrutture inaffidabili.

Gli ingegneri strutturali e meccanici devono pianificare questo tipo di eventi inaspettati ma, allo stesso tempo, devono affrontare la richiesta di prodotti più economici, più leggeri e più silenziosi. Possiamo realisticamente aspettarci che gli ingegneri trovino spazio per l'affidabilità in mezzo a tutti questi requisiti?

È essenziale fare un passo indietro e capire che per gli ingegneri affrontare esigenze contrastanti non è certo una novità. I requisiti imposti possono sembrare più grandi che mai, ma ciò non rappresenta necessariamente un grande cambiamento.

### **Migliori, più veloci e più economiche**

Fred Schenkelberg è un ingegnere e consulente in materia di affidabilità, che ha lavorato e insegnato per oltre 20 anni in questo settore. Come spiega, questa situazione non è una partenza così radicale. La richiesta di soluzioni migliori, più veloci e più economiche è sempre stata una costante. Si potrebbe semmai affermare che ha accelerato”.

*“Ma questa è l'arte dell'ingegneria: fare dei compromessi e soddisfare i requisiti competitivi.”*

“Un team di progettazione avrà probabilmente un obiettivo di costo, una data in cui vorrà lanciare il prodotto e degli obiettivi di funzionalità. Durante la fase di progettazione, a questi aspetti vengono riservate numerose misurazioni e priorità. In qualità di professionista dell'affidabilità, voglio essere certo che la rilevanza delle prestazioni di affidabilità sia visibile anche in tutte le fasi della progettazione”.

Uno dei modi in cui questa visibilità è stata incoraggiata è attraverso la Progettazione per l'Affidabilità, che riunisce molti degli strumenti e delle metodologie sviluppate nell'ingegneria dell'affidabilità.

### **Affidabilità durante l'intero ciclo di vita**

L'Ingegneria dell'Affidabilità (DfR) è un processo graduale per supportare l'affidabilità durante l'intero ciclo di vita di un prodotto, dal suo concepimento fino all'obsolescenza. Ciò significa che il DfR non è di competenza esclusiva dei professionisti dell'affidabilità. Ideata e applicata a livello organizzativo, essa guida la progettazione, la produzione e la manutenzione di un prodotto, in modo da poter potenzialmente coinvolgere ogni figura aziendale.

Il principio fondamentale alla base del DfR è che spesso all'affidabilità si pone mente al momento della decisione. Sulla base di questo principio, l'affidabilità deve essere presa in considerazione molto prima che la produzione fisica abbia luogo. ➤

# Attività chiave dell'Ingegneria dell'Affidabilità



A tal fine è necessario avere una buona comprensione di cosa sia l'affidabilità. Nell'ingegneria meccanica, l'affidabilità è la probabilità che un oggetto svolga la funzione prevista per un periodo specifico in condizioni specifiche.

Disponendo di questa comprensione generale dell'affidabilità, è quindi possibile identificare e definire i requisiti di affidabilità del proprio prodotto, i quali sono probabilmente simili o identici alle aspettative dei propri clienti. Solo quando questi requisiti sono chiari si dovrebbe iniziare a progettare un prodotto in grado di soddisfarli.

## Non esiste uno schema unico che vada bene per tutto

Non esiste un modello universale di Ingegneria dell'Affidabilità, ma è probabile che qualsiasi schema comporti i seguenti passaggi fondamentali illustrati nel grafico accanto.

Tuttavia, non si tratta di un processo a senso unico. Le fasi di progettazione, analisi e verifica devono essere ripetutamente rivisitate prima che il prodotto risulti idoneo all'introduzione sul mercato. All'interno di queste fasi, può esservi un numero qualsiasi di strumenti, test e processi che scoprono le vulnerabilità, le tolleranze e la robustezza del prodotto. Schenkelberg fornisce un breve riassunto del DfR:

*“È un insieme di regole, linee guida e attività che consentono alle persone che prendono le decisioni – i tecnici, gli ingegneri, i manager – di comprendere appieno le ramificazioni dell'affidabilità”*

“Ma non è un insieme fisso di strumenti o attività. Ogni situazione, prodotto e applicazione è diversa”.

## Fare un passo indietro per aggiungere valore

Queste differenze sono cruciali perché trattare il DfR come l'adempimento di una lista di controllo può provocare dei problemi.

“Una delle trappole è affermare: 'Il nostro ultimo prodotto ha funzionato ottimamente'. Ha soddisfatto le nostre aspettative di affidabilità e quelle dei nostri clienti, quindi facciamo tutto quello che abbiamo fatto la volta scorsa”. Questo approccio è pericoloso perché il prodotto successivo potrebbe avere applicazioni diverse, un obiettivo diverso e potrebbe essere destinato ad un cliente diverso”, spiega Schenkelberg.

“Si rischia ad approdare ad una mentalità da lista di controllo: “Faremo questi due test, lo faremo vibrare per 2 ore e poi



Fred Schenkelberg  
RELIABILITY ENGINEER  
AND CONSULTANT

abbiamo finito”. Ciò rappresenta effettivamente un valore aggiunto? È necessario fare un passo indietro e individuare dei test che scoprano i problemi che potrebbero verificarsi in futuro”. E per scoprire problemi futuri, potresti dover fare qualcosa che i progettisti spesso evitano: abbracciare il fallimento.

### I vantaggi offerti dal fallimento

Testare un prodotto fino al punto di rottura può essere uno strumento utile per esplorarne l'affidabilità. Tuttavia, si tratta di un approccio che può risultare in contrasto con i tipici principi di progettazione.

“I progettisti e gli ingegneri di solito progettano col principio di evitare ogni genere di problema: generalmente è su questo obiettivo che si incentra il processo di creazione di un oggetto”, dice Schenkelberg, e aggiunge:

*“Il potere dell'ingegneria dell'affidabilità è evidenziare i punti deboli.”*

“È importante avere la capacità di imparare dai guasti. Troppe persone vogliono fare un test per dimostrare che un prodotto funziona. Eseguono i test in condizioni in cui è prevedibile che il prodotto risulti idoneo, ma se si sta cercando di scoprire qualcosa che non si sa già, allora è davvero necessario eseguire i test fino a far emergere gli aspetti deficitari”.

“In questo modo, si scopre la loro natura, il modo in cui si manifestano e la combinazione di sollecitazioni alla loro origine. Vi sono diversi modi, ma è necessario essere disposti a cercare i difetti”.

Un metodo per scovare potenziali deficit è la prova di vita accelerata (HALT). Si può adottare come parte della fase di verifica e convalida del DfR.

### Comprendere la vera affidabilità

“Mi piace pensare alla HALT come ad un processo di scoperta”, dice Schenkelberg. “Si utilizza una serie di solle-

citazioni diverse e significative per la propria applicazione e si aumentano le sollecitazioni fino a portare quest'ultima alla criticità. Si scopre se il prodotto sta cedendo al livello di sollecitazione previsto e ciò consente di prendere delle decisioni sui margini. Cosa altrettanto importante, si scopre anche la natura del guasto: in che modo si è prodotto”.

Gli accademici e i professionisti hanno stilato una lista delle potenziali sollecitazioni in cui edifici, impianti e infrastrutture possono incorrere a seguito del cambiamento climatico e di altri eventi catastrofici. Sebbene questi eventi comportino nuove esigenze per gli ingegneri, la cosa che cambia è l'entità e la combinazione delle sollecitazioni che dovranno affrontare.

Cercando i guasti, come suggerisce Schenkelberg, è possibile comprendere l'effettiva affidabilità e la robustezza del prodotto e avere una comprensione più completa della sua capacità di resistere agli eventi imprevisi.

Testo Brian Cloughley Foto NTaenk/Shutterstock

# PROGETTAZIONE DI GIUNZIONI BULLONATE AFFIDABILI CON IL GRUPPO NORD-LOCK

Scoprire le potenziali fonti di guasto è una delle numerose procedure di test adottate dal Gruppo Nord-Lock, spiega Cyril Cadoux, responsabile tecnico per l'Europa.

“Per una giunzione bullonata, raramente eseguiamo test fino al guasto, perché abbiamo le giuste conoscenze per risalire alla causa delle parti danneggiate. Il semplice fatto di monitorare le prime migliaia di cicli ci fornisce le giuste indicazioni sulle tendenze. Ci permette dunque di avere la necessaria conoscenza e fiducia nell'affidabilità dei nostri prodotti per offrire una garanzia a vita”, afferma.

*“Ma guardare i nostri prodotti in un contesto isolato e confermare che sono resistenti*



**Cyril Cadoux**  
TECHNICAL MANAGER  
NORD-LOCK GROUP EUROPE

*e affidabili non è sufficiente. Testiamo i nostri bulloni e le nostre rondelle negli ambienti in cui vengono utilizzati.”*

“Parliamo con i nostri clienti, scopriamo le applicazioni e sulla base di ciò eseguiamo un'analisi più approfondita. Ne ricaviamo il maggior numero di dati possibile e poi riproduciamo gli scenari. A volte non è possibile ottenere tutto da disegni o piani 3D, quindi, se necessario, visitiamo di persona i loro luoghi di applicazione”.

“Ciò significa che non stiamo solo testando i prodotti Nord-Lock, ma stiamo anche testando le relative giunzioni bullonate. Possiamo portare la nostra analisi e simulazione, i nostri strumenti interni, per consigliare adeguatamente i nostri clienti”, conclude Cadoux.

Desiderate saperne di più? Leggete il nostro libro bianco sui principi di progettazione delle giunzioni bullonate sicure, disponibile in inglese al link [www.nord-lock.com/safe-bolts](http://www.nord-lock.com/safe-bolts)

*Ci aspettiamo tutti che le nostre strade abbiano una superficie uniforme, che i nostri marciapiedi non presentino solchi, che le nostre case e i nostri uffici abbiano acqua corrente, elettricità, gas e telecomunicazioni, eppure molti di noi probabilmente prestano poca attenzione (tranne che per infastidirsi a causa del rumore!) agli escavatori che contribuiscono alla costruzione delle strade e delle vitali reti metropolitane.*

# IL SISTEMA EXPANDER ASSICURA UNA LUNGA DURATA DEGLI ESCAVATORI

Testo Christina Mackenzie Foto Thomas Desmerger

Montchanin, una città che si trova a circa due terzi della strada da Parigi a Ginevra nella regione francese della Borgogna, ospita una PMI di successo a conduzione familiare con 250 dipendenti: La Pascal Guinot TP (che sta per Travaux Publics o lavori pubblici). L'azienda, fondata nel 1993, non solo scava fossati, ma stende al loro interno reti a secco (elettricità, riscaldamento, telecomunicazioni) e reti a umido (acqua e fognature) per poi riempirle e riparare la strada. L'azienda effettua anche lavori di movimentazione terra, posa di strade e marciapiedi, costruisce parcheggi all'aperto ed esegue anche lavori per i singoli clienti che vogliono costruire un cortile, per esempio.

## Riparazioni costose e dispendiose in termini di tempo

“I nostri clienti sono comuni, PMI, gruppi industriali e, occasionalmente, clienti privati”, afferma Thomas Desmerger, responsabile dell'officina di manutenzione dell'azienda.

Pascal Guinot TP dispone di circa 800 macchine diverse che svolgono questo lavoro. Tra queste vi sono 70 escavatori e miniescavatori “che vengono utilizzati 45 settimane all'anno”, dice il signor Desmerger. “Siamo proprietari di circa la metà di questi escavatori di varie marche diverse come New Holland, Liebherr, Caterpillar, JCB e Mecalac”, spiega, “mentre gli altri sono a noleggio, con un contratto di manutenzione.

Quindi, nel momento in cui ne entriamo in possesso, questi veicoli sono circa a metà della loro vita media decennale e non sono più coperti dal contratto di manutenzione. A quel punto dobbiamo iniziare ad accollarcene la manutenzione. E poiché hanno già cinque anni operativi alle spalle, cominciano ad avere bisogno di grandi riparazioni”.

L'albero, il braccio e la benna sono le parti degli escavatori maggiormente esposte all'usura, ma il perno pivotante del braccio rappresenta il problema principale. “Quando il braccio diventa un po' traballante, l'operatore ha difficoltà a controllarlo e non può scavare con precisione”, spiega il signor Desmerger. L'oscillazione è dovuta al fatto che il perno del perno si è usurato e quindi non aderisce più alle alette del perno. “In passato avremmo dovuto smontare il pezzo, fare qualche saldatura, fare qualche alesaggio in linea e poi riassemble tutto... il che di solito comportava un fermo macchina di almeno un mese. E se una macchina è fuori uso non ci fa guadagnare nulla”, aggiunge. “La parte più costosa di questa operazione era la lavorazione, perché non potevamo effettuarla da soli e comportava costi elevati, a volte 2.000 euro per un solo perno”, osserva.

## Ridurre i tempi di inattività

Prima di entrare a far parte di Guinot TP, il signor Desmerger conosceva già il sistema Expander del gruppo Nord-Lock. “Lavoro in questo settore da più di 20 anni,

quindi conoscevo i prodotti Nord-Lock”, afferma sorridendo. Quindi ha suggerito che i perni pivot del sistema Expander System potevano essere una soluzione per ridurre i tempi di fermo di questi escavatori. “Ho contattato il gruppo Nord-Lock, ho discusso il nostro problema e ho trovato una soluzione.”

La sua officina esegue molta manutenzione predittiva, in modo che durante i due periodi principali in cui il lavoro è lento (gennaio e febbraio a causa delle condizioni atmosferiche e agosto quando molti sono in vacanza), gli escavatori possano essere riparati rapidamente. “Quindi, quando l'operatore inizia a sentire che il perno pivotante si sta allentando un po', allora prendiamo tutte le misure necessarie, le comunichiamo al gruppo Nord-Lock e ci forniscono la soluzione. Utilizziamo il sistema Expander da circa tre o quattro anni e riceviamo sempre una risposta e un follow-up dal Gruppo Nord-Lock. Sono molto professionali”, afferma.

*“Il nostro obiettivo era quello di prolungare la vita delle nostre macchine e di ridurre i loro costi”, dice.*

“Oggi, grazie al sistema Expander System, i tempi di fermo delle nostre macchine sono stati ridotti di quasi il 70%, fino a circa 10 giorni, quindi il denaro è stato speso molto bene”, sottolinea il signor Desmerger.

## APPROFONDIMENTI TECNICI

L'albero, il braccio, la benna e le interconnessioni del cilindro idraulico di un escavatore sono estremamente esposti all'usura delle staffe. I metodi di riparazione tradizionali sono costosi, richiedono tempo e devono essere ripetuti più volte nel corso della vita utile di una macchina. Il sistema Expander rappresenta la soluzione definitiva a questo problema.

Il sistema Expander consiste in un perno pivot conico ad entrambe le estremità, due boccole di espansione, due rondelle di tensionamento e due elementi di fissaggio. Quando si esegue il serraggio, la rondella preme la boccola di espansione scanalata fino alle estremità coniche del perno. Le boccole si espandono, si conformano alle staffe e bloccano il sistema in posizione. Una volta ripristinato il serraggio, il

sistema si blocca da entrambi i lati e aumenta notevolmente la stabilità. Rispetto ai tradizionali perni dritti, l'asse rastremato agevola la rimozione e la reinstallazione.

### Un'ampia gamma di prodotti per ogni macchina

Poiché la flotta di escavatori di Pascal Guinot TP è fornita da vari produttori, i perni non sono tutti uniformi. Quando un perno deve essere sostituito, il responsabile dell'officina non deve far altro che inserire i dati dimensionali del perno in un'apposita scheda online disponibile sul Webshop Expander. Un ingegnere del Gruppo Nord-Lock li contatta dunque con la soluzione suggerita. Nel 2019, Guinot ha effettuato otto ordini per oltre 30 perni e pezzi di ricambio.



**CLIENTE**  
PASCAL GUINOT TP

**SEDE**  
MONTCHANIN, FRANCE

**BUSINESS**  
OPERE PUBBLICHE E INGEGNERIA CIVILE

**APPLICAZIONE**  
BRACCI ESCAVATORE

**LA SOLUZIONE**  
IL SISTEMA  
EXPANDER DI  
NORD-LOCK

**I RISULTATI**  
PROLUNGARE LA VITA DELLE MACCHINE,  
LA RIDUZIONE DEI COSTI E LA NETTA  
RIDUZIONE DEI TEMPI DI FERMO MACCHINA



**Thomas Desmerger**  
WORKSHOP MANAGER  
PASCAL GUINOT TP

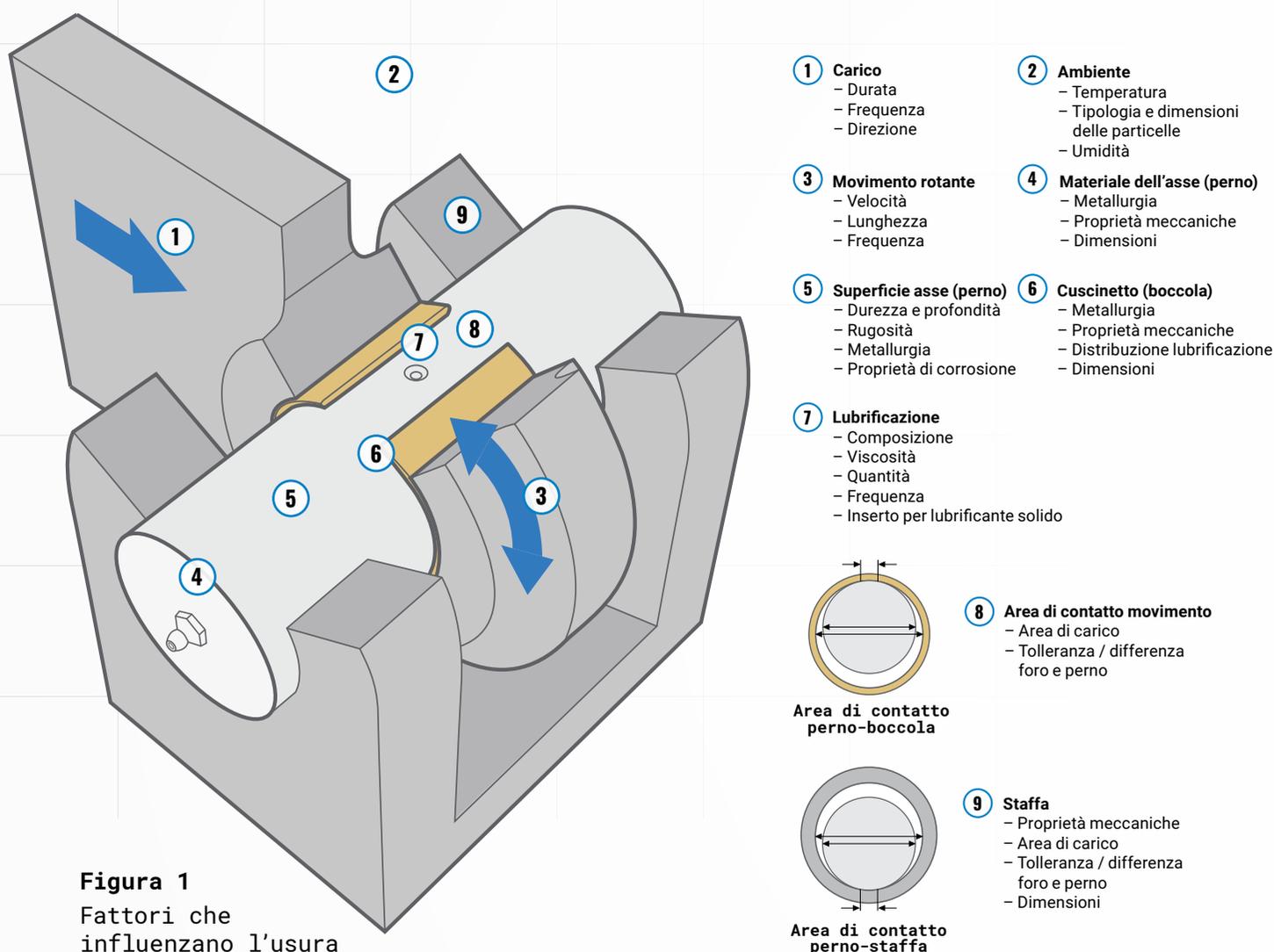
# Cosa influisce sull'usura del perno pivot?

Inviare le vostre domande sulle tecnologie di serraggio via e-mail a [experts@nord-lock.com](mailto:experts@nord-lock.com)



**Mathias Olofsson**

**PRODUCT MANAGER,  
EXPANDER DIVISION  
NORD-LOCK GROUP**

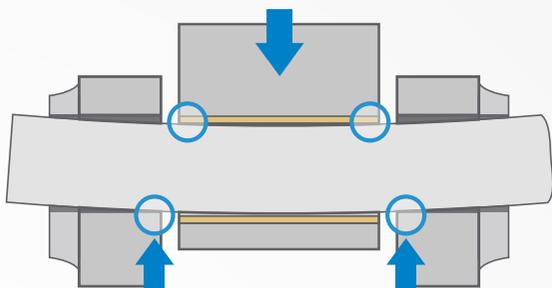


**Figura 1**  
Fattori che influenzano l'usura del perno pivot

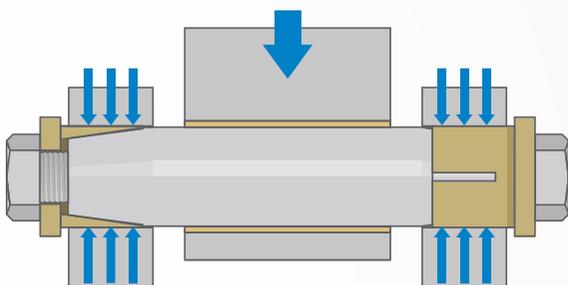
*Per un costruttore di macchine ci sono molti fattori da considerare per ridurre al minimo l'usura del perno nel tempo.*

L'usura del perno è la somma dell'usura della boccola, dell'asse e dell'aletta e viene influenzata da numerosi fattori. Mentre i costruttori di macchine hanno diverse opzioni di progettazione per ridurre al minimo questa usura, vi sono meno opzioni per l'utente finale, che vorrebbe ottimizzare i tempi di attività e i costi di assistenza in modo semplice ed economicamente vantaggioso. A questo punto, raramente si può fare qualcosa per quanto riguarda il carico, le dimensioni del perno, la velocità e la frequenza del movimento o l'ambiente in cui la macchina opera. Ciò che può essere cambiato, tuttavia, è:

- Se e come si usa la lubrificazione,
- Tipo di materiale, durezza e finitura superficiale utilizzati nell'asse e nella boccola,
- Fissaggio dell'asse nelle alette.



**Figura 2** Perno dritto tradizionale



**Figura 3** Sistema Expander

### Riduzione massima della flessione

Il fattore che influisce maggiormente sull'usura del perno è l'area di carico in relazione a carico/forza, alla pressione superficiale. Se la pressione è sufficientemente elevata, non esiste al mondo alcuna lubrificazione, materiale o durezza che possa prevenire danni permanenti alla boccia, all'asse (perno) o alla staffa. Se il carico rimane invariato, ma l'area su cui agisce è ridotta, la pressione aumenta. Quando si carica un perno pivotante, l'asse (perno) si piegherà sempre leggermente ma abbastanza da alterare l'area di contatto tra l'asse/cuscinetto e l'asse/staffa. Quando il carico sul perno è basso, il carico viene distribuito su tutta la lunghezza del cuscinetto e delle staffe. Quando l'asse si piega all'aumentare del carico, le aree cambiano e la pressione aumenta (Figura 2).

Quanto cambia la pressione dipende non solo dal carico, dalla lunghezza e dal diametro del perno, ma anche dalle proprietà meccaniche della boccia. Una boccia più elastica aiuterà a distribuire il carico fino ad un certo punto, dopo di che si avrà deformazione plastica (permanente) e/o redistribuzione della forza.

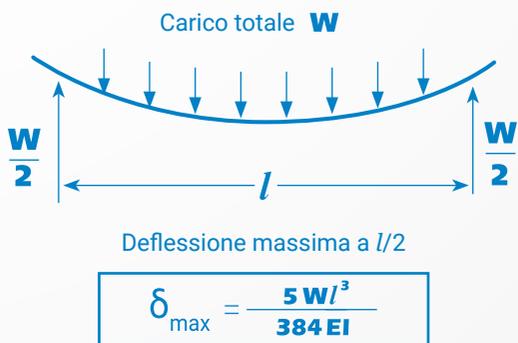
### Vantaggi del fissaggio dell'asse

Quanto l'asse (perno) si piega dipende anche dal fatto che sia fisso o lento alle estremità. Un tradizionale perno dritto, che è sostenuto solo dalla parte inferiore delle staffe, è lento e si piegherà come una trave con semplici supporti. Il sistema Expander (Figura 3) è fissato nelle staffe e si piegherà come una trave con supporti fissi.

A seconda del caso di carico, un asse fisso con supporti si piegherà fino a 5 volte meno di uno con supporti semplici a cui è applicato lo stesso carico (Figura 4).

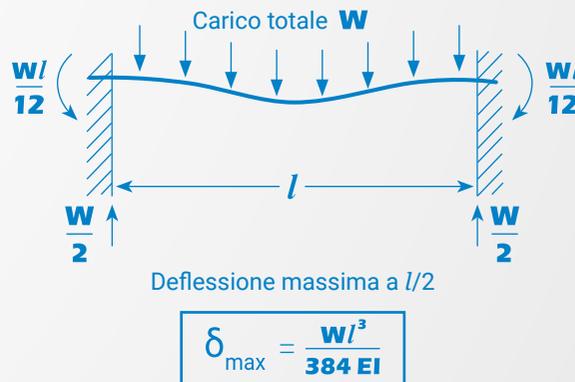
Rappr. **Perno dritto tradizionale**  
Carico applicato a:  
**Supporti semplici**

Le estremità degli assi sono supportate solo dal basso per via del gioco necessario durante l'installazione.



Rappr. **Sistema Expander**  
Carico applicato a:  
**Supporti fissi**

Le estremità dell'asse vengono fissate nelle staffe dalle bussole a espansione.



**Figura 4** Esempi di casi di carico

Il fissaggio delle estremità dell'asse limiterà anche il movimento radiale libero del perno, al solo gioco tra la boccia e l'asse. Questo aiuta a limitare l'accelerazione della massa e le elevate forze d'impatto sulla boccia e sul perno. Il sistema Expander elimina l'usura delle staffe e riduce l'usura della boccia e dell'asse.

# SICUREZZA PARCO DEI DIVERTIMENTI: NULLA È LASCIATO AL CASO

*Quando si tratta di attrazioni di parchi di divertimento, la sicurezza è assolutamente fondamentale. Tuttavia, la manutenzione può essere sia costosa che dispendiosa in termini di tempo. Ma esiste una soluzione per gli assi e i cuscinetti usurati che può risolvere il problema. Definitivamente.*

A qualcuno piacciono e non ne ha mai abbastanza. Ad altri piacciono meno. Quando si tratta di emozioni forti – o di pura e semplice paura – le attrazioni dei parchi di divertimento hanno parecchio da dire.

Sia che vogliate fare una caduta libera da 80 metri di altezza, andare ad alta velocità a testa in giù poi in una curva a tornante, o in generale esporvi a forze di gravità pazzesche, siete nel posto giusto. Ma parliamoci chiaro: sarebbe troppo se non si potesse contare sulla sicurezza.

La maggior parte delle attrazioni muove pesi elevati ad alta velocità, quindi sono in gioco delle forze di entità enorme. Ciò comporta l'applicazioni di carichi estremi sulle strutture in acciaio e sulle carrozze. La sicurezza e l'affidabilità sono fondamentali per evitare incidenti.

## **Requisiti rigorosi in tutti gli aspetti**

Anche se il numero di incidenti rimane relativamente basso in Europa, il Comitato Europeo di Standardizzazione, il CEN, a maggio 2019 ha introdotto una nuova norma europea, EN 13814 "Sicurezza delle giostre e dei dispositivi per divertimento". Essa copre tutto, dalla progettazione di un'attrazione al funzionamento e alla manutenzione, fino al monitoraggio e alle ispezioni.

La norma impone rigorosi requisiti ai produttori e alle aziende che gestiscono parchi di divertimento. Ecco il parere di Peter Andersson:

*“La sicurezza è una parte fondamentale della nostra attività e riguarda sia i visitatori che il nostro personale. Non scendiamo mai a compromessi su questo punto.”*



Peter è il responsabile della manutenzione del parco divertimenti Gröna Lund nel centro di Stoccolma e di Parks and Resorts Scandinavia, il gruppo che possiede e gestisce Gröna Lund e alcuni dei parchi tematici più popolari in Svezia.

I dipartimenti locali di manutenzione di Parks and Resorts eseguono meticolosi controlli quotidiani sia sulle rotaie che sulle carrozze, alla ricerca di eventuali danni o usura. Ogni anno le carrozze vengono smantellate e tutte le parti vengono sottoposte a raggi X. Secondo le regole dell'autorità concedente, ogni cinque anni vengono effettuati controlli approfonditi, nel corso dei quali le attrazioni vengono completamente smontate.

### Spesso è sufficiente cambiare rondelle

Come in tutta l'ingegneria, l'allentamento delle giunzioni bullonate rappresenta un pericolo per la sicurezza. Ad esempio, l'attrazione Gröna Lund Eclipse è realizzata con 910 tonnellate di acciaio e calcestruzzo e comprende 80.000 bulloni. Si tratta di molti potenziali problemi.

“Se rileviamo un allentamento dei bulloni, spesso eseguiamo un'analisi delle cause alla radice. In generale, è sufficiente passare alle rondelle Nord-Lock”, dice Andersson, che ha appreso per la prima volta delle rondelle di bloccaggio a cunei Nord-Lock nel 1998, quando sono state usate per fissare le rotaie su un'attrazione dopo un'ispezione visiva.

*“Quando ho visto l'esito di quella soluzione, non c'è stato modo di tornare indietro”, afferma.*

“Da allora, se troviamo dei bulloni allentati, ordiniamo immediatamente le rondelle Nord-Lock”. Molti produttori di attrazioni indicano le rondelle Nord-Lock già in fase di progettazione. Generalmente trovano impiego nei giunti bullonati di grandi dimensioni, in applicazioni come le rotaie e le strutture in acciaio, ma anche per le parti mobili dei freni dei vagoni.

### Una soluzione che fa risparmiare tempo e denaro

Oltre all'utilizzo delle rondelle Nord-Lock, anche Parks and Resorts non ha dubbi sul sistema Expander per contrastare l'usura delle staffe. Questo ha permesso di risparmiare molto denaro e di ridurre al minimo i tempi di fermo macchina rispetto alle riparazioni tradizionali, come l'alesatura in linea. Ma ha anche allungato notevolmente la durata di vita delle attrazioni, il che si traduce in un notevole risparmio, dato che una nuova attrazione di grandi dimensioni può costare oltre 900.000 euro.

Andersson è venuto a conoscenza del sistema Expander già alla fine degli anni Novanta: “Avevamo provato diverse soluzioni di riparazione, ma la sensazione era sempre: “ci deve essere qualcosa di meglio”. Poi abbiamo trovato il sistema Expander”. ☺



Peter Andersson  
RIDE MAINTENANCE MANAGER  
GRÖNA LUND



**CLIENTE**  
PARKS AND RESORTS  
SCANDINAVIA AB

**NUMERO DI VISITATORI**  
CIRCA 3 MILIONI  
OGNI ANNO

**APPLICAZIONI**  
NUMEROSE, TRA CUI IL FISSAGGIO DI  
ROTAIE, FRENI E STRUTTURE IN ACCIAIO

**BUSINESS**  
POSSIEDE E GESTISCE QUATTRO DEI PARCHI  
TEMATICI PIÙ POPOLARI DELLA SVEZIA, SKARA  
SOMMARLAND, GRÖNA LUND, KOLMÅRDEN E FURUVIK

**LA SOLUZIONE**  
SISTEMA EXPANDER E LE RONDELLE  
PER FISSAGGIO A CUNEI NORD-LOCK

Da allora è stato utilizzato in numerose attrazioni di Gröna Lund, tra cui Octopussy. Nel 2009, l'Expander System è stato installato su tutti i bracci dell'attrazione, che da allora funziona senza problemi. Un'altra attrazione entusiasmante è il tappeto volante, il più antico di Gröna Lund.

“Ha un valore storico, ed è difficile trovare un sostituto”, dice Andersson. “Circa otto anni fa, abbiamo notato l'usura di un tirante critico. In genere, occuparsene avrebbe comportato nuovi calcoli e, infine, un'ispezione completa, il che avrebbe probabilmente significato che l'attrazione sarebbe stata messa fuori uso”. Expander System ha sostituito gli assi e i bulloni usurati e il Flying Carpet continua ad essere utilizzato in modo sicuro.

### L'espansione del sistema Expander

L'uso del sistema Expander si è diffuso all'interno dei parchi e dei resort. Quando il reparto di manutenzione del parco naturale e di divertimento di Kolmården ha contattato Andersson per l'installazione dell'Expander System sulle loro attrazioni, egli è stato lieto di consigliarlo.

Le sospensioni dei carrelli delle ruote dei vagoni delle attrazioni rappresentano di solito un punto debole, in quanto sono sottoposti alla maggior parte delle sollecitazioni. A causa dell'usura degli assi, le tolleranze dei fori del telaio si allargano, a volte in un paio d'anni.

Fredrik Johansson, un meccanico di Kolmården, afferma: “Se lo fai da 30 anni come me, sai che se un elemento risulta allentato, hai un problema”. E visti i nostri elevati standard di sicurezza, non creiamo soluzioni di fortuna. Se ci costa un po' di più, va bene comunque”.

### Risparmiare denaro a lungo termine

A prima vista, il sistema Expander può sembrare costoso, ma in una prospettiva di ciclo di vita, esso consente di risparmiare, spiega Johansson. “Confrontando il prezzo di acquisto del sistema Expander con lo smantellamento di un'intera attrazione e l'invio dei pezzi per l'alesatura in linea, quest'ultima soluzione è sia più costosa che più dispendiosa in termini di tempo”.

In qualità di meccanico, Johansson apprezza la facilità di installazione del sistema Expander. Non ci sono né alesature in linea, né saldature, è possibile eseguire il lavoro in cantiere, direttamente nei supporti usurati.

*“È una soluzione fantastica,” afferma.  
“Ora lo utilizziamo già da un'intera stagione  
e funziona perfettamente. Problema risolto.”*

**Testo** Ulf Wiman  
**Foto** Justin Garvanovic/Parks and Resorts  
Gröna Lund/Parks and Resorts  
Magnus Glans/Parks and Resorts



# SUPERBOLT TOOL

## BEST PRODUCT DESIGN 2020



Per molti anni si è ritenuto fosse troppo difficile progettare un dispositivo che potesse ruotare contemporaneamente più jackbolt al carico corretto. Ma un gruppo di ingegneri del Gruppo Nord-Lock ha reso possibile l'impossibile.

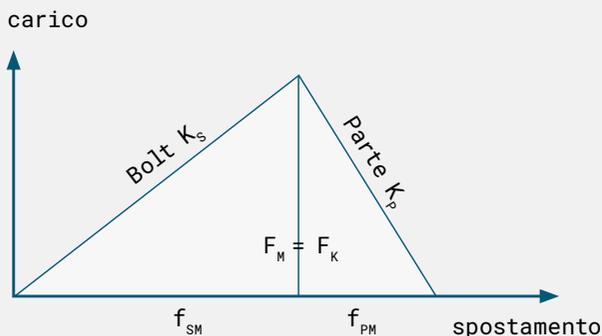
In effetti, la loro innovazione, il Superbolt Tool, ha riscontrato un tale successo che è stato premiato con uno dei più prestigiosi premi di design al mondo: il **Red Dot Award**. Il Superbolt Tool è stato insignito del premio **Best Product Design 2020** nella categoria **Innovazione**.



reddot winner 2020

# Cosa succede al precarico e alla forza di serraggio quando vengono applicati carichi esterni?

Inviare le vostre domande sulle tecnologie di serraggio via e-mail a [experts@nord-lock.com](mailto:experts@nord-lock.com)



- $K_S$  : Rigidità bullone ( $F_M / f_{SM} = 1/\delta_S$ )
- $K_P$  : Rigidezza componenti ( $F_K / f_{PM} = 1/\delta_P$ )
- $F_M$  : Precarico
- $F_K$  : Carico di serraggio
- $f_{SM}$  : Dislocazione bullone allungata (+)
- $f_{PM}$  : Dislocazione pezzo compressa (-)

Generalmente, per generare il carico di serraggio richiesto applichiamo la coppia di serraggio al bullone o al dado tramite una chiave. Questo carico di serraggio viene chiamato precarico. Il precarico è definito come il tensionamento creato in un dispositivo di fissaggio quando viene serrato. La sua funzione è quella di prevenire il gioco e l'apertura di elementi costruttivi. La forza di serraggio, in risposta al precarico, è la forza che agisce sulle parti.

Quindi, il calcolo di una singola giunzione bullonata si basa sul comportamento elastico del giunto nell'asse del bullone. Questa regione ha un impatto considerevole sulla deformazione e sul carico del bullone.

Quando forze esterne agiscono sui giunti, ogni elemento che trasmette la forza deve essere analizzato. Si può prevedere il comportamento dei giunti vedendo come reagiscono alle forze esterne.

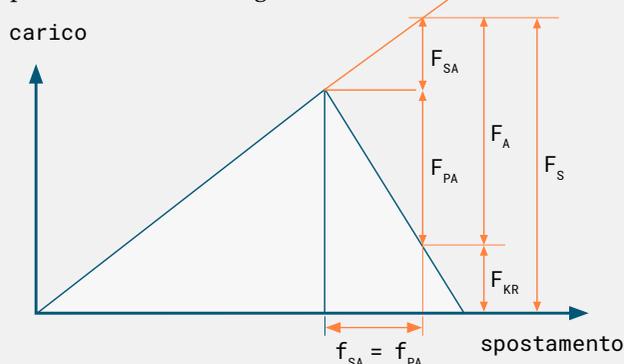
Durante il montaggio del giunto si genera un precarico  $F_M$  che crea un carico di serraggio  $F_K$  in corrispondenza dell'interfaccia. Il fattore di rigidità deve essere definito per primo. Esso corrisponde al carico necessario per allungare 1 mm del materiale.

$K = \Delta F / \Delta L$ , l'opposto della Flessibilità (resilienza  $\delta = 1/K$ )  
Fare riferimento al diagramma del giunto (Diagramma di Röttscher).

Quindi, un carico di lavoro assiale  $F_A$ , introdotto attraverso le parti bloccate e che agisce sul bullone, viene trasmesso attraverso la parte bloccata e attraverso il bullone. La proporzione del carico di lavoro che entra nel bullone, oltre al precarico, è designata come carico del bullone  $F_{SA}$ , l' $F_{PA}$  è la riduzione del precarico dovuta al carico di lavoro esterno. La proporzione di questa distribuzione dipende dal comportamento elastico della giunzione.

- $F_S$  : Max. carico bullone ( $F_S = F_A + F_{KR} = F_{SA} + F_{PA} + F_{KR}$ )
- $F_A$  : Carico esterno assiale
- $F_{SA}$  : Carico assiale supplementare del bullone  
=  $n \times \{\delta_p / (\delta_s + \delta_p)\} \times F_A$   
=  $\lambda \times F_A$  utilizzando  $\lambda$ ,  
fattore di carico  $\lambda = n \times \{\delta_p / (\delta_s + \delta_p)\}$   
(n: fattore di introduzione del carico per descrivere l'effetto del punto di introduzione di  $F_A$ )

Le forze e gli spostamenti che si verificano nella giunzione bullonata possono essere illustrati attraverso il diagramma della giunzione. Di conseguenza, il diagramma precedente si presenterà nel modo seguente:



- $F_{PA}$  : Riduzione del precarico  
=  $(1 - \lambda) \times F_A$
- $F_{KR}$  : Carico di serraggio residuo
- $f_{SA}$  : Allungamento del bullone dovuto a  $F_{SA}$
- $f_{PA}$  : Deformazione lineare elastica delle parti serrate dovuta a  $F_{PA}$



**Luke Jun**  
APPLICATION ENGINEER  
NORD-LOCK GROUP KOREA

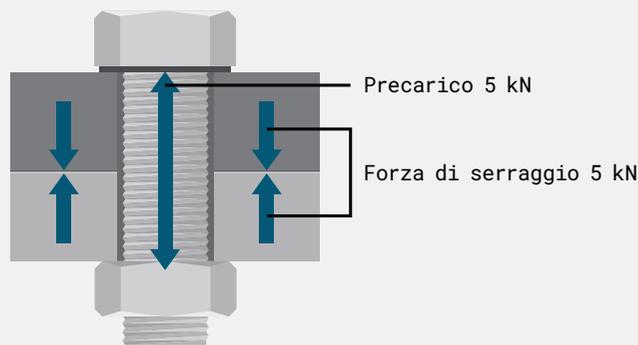


**Masato Takenaka**  
ENGINEERING MANAGER  
NORD-LOCK GROUP ASIA PACIFIC

## La formula precedente può essere verificata con il seguente esempio

### Step 1

La giunzione bullonata viene serrata a 5 kN. Non viene applicato alcun carico esterno.



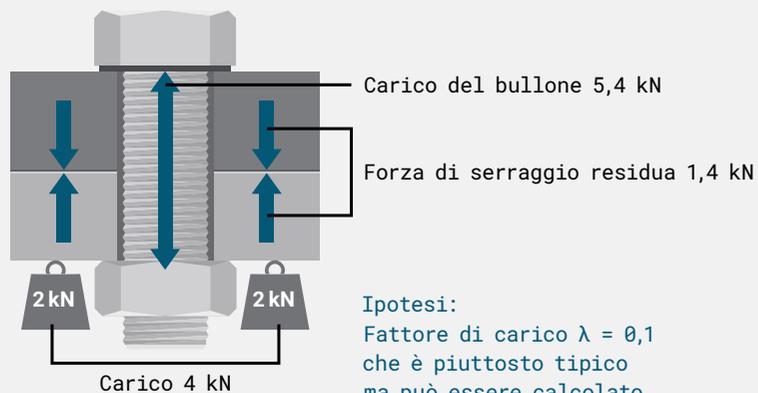
### Step 2

Vengono applicati carichi statici esterni (4 kN) ma inferiori al precarico. Il precarico iniziale diventa ora il precarico residuo. Il carico del bullone viene calcolato a 5,4 kN, ma la forza di serraggio si riduce a 1,4 kN.

$$F_A = 4 \text{ kN}, F_{SA} = \lambda \times F_A = 0.4 \text{ kN}$$

$$F_S = 5.4 \text{ kN} = F_A + F_{KR}$$

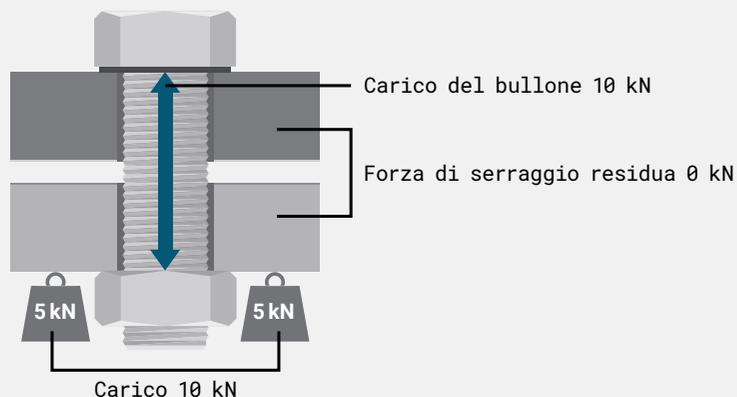
$$F_{KR} = 1.4 \text{ kN}$$



**Ipotesi:**  
Fattore di carico  $\lambda = 0,1$   
che è piuttosto tipico  
ma può essere calcolato.

### Step 3

Vengono applicati carichi esterni aggiuntivi, superiori al precarico iniziale. Poiché il carico esterno è molto più elevato del precarico, le parti vengono separate e il carico nel bullone aumenta fino a 10 kN. (100% dei carichi esterni)



In conclusione, il comportamento elastico di ogni componente è stato valutato quando le forze assiali sono state generate sulla giunzione. Inoltre, per una previsione accurata del precarico richiesto, vi sono altri fattori esterni da considerare, come le forze di taglio, la temperatura, le vibrazioni e i carichi dinamici. Per ulteriori informazioni, contattare l'ufficio Nord-Lock Group più vicino.

