



### 3. Funzionamento dell' intervento.

Le due funi - trefoli Ø 12 mm , simmetriche rispetto alla mezzeria, svolgono tre funzioni statiche. Esse legano tra loro i due puntoni ed il monaco nel giunto al colmo della capriata, stringendoli l'uno contro l' altro. Ed ancora, forniscono un sostegno ai puntoni inflessi, proprio nel punto intermedio, al di sotto delle pesanti terzere, mediante l' introduzione di due nuovi puntelli verticali in legno sez 15\*15 cm, forzati dal basso verso l'alto, inserendo zeppe in legno.

I due tiranti sono costituiti ciascuno da un anello chiuso regolabile in lunghezza e tesabile con due coppie di tenditori. Ciò permette di realizzare le connessioni con la struttura esistente senza elementi invasivi : si posiziona ciascun cavo/trefolo esternamente alla capriata, sulle due fiancate, lo si appoggia a cavallo di questa in soli quattro punti, inserendo tavolette di ripartizione in legno sp 40 mm. In corrispondenza di ciascuno dei due, introdotti puntelli si pratica nel tirante della capriata un foro passante orizzontale ed in asse ad esso, Ø 30 mm, si inseriscono due perni Ø 30 mm in acciaio, lavorati in officina con fori passanti Ø 14 mm in corrispondenza delle estremità (interasse fori stimato 240 mm); a ciascun perno si applicano, lateralmente al tirante ligneo della capriata, 2 piatti in ferro 150\*150\*6 mm, opportunamente forati in asse per accoppiamento con il perno. Gli spezzoni di cavo/trefolo saranno completati con redance, morsetti, fissacavi, tenditori e quant' altro occorrente.

Si procederà infine a ripristinare la chiodatura e la continuità della staffa in ferro fra monaco e tirante, ora da un lato staccata.

4. Ulteriore e più importante intervento è fornire un sostegno ai puntoni inflessi, proprio nel punto intermedio, al di sotto delle pesanti terzere che gravano su di essi, ottenuta con l' introduzione di due nuovi puntelli verticali in legno, forzati dal basso (catena) verso l' alto (puntone), già menzionati nel p.to 3 sopra.

5. Intervento decisamente economico che risolve l' opportuno/necessario rinforzo statico. Indifferente in questo caso l' aspetto estetico, stante che la capriata è posta al di sopra del cassettonato e quindi non è in vista.

Impiego di perni metallici passanti, funi, tiranti, piatti, puntelli.

### **B) Soffitto a cassettone.**

Composto da travetti in legno sez 100\*100 mm presunta, da verificare) disposti a passo di 58 – 60 cm, in due campate simmetriche per dimensioni, con ciascuna un appoggio a muro e l' altro sul tirante della capriata (di lunghezza 7,20 m., al quale sono affiancati e chiodati di lato due “ pseudo fettoni “ sui quali di fatto appoggia la testata dei travetti.). In corrispondenza dei bordi contro muro sono presenti due travetti disposti sulla luce di 7,20 m. Dettagli questi dedotti con osservazione a quota estradosso soffitto, in corrispondenza di localmente rimossa sottile cappa (3 ÷ 3,5 cm sp) in malta.

All' estradosso dei travetti sono disposte lastre in legno sp valutato almeno 40 ÷ 50 mm, in formato 58/60 \* 58/60 cm, le cui fughe sono ricoperte da listoni prismati in legno, disposti in luce fra i travetti (uno pseudo controventamento per questi).

L' estradosso della cappa (realizzata in tempo relativamente recente) coincide in sostanza con quello della muratura di bordo, in asse alla quale è disposta la trave di ripartizione in legno (il cosiddetto “ dormiente “) su cui sono appoggiati e vincolati i travetti della copertura. Detti travetti proseguono a costituire lo sbalzo di gronda, ma non sono in unico pezzo : il travetto di falda si estende dalla trave di colmo al dormiente, con un appoggio intermedio su terza, mentre lo sbalzo di gronda è costituito da spezzone di travetto disposto affiancato a quello di falda, a partire dalla terza.

Il muro di coronamento non si eleva quindi al di sopra del piano del solaio a cassettoni in legno e ciò è puntualizzato in relazione all' intervento qui illustrato, volto a determinare un efficace “ irrigidimento “ nel piano orizzontale a livello del solaio a cassettoni, che qui di seguito è descritto.

Funzione dell' intervento è dunque quella di costituire elemento assorbente accelerazioni da sisma nel piano orizzontale (una sorta di cerchiatura/coronamento di perimetro alla sommità delle murature di bordo dell' edificio, non risultando tale il soffitto ligneo).

### **Descrizione dell' intervento.**

Si procede con operazione volta ad ottenere "irrigidimento/collegamento "fra i travetti in legno mediante impiego di bandelle in acciaio mm 40\*3 sp, tipo LBB4030 marca Rothoblaas o similari, forate ( $\varnothing$  fori 5 mm, alternati fra loro - 2 affiancati/1 in mezzzeria/2 affiancati e così via), fissate alle pareti, disposte incrociate fra loro al di sopra della cappa, in diagonale rispetto ai travetti (inclinate 45 °) con passo di 120 cm.

Le bandelle saranno "chiodate/fissate" in corrispondenza dell' intersezione con i sottostanti travetti in legno mediante impiego di viti  $\varnothing$  5\*120 mm, filettatura parziale, punta a spillo, forando dall' alto cappa, assito e travetti, dei quali sarà stato preventivamente tracciato l' andamento per centratura forature.

Il vincolo delle bandelle sarà per sovrapposizione ai muri per quelli longitudinali (lati N e S) con utilizzo di appositi terminali Clip-Fix Rothoblaas chiodati verticalmente nella testa del muro.

Questa sarà preventivamente rifinita in piano, con formazione di plotte malta strutturale a base di calce e pozzolana, dimens. 25\*30 cm e spess come occorrente a conseguire planarità testa muro.

A seguire, esecuzione di foro  $\varnothing$  8\*85 mm di profondità ed impiego di tasselli a battere tipo Hilti mod HSA M8 55/45/15 lunghezza 105 mm.

I terminali delle bandelle contro i muri trasversali sarà ottenuta mediante saldatura dei terminali stessi su ala di profili ad L in acciaio mm 80\*80\*4\* 150 lunghezza, a loro volta chiodati ai timpani murari di testata (W) ed intermedio. Saldature continue lungo tre lati della testa bandella e per punti a riempimento fori 5 mm sovrapposti ad ala L. Profili L preforati con n° 2 fori  $\varnothing$  9 mm e fissati a muro con coppia di tasselli a battere come sopra descritti, previa esecuzione di altrettante coppie di fori orizzontali  $\varnothing$  8 mm, medesima profondità 85 mm.

L'ulteriore applicazione dei 2 profili UPN 140, con loro appoggio sui muri longitudinali con interposizione di piastra in acciaio 250\*150\*6, forate in asse per foro  $\varnothing$  14 mm, esecuzione di foro verticale stesso diam., prof 250 mm, fissaggio con barre filettate  $\varnothing$  12 - l. 300 mm, dado e rondella, resina HIT-HY 270 per inghisaggio barre.

In dettaglio:

1. Posa di n.ro 2 profili UPN 140 disposti di piatto (U rivolta verso l' alto), uno per ciascuna delle due campate del soffitto a cassettoni, che risulteranno quindi perpendicolari ai sottostanti travetti in legno.
2. Una volta posati come in premessa detto, i due profili saranno forati in asse all' anima in corrispondenza dei sottostanti travetti in legno per appendaggio/sospensione di questi ultimi al profilo in ferro da realizzare con impiego di viti strutturali tipo Rotholbaas VGZEV09200 testa cilindrica TX 40  $\varnothing$  9 mm e lunghezza 200 mm. Fori e posa operando da sopra soffitto a cassettoni, previo tracciamento andamento ed asse dei travetti in legno.
3. Ai due profili UPN 140 saranno fissati cavi/trefoli  $\varnothing$  12 mm disposti incrociati fra loro, passanti al di sopra della capriata (in diagonale quindi), a fianco della testa del monaco che emerge dall' incrocio dei due puntoni. L' accoppiamento cavi/UPN sarà realizzato utilizzando ganci saldati ai terzi della luce del profilo. Scopo dell' impianto così realizzato è quello di trasferire sulla parte superiore della capriata parte del peso del soffitto a cassettoni che i due profili rompitratta UPN 140 incassano con le chiodature sopra descritte.
4. Ultimo intervento consisterà nel disporre un cavo/trefolo  $\varnothing$  12 mm in orizzontale, lunghezza circa 7,00 m., collegante fra loro i profili UPN 100 disposti con vincolo ai muri trasversali (di testata Ovest ed intermedio), descritti al p.to 1 sopra. Il cavo passerà al di sopra dei profili rompitratta UPN 140 ed al di sopra del tirante in legno della capriata, composto in due spezzoni con relativo tenditore per vincolarli fra loro e metterli in tensione. Il vincolo del cavo sul muro di testata Ovest sarà ottenuto con posa di capochiave, mentre quello al

muro intermedio sarà ottenuto con piastra agente a contrasto sulla faccia del setto murario che prospetta sulla posizione con soffitto a volta.

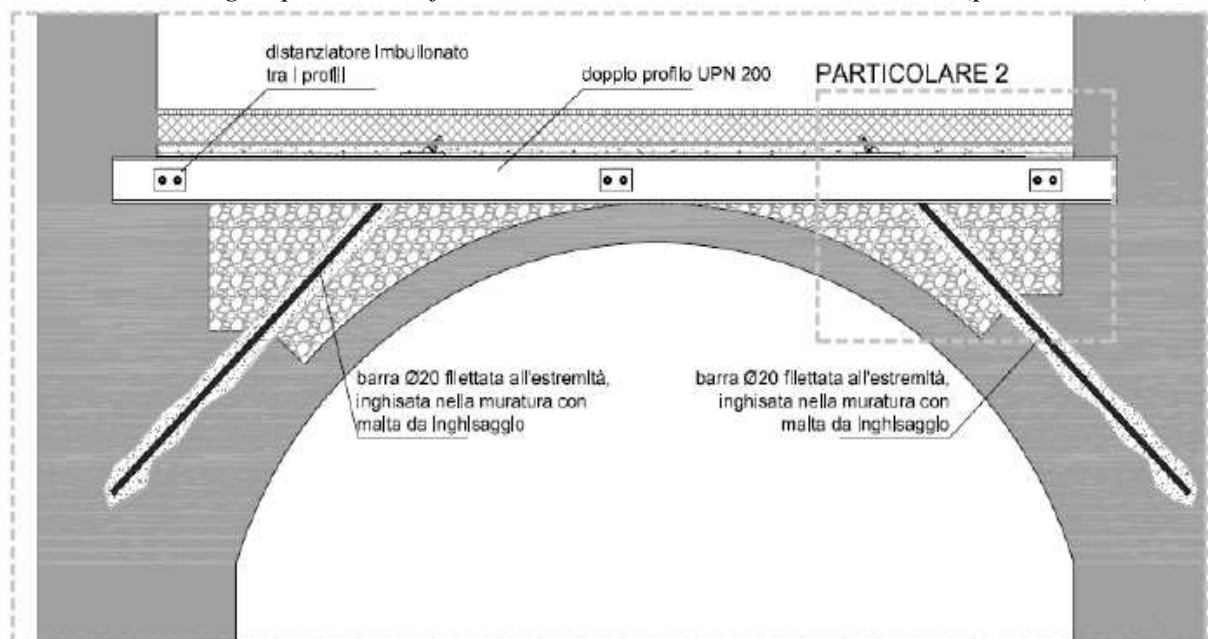
### C) Zona presbiterio con copertura a volta.

Si disporranno i presidi qui di seguito descritti.

1. Orditi nel verso N/S, due coppie di profili UPN 140 lunghezza 6600 mm circa, interassati fra loro di circa 1500 mm (misura corrispondente ad 1/3 della luce netta fra il timpano di testata Est ed il timpano/setto intermedio), in appoggio sulla testa delle murature di bordo. Gli appoggi saranno preventivamente preparati, messi in piano con ripristino integrità e continuità della muratura (in mattoni pieni), interponendo opportunamente piastre di distribuzione del carico (330\*200\*6 mm). Nell' anima dei profili, in corrispondenza dell' appoggio di questi sulle piastre/muro, saranno praticati fori rettangolari (60\*40 mm - b\*h - in asse rispetto all' altezza dell' anima) e parimenti in ciascuna piastra d' appoggio sarà praticato foro/intaglio dim 40\*40 mm - secondo disegno esecutivo d' officina - preordinati alla esecuzione, dall' alto verso il basso bidirezionalmente in diagonale (diretti quindi verso la mezzeria della muratura, il cui spessore varia da 100 cm a 75 cm), di perfori nella muratura sottostante gli intagli praticati nelle piastre di ripartizione. I perfori, praticati con punta da trapano  $\varnothing$  24 mm, si spingeranno verso il basso per almeno 300 mm e, una volta ripuliti con getto di aria compressa, saranno riempiti con resina ibrida marca HILTI mod HIT-HY 70/1400/1 oppure HIT-HY 270 da 0,50 lt ed in essi saranno collocate barre filettate  $\varnothing$  20 mm. L' accoppiamento barra/anima UPN avverrà con interposizione di apposito manufatto detto " becco di flauto " ed accessoria interposta piastrina di contrasto con il bordo del foro rettangolare, relativi dado e rondella. Ciò occorrente a garantire efficace vincolo dei profili UPN alla muratura.

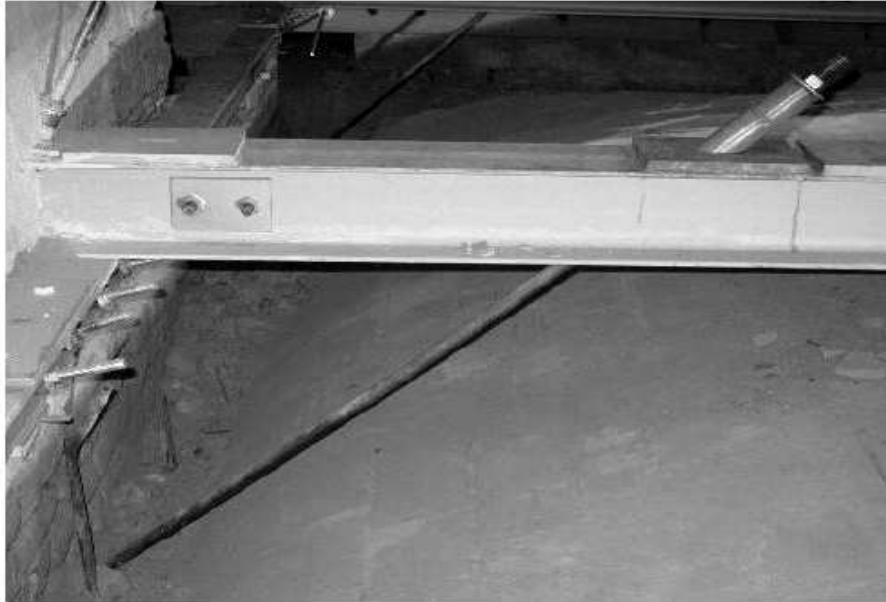
Ai terzi della loro lunghezza, a loro volta le coppie di profili UPN saranno fra loro vincolate applicando all' estradosso ala profili piastre 145\*145\*6 mm, forate ed avvitate all' ala stessa (preparazione ed assemblaggio in officina). I due profili risulteranno fra loro distanziati per almeno 22 mm e ciò motivato dal fatto di poter posizionare in corrispondenza di detto vincolo graffette pure esse " a becco di flauto " entro le quali saranno infilate barre filettate in acciaio  $\varnothing$  20 mm, disposte inclinate da profilo verso base della volta.

*Illustrazioni dettaglio posizione e funzione barra  $\varnothing$  20 - nodo tirante/trave (particolare 2)*



**SEZIONE AA'**: Consolidamento mediante il metodo delle "GRAFFETTE". I tiranti inclinati sono inghisati nella muratura ad una estremità, mentre una piastra di contrasto dotata di dado di tensionamento li collega alla trave estradosale. Il sistema di post-tensione dei tiranti consente di rendere il sistema attivo.

scala 1:20



**Fig. 2:** Consolidamento con sistema a “graffette”: schema statico ed esempio di un nodo tirante-trave

Le barre si estenderanno quanto necessario per fuoriuscire dalla muratura di perimetro dell’ abside (fronti N e S), nelle quali saranno praticati i necessari fori passanti e sulla faccia esterna delle pareti saranno disposti gli usuali capochiave a paletta (bloccaggio a zeppa) cui vincolare la testa del tirante, che sarà poi tesato agendo per il serraggio sui dadi in corrispondenza del “ becco di flauto “.

2. Orditi nel verso E/W saranno invece disposti due cavi/trefoli  $\varnothing$  140 mm attraversanti l’ anima dei profili UPN, vincolati per un capo alla muratura di testata Est del fabbricato, a quota appena al di sotto dell’ estradosso della volta, con sistema di vincolo in facciata con capochiave come descritto sopra e, per l’ apposto capo, al setto murario intermedio che separa il corpo con volta a botte dal corpo con soffitto a cassettoni, apponendo qui altrettanto elemento capochiave oppure piastre 400\*250\*6. Le coppie di cavi/trefoli saranno giuntati a metà con inserimento dei tenditori.

#### **D) Note operative.**

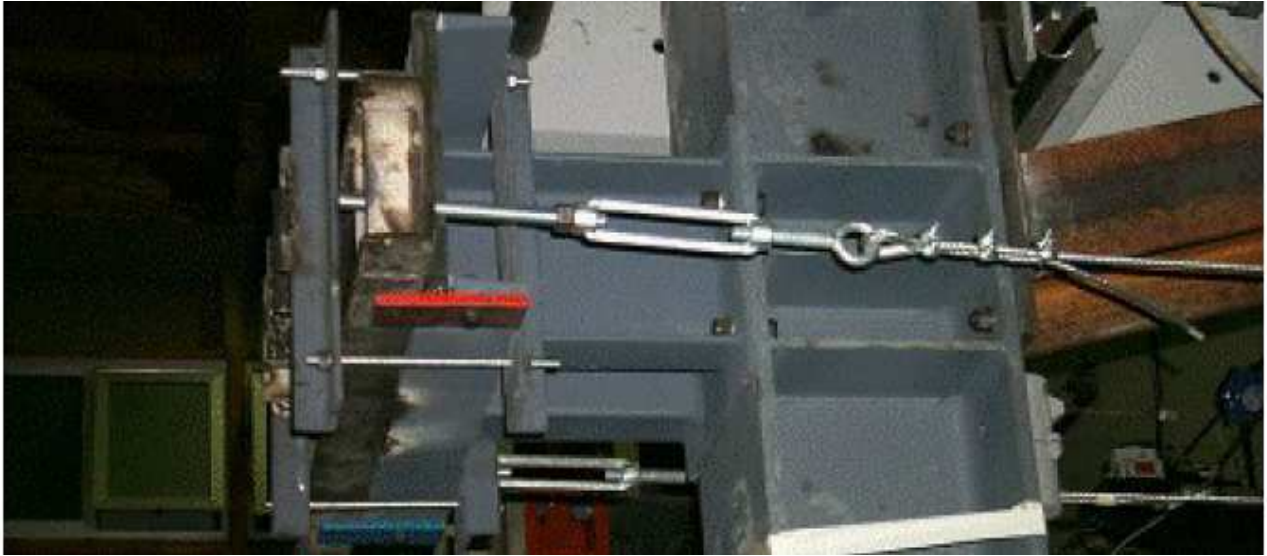
Si eseguiranno gli interventi sopra descritti a manto copertura rimosso, opportunamente così potendosi calare i vari manufatti (profili, barre, tiranti etc) dall’ alto, infilandoli fra un travetto e l’ altro.

Si prescrive di verificare l’ interporre di tavoletta di spessoramento fra nuove terzere e puntone capriata, alla luce del fatto che le terzere stesse ora “ lavorano “ su luci di poco oltre 7,00 m scavalcando i puntoni stessi.

Si prescrive infine esecuzione di ponteggio a contrasto con soffitto a cassettoni all’ interno della navata dell’ edificio, a presidio di cedimento dell’ assito del soffitto e di punzonamenti con caduta di personale operante nel sottotetto, sia in fase esecuzione rinforzi strutturali sopra descritti che in fase di rifacimento del manto di copertura.

Occorre altresì riparare/reintegrare parti di muri di perimetro, trasversali, elementi a timpano, per parti di questi mancanti e/o sconnesse, interessate pure da crepe (in mattone pieno).

Rimuovere infine residui di laterizio coppi abbandonati nella zona cupola.



esempio di assemblaggio componenti per bloccaggio cavo/tirante : morsetti, redance, tenditore.

**NB:** La coppia di serraggio del dado può essere calcolata considerando un coefficiente d' attrito dell' accoppiamento dado-vite pari a 0.10, valevole per condizioni standard di fornitura.  
L' uso del morsetto in condizioni diverse dallo standard di fornitura (es. ingrassaggio della filettatura del cavallotto), comporta un diverso coefficiente d' attrito, peraltro difficilmente misurabile, da cui ne consegue un diverso valore della coppia di serraggio.

### *Criteri di scelta dei morsetti*

1. I **morsetti** devono essere **scelti in funzione del diametro della fune** da utilizzare, (il diametro della fune deve corrispondere alla misura del morsetto), ed impiegati solo ed esclusivamente con funi metalliche.
2. Considerare che l'impiego dei morsetti comporta per la fune una perdita di resistenza indicativamente del 20-30%.
3. La temperatura d'impiego consentita dovrà essere compresa tra  $-20^{\circ}\text{C}$  e  $+80^{\circ}\text{C}$ .
4. L'accessorio lavora in perfetta efficienza fin quando restano invariate le sue caratteristiche geometriche e fisiche e resta costante la coppia di serraggio applicata. Controllare quindi periodicamente lo stato di usura e la coppia di serraggio in funzione dell'uso.

### *Installazione*

Utilizzare i morsetti per formare asole di funi metalliche da impiegare per l'ancoraggio e il tensionamento.

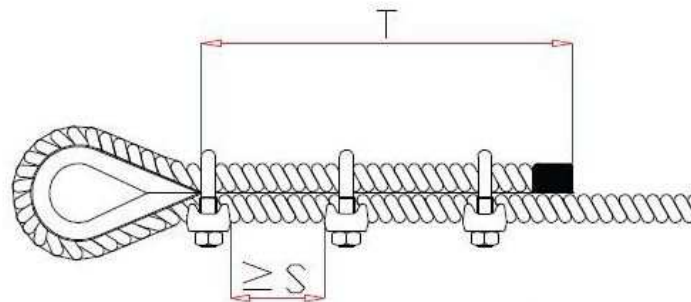
Inserire all' interno delle asole apposite redance per evitare usure dovute a sfregamento con altri elementi.

Considerare che il tratto rinviato della fune deve avere una lunghezza " T " sufficiente a contenere almeno un numero minimo di morsetti, distanziati fra loro di una quota maggiore o uguale alla loro larghezza " S ", come specificato nell' immagine sottostante.

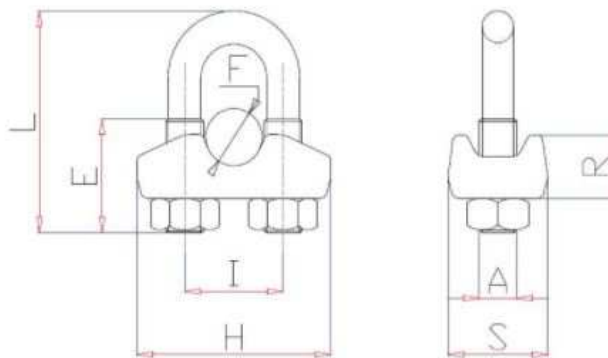
### *Istruzioni di Montaggio*

- Inserire la redance nell'estremità ad asola della fune metallica. Applicare il primo morsetto a una distanza uguale alla larghezza "S" del corpo dall'estremità morta della fune.

- Applicare il cavallotto filettato sulla parte rinviata della fune (capo morto).
- La parte attiva della fune, quella che esercita la trazione, è supportata dal corpo del morsetto.
- Serrare uniformemente, i dadi, alternando l'applicazione della coppia fino al raggiungimento del valore indicato dalla tabella.
- Il secondo morsetto deve essere applicato il più vicino possibile al cappio o alla redance, bloccando i dadi fermamente ma senza serrare.
- Gli altri morsetti devono essere montati tra il primo ed il secondo, distanziati fra di loro di una quota maggiore o uguale alla loro larghezza "S".
- Tendere l'imbando in modo da non creare pieghe o zone lasche sulla corda; quindi serrare uniformemente i dadi di ogni cavallotto filettato, alternando da un dado all'altro fino al raggiungimento della coppia raccomandata.



[www.sartoritrade.it](http://www.sartoritrade.it)



[www.sartoritrade.it](http://www.sartoritrade.it)

Morsetto in acciaio zincato elettroliticamente, per il serraggio di fune metallica.

Codice	F	F"	A	E	H	I	L	R	S	T	PESO gr.	C Nm
118.0001	5	3/16	M4	13	24	12	24	9	15	110	22	2.46
118.0002	6	1/4	M6	15	27	14	28	10	16	120	35	4.24
118.0003	10	3/8	M8	25	37	20	42	13	22	240	75	10.20

**N. B.** = Le quote indicate sono espresse in mm.

**C** = Coppia di serraggio

**N** = Numero di morsetti consigliati da montare sulla fune

**T** = Lunghezza minima del tratto terminale della fune