

- SISTEMI E DISPOSITIVI ANTICADUTA DALL'ALTO CONFORMI UNI EN 795

**SONZOGNI**

- progettazione - installazione
- manutenzione
- certificazione - verifiche statiche



Sede Legale: 24121 BERGAMO Via S. Elisabetta, 8  
Sede Operativa: 24121 BERGAMO Via P. Rovelli, 25

Tel. 035.0448433 - Fax 035.0448432

Cell. 328 8332889

P.E.C.: [sonzognisintesisrl@pec.it](mailto:sonzognisintesisrl@pec.it)

**SINTESI s.r.l.**

Mail: [tecnico@sonzognisintesi.it](mailto:tecnico@sonzognisintesi.it)

P. IVA e Cod. Fisc.: 03831120161 - Reg. Imp. BG REA 411941  
Capitale Sociale € 10.000,00 I. V.

Data della prima stesura:

**COMUNE DI  
BERGAMO**

**PROVINCIA DI BERGAMO**

Committente:

Spett.le

BERGAMO

Oggetto:

**VERIFICA STRUTTURALE DEL SISTEMA DI FISSAGGIO DEGLI  
ANCORAGGI**

Tecnico:

**Ing. Lorenzo Colleoni**

**DISPOSITIVI INSTALLATI PRESSO IL CANTIERE SITO IN VIA**

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**INDICE:**

<b>1. - PREMESSA</b>	<b>p. 3</b>
<b>2. - ANCORAGGI DELLA LINEA VITA</b>	<b>p. 6</b>
<b>3. - ANCORAGGI PUNTI FISSI CLASSE A2</b>	<b>p. 14</b>
<b>4. - CONCLUSIONI</b>	<b>p. 16</b>

## 1. - PREMESSA

La presente relazione tecnica ha per oggetto la valutazione, dal punto di vista strutturale, della resistenza meccanica dei collegamenti necessari al fissaggio, sulle strutture portanti principali, dei dispositivi e sistemi anticaduta (UNI 795) e ancoraggi (UNI 795, UNI 517), installati sulla copertura dell'edificio sito in Bergamo (BG), via Pezzotta n. 3-Condominio "Borromini".



**Figura 1: inquadramento territoriale edificio via Pezzotta n. 3 - Bergamo**

Ditta installatrice:

SONZOGNI SINTESI di Sonzogni Roberto & C. s.n.c.  
Via S. Elisabetta, 8 - 24121 BERGAMO  
Tel/Fax 035/82.68.99  
Cell. 328/83.32.889

Produttore dispositivi, sistemi anticaduta e ancoraggi:

Tau Safe System S.r.l.  
Via Serio, 29 - 24020 CASNIGO (BG)  
Tel/Fax 035/74.178

Collaudo del sistema effettuato, con esito positivo, dalla ditta:

SONZOGNI SINTESI di Sonzogni Roberto & C. s.n.c.  
Via S. Elisabetta, 8 - 24121 BERGAMO  
Tel/Fax 035/82.68.99  
Cell. 328/83.32.889

### Dispositivi installati:

Sistema linea Tau Safe System (dispositivi per la formazione di linea classe C), costituito da:

- ASF2 H 440mm “palo a base doppia falda” in acciaio Fe 360 B;
- ECP, “contro piastra per palo ASP-ASI-AFL in acciaio Fe 360 B;
- ERA, “elemento angolare in acciaio Fe 360 zincato e verniciato a polvere nera;
- ESPA, “elemento d ripartenza angolare” in Fe 360 B zincato e verniciato a polvere nera;
- Fune trefolata in acciaio inossidabile AISI316 diametro apparente Ø8 mm
- Ammortizzatore con molla di compressione, filo inox 302 Ø12 mm.

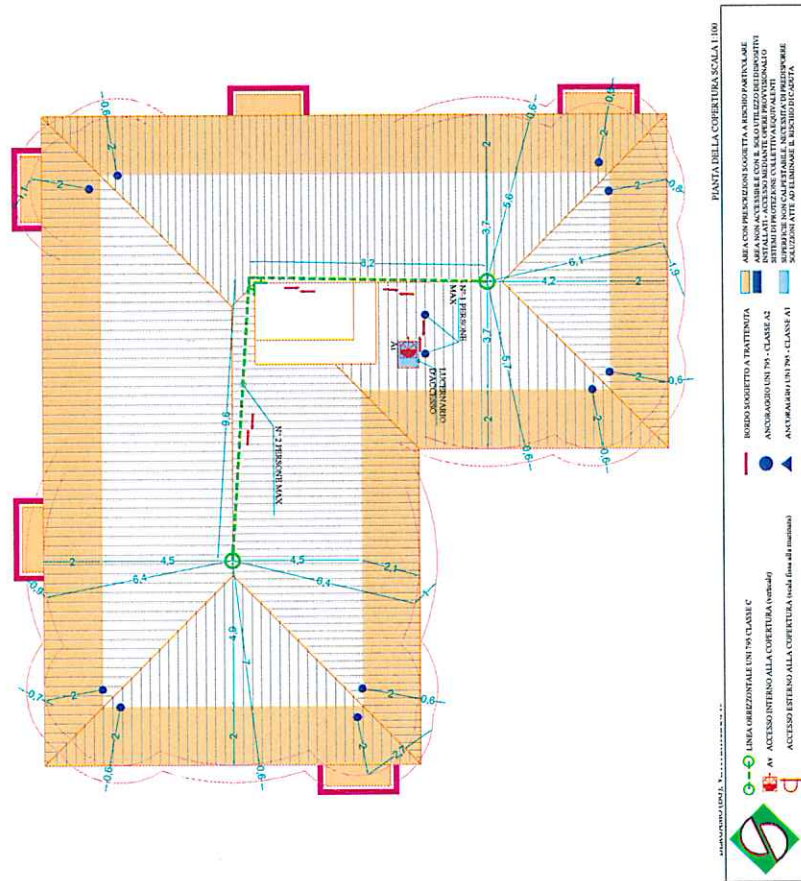
Punti fissi Tau Safe System (dispositivi per la formazione di punti fissi classe A2), costituiti da:

- PFA, “staffa inox sottocoppo” in acciaio Fe 360 B
- RGPF, “regolo orizzontale per staffa sottocoppo” in Fe 360 B;
- PPE, “piastra per ancoraggio a muro angolare esterno” in Fe 360 B

La copertura dell'edificio è costituita da struttura portante lignea a falde inclinate (inclinazione 15°)

Il manto di copertura è costituito da coppi per la zona a falde inclinate mentre la parte più alta è a superficie orizzontale rivestita con guaina bituminosa.

Si allega pianta copertura con dislocazione dispositivi per la prevenzione delle cadute dall'alto.



**Figura 2: pianta copertura edificio via Bergamo**



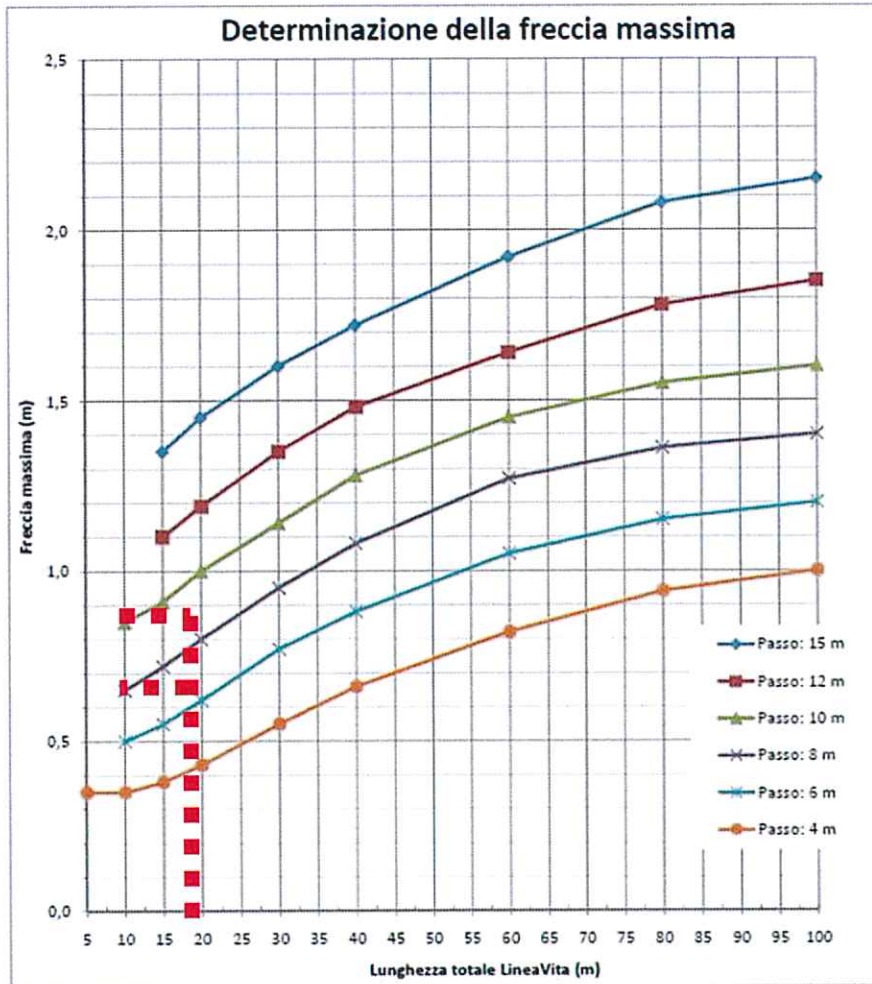
**Figura 3: immagine collocazione elemento ASF1**

## **2. ANCORAGGI DELLA LINEA VITA**

E' oggetto di questa verifica l'ancoraggio del paletto sottoposto alla forza massima trasmessa dal cavo all'atto della eventuale caduta.

La linea è concepita per un numero massimo di utilizzatori pari a 2, con una lunghezza totale di 17,80 m a due campate (una di 9,60 m e l'altra di 8,20m), costituita da cavo in acciaio vincolato alle estremità a paletti di ancoraggio alti 440 mm, ed in posizione centrale piastra angolare per ancoraggio a muro fissato alla medesima altezza. I paletti laterali sono vincolati a trave di colmo in legno poggiate su base in calcestruzzo armato del solaio di copertura, mentre le staffe intermedie sono fissate a setti in calcestruzzo armato dislocati sugli spigoli della muratura perimetrale del vano centrale a copertura piana.

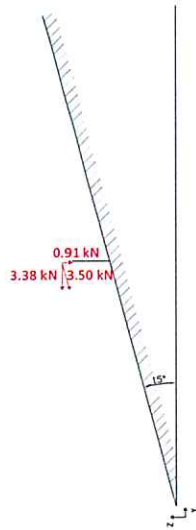
Un elemento deformabile (ammortizzatore con molla di compressione) è disposto ad una delle estremità della linea.



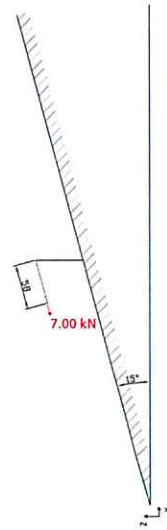
**Figura 4: abaco con indicazione della freccia della Linea Vita in funzione della lunghezza totale e del passo tra i pali**

Nota la geometria della linea e l'allungamento del cavo è possibile ottenere le forze trasmesse al paletto (azioni caratteristiche). Moltiplicandole per un coefficiente di sicurezza pari a 2 (coefficiente di sicurezza parziale per la verifica allo stato limite ultimo, dedotto dalla norma UNI EN 795, punto 4.3.3.1) si ottengono le azioni di calcolo.

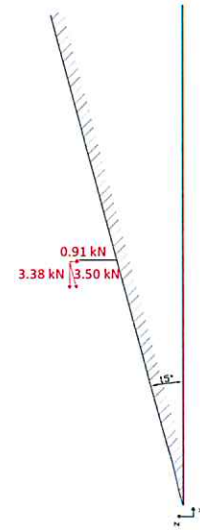
sezione  
piano  
ortogonale  
alla  
falda(pailetto  
estremità  
1-ASF1+ESP)



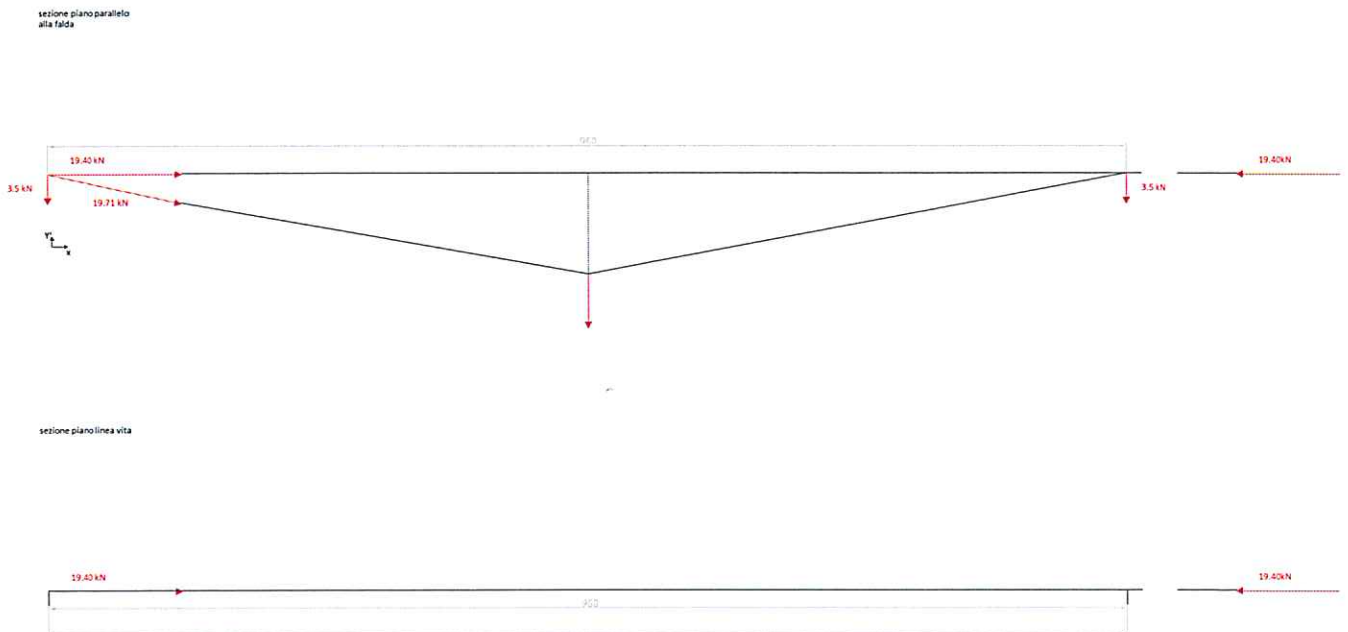
sezione  
piano  
ortogonale  
alla  
falda(mezzeria  
campata)



sezione  
piano  
ortogonale  
alla  
falda(gancio  
estremità  
2-ASF1+ESP)



**Figura 5: sezioni ortogonali Linea Vita (caduta arrestata sulla campata di 9,60 m)**



**Figura 6: sezioni piane Linea Vita (caduta arrestata sulla campata di 4,40 m)**



Il calcolo di seguito illustrato è stato condotto in funzione della condizione di carico peggiore, considerando quindi gli sforzi sollecitanti più gravosi sulle strutture costituenti la linea vita.

Azioni massime di calcolo su paletto di estremità (SF=2), scomposte nelle direzioni principali di inerzia:

$$F_{s,x} = 19.40 \text{ kN} \cdot 2 = 38,80 \text{ kN}$$

$$F_{s,y} = -3.38 \text{ kN} \cdot 2 = -6.76 \text{ kN}$$

$$F_{s,z} = -0.91 \text{ kN} \cdot 2 = -1.82 \text{ kN}$$

Reazioni di incastro al piede del paletto (SF=2), scomposte nelle direzioni principali d inerzia:

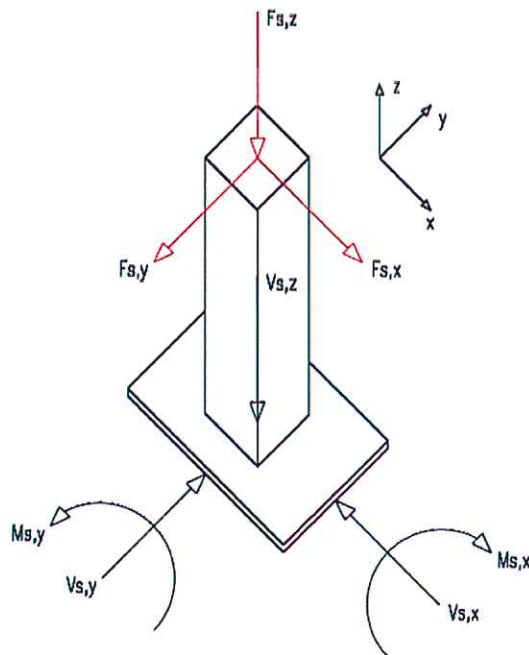
$$V_{s,x} = -38.80 \text{ kN}$$

$$V_{s,y} = 6.76 \text{ kN}$$

$$V_{s,z} = 1.82 \text{ kN}$$

$$M_{s,x} = -6.76 \text{ kN} \cdot 0.44 \text{ m} = -2.97 \text{ kN m}$$

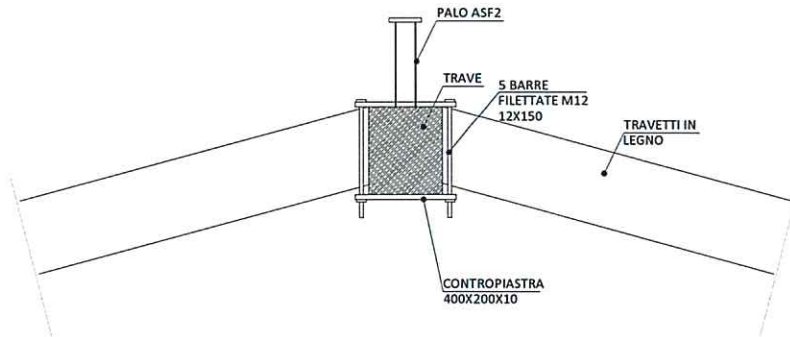
$$M_{s,y} = -38.80 \text{ kN} \cdot 0.44 \text{ m} = -16.88 \text{ kN m}$$



**Figura 7: azioni sollecitanti e reazioni sul palo di estremità**

### Verifica dell'ancoraggio del paletto di estremità

I paletti di estremità sono collegati alla struttura costituita da travetti in legno ad interasse costante per mezzo di contro piastra e n° 5 barre filettate M12 passanti Barra M12 classe 8.8.



**Figura 8: dettagli ancoraggio palo tipo ASF2-sezione trasversale**



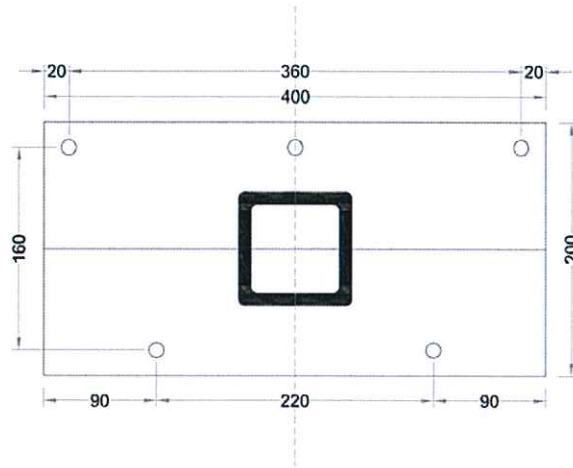
**Figura 9: immagine della posa palo tipo ASF2 con contro piastra**

#### Taglio su ogni singola barra filettata

$$V_s = (V_{s,x^2} + V_{s,y^2})^{1/2} = (38.80^2 + 6.76^2)^{1/2} = 39.38 \text{ kN}$$

$$V_b = V_s/n_t = 39.38 \text{ kN}/5 = 7.87 \text{ kN} < F_{v,Rd} \text{ (VERIFICA SODDISFATTA)}$$

$$F_{v,Rd} = 0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res} / \gamma_{M2} = 0.6 \cdot 800 \text{ N/mm}^2 \cdot 84 \text{ mm}^2 / 1.25 = 40.32 \text{ kN}$$



**Figura 10: dettagli ancoraggio palo**

Rotazione attorno asse y:

$N = 1.82 \text{ kN}$   
 $M = 16.88 \text{ kNm}$   
 $e_x = M/N = 9274 \text{ mm}$   
 $a = 290 \text{ mm}$   
 $b = 7763 - 290/2 = 7618 \text{ mm}$   
 $nb = 2$   
 $A_f = nb \cdot A_{res} = 2 \cdot 84 \text{ mm}^2 = 168 \text{ mm}^2$   
 $A_1 = 200 \text{ mm}$   
 $B_1 = 400 \text{ mm}$

$f_b = N/(nb) \cdot (b/a) = 23.90 \text{ kN}$  (sforzo di trazione in ogni singolo fissaggio)

$f_{N,M} = 4 \cdot N / (A_1 \cdot B_1) \cdot (a+b)/a = 0.00248 \text{ kN/mm}^2$  (tensione di compressione agente sul supporto in calcestruzzo)

Rotazione attorno asse x:

$N = 1.82 \text{ kN}$   
 $M = 2.97 \text{ kNm}$   
 $e_x = M/N = 1632 \text{ mm}$   
 $a = 160 \text{ mm}$   
 $b = 1632 - 160/2 = 736 \text{ mm}$   
 $nb = 2$   
 $A_f = nb \cdot A_{res} = 2 \cdot 84 \text{ mm}^2 = 168 \text{ mm}^2$   
 $A_1 = 200 \text{ mm}$   
 $B_1 = 400 \text{ mm}$

$f_{b1} = N/(nb) \cdot (b/a) = 4.19 \text{ kN}$  (sforzo di trazione in ogni singolo fissaggio)

$f_{N,M-1} = 4 \cdot N / (A_1 \cdot B_1) \cdot (a+b)/a = 0.00051 \text{ kN/mm}^2$  (tensione di compressione agente sul supporto in calcestruzzo)

Combinazione delle azioni

Forza di trazione sulla barra più sollecitata risultante dalla combinazione delle due azioni

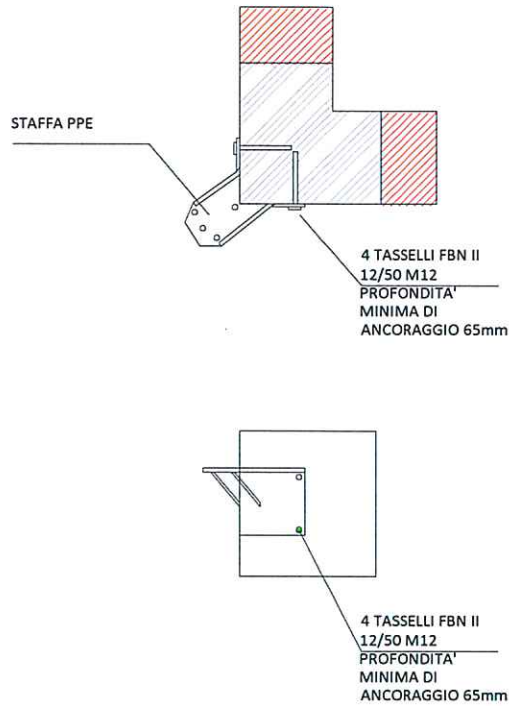
$F_{t,Sd} = (f_b + f_{b1}) = (23.90 \text{ kN} + 4.19 \text{ kN}) = 28.09 \text{ kN}$

Condizione di verifica:

$F_{t,Sd} = 28.09 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 35.7 \text{ kN}$  ( VERIFICA SODDISFATTA)

**Verifica dell'ancoraggio staffa intermedia**

Le staffe intermedie sono collegate a setti in calcestruzzo armato dislocati sugli spigoli della muratura perimetrale del vano centrale a copertura piana per mezzo di n.4 ancoranti in acciaio zincato tipo Fisher FBN II 12/50 M12.



**Figura 11: dettagli ancoraggio palo tipo ASF1**



**Figura 12: dettagli ancoraggio piastra angolare tipo PPE**

**Per le verifiche si considera la configurazione di carico più sfavorevole ( ancoraggio intermedio 3-PPE).**

**Trazione su ogni singolo fissaggio (tassello) della piastra di base**

Trazione asse y:

N: 38.80 kN

$f_b = N/(nb) \cdot (1/\cos 45^\circ) = 38.80 \text{ kN}/4 \cdot (1/\cos 45^\circ) = 13.72 \text{ kN}$  (sforzo di trazione in ogni singolo fissaggio)

$F_t, S_d = f_b = 13.72 \text{ kN}$

$\varnothing = 12 \text{ mm}$  ( diametro nominale fissaggio)

Sulla base delle informazioni fornite dall'installatore e delle specifiche di cui alla scheda del tassello tipo Fisher FBN II M12, a cui si è fatto riferimento al fine di stabilire le forze resistenti, abbiamo:

- profondità minima di ancoraggio = 65 mm;
- diametro foro nel supporto = 12 mm;
- spessore minimo del supporto = 120 mm;
- distanza minima dal bordo = 70 mm;
- carico medio a rottura a trazione  $F_{t,Rd} = 35.7 \text{ kN}$ ;
- carico medio di progetto a trazione  $F_{v,Rd} = 17.6 \text{ kN}$ .

I carichi a rottura si definiscono come condizioni che conducono alla rottura del fondo di ancoraggio oppure alla rottura all'estrazione del tassello, mentre i carichi ammissibili o di progetto sono i carichi in esercizio, già comprensivi di un coefficiente di sicurezza adeguato.

Condizione di verifica:

$F_t, S_d = 13.72 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 35.7 \text{ kN}$  ( VERIFICA SODDISFATTA)

**Taglio su ogni singolo tassello della piastra di base:**

$V_s = ( V_{s,y}/\cos 45^\circ )^2 + V_{s,z}^2 )^{1/2} = ( 6.76^2 / \cos 45^\circ )^{1/2} = 8.00 \text{ kN}$

$V_{s,d} = V_s/nb = 8.00 \text{ kN}/4 = 2.00 \text{ kN} < F_{v,Rd}$  (VERIFICA SODDISFATTA )  
 $= 2.00 \text{ kN} < F_{v,d}$  (VERIFICA SODDISFATTA )

$F_{v,Rd} = 21.00 \text{ kN}$  ( carico medio di rottura a taglio )

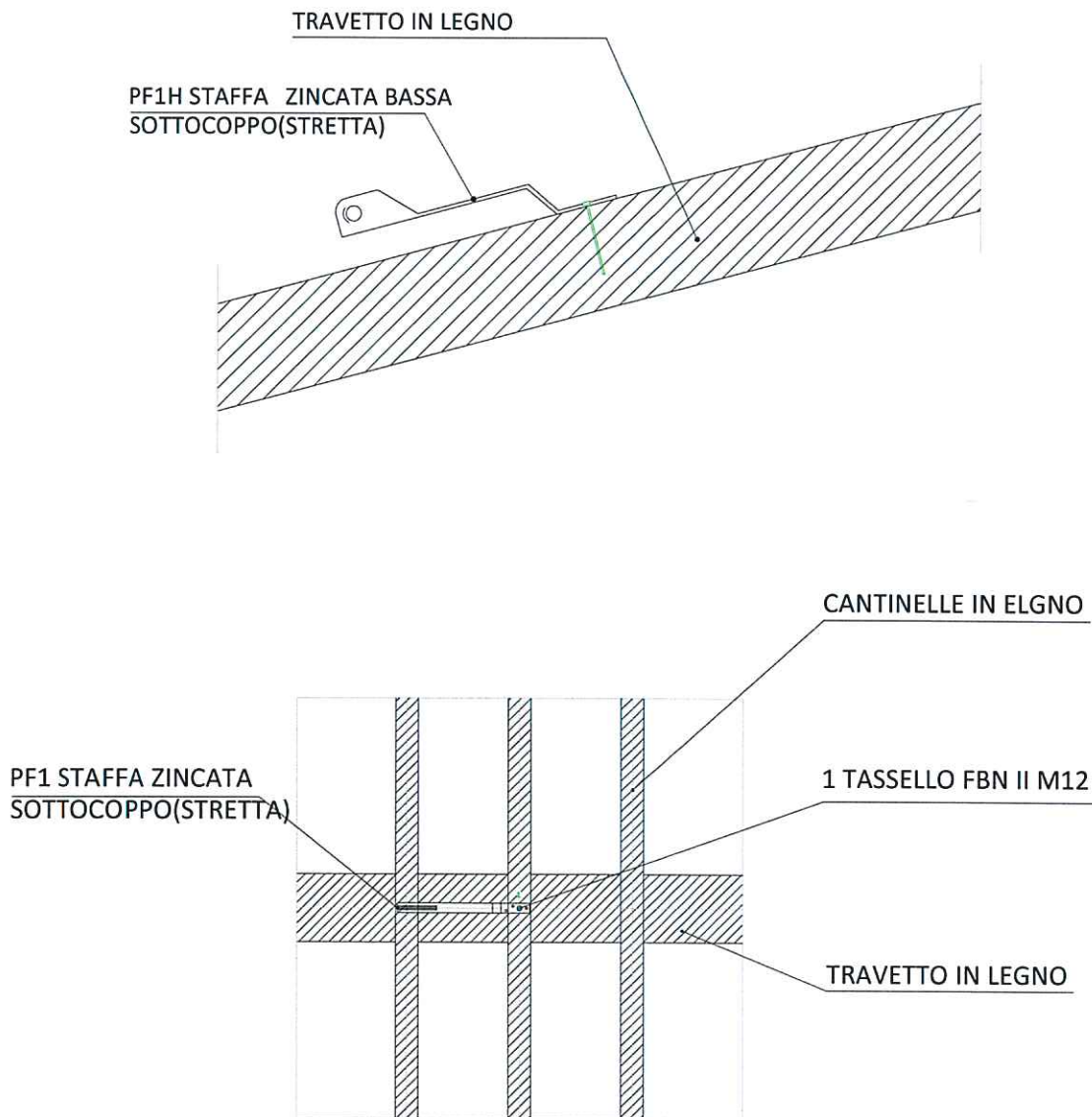
$F_{v,d} = 16.60 \text{ kN}$  ( carico medio di progetto a taglio )

Dai risultati ottenuti si riscontra una condizione sollecitante inferiore sia di rottura che di progetto a taglio dell'ancoraggio.

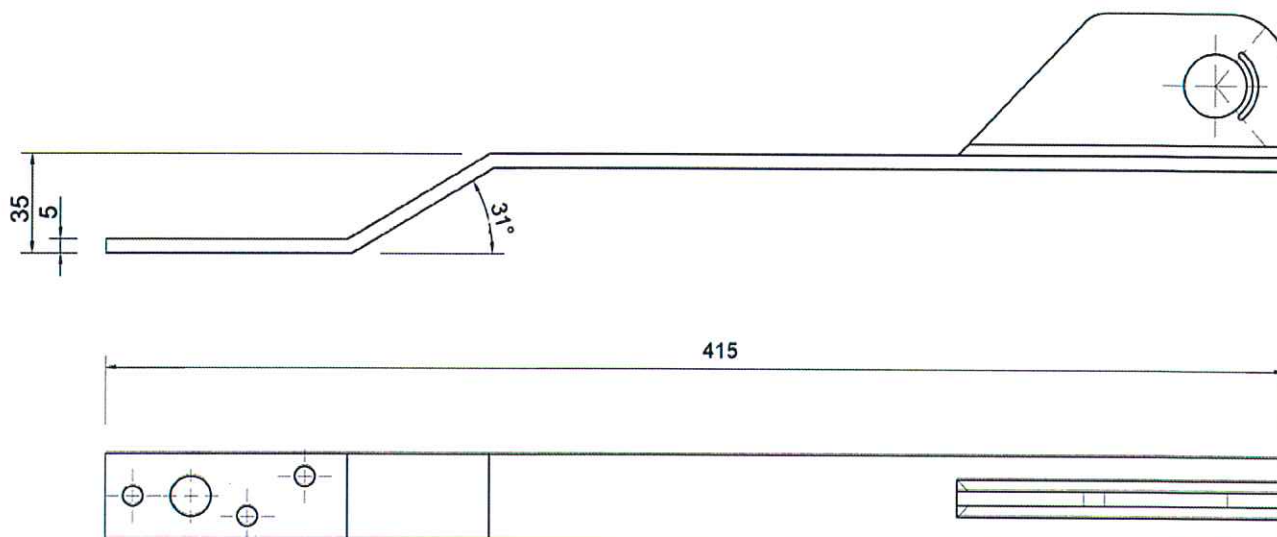
Il calcolo di seguito illustrato è stato condotto in funzione della condizione di carico peggiore, considerando quindi gli sforzi sollecitanti più gravosi sulle strutture costituenti la linea vita.

### 3- ANCORAGGI PUNTI FISSI CLASSE A2

E' oggetto di questa verifica l'ancoraggio dei dispositivi A2 fissati alla copertura della zona A. Sulla copertura i punti fissi sono stato realizzati mediante l'impiego di staffe tipo PF1H (staffa zincata alta), e sono stati ancorati mediante un fissaggio alla trave in legno. La verifica dell'evento dinamico è condotta applicando una forza statica equivalente, indicata dalla norma EN795. Per il dispositivo in esame la forza è pari a 10 KN (caduta di un solo utilizzatore) . La forza viene considerata applicata all'estremità del dispositivo ,che è ancorato alla struttura per mezzo di un ancorante in acciaio zincato tipo Fisher FBN II M12.



**Figura 13: dettagli grafici di posa ancoraggio punti fissi PF1**



**Figura 14: dettaglio tecnico punti fissi PF1**

#### **Azione di calcolo sul dispositivo**

$F_d = 10 \text{ kN}$  (definito da EN795, punto A.3 e 4.3.1.2)

#### **Azioni di calcolo sul fissaggio**

Si assume a favore di sicurezza che il taglio sul tassello sia pari al valore nominale della forza di calcolo e la componente di trazione sia pari alla metà del taglio.

$F_{t,Sd} = 5 \text{ kN}$  (forza di calcolo a trazione)

$V_{b,Sd} = 10 \text{ kN}$  (forza di calcolo a taglio)

Le caratteristiche a rottura dell'ancorante utilizzato prevedono:

-carico medio a rottura a trazione  $F_{t,Rd} = 35.70 \text{ kN}$

-carico medio di rottura a taglio  $F_{v,Rd} = 21.00 \text{ kN}$

-carico medio di progetto a trazione  $F_{t,d} = 17.60 \text{ kN}$

-carico medio di progetto a taglio  $F_{v,d} = 16.60 \text{ kN}$

$F_{t,Sd} = 5.00 \text{ kN} < F_{t,Rd} = 35.70 \text{ kN}$  ( VERIFICA SODDISFATTA)

$< F_{t,d} = 17.60 \text{ kN}$  ( VERIFICA SODDISFATTA)

$V_{b,Sd} = 10,00 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 21.00$  ( VERIFICA SODDISFATTA)

$< F_{v,d} = 16.60 \text{ kN}$  (VERIFICA SODDISFATTA)

Dai risultati ottenuti si riscontra una condizione sollecitante inferiore alle condizioni sia di rottura che di progetto a trazione e taglio dell'ancoraggio

## 5. CONCLUSIONI

La presente relazione tecnica ha per oggetto la valutazione, dal punto di vista strutturale , della resistenza meccanica dei collegamenti necessari al fissaggio , sulle strutture portanti principali, dei dispositivi e sistemi anticaduta (EN795), installati sulle coperture dell'edificio sito in Bergamo in via Pezzotta n.3.

E' responsabilità dell'impresa installatrice verificare che le soluzioni tecniche e gli schemi contenuti nel presente documento ( tipologia dei dispositivi, caratteristiche degli elementi di fissaggio adottati, geometria e configurazione dei supporti sui quali i dispositivi sono installati ) siano coerenti con la loro configurazione effettiva. Nel caso in cui si riscontrino difformità sostanziali la presente relazione per de la validità.

Bergamo, 28 Ottobre 2014



Il tecnico

Ing. Lorenzo Colleoni

L'impresa installatrice

SONZOGNI SINTESI s.r.l

Bergamo (BG)

via S. Elisabetta n.8

Allegati:

- Scheda sistema TAU Safe system;
- Dichiarazione di conformità dell'installatore;
- Collaudo di prova statica
- Scheda tecnica fissaggi Fischer FBN II;
- Scheda elemento ASF1, H 350mm palo a base doppia falda in acciaio Fe 360 B;
- Scheda elemento ESPA, Elemento di ripartenza angolare in acciaio Fe 360;
- Scheda elemento PF2 punto fisso classe A1, in acciaio inox per lastre e pannelli;
- Scheda elemento PFA1 punto fisso A1 in acciaio INOX AISI 304;
- Scheda elemento PPO piastra per ancoraggio a muro orizzontale.