

## **CIRCOLARE N. 55/1971**

*Prot. 3445/71.30*

**OGGETTO: Collegamenti ad attrito con impiego di bulloni ad alta resistenza nella costruzione di strutture appartenenti ad impianti funiviari o scioviari.**

Da parte di una Ditta costruttrice di impianti funiviari e scioviari è stato posto il quesito se possa essere ammesso, nella costruzione delle strutture appartenenti a tali impianti, l'impiego dei collegamenti ad attrito mediante bulloni ad alta resistenza con le modalità previste dalle "Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione e la manutenzione delle costruzioni in acciaio CNR-UNI 10011 - 67".

Le Istruzioni suddette stabiliscono infatti le norme tecniche da seguire, ove non esista apposita regolamentazione, per le costruzioni in acciaio e, in particolare, per le giunzioni di elementi strutturali (lamiere, barre, profilati, ecc.) realizzate per attrito fra le superfici a contatto degli elementi stessi, impiegando a tal fine bulloni in acciaio ad alta resistenza.

Poiché questo tipo di giunzione non è esplicitamente previsto nella regolamentazione tecnica vigente per le funicolari aeree e per le sciovie, mentre le norme costruttive contenute nelle citate Istruzioni CNR-UNI 10011-67 non risultano sempre compatibili con detta regolamentazione, in particolare per quanto riguarda le sollecitazioni ammissibili nelle strutture e nei collegamenti, questo Ministero ha ritenuto necessario sottoporre la questione ad esame e parere da parte della Commissione per le Funicolari Aeree e Terrestri, al fine di stabilire se, ed a quali eventuali condizioni, possa essere ammesso nella costruzione di impianti funiviari o scioviari l'impiego dei collegamenti ad attrito in questione.

Si è infatti rilevato:

- a) che le tensioni unitarie ammissibili stabilite dalle ripetute Istruzioni per le lamiere, le barre, i profilati, ecc., costituenti le membrature del collegamento sono sensibilmente elevate talché, in relazione ai carichi unitari minimi di rottura per trazione previste dalle norme UNI per le varie qualità di acciaio (1), i gradi di sicurezza convenzionalmente calcolati come prescritto dalla vigente regolamentazione funiviaria e scioviaria, risulterebbero largamente inferiori ai limiti fissati da tale regolamentazione (2);
- b) che, in relazione alle coppie di serraggio stabilite dalle Istruzioni CNR-UNI 10011-67 per conferire ai bulloni del collegamento lo sforzo assiale necessario ad assicurare la stabilità della giunzione ad attrito, la sollecitazione di trazione nei bulloni stessi risulta parimenti molto elevata e pari al 70% circa del carico unitario di snervamento per l'acciaio classe 10 k – UNI 3740, previsto per la costruzione di detti bulloni, talché il grado di sicurezza convenzionale a trazione sarebbe pari ad 1,8 circa (3);
- c) che lo sforzo massimo trasmissibile per attrito da ciascuno dei bulloni costituenti la giunzione viene calcolato, in base alle Istruzioni di cui trattasi, considerando valori sensibilmente elevati per il coefficiente d'attrito fra le superfici a contatto pur tenendo conto di una certa riduzione, prevista dalle stesse Istruzioni, attraverso l'applicazione di coefficienti di sicurezza contro lo slittamento, che possono essere anche conside-

(1) vedasi nota (1) in Appendice alla presente Circolare

(2) “ “ (2) “ “ “ “

(3) “ “ (3) “ “ “

rati fattori prudenziali di riduzione del coefficiente d'attrito (4); peraltro i suddetti valori dei coefficiente d'attrito trovano una giustificazione nelle modalità di preparazione delle superfici a contatto, nonché nelle particolari disposizioni per il montaggio delle giunzioni, fissate dalle ripetute Istruzioni (5).

Tenuto conto delle osservazioni innanzi illustrate la Commissione per le Funicolari Aeree e Terrestri, nell'adunanza del 17 giugno u.s., ha espresso il parere che nelle costruzioni funiviarie o scioviarie, l'impiego di collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza possa essere ammesso alle seguenti condizioni:

1 - Il grado di sicurezza nelle membrature (profilati, barre e lamiere) costituenti il collegamento deve essere sempre calcolato come indicato nelle norme tecniche di costruzione in vigore per i vari tiri di funicolari aeree o per le sciovie; il suo valore minimo deve risultare non inferiore ai limiti stabiliti dalle stesse norme per le varie categorie di strutture; nei calcoli di verifica dovrà inoltre tenersi conto delle riduzioni delle sezioni resistenti per i fori con le modalità precisate al punto 3.6.2. delle Istruzioni CNR-UNI 10011-67.

2 - I ferri impiegati nelle giunzioni ad attrito dovranno avere spessore non inferiore ad 8 mm, salvo le anime dei profilati a doppia T ed a C, per i quali può ammettersi uno spessore non inferiore a 6 mm.; nel caso di profilati zincati detti spessori minimi sono ridotti a 5 mm (Istruzioni CNR-UNI 10011-67, punto 5.1.1).

3 - I bulloni devono essere del tipo ad alta resistenza di cui alla UNI 5712-65; la disposizione dei bulloni nel giunto deve essere prevista come stabilito ai punti 5.4.1., 5.4.2., 5.4.3. e 5.4.4. delle Istruzioni CNR-UNI 10011-67; le coppie di serraggio, di valore corrispondente esattamente a quelli fissati dalle Istruzioni stesse (6), devono essere realizzate esclusivamente per mezzo di chiave dinamometrica (a mano o pneumatica) con limitatore della coppia applicata, al fine di evitare che nel serraggio vengano indotte nei bulloni sollecitazioni maggiori di quelle previste dalle citate Istruzioni.

4 - Il grado di sicurezza complessivo del collegamento ad attrito deve risultare non inferiore ai limiti stabiliti dalle vigenti norme tecniche per le funivie e le sciovie, in relazione alle varie categorie di strutture cui il collegamento appartiene;

(4) vedasi nota (4) in Appendice alla presente Circolare;

(5) “ “ (5) “ “ “ “

(6) “ “ (3) “ “ “ “

tale grado di sicurezza va calcolato convenzionalmente come rapporto fra lo sforzo massimo che può essere trasmesso per attrito da tutti i bulloni della giunzione, tenuto conto della loro disposizione nel giunto, e l'azione massima cui è soggetta, nelle più gravose condizioni di carico, la membratura comprendente la giunzione.

5 — Le giunzioni ad attrito devono trasmettere solo azioni giacenti in un piano normale agli assi dei bulloni e tali da non ingenerare nei bulloni stessi apprezzabili flessioni parassite; non può comunque essere ammesso che i bulloni trasmettano, oltre allo sforzo di serraggio, altri carichi assiali.

6 - L'impiego di giunzioni ad attrito nelle membrature soggette a vibrazioni sensibili, ovvero a fenomeni di fatica che comportino inversioni delle forze o azioni d'urto ripetute, potrà essere ammesso, caso per caso, in relazione ai particolari provvedimenti cautelativi che verranno proposti dai progettisti.

7 - Nei progetti di impianti funicolari aerei o di scivole dovranno essere specificatamente indicati collegamenti ad attrito che si intendono realizzare; di tali collegamenti dovranno essere esibiti i calcoli di verifica ed i disegni costruttivi delle giunzioni, specificando gli eventuali provvedimenti particolari. I direttori dei lavori per la costruzione o l'ammodernamento di impianti funiviari dovranno inoltre specificare, nella dichiarazione rilasciata ai sensi dell'art. 31 del Regolamento Generale per le funicolari aeree in servizio pubblico (D.P.R. 18.10.1957, n. 1367), le giunzioni ad attrito effettivamente realizzate, attestando che l'esecuzione delle giunzioni stesse ha avuto luogo, conformemente al progetto approvato, con l'impiego di personale specializzato, sotto la sorveglianza dello stesso direttore dei lavori o di persona di sua fiducia, adoperando materiali di qualità non inferiore a quella prescritta dalle istruzioni CNR-UNI 10011-67 e con le modalità esecutive stabilite dalle medesime Istruzioni (7), in particolare per quanto riguarda la preparazione delle superfici a contatto ed il corretto serraggio dei bulloni. I direttori dei lavori dovranno inoltre indicare le verifiche dell'efficienza delle giunzioni eseguite con le modalità previste dalle Istruzioni (punto 3.12.2.4) nonché l'esito di tali verifiche (8).

Analoga attestazione deve essere contenuta, per gli impianti scivoliari, nella dichiarazione rilasciata dai responsabili della costruzione ai sensi dell'art. 26, comma 26.1, delle Norme Tecniche per la costruzione e l'esercizio delle scivole (D.M.27.8.1969, n. 3135).

(7) vedasi nota (5) in Appedice alla presente circolare;

(8) “ “ (6) “ “ “ “

8 - Tutti i collegamenti ad attrito dovranno essere controllati, almeno una volta all'anno, a cura del Direttore di esercizio il quale dovrà accertare, in particolare, che non si manifestino segni di allentamento nel serraggio dei bulloni; dei controlli eseguiti, del loro esito e degli eventuali provvedimenti adottati dovrà essere fatta menzione nel Registro Verifiche e Prove dell'impianto.

Questo Ministero, condividendo interamente il surriferito parere della Commissione per le Funicolari Aeree e Terrestri, giudica quindi ammissibile in via generale, alle condizioni innanzi illustrate, l'impiego dei collegamenti ad attrito nella costruzione di strutture destinate ad impianti funicolari aerei od a sciovie, fatto salvo ogni specifico giudizio sulle particolari soluzioni che potranno essere proposte nei progetti dei singoli impianti.

Le Direzioni Compartimentali e Sezioni M.C.T.C. sono pregate di voler diffondere il contenuto della presente Circolare fra i progettisti, i costruttori, i direttori di esercizio e gli esercenti di impianti funiviari o scioviari, operanti nell'ambito della propria competenza territoriale, invitandoli ad attenersi alle disposizioni prima illustrate. Si resta in attesa di un cortese cenno di ricezione ed assicurazione.

IL MINISTRO

ALLEGATI 1

## APPENDICE

### Alla Circolare n. 55 /1971 del 29 SETTEMBRE 1971

(1) I profilati, le barre, le lamiere, ecc., da impiegare nelle costruzioni e, in particolare, nella esecuzione dei collegamenti, devono essere costituiti in acciaio appartenente ad uno dei tipi seguenti (CNR - UNI1001 1-67, punto 2. 1.):

- TIPO 1: Fe 37-UNI 5334-64, con carico unitario di rottura da 37 a 48 Kgf/mm<sup>2</sup>.  
Fe 42-UNI 5334-64, con carico unitario di rottura da 42 a 53 Kgf/mm<sup>2</sup>.
- TIPO 2: Fe 52-UNI 5335-64, con carico unitario di rottura da 52 a 65 Kgf/mm<sup>2</sup>.

\_\_\_\_\_°\_\_\_\_\_

(2) Le tensioni ammissibili nelle membrature sono stabilite (CNR-UNI 10011-67, Punti 3.01. e 3.1.1.) in relazione alle due condizioni di carico previste dalle "Ipotesi di carico sulle costruzioni" (CNR - UNI 10012-67, Punto 7.):

- Condizione di carico I: si considerano agenti sulle strutture, combinate nel modo più sfavorevole, le sole azioni principali, comprendenti:

- carichi permanenti;
- carichi d'esercizio;
- neve;
- spinta delle terre;
- effetti dinamici;
- coazioni impresse;

in tale condizione di carico le sollecitazioni ammissibili (per trazione o compressione) sono rispettivamente fissate in 16 Kgf/mm<sup>2</sup> per l'acciaio tipo 1 ed in 24 Kgf/mm<sup>2</sup> per l'acciaio tipo 2; i gradi di sicurezza, convenzionalmente calcolati come stabilito dalla vigente normativa tecnica per le funivie e le sciovie, risulterebbero quindi pari a 2,32 per il Fe 37, a 2,63 per il Fe 42 ed a 2,16 per il Fe 52.

—Condizione di carico II: oltre alle azioni principali si considerano agenti sulle strutture anche le azioni complementari, comprendenti:

- vento;
- variazioni termiche;
- ritiro (per le strutture in c.a.);
- imperfezioni dei vincoli;
- difetti di montaggio;

in tale condizione di carico le sollecitazioni ammissibili (per trazione o compressione) sono rispettivamente fissate in 18 Kgf/mm<sup>2</sup> per l'acciaio tipo 1 ed in 27 Kgf/mm<sup>2</sup> per l'acciaio tipo 2; i gradi di sicurezza, convenzionalmente calcolati, risulterebbero quindi pari a 2,06 per il Fe 37, 2,33 per il Fe 42 ed a 1,93 per il Fe 52.

\_\_\_\_\_°\_\_\_\_\_

(3) I bulloni da impiegare nelle giunzioni ad attrito devono essere costituiti con i seguenti materiali:

a) viti: tipo UNI 5712-65 con filettatura metrica ISO a passo grosso UNI 4534-64, in acciaio classe 10 K UNI 3740, avente carico unitario di rottura per trazione da 110 a 115 Kgf/mm<sup>2</sup> e carico unitario di snervamento di 90 Kgf/mm<sup>2</sup>;

b) dadi: tipo UNI 5713-65 in acciaio classe 8 G UNI 3740, con carico unitario di rottura per trazione da 80 a 95 Kgf/mm<sup>2</sup>;

c) rosette: tipo UNI 5714-65 in acciaio C50-UNI 5332-64;

i diametri nominali dei bulloni da impiegare nelle giunzioni ad attrito unitamente ai passo della filettatura, alla sezione resistente della vite, alla coppia di serraggio stabilita dalla CNRUNI 10011-67 (punto 3.3.1.), allo sforzo assiale nel gambo del bullone da questa indotto nella vite od alla conseguente sollecitazione di trazione, sono riportati nella tabella seguente:

Diametro nominale della vite (mm)	M 12	M 14	M 16	M 18	M 20	M 22	M 24	M 27
Passo della filettatura (mm)	1,75	2, -	2, -	2,50	2,50	2,50	3, -	3, -
Sezione resistente (mm <sup>2</sup> )	84,3	115	157	192	245	303	353	459
Coppia di serraggio (kgf.m)	12, -	19,4	30,5	37, -	59,7	81,5	102	152
Sforzo assiale (kgf x 10 <sup>3</sup> )	5,2	7,1	9,9	11,9	15,5	19,2	22,1	29,1
Sollecitazione di trazione (kgf/mm <sup>2</sup> )	61,6	61,9	63,1	62,1	63,2	63, -	63, -	63,6

°

(4) Lo sforzo massimo che può essere trasmesso per attrito da ciascun bullone del collegamento è fornito dalla seguente relazione:

dove:

$$N_t = \frac{\pi}{2} \mu N_D$$

—N<sub>t</sub> (kgf) è lo sforzo

massimo suddetto;

— $n$  è il numero dei piani di contatto del collegamento; ossia il numero delle facce dei profilati o delle lamiere affacciati tra loro, ai fini della resistenza allo scorrimento;

— $\mu = 0,45$  (per acciaio Tipo 1) +  $0,60$  (per acciaio Tipo 2) è il coefficiente d'attrito fra le superfici a contatto;

— $\nu = 1,25$  (per la condizione di carico I) +  $1,10$  (per la condizione di carico II), è un coefficiente di sicurezza contro lo slittamento;

— $N_b$  (kgf) è lo sforzo assiale nel gambo del bullone, di cui alla tabella della nota (3).

\_\_\_\_\_°\_\_\_\_\_

(5) Nella preparazione delle superfici di contatto fra le lamiere, i profilati, ecc, delle giunzioni ad attrito, deve essere accuratamente asportata ogni traccia di olio, vernici, scaglie di laminazione, ecc., le macchie di grasso devono essere asportate mediante adatti solventi, ovvero mediante fiammatura, seguita da spazzolatura per eliminare eventuali residui carboniosi. La pulitura delle superfici di contatto deve essere eseguita con sabbiatura, o anche con fiammatura e spazzolatura, in maniera da ottenere una scabrosità tale da assicurare i valori dei coefficienti d'attrito indicati nella Nota (4) (CNR-UNI 10011, punto 5.12.2.1).

I fori per il passaggio dei bulloni devono avere diametro di 1,5 mm superiore a quello dei bulloni stessi (per i bulloni M 27 tale maggiorazione deve essere di 2 mm); la foratura deve essere di preferenza eseguita con il trapano, o anche con punzone purché seguita da alesatura; è vietato l'uso della fiamma per l'esecuzione dei fori (CNR-UNI 10011-67; punto 5.11).

I bulloni devono essere montati in opera con una rosetta posta sotto la testa della vite (smusso della rosetta rivolto verso la testa) ed una rosetta sotto il dado (smusso verso il dado) (CNR-UNI 10011-67, Punto 5.12.2.2.).

Per il serraggio devono essere usate chiavi dinamometriche tali da garantire una precisione non minore del 10% nella misura della coppia applicata; i valori della coppia di serraggio indicati nella tabella della Nota (3) tengono conto di una maggiorazione del 10%, rispetto al valore teorico, cautelativa nei confronti delle imprecisioni di misura (CNR-UNI 10011-67, Punto 5.12. 2.3.).

Il serraggio dei bulloni deve aver luogo, a partire da quelli più interni del giunto e procedendo verso quelli più esterni, applicando inizialmente una coppia pari al 60% circa di quella prescritta e procedendo poi, nello stesso ordine, a serrare completamente i bulloni (CNR-UNI 10011-67, punto 5.12.2.3).

Non appena completato il serraggio definitivo dei bulloni, dopo il controllo dell'efficienza delle giunzioni (v. Nota 6), i giunti devono essere accuratamente protetti verniciando, con preparati idonei, i bordi dei pezzi a contatto, le rosette, le teste ed i dadi, in maniera che risulti impedita qualsiasi infiltrazione d'acqua (CNR-UNI 10011-67, punto 5.15.3).

\_\_\_\_\_°\_\_\_\_\_

**(6)** Per verificare l'efficienza dei giunti è necessario controllare la coppia applicata, procedendo in uno dei seguenti modi:

I) misurare con la chiave dinamometrica il valore della coppia necessaria per fare ruotare ulteriormente di 10° il dado; tale valore deve risultare superiore a quello prescritto;

II) marcare dado ed estremo del bullone sporgente dal dado stesso, in maniera da identificare la loro posizione reciproca; allentare di 60° il dado e serrarlo nuovamente, controllando se la applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale rispetto al bullone;

se in un giunto anche un solo bullone non risulta, ai controlli suddetti, serrato correttamente, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati (CNR-UNI 10011-67, punto 5.12.2.4).