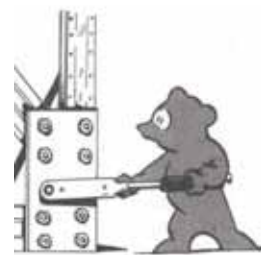


Con questo numero inauguriamo la rubrica "Pillole di buona tecnica" nella quale vari esperti tratteranno brevemente ma in modo esauriente alcuni aspetti della realizzazione delle strutture in acciaio spesso non completamente noti a progettisti e direttori lavori, ma utili per il loro lavoro.

COME CONTROLLARE IL SERRAGGIO DEI BULLONI IN ESERCIZIO? Facciamo (un po' di) chiarezza...



In tema di *controllo del serraggio* dei bulloni si percepisce esserci spesso incertezza e i criteri applicati non sono sempre adeguati. Prima di tutto è necessario distinguere tra **bulloni non precaricati**, quindi chiusi a mano, e **bulloni precaricati**, in genere chiusi a coppia. Altra distinzione da fare è quella tra i **controlli in cantiere** e quelli **in esercizio**. La considerazione che sta alla base del "comportamento" dei bulloni (e dell'acciaio più in generale), della quale dobbiamo tener conto nelle procedure di controllo, è che una vite, *precaricata come di norma al 70% della rottura, si trova in uno stato tensionale a ridosso del limite elastico*, limite che negli acciai speciali legati (per i quali non c'è discontinuità nel passaggio da regime elastico a plastico) sappiamo essere definito convenzionalmente da $R_{p0.2}$, limite questo che potrebbe essere raggiunto facilmente tenuto conto delle varie tolleranze e delle imprecisioni del serraggio. Pensiamo a un bullone di classe 8.8, nel quale lo "snervamento" è l'80% (.8 appunto) della rottura e il precarico è subito sotto, al 70%. Si dice che l'acciaio è un prodotto da costruzione che "perdona molto", perché *elastico, deformabile, duttile, resiliente...* ma nonostante queste qualità è meno utilizzato del suo noto concorrente nelle costruzioni. Perdona certamente molto l'acciaio... ma non può perdonare tutto! E quello che non accetta è che, una volta caricato in prossimità del limite elastico, lo si scarichi e ricarichi, magari con dei cicli, anche dovuti a ΔT . A causa della sua *struttura metallurgica* perderebbe gran parte di quelle buone caratteristiche, e questo tanto più quanto più tempo è intercorso dal serraggio iniziale, quando cioè dopo quello a *breve termine*, ha subito anche il *rilassamento a lungo termine*. Ecco allora che in sede di *controllo del serraggio in esercizio*, i bulloni non dobbiamo chiuderli nuovamente a coppia qualora per varie cause si siano (o siano stati) allentati. Al contrario dovremo sostituirli con altri nuovi. Il problema non sussiste ovviamente per i bulloni non precaricati, il serraggio a mano li tiene infatti al sicuro da quei limiti, anche se si deve prestare una certa attenzione alle più "sensibili" viti corte e di *minor diametro*! La norma EN 1090-2:2018 fornisce abbastanza chiaramente le *modalità di controllo della bulloneria*, ma attenzione, perché fa riferimento al solo *controllo in cantiere*, quello di competenza del *direttore lavori*, per cui non siamo automaticamente autorizzati a trasferirle tout court ai *controlli in esercizio*, sui quali essa è decisamente carente. Ci raccomanda solo, la norma, di non richiudere bulloni precaricati e allentati! "Abbastanza" chiaramente si notava, ma non del tutto, perché non si fa cenno ad esempio a come gestire l'eventuale sovra-serraggio che può celarsi dietro la rotazione nulla della chiave con la *coppia di controllo* $1,05 M_{r,2}$ ($\rightarrow$ coppia applicata per testare la *seconda fase* di serraggio nel *metodo della coppia*).

Ci chiediamo allora come eseguire i controlli dei giunti bullonati in esercizio, controlli che si dovranno pur eseguire! Abbiamo capito che non esiste una procedura generale (la norma l'avrebbe altrimenti recepita!) e che perciò il progettista dovrà "ingegnarsi" (è o no un ingegnere?) per il caso che ha sul tavolo. Focalizziamoci qui sul solo controllo del serraggio, sorvolando su *frequenza, gruppi e sottogruppi* da testare e sugli altri controlli ($\rightarrow$ tra questi fondamentale il *controllo visivo*, che mette in luce *allentamenti, sfregamenti, movimenti anomali* dei componenti, *corrosione...*). Per

quanto visto sopra, per controllare il serraggio *non* possiamo banalmente riapplicare la coppia utilizzata in cantiere per il *serraggio iniziale*. Le *condizioni di attrito originarie* si sono modificate nel tempo, in genere l'attrito tra i *filetti accoppiati* e tra *dado* (o la *testa* se è questa ad essere ruotata) e *rondella* è aumentato a causa dei graduali *invecchiamento, degrado, micro-corrosione* dei filetti per cui - anche volessimo e potessimo - quella coppia iniziale non sarebbe certamente più sufficiente a ricreare il precarico di progetto in caso di allentamento. Vediamo allora un possibile criterio di controllo in esercizio, dopo aver individuato il campione di bulloni da testare. Se abbiamo sufficienti elementi (anche sperimentali) per valutare, stimiamo l'aumento dell'attrito nel frattempo intervenuto e incrementiamo adeguatamente il *fattore "k"* (es. da un $k=0,15$ originario a $k=0,20$) per tarare poi la nuova coppia per raggiungere il *precarico* di norma. Allentiamo poi leggermente (es. 5-10°) ogni bullone del gruppo scelto: se riapplicando la nuova coppia si dovesse superare la posizione di partenza di un dato angolo (es. da 15 a 30° in base al rapporto l/d), si deduce che i bulloni erano allentati e sarà necessario sostituirli con i criteri stabiliti. Le *curve sequenziali A e B* relative ai controlli in cantiere (cfr. EN 1090-2:2018 *Appendice M*) possono tornare utile riferimento anche per quelli in esercizio. Se da un controllo visivo, o da altre informazioni, si deduce che probabilmente i bulloni sono stati sovraccaricati, si può decidere di smontarne alcuni, controllando a mano se il dado ruota liberamente sulla vite, perché se questa è stata sovraccaricata in esercizio, il tratto filettato si sarà allungato e il passo aumentato (e magari il gambo piegato), e tutto questo rende difficile e più duro l'avvitamento per i passi diversi di vite e dado). Ovviamente anche in tal caso i bulloni devono poi essere sostituiti, con opportuni criteri: è buona regola ad esempio, sostituire anche i bulloni adiacenti a quello allentato.

Ma è proprio sempre da evitare il ri-serraggio in esercizio?

Le norme DIN, negli Annessi Nazionali, prevedono la possibilità di assumere un precarico "ridotto" al 70% dello snervamento (convenzionale!) anziché della rottura, in modo da essere sufficientemente lontani dal limite elastico e in virtù di ciò si potrà richiudere un bullone eventualmente allentato. Ovviamente al "prezzo" di dover quasi sempre maggiorare il giunto ($\rightarrow$ più bulloni, e/o di diametro maggiore, e/o di classe superiore), ma questo trova largo utilizzo là dove il beneficio è maggiore del costo. Inoltre, alcune Direttive, sempre tedesche, permettono il ri-serraggio in un intervallo massimo di 6 mesi dal primo montaggio, anche se pongono delle limitazioni al *precarico di calcolo* ($\rightarrow$ ridurlo per la fatica al 90% nella categoria E).



ing. A. PERENTHALER
Ispettore funiviario Systemcert (A)
e WPK Alto Adige (I)