



## **Fascicolo tecnico**

**USO – MANUTENZIONE – INSTALLAZIONE**

PARAPETTO PERMANENTE

PROCT FGRL – PROCT FGRT

UNI EN ISO n° 14122-3; NTC 2018; D.LGS 81/08 e s.m.i.

## SOMMARIO

PREMESSA.....	4
1. PRODUTTORE.....	5
2. RIFERIMENTI NORMATIVI .....	5
2.1 QUADRO GENERICO.....	6
2.2 PRESTAZIONI RICHIESTE PER PARAPETTO SECONDO LA NORMA UNI EN 14122-3 :2016.....	6
2.3 PRINCIPI FONDAMENTALI DEL METODO DEGLI STATI LIMITE SECONDO LA NTC 2018.....	8
3. GARANZIE.....	9
3.1 ESCLUSIONE DI GARANZIA DEL PRODOTTO.....	9
4. AVVERTENZE OBBLIGATORIE .....	10
5. CONTROLLI PRIMA DELL'USO.....	10
6. SCHEDA TECNICA .....	11
6.1 PARAPETTO PERMANENTE SU LAMIERA GRECATA .....	11
6.2 COMPONENTI PRINCIPALI.....	12
6.3 COMPONENTI ACCESSORI.....	13
6.4 DESCRIZIONE DEI MATERIALI IMPIEGATI E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE .....	14
7. SCHEMA DO MONTAGGIO – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL'ORDITURA DELLA GRECA.....	15
8. SCHEMA DI MONTAGGIO – CASO PARAPETTO PARALLELO ALL'ORDITURA DELLA GRECA .....	23
9. RAPPORTO DI PROVA.....	30
10. RELAZIONE DI CALCOLO.....	34
10.1 GENERALITA' DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 14122-3:2016 .....	34
10.2 VERIFICA DELL'USABILITA' DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8).....	35
10.3 VERIFICA DELL'USABILITA' DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8) .....	36
10.4 VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8) .....	37
10.5 VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8) .....	38
10.6 GENERALITA' DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO LA NTC 2018.....	40
10.7 VERIFICA A FLESSIONE DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1).....	42
10.8 VERIFICA A FLESSIONE DEL MONTANTE SECONDARIO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1) .....	43
10.9 VERIFICA A TAGLIO DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1).....	44
10.10 VERIFICA A TAGLIO DEL MONTANTE SECONDARIO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1) .....	45
10.11 VERIFICA A FLESSIONE DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2).....	46
10.12 VERIFICA A TAGLIO DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2) .....	47
10.13 VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL'ORDITURA DELLA GRECA.....	48
10.13.1 Verifica a taglio dei bulloni piastra-montante (NTC18) .....	49
10.13.2 Verifica a rifollamento della piastra (NTC18).....	49
10.13.3 Verifica a taglio dei bulloni piastra-pattino (NTC18).....	50
10.13.4 Verifica a trazione dei bulloni piastra-pattino (NTC18) .....	50
10.13.5 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione sui bulloni piastra-pattino (NTC18).....	51
10.13.6 Verifica a punzonamento della piastra (NTC18) .....	51

10.14	VERIFICA DEI RIVETTI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL’ORDITURA DELLA GRECA.....	52
10.14.1	Verifica a taglio dei rivetti .....	52
10.14.2	Verifica a rifollamento del pattino .....	53
10.14.3	Verifica a rifollamento della lamiera grecata in alluminio (s=0.6mm) .....	53
10.14.4	Verifica a rifollamento della lamiera grecata in acciaio (s=0.5mm).....	54
10.15	VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE SECONDARIO – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL’ORDITURA DELLA GRECA .....	55
10.15.1	Verifica a taglio dei bulloni piastra-montante (NTC18) .....	55
10.15.2	Verifica a rifollamento della piastra (NTC18).....	56
10.15.3	Verifica a taglio dei bulloni piastra-pattino (NTC18).....	57
10.15.4	Verifica a trazione dei bulloni piastra-pattino (NTC18) .....	57
10.15.5	Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione sui bulloni piastra-pattino (NTC18).....	58
10.15.6	Verifica a punzonamento della piastra (NTC18) .....	58
10.16	VERIFICA DEI RIVETTI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE SECONDARIO – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL’ORDITURA DELLA GRECA .....	59
10.16.1	Verifica a taglio dei rivetti .....	59
10.16.2	Verifica a rifollamento del pattino .....	60
10.16.3	Verifica a rifollamento della lamiera grecata in alluminio (s=0.6mm) .....	60
10.16.4	Verifica a rifollamento della lamiera grecata in acciaio (s=0.5mm).....	61
10.17	VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE – CASO PARAPETTO PARALLELO ALL’ORDITURA DELLA GRECA 62	
10.17.1	Verifica a taglio dei bulloni piastra-montante e piastra-piastra (NTC18) .....	62
10.17.2	Verifica a rifollamento della piastra (NTC18).....	63
10.17.3	Verifica a taglio dei bulloni piastra-pattino (NTC18).....	63
10.17.4	Verifica a trazione dei bulloni piastra-pattino (NTC18) .....	64
10.17.5	Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione sui bulloni piastra-pattino (NTC18).....	64
10.17.6	Verifica a punzonamento della piastra (NTC18) .....	65
10.18	VERIFICA DEI RIVETTI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE – CASO PARAPETTO PARALLELO ALL’ORDITURA DELLA GRECA 65	
10.18.1	Verifica a taglio dei rivetti .....	66
10.18.2	Verifica a trazione dei rivetti.....	66
10.18.3	Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione.....	67
10.18.4	Verifica a punzonamento della piastra .....	67
10.18.5	Verifica a rifollamento del pattino .....	67
10.18.6	Verifica a rifollamento della lamiera grecata in alluminio (s=0.6mm) .....	68
10.18.7	Verifica a rifollamento della lamiera grecata in acciaio (s=0.5mm).....	68
10.19	VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE SECONDARIO – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL’ORDITURA DELLA GRECA .....	69
10.19.1	Verifica a taglio dei bulloni piastra-montante (NTC18) .....	70
10.19.2	Verifica a rifollamento della piastra (NTC18).....	70
10.19.3	Verifica a taglio dei bulloni piastra-pattino (NTC18).....	71
10.19.4	Verifica a trazione dei bulloni piastra-pattino (NTC18) .....	71
10.19.5	Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione sui bulloni piastra-pattino (NTC18).....	72
10.19.6	Verifica a punzonamento della piastra (NTC18) .....	72
10.20	VERIFICA DEI RIVETTI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE SECONDARIO – CASO PARAPETTO PARALLELO ALL’ORDITURA DELLA GRECA .....	73
10.20.1	Verifica a taglio dei rivetti .....	73
10.20.2	Verifica a trazione dei rivetti.....	74
10.20.3	Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione.....	74
10.20.4	Verifica a punzonamento della piastra .....	74

10.20.5	Verifica a rifollamento del pattino .....	75
10.20.6	Verifica a rifollamento della lamiera grecata in alluminio (s=0.6mm) .....	75
10.20.7	Verifica a rifollamento della lamiera grecata in acciaio (s=0.5mm) .....	76
11.	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA .....	78
11.1	MANUTENZIONE ORDINARIA .....	78
11.2	MANUTENZIONE STRAORDINARIA .....	78
11.3	REGISTRO DI PRESA VISIONE .....	79
12.	DICHIARAZIONE DI CORRETTA POSA .....	80
13.	NOTE .....	81

## PREMESSA

Il presente fascicolo tecnico di installazione, uso e manutenzione è redatto in riferimento ai requisiti di Legge ed ha lo scopo di fornire all'installatore e all'utilizzatore una conoscenza appropriata e necessaria su:

- Installazione;
- Uso;
- Manutenzione;

del **parapetto permanente** come **dispositivo di protezione collettiva**.

Il presente **Fascicolo Tecnico è parte integrante del prodotto**, quindi deve essere conservato integralmente per tutta la durata dell'attrezzatura, custoditi da persona responsabile in buono stato e messo a disposizione degli operatori che devono accedere al sistema.

Per ragioni di sicurezza è necessario che il personale che le intende utilizzare, deve controllarne i **potenziali rischi** derivanti dal lavoro in quota. È essenziale che il personale addetto ai lavori in quota sia addestrato, dichiarato come competente e che abbia ricevuto istruzioni che gli consentano di utilizzare ed eseguire le manutenzioni ed ispezioni periodiche sugli elementi in modo corretto, e di essere a conoscenza delle limitazioni, delle precauzioni e dei pericoli derivanti dall'uso improprio delle stesse.

Prima del montaggio è necessario verificare che la struttura di supporto a cui ci si va a fissare il prodotto, sia in grado di sopportare il carico derivante da un'eventuale caduta, tale **verifica** deve essere effettuata **da un tecnico qualificato**. Nel caso in cui l'installatore nutra qualche dubbio sul procedimento di installazione, non deve assolutamente procedere ma è tenuto a contattare l'azienda produttrice.

In caso di cessioni ad altri, il presente Fascicolo Tecnico, l'Elaborato Tecnico e la Relazione di calcolo dovranno essere consegnati al nuovo proprietario, il quale rimane investito di tutta la sua parte di responsabilità, indispensabile per il rispetto dell'obiettivo.

## NOTA

*I prodotti sono in continua evoluzione, il centro ricerca e sviluppo interno è costantemente impegnato a rispondere alle diverse esigenze creando sempre nuove risposte. Per questo motivo i prodotti di seguito riportati possono subire delle modifiche volte a migliorarne le possibilità di utilizzo e di impiego.*

*Per avere eventuali aggiornamenti sui prodotti di vostro interesse, Vi preghiamo di consultare il nostro ufficio tecnico:*

- + 39 0172. 750 103
- + 39 333. 742 87 37
- + 39 340. 461 57 90

## 1. PRODUTTORE

I **parapetti permanenti** sono prodotti dalla società iscritta alla CCIAA di Milano al Numero Rea MI2108086 C.F./P.IVA 09701120967.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

I parapetti permanenti prodotti sono conformi alle Norme Tecniche vigenti; ed in particolare:

- Legge 5/11/1971 N. 1086:** "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica";
- D.M. 10/03/1998:** "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro" e successive modificazioni;
- D.M. 09/01/1998:** "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per strutture metalliche"
- D.M. 17/01/2018:** Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- Circolare 21/01/2019:** Istruzioni per l' "Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- D.L. 09 Aprile 2008 n° 81:** "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro";  
  
Integrato dalla Legge 07/07/2009 n° 88 e dal D. Lgs. 03/Agosto 2009 n° 106;
- UNI 11578:2015:** "Dispositivi di ancoraggio destinati all'installazione permanente - Requisiti e metodi di prova"
- UNI EN 795:2012:** "Dispositivi individuali per la protezione contro le cadute - Dispositivi di ancoraggio"
- UNI EN ISO 14122-3:2016:** "Sicurezza del macchinario – mezzi di accesso permanenti al macchinario – Parte 3: Scale, scale a castello e parapetti" con particolare riferimento al Prg. 8.2;
- Le comuni norme di Scienza e Tecnica delle Costruzioni**

**La conformità alle norme citate è sempre subordinata all'impiego di DPI ed accessori conformi alle loro Norme di riferimento** (UNI EN 352, UNI EN 354, UNI EN 355, UNI EN 358, UNI EN 361, UNI EN 362, UNI EN 363, UNI EN 365).

## 2.1 QUADRO GENERICO

Per la progettazione degli elementi e per la stesura della relazione stessa sono state considerate in particolar modo le presenti norme tecniche:

- **UNI EN ISO 14122-3:2016** “Sicurezza del macchinario - Mezzi di accesso permanenti al macchinario - Parte 3: Scale, scale a castello e parapetti”;
- **NTC 2018** Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le Costruzioni”.

La terza fonte normativa che si intende citare è il Testo Unico in materia di tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori, per quanto concerne l'argomento in oggetto, si può far riferimento all'ALLEGATO IV D. Lgs 81/08: REQUISITI DEI LUOGHI DI LAVORO:

- 1.7.2.1. Agli effetti del presente decreto è considerato “normale” un parapetto che soddisfi alle seguenti condizioni;
- 1.7.2.1.1. Sia costruito con materiale rigido e resistente in buono stato di conservazione;
- 1.7.2.1.2. Abbia un'altezza utile di almeno un metro;
- 1.7.2.1.3. Sia costituito da almeno due correnti, di cui quello intermedio posto a circa metà distanza fra quello superiore ed il pavimento;
- 1.7.2.1.4. Sia costruito e fissato in modo da poter resistere, nell'insieme ed in ogni sua parte, al massimo sforzo cui può essere assoggettato, tenuto conto delle condizioni ambientali e della sua specifica funzione;
- 1.7.2.2. E' considerato “parapetto normale con arresto al piede” il parapetto definito al comma precedente, completato con fascia continua poggiante sul piano di calpestio ed alta almeno 15 centimetri.

## 2.2 PRESTAZIONI RICHIESTE PER PARAPETTO SECONDO LA NORMA UNI EN 14122-3 :2016

Si specifica chiaramente che i parapetti costruiti secondo questa norma debbano essere utilizzati ad uso esclusivo per la protezione dei lavori a macchine o in presenza di macchine.

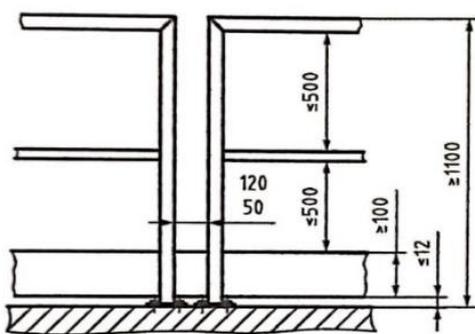
I requisiti specifici applicabili ai parapetti per la Normativa sulla “Sicurezza del macchinari” UNI EN ISO 12100-3 sono:

“Quando l'altezza di un'eventuale caduta è maggiore di 500 mm è necessario installare un parapetto. [...]. L'altezza minima del parapetto deve essere 1100 mm. L'altezza del corrimano deve essere  $\leq$  1100 mm. Il corrimano deve essere parallelo alla linea di percorso.

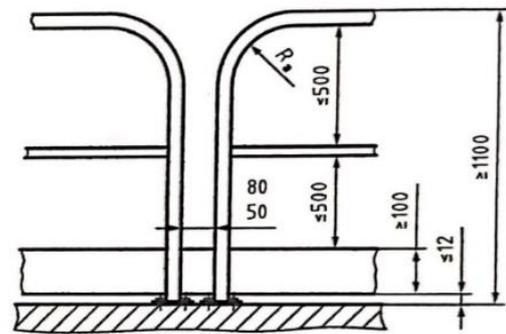
Il parapetto deve includere almeno un corrente intermedio o un'altra protezione equivalente. Lo spazio libero tra il corrimano e il corrente intermedio, come pure tra il corrente intermedio e la tavola fermapièdi, non deve essere maggiore di 500 mm. [...].

Una tavola fermapiedi con un'altezza minima di 100 mm deve essere installata al massimo a 12 mm dal piano di calpestio e dal bordo della piattaforma [...]. Se c'è uno spazio tra le tavole fermapiedi di segmenti adiacenti del parapetto, questo spazio non deve essere maggiore di 20 mm.

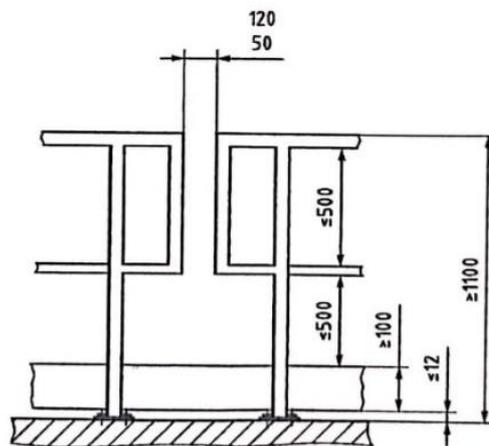
La distanza tra gli assi dei montanti deve essere preferibilmente limitata a 1500 mm. Se si eccede tale distanza, si deve prestare particolare attenzione alla resistenza del fissaggio dei montanti e ai dispositivi di fissaggio.



a)



b)



c)

## 2.3 PRINCIPI FONDAMENTALI DEL METODO DEGLI STATI LIMITE SECONDO LA NTC 2018

Secondo la NTC18 - §2.1:

“Le opere e le componenti strutturali devono essere progettate, eseguite, collaudate e soggette a manutenzione in modo tale da consentirne la prevista utilizzazione, in forma economicamente sostenibile e con il livello di sicurezza previsto dalle presenti norme.

In particolare, secondo quanto stabilito nei capitoli specifici, le opere e le varie tipologie strutturali devono possedere i seguenti requisiti:

- Sicurezza nei confronti di stati limite ultimi (SLU): capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone oppure comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera;
- .....” [...]

La struttura viene pertanto progettata in modo da restare idonea, con accettabile probabilità e con un adeguato grado di sicurezza, all'utilizzo previsto, ossia per il suo normale uso, senza subire danni e dovrebbe sopportare eventi eccezionali, più gravosi di quelli normali, con adeguata capacità di resistenza senza giungere al crollo.

“Nel metodo agli stati limite, la sicurezza strutturale deve essere verificata confrontando la capacità di progetto  $R_d$ , in termini di resistenza, duttilità e/o spostamento della struttura o della membratura strutturale, funzione delle caratteristiche meccaniche dei materiali che la compongono ( $X_d$ ) e dei valori nominali delle grandezze geometriche interessate ( $ad$ ), con il corrispondente valore di progetto della domanda  $E_d$ , funzione dei valori di progetto delle azioni ( $F_d$ ) e dei valori nominali delle grandezze geometriche della struttura interessate.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU) è espressa dall'equazione formale:

$$R_d \geq E_d \quad [2.2.1]$$

Il valore di progetto della resistenza di un dato materiale  $X_d$  è, a sua volta, funzione del valore caratteristico della resistenza, definito come frattile 5% della distribuzione statistica della grandezza, attraverso l'espressione:  $X_d = X_k / \gamma_M$ , essendo  $\gamma_M$  il fattore parziale associato alla resistenza del materiale.” [NTC18 – §2.3].

### 3. GARANZIE

I prodotti distribuiti sono coperti dalla garanzia di durata 10 (dieci) anni ed è accordata solo nel caso in cui:

- Tutti gli accessori siano stati forniti dal produttore;
- I parapetti siano stati posati ed utilizzati secondo quanto prescritto dal presente Fascicolo Tecnico;
- Sono state eseguite le attività di manutenzione con cadenza annuale e secondo quanto prescritto dal presente Fascicolo Tecnico.

#### 3.1 ESCLUSIONE DI GARANZIA DEL PRODOTTO

Le istruzioni riportate in questo Fascicolo Tecnico non sostituiscono, ma integrano gli obblighi per il rispetto della legislazione vigente sulle norme di sicurezza e antinfortunistica, per cui il produttore e il distributore declina ogni responsabilità in caso di:

- Uso contrario alle leggi nazionali sulla sicurezza e sull'antinfortunistica;
- Errata predisposizione del luogo presso il quale l'attrezzatura dovrà essere applicata;
- Mancanza o errata osservanza delle istruzioni fornite dal Fascicolo Tecnico;
- Modifiche all'attrezzatura non autorizzate;
- Uso da parte di personale non addestrato e non idoneo;
- Usi diversi da quelli previsti dal costruttore;
- Cattiva manutenzione e/o uso di parti di ricambio non originali;
- Non sono state eseguite le attività di manutenzione con cadenza annuale e secondo quanto prescritto dal presente Fascicolo Tecnico di installazione, uso e manutenzione;
- Manomissione dell'attrezzatura;
- Attrezzatura danneggiata durante la movimentazione e l'utilizzo.

Al ricevimento dell'attrezzatura, il destinatario deve controllare l'integrità e completezza della fornitura; Eventuali anomalie difetti o danni vanno immediatamente segnalati al costruttore tramite comunicazione scritta e controfirmata dal vettore.

**Qualsiasi inosservanza di queste regole fa decadere automaticamente ogni forma di garanzia.**

#### 4. AVVERTENZE OBBLIGATORIE

- Non utilizzare questo prodotto prima di aver letto e compreso le istruzioni d'uso e di montaggio. In caso di dubbi contattare il fornitore;
- Prima di iniziare il lavoro verificare che l'area non presenti insidie pericolose per il lavoro stesso. Non utilizzare il prodotto prima di aver reso sicura la zona di lavoro;
- Prima dell'uso ci si deve assicurare che siano stati presi tutti i provvedimenti di sicurezza per impedire uno spostamento accidentale;
- E' proibito arrampicarsi sul parapetto di protezione;
- E' fatto divieto assoluto di avvicinarsi a meno di 5 ml da linee elettriche. Controllare che l'area sia libera prima di iniziare il lavoro;
- Controllare le parti del prodotto prima di ogni suo utilizzo e non usare mai il prodotto se presenta parti difettose o mancanti.

**Il produttore non è responsabile di eventuali danni a persone o cose che possano derivare da improprio utilizzo del prodotto o da inosservanza anche parziale delle norme e indicazioni riportate sul presente Fascicolo Tecnico, o per mancanza di periodici controlli o manutenzioni contro eventuali danni causati dall'usura e degli agenti atmosferici.**

Si consiglia a proposito un attento controllo delle parti della struttura prima di ogni impiego.

#### 5. CONTROLLI PRIMA DELL'USO

Assicurarsi che la zona di lavoro sia adatta e sicura, controllando che:

- Non ci siano elementi di disturbo al montaggio o utilizzo del prodotto;
- Tutte le parti del prodotto siano in buono stato;
- I fissaggi tra i vari componenti siano corretti e ben saldi;
- Che il piano di appoggio dei contrappesi, sia stabile e atto a garantire la portata degli stessi.

## 6. SCHEDE TECNICHE

### 6.1 PARAPETTO PERMANENTE SU LAMIERA GRECATA

Si tratta di parapetti permanenti impiegati per la protezione degli operatori contro cadute accidentali su luoghi di lavoro durante i lavori in quota. Il sistema segue le seguenti caratteristiche principali:

- Si prevede il montaggio di blocchi modulari di altezza minima da Normativa pari a 1,10 ml per tutto lo sviluppo necessario al fine di proteggere eventuali varchi con potenziale caduta;
- Il parapetto permanente può essere installato su falde con una pendenza massima del 10%;
- I montanti vengono posizionati ad un interasse massimo di 1.50 ml;
- Gli ancoraggi per i montanti alla copertura possono essere predisposti sia nel senso di sviluppo della greca sia nel lato ortogonale ad esso.

I montanti principali devono essere saldi e vincolati alla struttura di sostegno tramite apposite staffe sagomate, che permettono di:

- Sopportare il carico;
- Garantire il mantenimento delle distanze relative come da norma.

Contestualmente alla fornitura dei moduli di parapetto, vengono altresì indicati o forniti i sistemi di fissaggio opportuni adatti ad ogni tipologia di supporto.

Gli accessori disponibili sono tutti quelli di uso più comune, come:

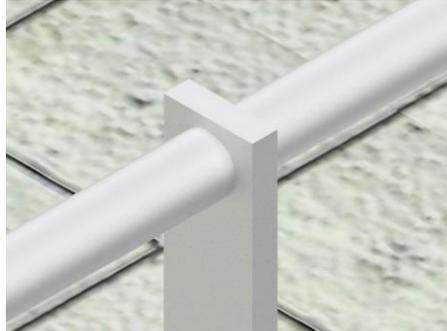
- Corrimano a gomito in grado di garantire la continuità dei blocchi;
- Fermapiedi;
- Cannelletto anti-intrusione.

Sono inoltre disponibili tutti i tipi di personalizzazioni e/o accessoristica speciale che risultassero utili al Cliente.

## 6.2 COMPONENTI PRINCIPALI

### Montante

Il montante verticale e di contrappeso è realizzato in **Alluminio Anticorodal EN6060 T5** al fine di ottenere un prodotto durevole anche in condizioni ambientali non favorevoli tale a garantire la massima resistenza alla corrosione.



### Corrimano

Il corrimano è realizzato in **Alluminio Anticorodal EN 6060 T5** al fine di ottenere un prodotto durevole anche in condizioni ambientali non favorevoli tale a garantire la massima resistenza alla corrosione.



### Giunto di collegamento Corrimano

Il giunto di collegamento del corrimano è realizzato in **Alluminio Anticorodal EN6060 T5** al fine di ottenere un prodotto durevole anche in condizioni ambientali non favorevoli tale a garantire la massima resistenza alla corrosione.



### Tappo chiusura Montante

Il tappo di chiusura del montante è realizzato in **Poliolefina** al fine di ottenere un prodotto durevole anche in condizioni ambientali non favorevoli tale a garantire la massima resistenza alla corrosione.

### Tappo chiusura Corrimano

Il tappo di chiusura del montante è realizzato in **Poliolefina** al fine di ottenere un prodotto durevole anche in condizioni ambientali non favorevoli tale a garantire la massima resistenza alla corrosione.

## 6.3 COMPONENTI ACCESSORI

### Montante secondario su lamiera grecata e/o pannello coibentato

Il Montante secondario è realizzato in **Alluminio Anticorodal EN 6060 T5** al fine di ottenere un prodotto durevole anche in condizioni ambientali non favorevoli; Esso consente di ripartire i carichi nel caso di copertura realizzata in lamiera grecata e/o pannello coibentato ACCIAIO INOX spessore 5/10 o ALU spessore 6/10:



### Staffe di fissaggio

Le staffe servono a fissare il montante ad una superficie verticale costituita da materiale avente opportuna resistenza meccanica, assicurando mediante il serraggio dei fissaggi la stabilità dei montanti stessi. Esse sono costruite in acciaio inossidabile INOX AISI 430.

### Corrimano a gomito

Il corrimano a gomito è realizzato in **Alluminio Anticorodal EN 6060 T5** al fine di garantire la continuità dei blocchi.



## 6.4 DESCRIZIONE DEI MATERIALI IMPIEGATI E CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Il parapetto oggetto della presente relazione di calcolo viene realizzato mediante l'assemblaggio di elementi di carpenteria metallica di **alluminio** chiamato commercialmente "**ANTICORODAL EN 6060 T5**", le cui caratteristiche fisiche e meccaniche sono riportate in allegato alla presente.

Le parti di collegamento, quali fazzoletti, piastrine ed in generale ogni complemento bidimensionale ai profili di parapetto, viene realizzato mediante l'impiego di lamiere di acciaio INOX AISI 430 con spessore pari a 3 mm. La bulloneria ed ogni elemento di ferramenta per l'assemblaggio ed il serraggio sarà diversamente in acciaio INOX AISI 316 con caratteristiche indicate dal produttore delle parti stesse, ravvisabili nelle schede tecniche messe a disposizione.

I profili di carpenteria metallica utilizzati sono:

- **Corrente di parapetto**

Realizzato mediante un tubolare  $\phi 40$  mm, di spessore 1.5 mm in alluminio ANTICORODAL EN 6060 T5 che si considera essere un elemento continuo lungo lo sviluppo del parapetto, senza soluzione di continuità nel punto di innesto all'interno dei montanti.

- **Montante di parapetto e montante secondario**

Realizzato mediante uno scatolare a sezione rettangolare 80x40 mm di spessore 2 mm in alluminio ANTICORODAL EN 6060 T5.

- **Piastre di collegamento**

Spessore 3 mm, in acciaio INOX AISI 430. Una piastra di dimensioni 100x80x70 per il raccordo montante/pattino di ancoraggio alla superficie grecata e una piastra di dimensioni 100x80x70 per il raccordo profilo diagonale/pattino di ancoraggio alla superficie grecata.

- **Bulloneria**

Per il serraggio e l'ancoraggio sarà costituita da elementi in acciaio INOX AISI 316 con caratteristiche note e dichiarate dal produttore nelle proprie schede tecniche di prodotto.

- **Pattini**

Elementi presso piagati di forma ad "L" per il collegamento con la lamiera grecata; il cui ingombro è pari a 100 mm di larghezza totale (70 mm + 30 mm), 250 mm di lunghezza con spessore pari a 2.5 mm.

Data la aleatorietà dimensionale delle estensioni delle coperture che il parapetto deve proteggere, non è possibile, in via generale, definire misure precise relative alla estensione del parapetto stesso ed inoltre della distanza dei montanti che fungono da sostegno ai corrimano orizzontali. Per tale ragione, in ottemperanza alle norme specifiche, si suppone a favore di sicurezza un interasse all'asse dei montanti di 1,50 m e presenza di un corrimano superiore, un corrimano inferiore e laddove necessario e richiesto il fermapiede.

7. SCHEMA DO MONTAGGIO – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL'ORDITURA DELLA GRECA

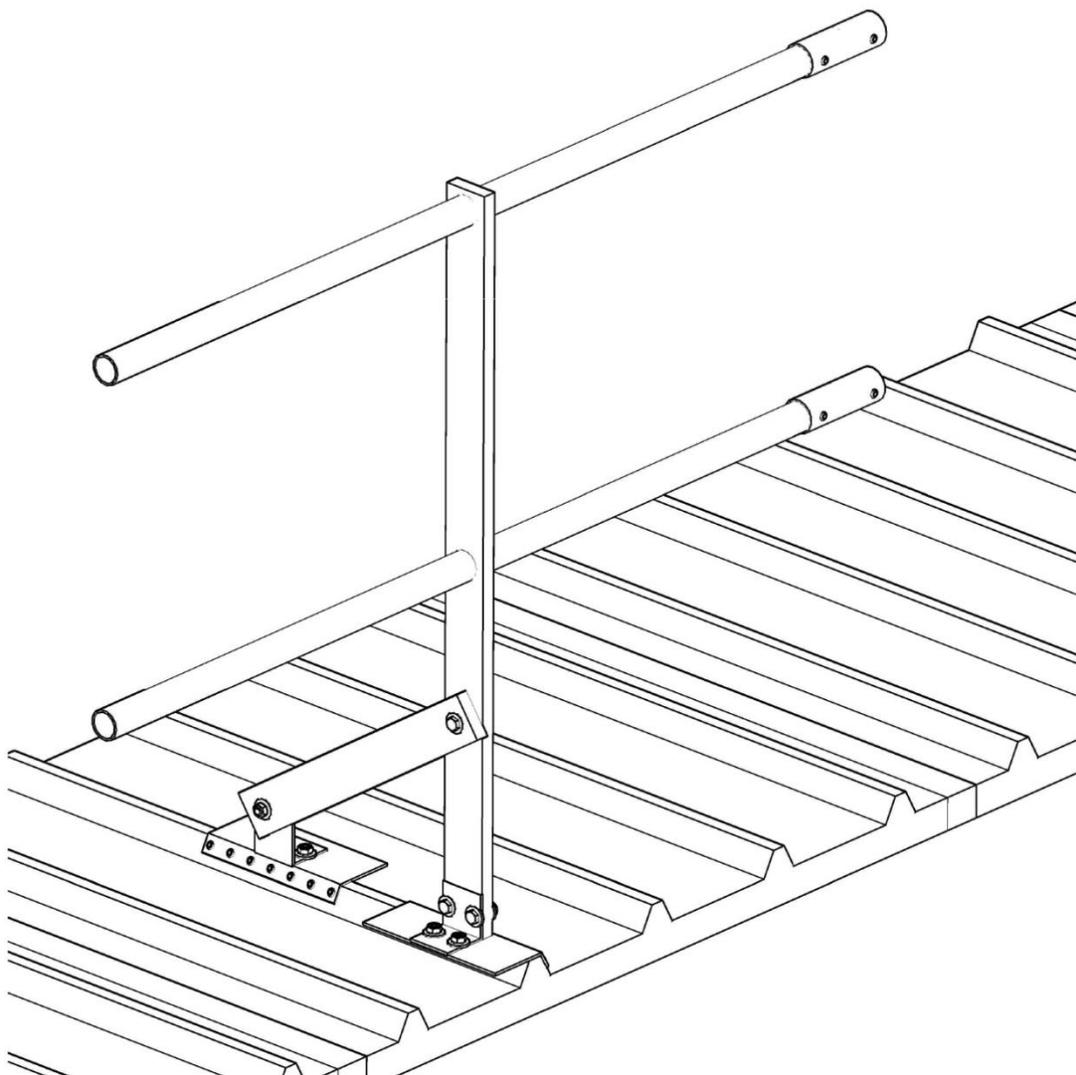
---

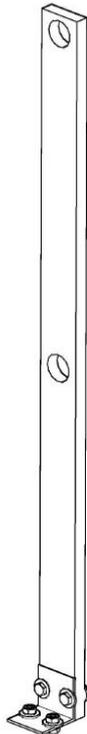
---

## SCHEMA DI MONTAGGIO PARAPETTO FGR-F

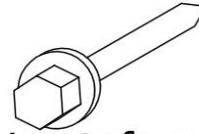
---

---

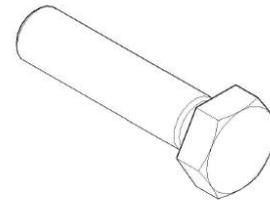




Montanti verticali



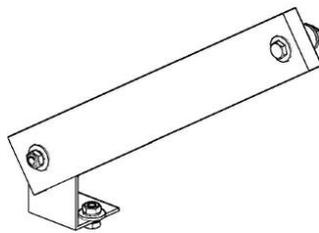
Viti autoforanti  
TE 5.3x30



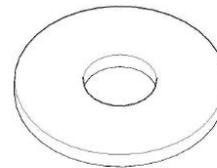
Bulloni M10x50



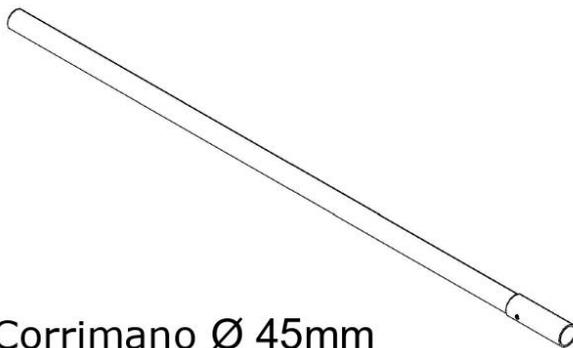
Dadi M10



Puntone del montante



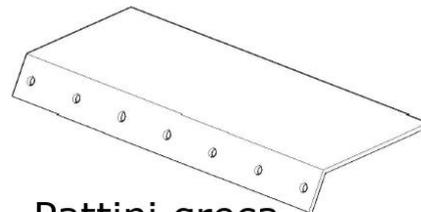
Rondelle Ø 36



Corrimano Ø 45mm  
Con innesto tubolare Ø 50

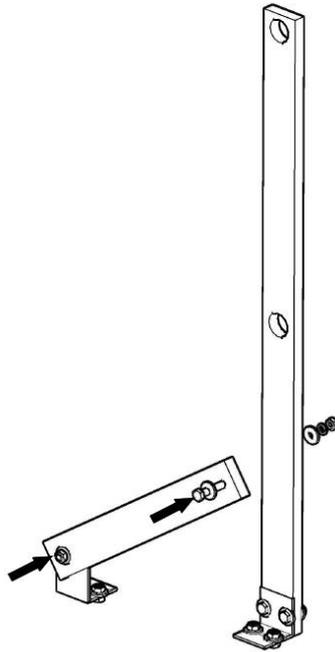


Rivetti

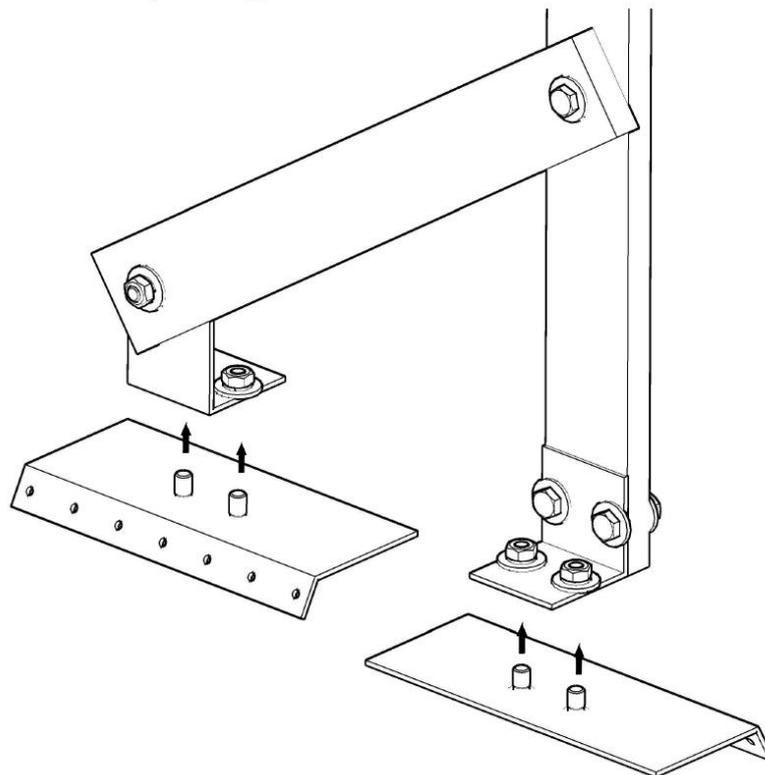


Pattini greca

- 1**  
Assemblare l'elemento puntone con l'elemento montante parapetto.

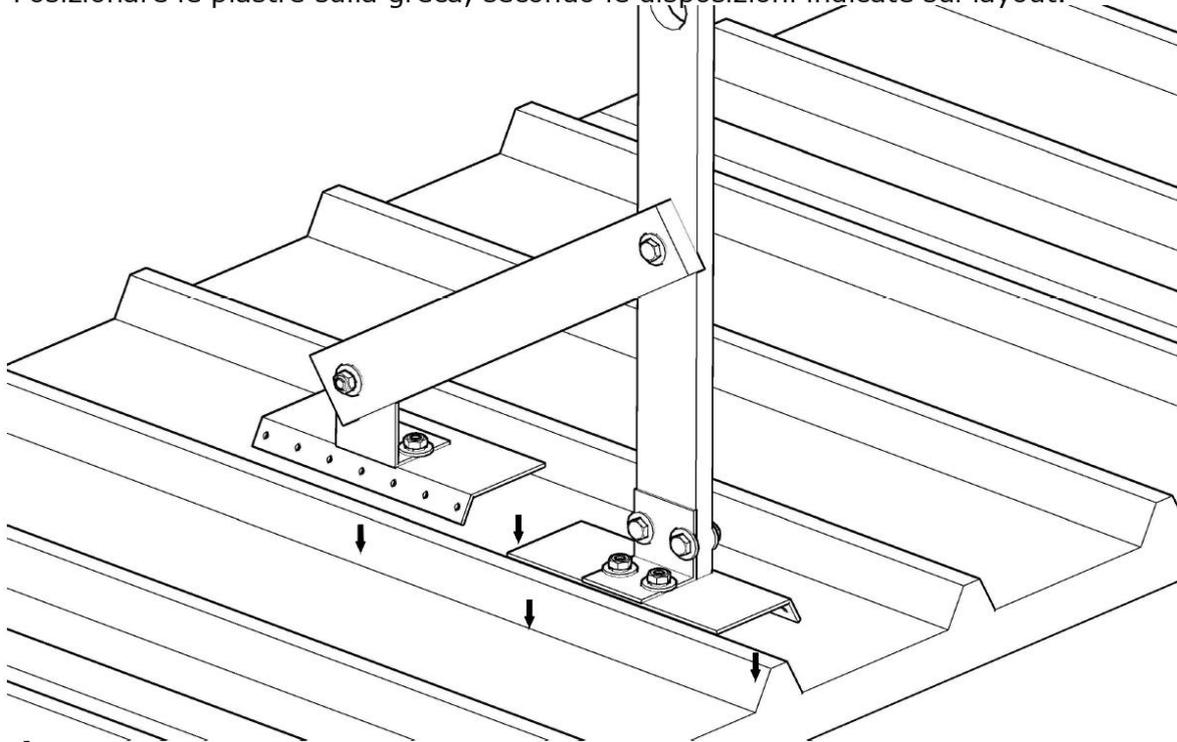


- 2**  
Assemblare i pattini greca al montante scala



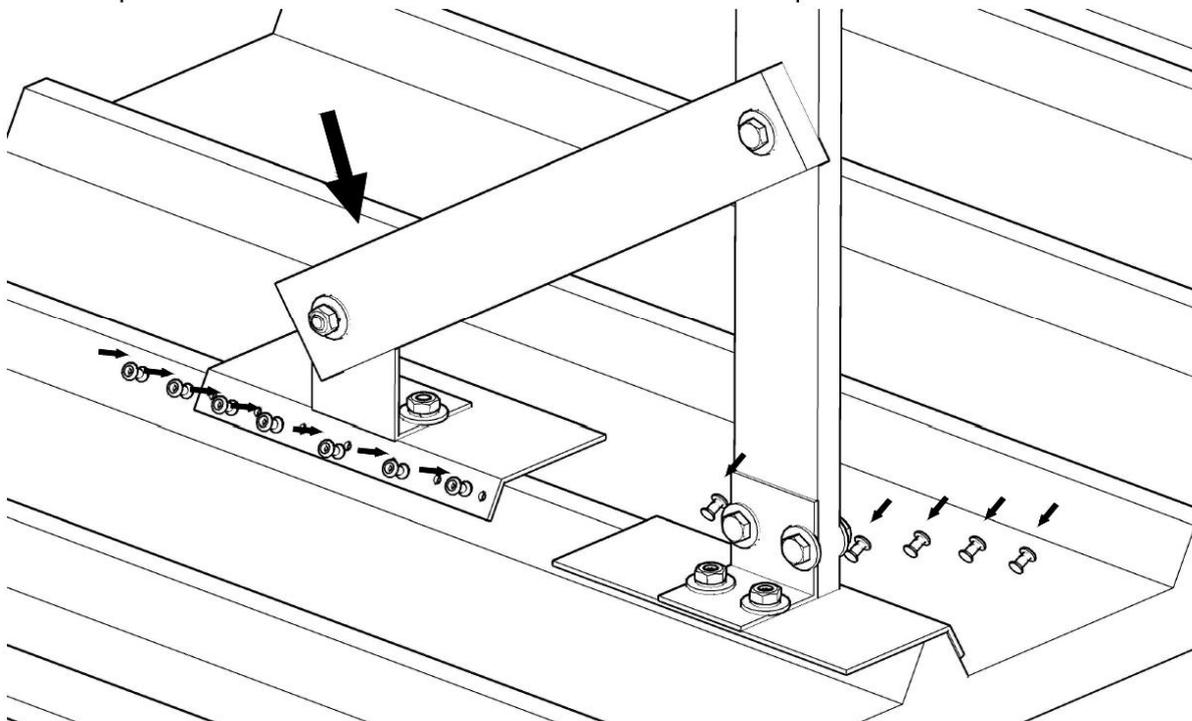
**3**

Posizionare le piastre sulla greca, secondo le disposizioni indicate sul layout.



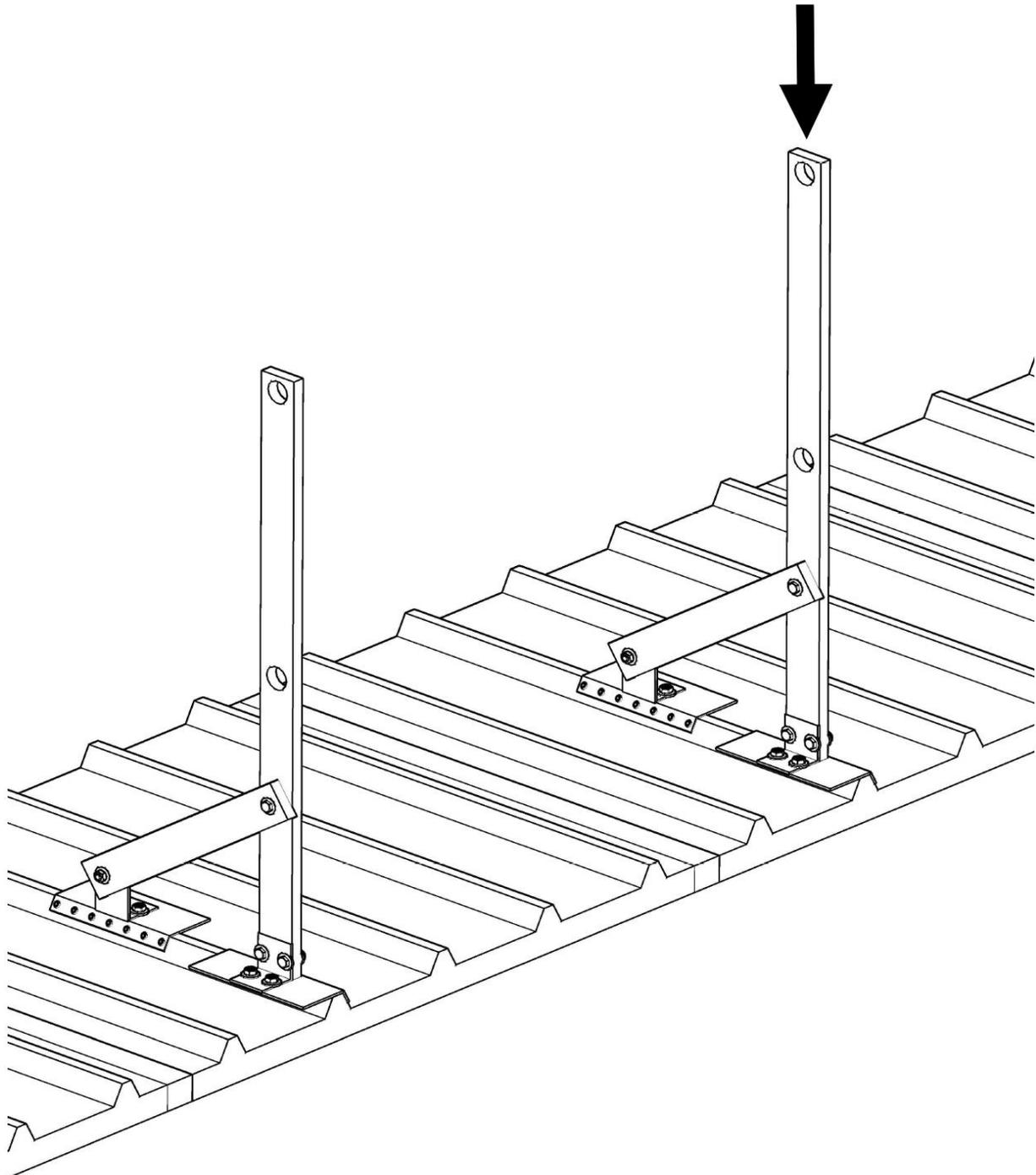
**4**

Fissare le piastre alla lamiera mediante i rivetti in dotazione.  
Fissare prima il montante verticale e successivamente il puntone.



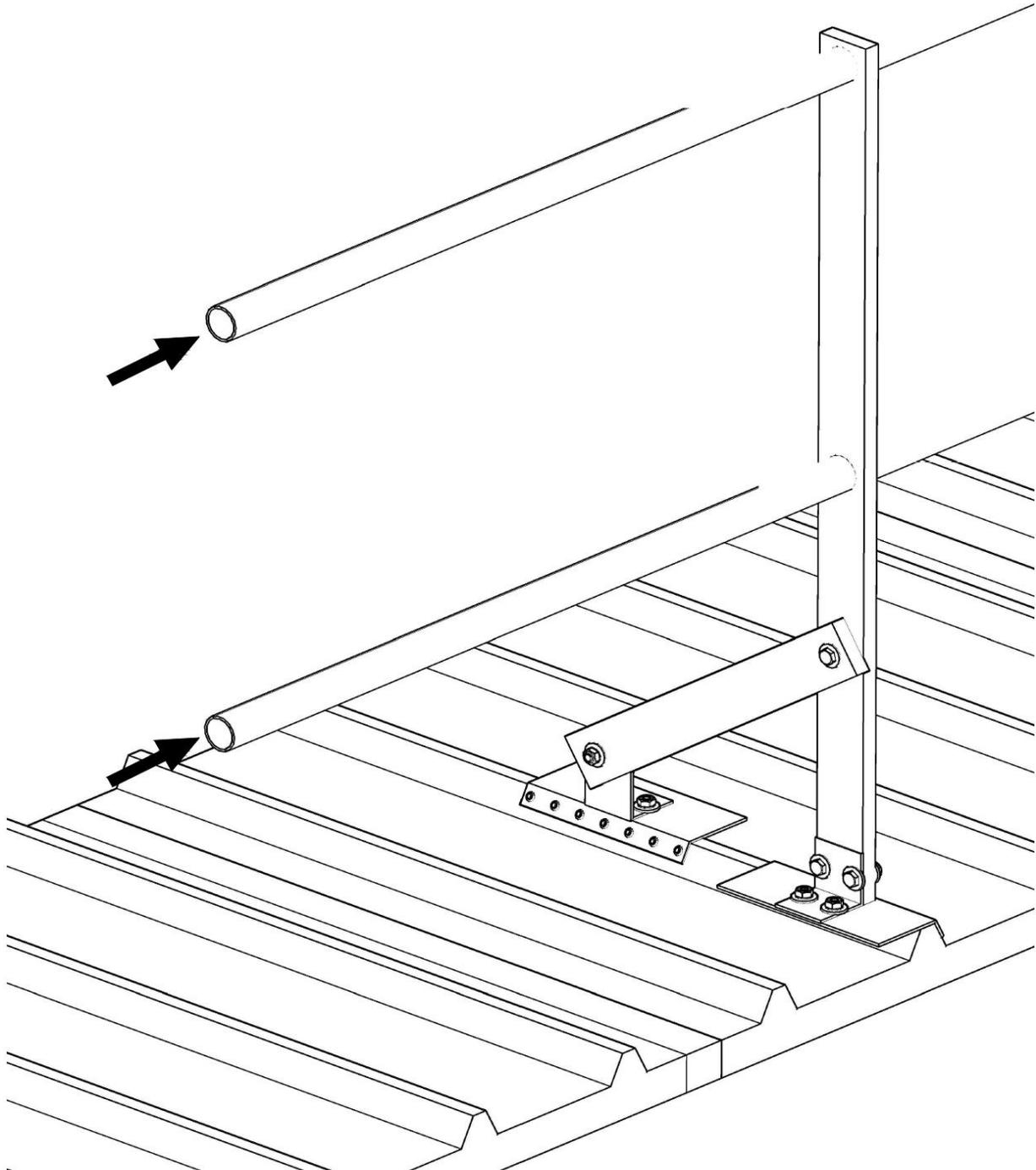
**5**

Ripetere le operazioni dal punto 1, installare i montanti sulla greca rispettando l'interasse indicato sul layout in dotazione.



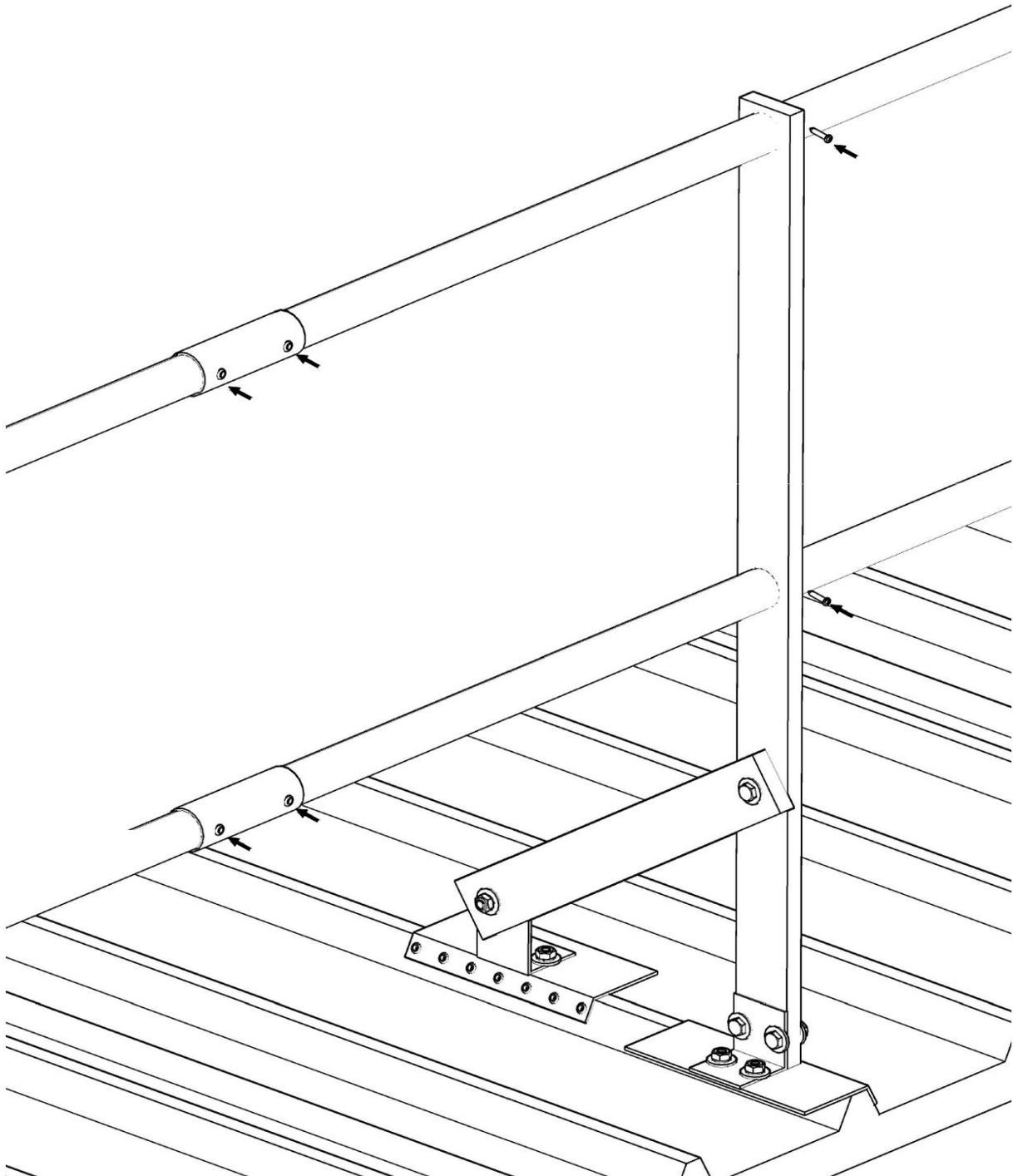
**6**

Applicare i corrimano superiori e inferiori attraverso i fori passanti dei montanti.



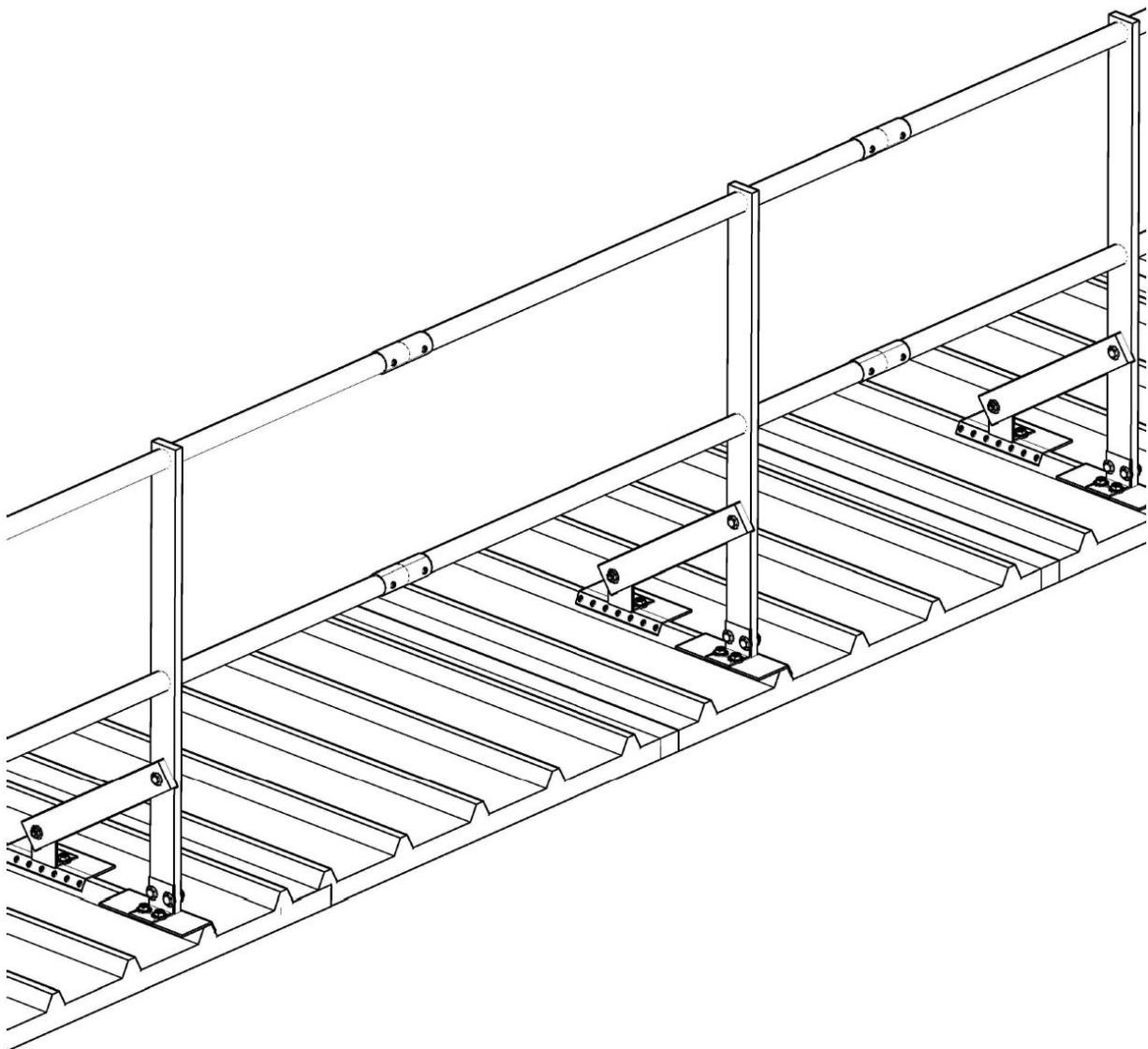
**7**

Innestare i tubi dei corrimano e bloccarli con le viti in dotazione.



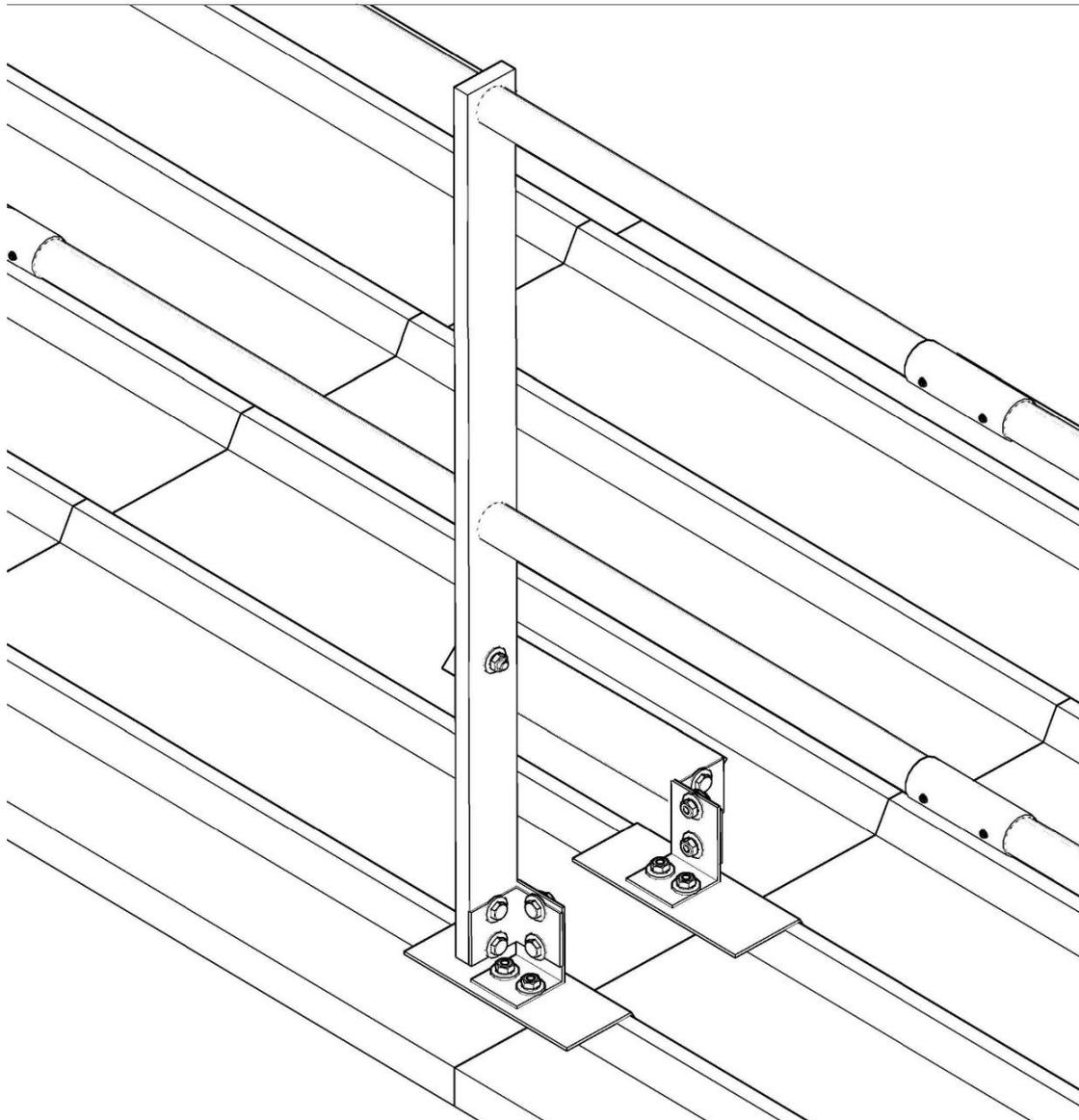
**8**

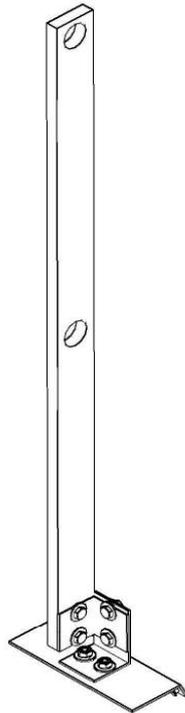
Ripetere le operazioni di installazione fino a completamento dell'opera, rispettando le indicazioni presenti sul layout fornito.



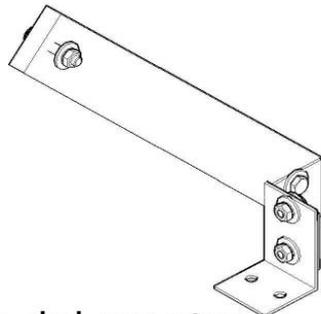
8. SCHEMA DI MONTAGGIO – CASO PARAPETTO PARALLELO ALL'ORDITURA DELLA GRECA

## SCHEMA DI MONTAGGIO PARAPETTO FGR-L

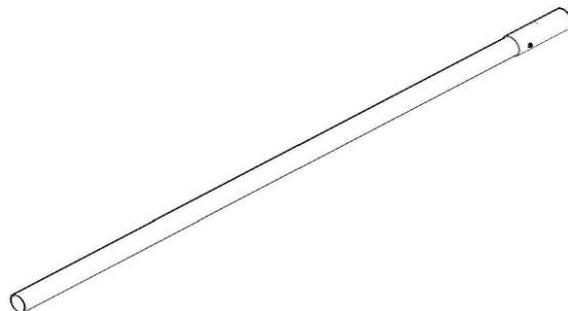




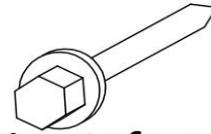
Montanti verticali



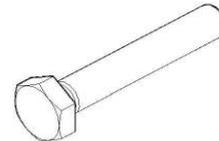
Puntone del montante



Corrimano Ø 45mm  
Con innesto tubolare Ø 50



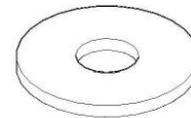
Viti autoforanti  
TE 5.3x30



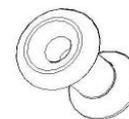
Bulloni M10



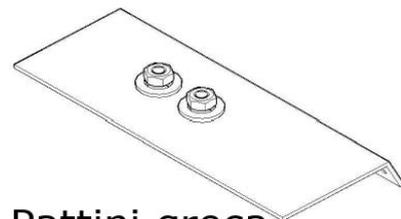
Dadi M10



Rondelle Ø 36



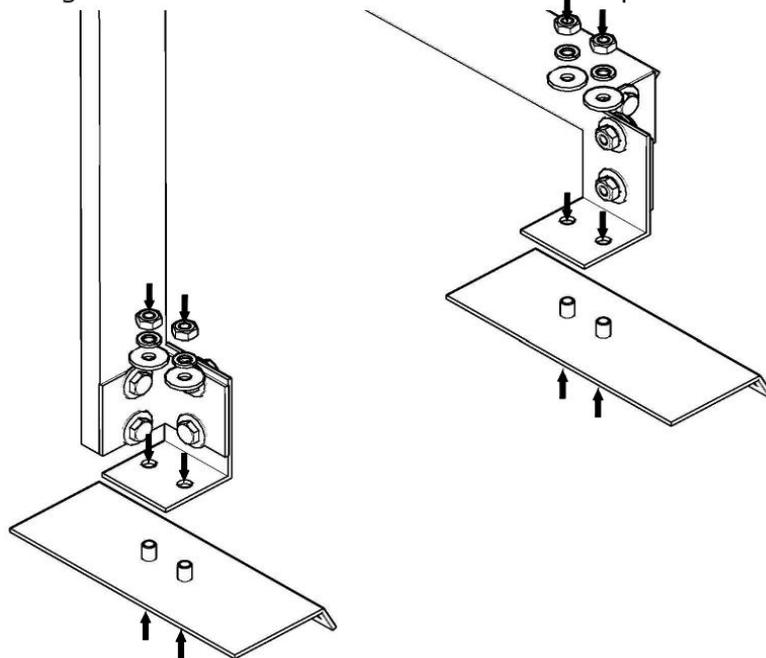
Rivetti



Pattini greca

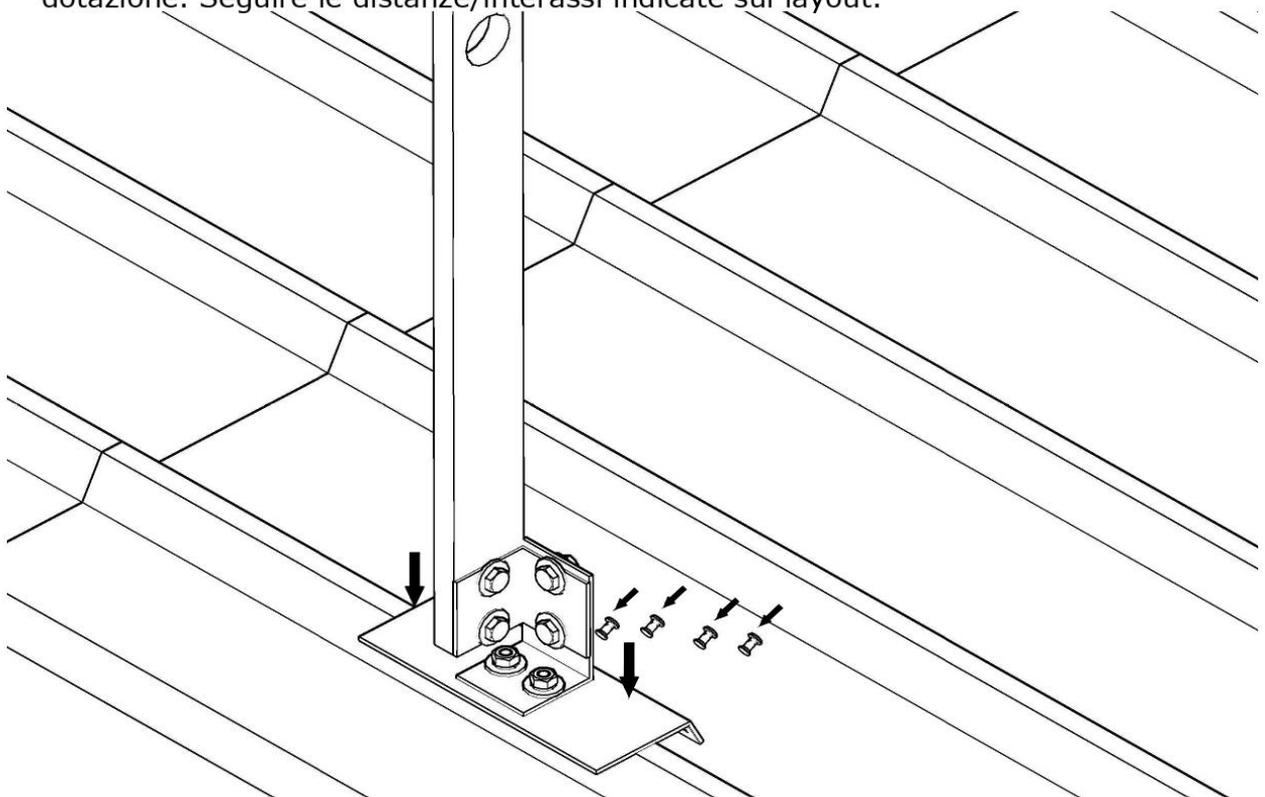
**1**

Assemblare i pattini greca al montante scala e all'elemento puntone.



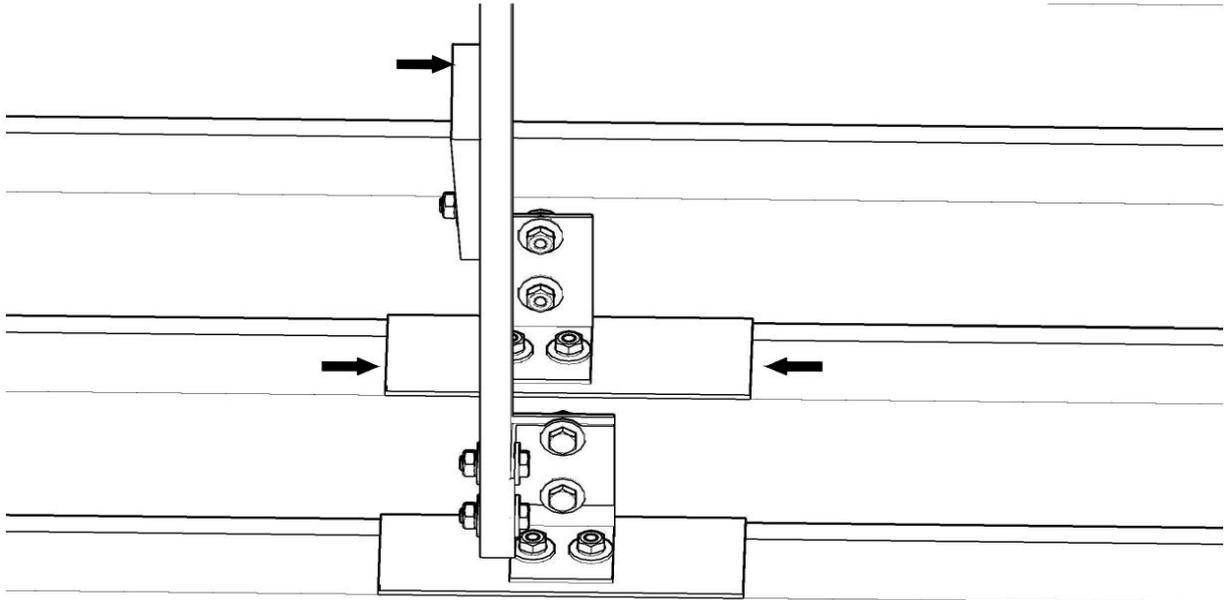
**2**

Applicare il montante scala sul profilo grecato di copertura e fissarlo con i rivetti in dotazione. Seguire le distanze/interassi indicate sul layout.



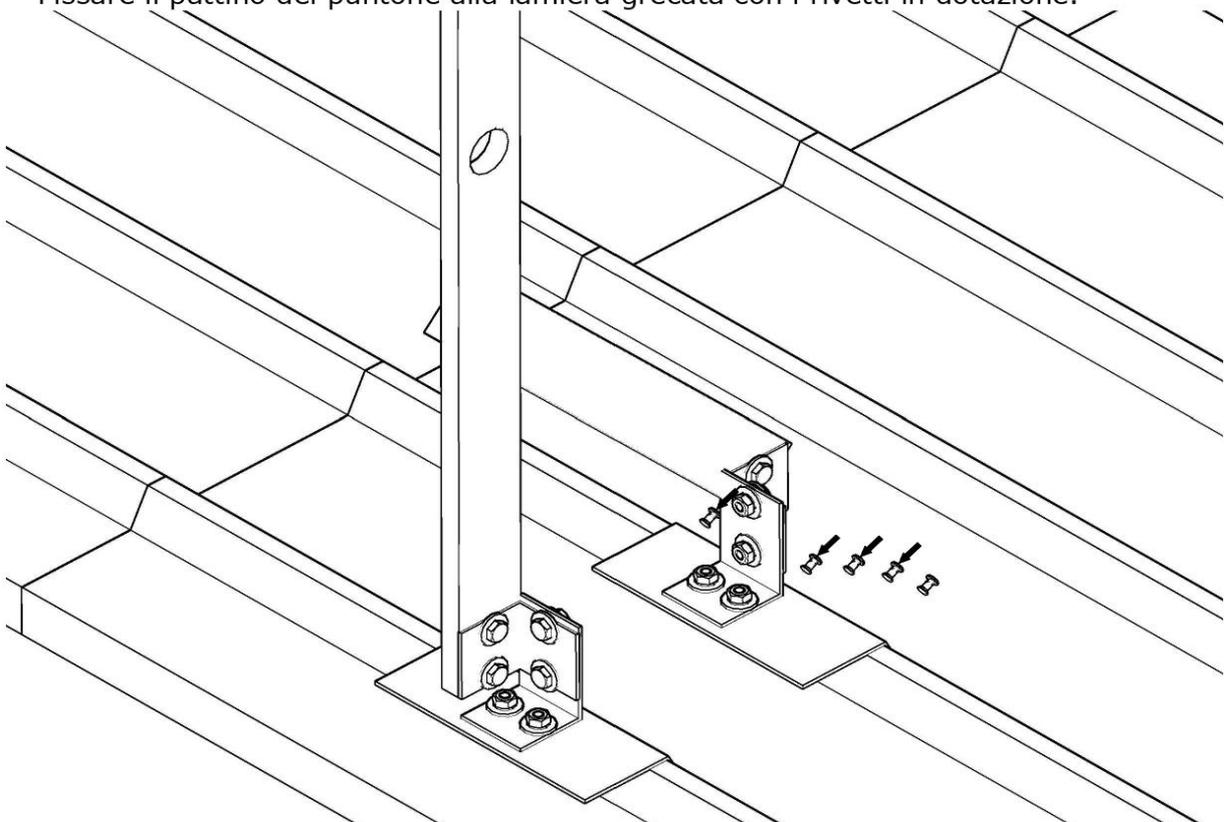
**3**

Allineare il puntone al montante fissato nel p.to 2 come da immagine sottostante.

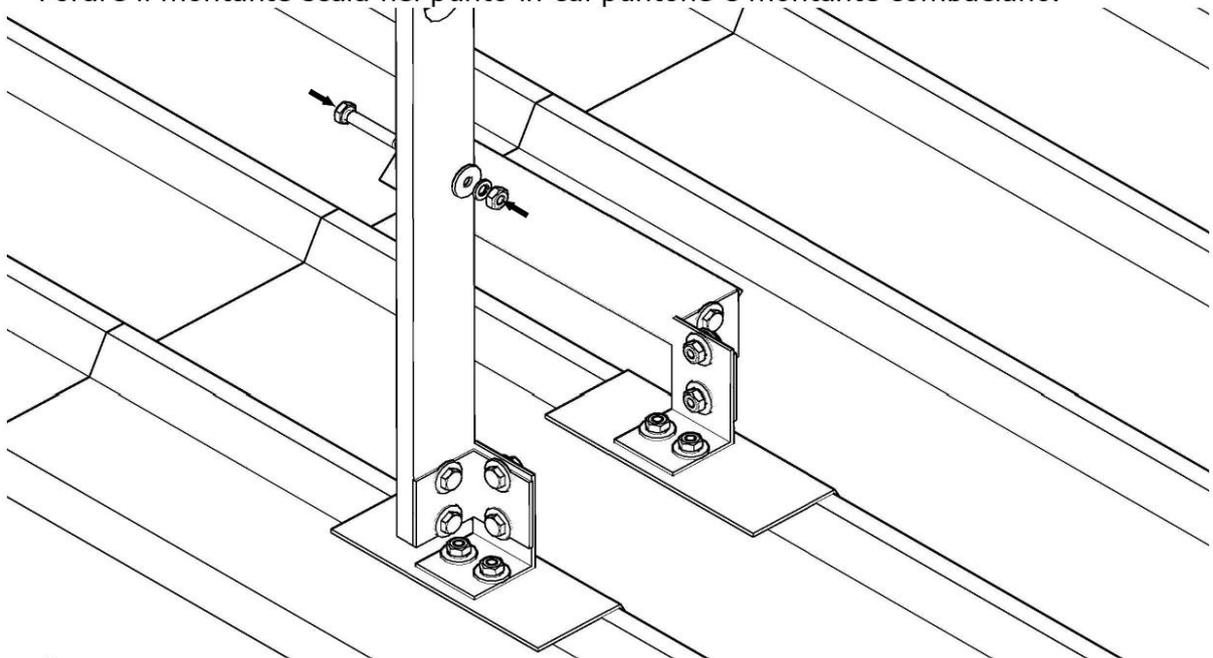


**4**

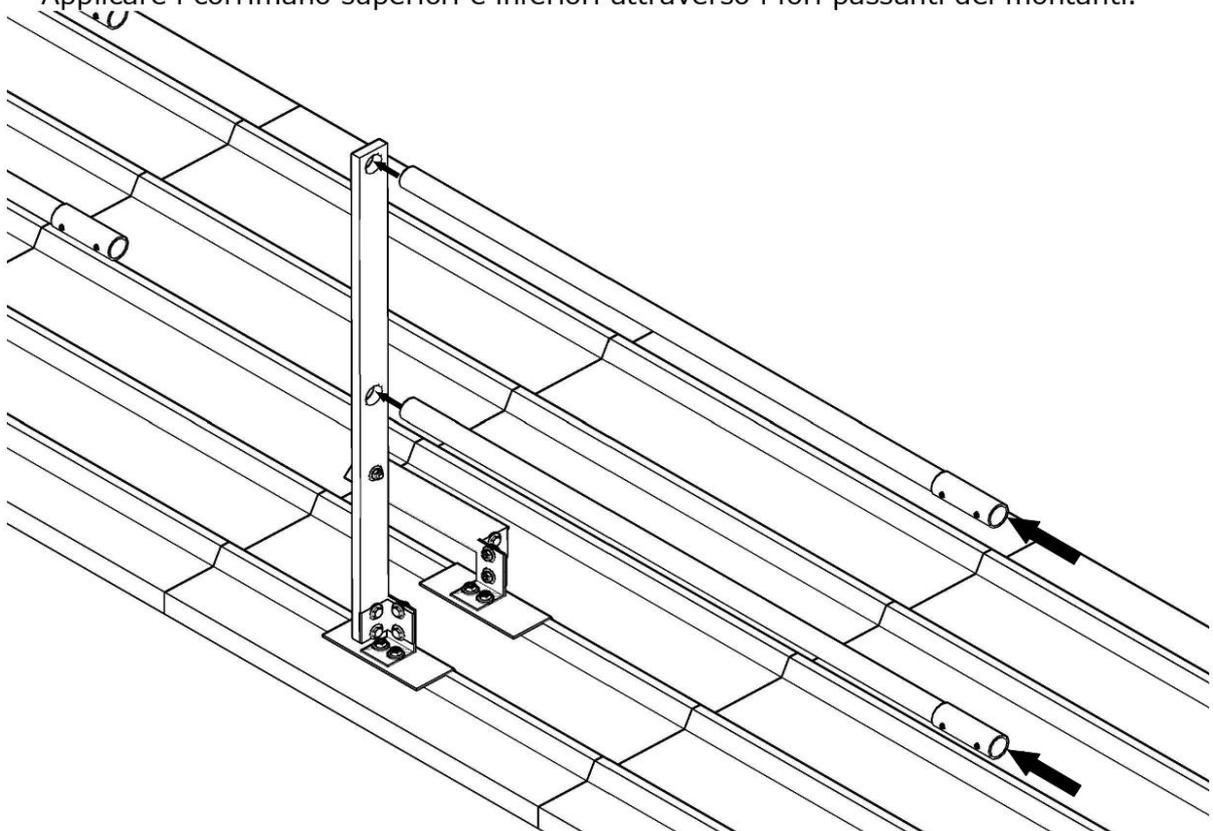
Fissare il pattino del puntone alla lamiera grecata con i rivetti in dotazione.



- 5**  
Forare il montante scala nel punto in cui puntone e montante combaciano.

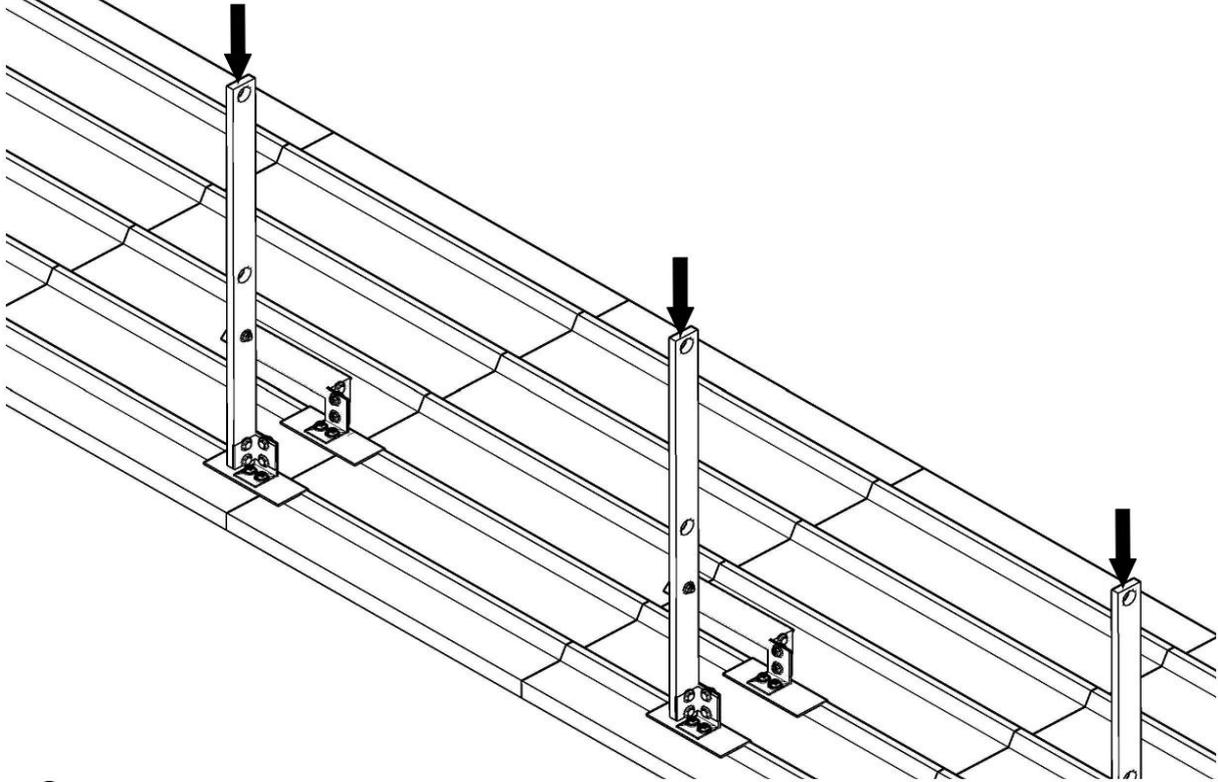


- 6**  
Applicare i corrimano superiori e inferiori attraverso i fori passanti dei montanti.



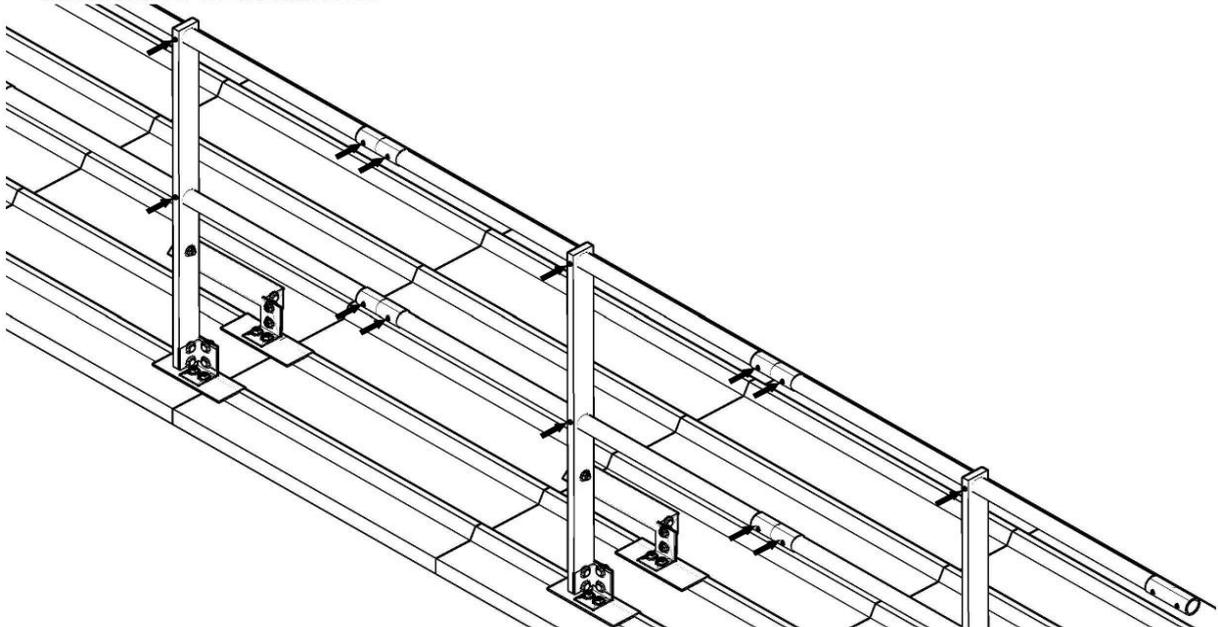
**7**

Per applicare i montanti in successione, ripetere le operazioni dal p.to 1 fino al p.to 6, rispettando le distanze indicate nel layout di posizionamento parapetto.



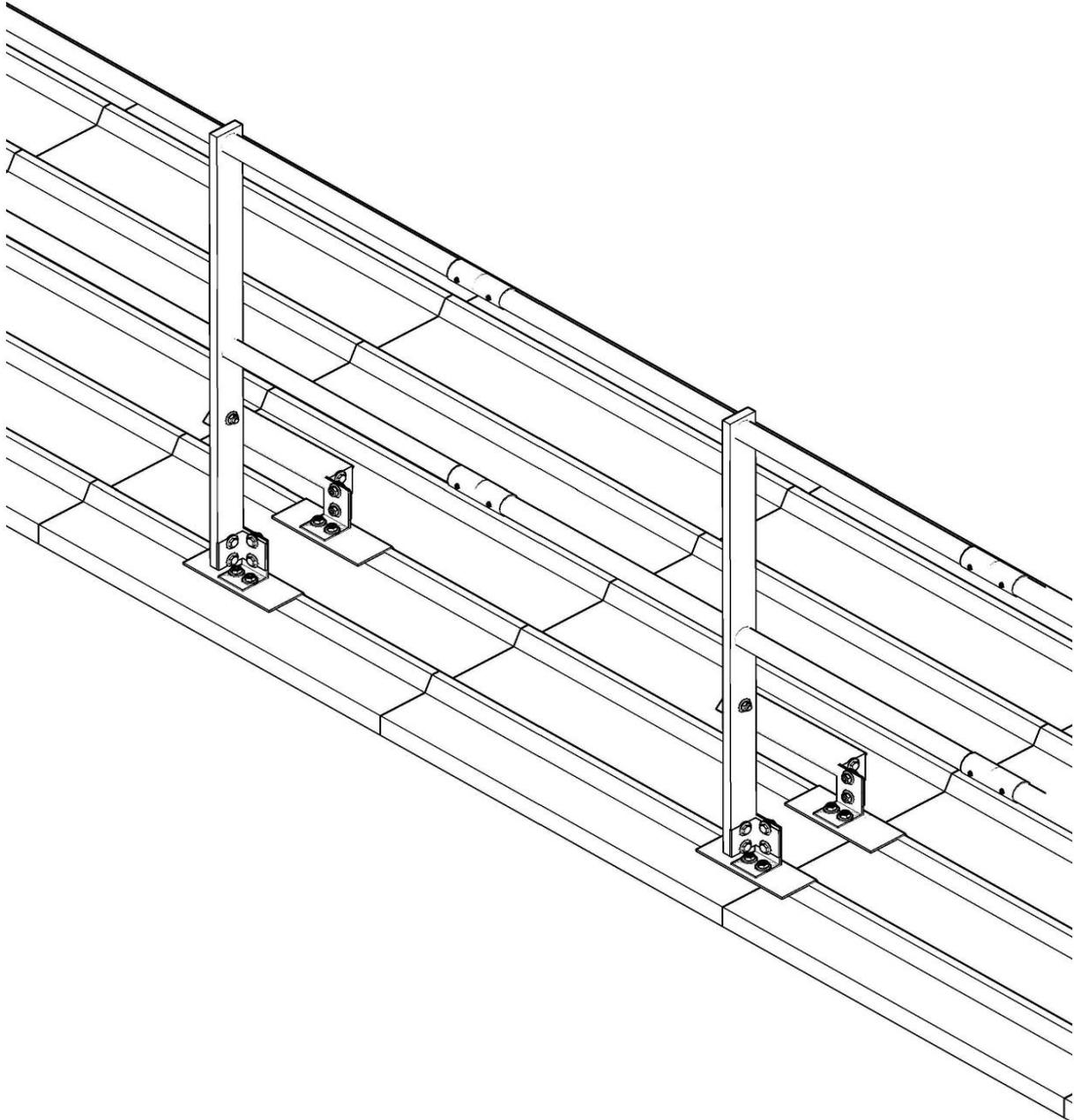
**8**

Innestare i corrimano nei manicotti e fissarli tra loro e ai montanti con le viti autoforanti in dotazione.



**9**

Ripetere le operazioni di installazione fino a completamento dell'opera, rispettando le indicazioni presenti sul layout fornito.



## 9. RAPPORTO DI PROVA

		<b>RAPPORTO DI PROVA</b>	<b>RPV0378</b>
		Data	2020-07-10
		Foglio	1 di 8
<b>DATI IDENTIFICATIVI DEL CAMPIONE</b>			
<b>Tipo</b>	Mezzi di accesso permanenti al macchinario - parapetti		
<b>Modello</b>	Parapetto PROCT.		
<b>Classificazione</b>	n.a.		
<b>Fabbricante</b>	LineTeck S.r.l.		
<b>DATI IDENTIFICATIVI DEL COMMITTENTE</b>			
<b>Richiedente</b>	LineTeck S.r.l.		
<b>Indirizzo - Sede legale</b>	Via Martelli, 20 20080 Zibido San Giacomo (MI)		
<b>Indirizzo - Sede operativa</b>	Via Martelli, 20 20080 Zibido San Giacomo (MI)		
<b>DATI RELATIVI ALLA COMMESSA</b>			
<b>Commessa numero</b>	20029		
<b>Scopo</b>	Verifica delle prestazioni utilizzando i metodi di prova descritti nelle norme di riferimento, limitatamente alle prove richieste.		
<b>Norme di riferimento</b>	EN ISO 14122-3:2016		
<b>Prove richieste</b>	Requisiti generali <input checked="" type="checkbox"/> parziali <input type="checkbox"/> complete Requisiti specifici applicabili ai parapetti per piattaforme, passerelle e pianerottoli NO Verifica dei requisiti di sicurezza - prove su parapetti NO Note: nessuna SI		
<b>Campionatura</b>	Effettuata dalla committente		
<b>Data di ricezione dei campioni</b>	2020-06-03; 2020-07-07		
<b>Data di esecuzione delle prove</b>	2020-07-09		
<b>LISTA DI DISTRIBUZIONE</b>			
<b>Distribuzione esterna</b>	LineTeck S.r.l. (file PDF firmato digitalmente)		
<b>Distribuzione interna</b>	Responsabile del Laboratorio (file PDF firmato digitalmente)		
<b>NOTE</b>	Le masse di prova sono state verificate con il campione primario DT037 (Cala di carico TSTM 1 IN seriale 232373 by AEP Transducers S.r.l.) dotato di Certificato di tracciabilità LAT n. 093 76914F rilasciato da AEP Transducers S.r.l. in data 2014-04-22. Esecuzione delle prove e campioni montati su interfaccia in acciaio. Le prestazioni descritte nel presente Rapporto di prova si riferiscono esclusivamente al campione costituito dal dispositivo e dal supporto su cui questo è ancorato. Il campione così costituito è installato rigidamente sull'attrezzatura del laboratorio.		

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.  
**Cer.Co.S&S di Fabio Gallimberti** - Sede legale: Via Pucini, 60 - 20099 Setto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spirano BG - Tel. +39 035 032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it C.F./P.IVA 0361980969  
 MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)

		<b>RAPPORTO DI PROVA</b>	<b>RPV0378</b>
		Data	2020-07-10
		Foglio	2 di 8
<b>INDICE</b>			
Dati identificativi del campione	1		
Dati identificativi del Committente	1		
Dati relativi alla commessa	1		
Lista di distribuzione	1		
Campionatura	2		
Composizione e identificazione dei campioni	3		
Preparazione dei campioni	3		
Allineamento delle prove e principio di misurazione	3		
Configurazioni di prova	3		
Verifica dei requisiti di sicurezza - Prove su parapetti (EN ISO 14122-3:2016)	4		
Allegato A - Documentazione fotografica	5		
Allegato B - Grafici	6		
Allegato C - Riferibilità	8		
<b>CAMPIONATURA</b>			
<b>Codice</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Quantità</b>	<b>ID campione</b>
N.d.	Montante verticale per parapetto 80x40 mm sp.2 mm	3	
N.d.	Staffe di fissaggio	3	20029H01
N.d.	Corrente per parapetto L. 3050 mm Ø 40 mm sp. 1.5 mm	2	
Note: Bulloneria per assemblaggio montante-staffe, M10 A2. Fissaggio e componenti per tutti bincaiello 5.8x30 autoforanti. Materiali dichiarati dal Committente; non soggetti a verifica.			

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.  
**Cer.Co.S&S di Fabio Gallimberti** - Sede legale: Via Pucini, 60 - 20099 Setto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spirano BG - Tel. +39 035 032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it C.F./P.IVA 0361980969  
 MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)

		<b>RAPPORTO DI PROVA</b>		<b>RPV0378</b> Data 2020-07-10 Foglio 4 di 8	
<b>VERIFICA DEI REQUISITI DI SICUREZZA - PROVE SU PARAPETTI (EN ISO 14122-3:2016)</b>					
<b>Attrezzatura e ID</b>		Sistema di acquisizione ad alta velocità MAS0028 by CrashTestS.L.-VA DT065 Massa 112.5 N autocostruita (precarico $F_p$ ) - Massa 450 N autocostruita (carico $F_d$ ) - Massa 787.5 N autocostruita (carico $F_s$ ) - Trasduttore di spostamento PFE100 by FIAMA S.r.l. - PR DT019			
<b>Requisito e metodo di prova</b>		EN ISO 14122-3:2016 § 8.2			
<b>Metodo di prova</b>		EN ISO 14122-3:2016 § 8.2.2.1 (Configurazione 1) EN ISO 14122-3:2016 § 8.2.2.2 (Configurazione 2)			
<b>Deviazioni dal metodo di prova</b>		nessuna			
<b>CONDIZIONI DI PROVA E REQUISITI</b>					
<b>Massima deformazione consentita sotto carico <math>F_u</math></b>		30 mm			
<b>Massima deformazione permanente consentita dopo carico <math>F_s</math></b>		Configurazione 1: 3,48 mm (0,3% dell'altezza del montante) Configurazione 2: 4,5 mm (0,3% della distanza massima tra due montanti)			
<b>Carico statico nominale</b>		112.5 N x 1mm (precarico $F_p$ ), 450 N x 1 mm (carico $F_d$ ), 787.5 N x 1 mm (carico $F_s$ )			
<b>RISULTATI</b>					
<b>Campione</b> 20029#01	<b>Configurazione</b> 1	<b>ID Prova e data</b> B1530 2020-07-09	<b>Max deformazione sotto carico <math>F_u</math></b> 12.39 mm	<b>Deformazione permanente</b> 1.34 mm	<b>Esito</b> PASSA
<b>Campione</b> 20029#01	<b>Configurazione</b> 2	<b>ID Prova e data</b> B1531 2020-07-09	<b>Max deformazione sotto carico <math>F_u</math></b> 17.73 mm	<b>Deformazione permanente</b> 1.44 mm	<b>Esito</b> PASSA
Note: Nessuna					

**IL RESPONSABILE DEL LABORATORIO**  
 CER.CO.S&S  
 DOTT. FABIO GALIMBERTI

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.  
**Cer.Co.S&S di Fabio Galimberti** - Sede legale: Via Puccini, 60 - 20099 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spiranò BG - Tel. +39 035 0032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it C.F./P.IVA 03619800669

MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)

		<b>RAPPORTO DI PROVA</b>		<b>RPV0378</b> Data 2020-07-10 Foglio 3 di 8	
<b>COMPOSIZIONE E IDENTIFICAZIONE DEI CAMPIONI</b>					
<b>ID campione</b> 20029#01	<b>Lunghezza nominale</b> 3 m	<b>Montante</b> 20029#01 (3 pezzi)	<b>Corrimano</b> 20029#01	<b>Paraghiocchia</b> 20029#01	
Note: Il campione in prova (colonna "ID campione") è costituito da più particolari assemblati. I particolari richiamati più volte in tabella sono stati utilizzati più volte per costituire campioni differenti.					
<b>PREPARAZIONE DEI CAMPIONI</b>					
Nessun pretrattamento e/o condizionamento applicati. Campioni sottoposti a prova come ricevuti.					
<b>ALLESTIMENTO DELLE PROVE E PRINCIPIO DI MISURAZIONE</b>					
Le prove sono eseguite su un elemento parapetto costituito da due correnti L3050 mm (corrimano e paraghiocchia) e da tre montanti con piastre per fissaggio a parete (il fissaggio, quindi, è previsto al di sotto del piano calpestabile in modo tale che il montante verticale con il corrimano posto a 1160 mm di altezza, rientri nei requisiti specifici, ovvero che abbia un'altezza s 1100 mm). Il passo tra gli assi dei montanti è di 1500 mm (corrispondente alla distanza massima consentita dal fabbricante). Il campione così costituito è installato sul telaio in acciaio utilizzando piastre e contropiastre in acciaio (fissate con barre M16) come supporto per le piastre di base (vedi documentazione fotografica). Per le misurazioni viene utilizzato un trasduttore di spostamento con risoluzione centesimale e applicazione di pesi morti di massa predefinita.					
<b>CONFIGURAZIONI DI PROVA</b>					
<b>#</b>	<b>Lunghezza nominale</b>	<b>Punto di applicazione del carico</b>			
1	3 m	Sul montante centrale, a livello del corrimano			
2	3 m	Al centro del corrimano in corrispondenza del punto più sfavorevole tra due montanti (centro campata)			
Note: Nessuna					

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.  
**Cer.Co.S&S di Fabio Galimberti** - Sede legale: Via Puccini, 60 - 20099 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spiranò BG - Tel. +39 035 0032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it C.F./P.IVA 03619800669

MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)



**CER.CO.S&S  
DIVISIONE  
TESTING**

**RAPPORTO DI PROVA**

**RPV0378**  
Data 2020-07-10  
Foglio 5 di 8

---

ALLEGATO A - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




Allentamento parapetto PROCT. Distanza montante-montante 1,5 m

Prova su parapetti: posizione 1 sotto carico F<sub>1</sub> (a sinistra) e posizione 2 sotto carico F<sub>2</sub> (a destra)

---

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.  
**Cer.Co.S&S di Fabio Galimberti** - Sede legale: Via Puccini, 60 - 20069 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spriano BG - Tel. +39 035 0032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it

MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)



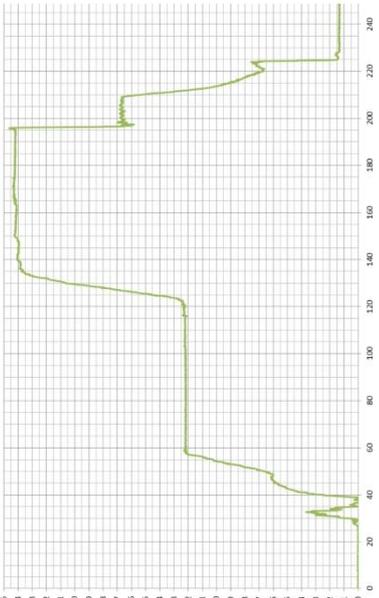
**CER.CO.S&S  
DIVISIONE  
TESTING**

**RAPPORTO DI PROVA**

**RPV0378**  
Data 2020-07-10  
Foglio 6 di 8

---

ALLEGATO B - GRAFICI



UNI EN ISO 14122-3:2016 posizione 1

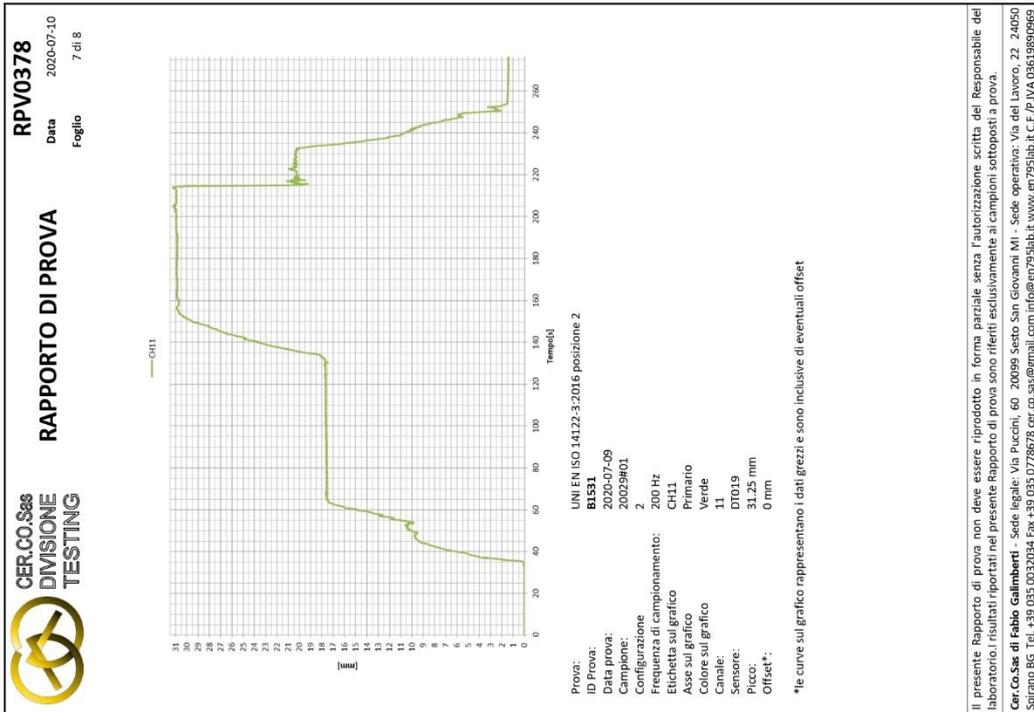
**Prova:** B1S30  
**ID Prova:** 2020-07-09  
**Data prova:** 20029#01  
**Campione:** 1  
**Configurazione:** 200 Hz  
**Frequenza di campionamento:** CH11  
**Etichetta sul grafico:** Primario  
**Asse sul grafico:** Verde  
**Canale:** 11  
**Sensore:** DT019  
**Picco:** 24.63 mm  
**Offset\*:** 0 mm

\*Le curve sul grafico rappresentano i dati grezzi e sono inclusive di eventuali offset

---

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.  
**Cer.Co.S&S di Fabio Galimberti** - Sede legale: Via Puccini, 60 - 20069 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spriano BG - Tel. +39 035 0032034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en795lab.it www.en795lab.it

MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)



**CER.CO.S&S**  
DIVISIONE  
TESTING

**RAPPORTO DI PROVA**

**RPV0378**  
Data 2020-07-10  
Foglio 8 di 8

ALLEGATO C - RIFERIBILITÀ								
ID	Tipo	Fabbricante	Modello	Seriale	Campo di misura	Rapporto di taratura	Emissione	Emesso da
DT085	Sistema di acquisizione dati	CrashTech S.r.l.	MAS02B	091533	-10÷10 V	Nota 1	Nota 1	Nota 1
DT019	Trasduttore di posizione	Flama S.r.l.	PFI00	n.a.	0÷80 mm	RT02049	2016-05-22	MTA S.r.l.
Note: Nessuna								

Il presente Rapporto di prova non deve essere riprodotto in forma parziale senza l'autorizzazione scritta del Responsabile del laboratorio. I risultati riportati nel presente Rapporto di prova sono riferiti esclusivamente ai campioni sottoposti a prova.

**Cer.Co.S&S di Fabio Gallimberti** - Sede legale: Via Puccini, 60 - 20099 Sesto San Giovanni MI - Sede operativa: Via del Lavoro, 22 - 24050 Spriano BG - Tel. +39 035 03202034 Fax +39 035 0778678 cer.co.sas@gmail.com info@en7955lab.it www.en7955lab.it C.F./P.IVA 03619890969

MGE127 Rev. 0 (2019-11-27)

## 10. RELAZIONE DI CALCOLO

Il sottoscritto **Dott. Ing. Andrea Alberto**, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Cuneo al numero 2058, Sezione A Settore Civile-Ambientale, redige la presente relazione di calcolo volta alla **verifica dei requisiti di resistenza strutturale alle sollecitazioni** per il sistema di **parapetti provvisori/permanenti**.

Tali dispositivi di protezione sono collocati sul perimetro di coperture calpestabili e praticabili in normali condizioni di uso, ovvero durante le fasi di costruzione e/o manutenzione da parte di personale autorizzato, siano essi lavoratori o folla non compatta.

**Le verifiche in merito al soddisfacimento dei requisiti e delle misure di sicurezza sono effettuate mediante approccio di calcolo e l'utilizzo di un programma di modellazione FEM**

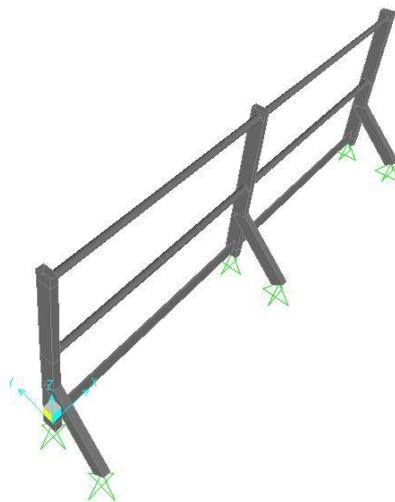
### 10.1 GENERALITA' DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO LA NORMA UNI EN ISO 14122-3:2016

In ottemperanza alle prescrizioni della Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 - §8.2.1 si ha che:

“La prova è eseguita su un elemento del parapetto con tre montanti, corrimano e corrente intermedio, che è montato nel corridoio di passaggio. [...]

Il carico deve essere applicato orizzontalmente senza introdurre un carico dinamico, prima a livello del centro del corrimano sul montante centrale [...]. Nella seconda prova, il carico deve essere applicato al centro del corrimano nel punto meno favorevole tra due montanti [...]”

Lo schema, precedentemente descritto, è stato eseguito nel programma di modellazione FEM:



## 10.2 VERIFICA DELL'USABILITA' DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.1], il carico  $F_u$  deve essere applicato sul montante centrale a livello del corrimano. Inoltre "[...] La deflessione durante l'applicazione del carico non deve essere maggiore di 30 mm."

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 30mm$$

Dove:

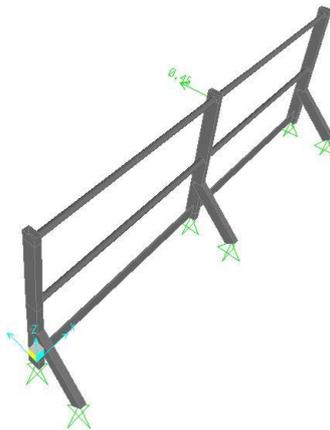
$\delta$  Deflessione permanente

Il carico per la verifica dell'usabilità è dato dalla formula [§8.2.2.1]:

$$F_u = 300 \frac{N}{m} \cdot L = 300 \frac{N}{m} \cdot 1.5m = 450N = 0.45kN$$

Dove:

$L$  Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 0.67 mm$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 30 \text{ mm}$$

$$0.67 \text{ mm} \leq 30 \text{ mm}$$

**SODDISFATTA**

### 10.3 VERIFICA DELL'USABILITA' DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.1], il carico  $F_u$  deve essere applicato sul parapetto al centro del corrimano. Inoltre "[...] La deflessione durante l'applicazione del carico non deve essere maggiore di 30 mm."

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 30 \text{ mm}$$

Dove:

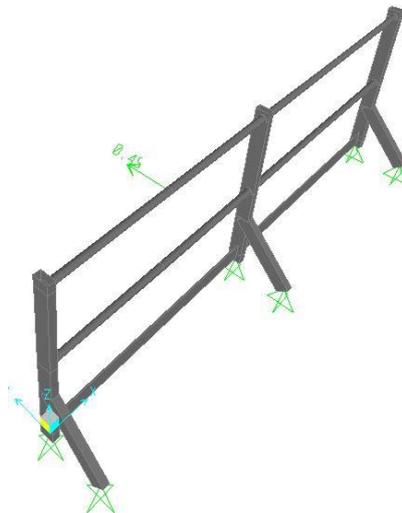
$\delta$  Deflessione permanente

Il carico per la verifica dell'usabilità è dato dalla formula [§8.2.2.1]:

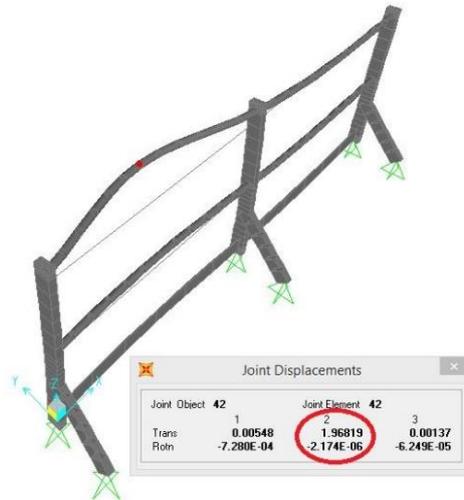
$$F_u = 300 \frac{N}{m} \cdot L = 300 \frac{N}{m} \cdot 1.5m = 450N = 0.45kN$$

Dove:

$L$  Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 1.96 \text{ mm}$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 30 \text{ mm}$$

$$1,96 \text{ mm} \leq 30 \text{ mm}$$

**SODDISFATTA**

#### 10.4 VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL MONTANTE (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.2], il carico deve essere applicato sul montante centrale a livello del corrimano. Inoltre "[...] La deflessione permanente non deve essere maggiore dello 0.3% dell'altezza, H."

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 0.3\% \cdot H$$

$$\delta \leq 0.3\% \cdot (1100\text{mm})$$

$$\delta \leq 3.3\text{mm}$$

Dove:

$\delta$  Deflessione permanente

$H$  Altezza montante

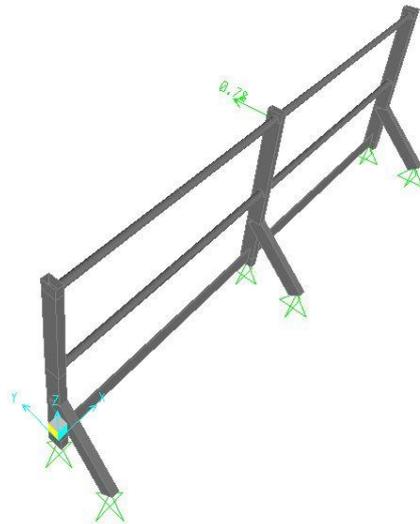
Il carico per la verifica della resistenza è dato dalla formula [§8.2.2.2]:

$$F_s = \gamma \cdot F_u = 1.75 \cdot 300 \frac{N}{m} \cdot L = 1.75 \cdot 300 \frac{N}{m} \cdot 1.5m = 787.5N = 0.7875kN$$

Dove:

$\gamma = 1.75$  Coefficiente di sicurezza del materiale

$L$  Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 1.16 \text{ mm}$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 3.3 \text{ mm}$$

$$1.16 \leq 3.3 \text{ mm}$$

**SODDISFATTA**

### 10.5 VERIFICA DELLA RESISTENZA DEL CORRIMANO (UNI EN ISO 14122-3 :2016 §8)

Per questa prova, secondo la Norma UNI EN ISO 14122-3:2016 [§8.2.3.1], il carico deve essere applicato sul parapetto al centro del corrimano. Inoltre *“[...] La deflessione permanente non deve essere maggiore dello 0.3% della distanza, L.”*

Quindi, la verifica risulterà soddisfatta se:

$$\delta \leq 0.3\% \cdot H$$

$$\delta \leq 0.3\% \cdot 1500mm$$

$$\delta \leq 4.5mm$$

Dove:

$\delta$  Deflessione permanente

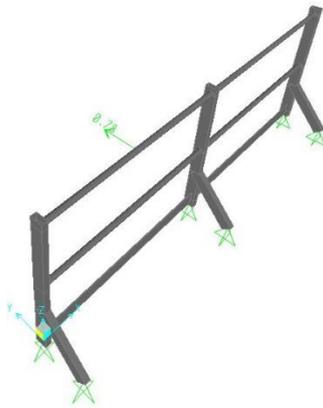
$L$  Lunghezza di influenza

Il carico per la verifica della resistenza è dato dalla formula [§8.2.2.2]:

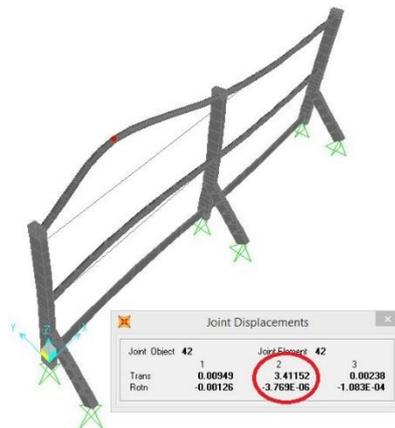
$$F_s = \gamma \cdot F_u = 1.75 \cdot 300 \frac{N}{m} \cdot L = 1.75 \cdot 300 \frac{N}{m} \cdot 1.5m = 787.5N = 0.7875kN$$

Dove:

$L$  Lunghezza di influenza



Dal software di modellazione FEM è stato ricavato lo spostamento dovuto alle forze precedentemente applicate:



Come si evince dall'immagine riportata precedentemente, lo spostamento massimo del montante è pari a:

$$\delta = 3.4 \text{ mm}$$

Si ha, pertanto, che la verifica dell'usabilità dell'elemento risulta ampiamente soddisfatta, in quanto:

$$\delta \leq 4.5 \text{ mm}$$

$$3.4 \text{ mm} \leq 4.5 \text{ mm}$$

**SODDISFATTA**

## 10.6 GENERALITA' DELLE VERIFICHE SUI PARAPETTI SECONDO LA NTC 2018

In ottemperanza alle prescrizioni della Norma NTC18 si ha che:

“Il valore di progetto di ciascuna delle azioni agenti sulla struttura  $F_d$  è ottenuto dal suo valore caratteristico  $F_k$ , inteso come frattile 95% della distribuzione statistica o come valore caratterizzato da un assegnato periodo di ritorno, attraverso l'espressione:  $F_d = \gamma_F \cdot F_k$  essendo  $\gamma_F$  il fattore parziale relativo alle azioni.” [§2.3]

“Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{Q2} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{Q2} \cdot Q_{k2} + \psi_{Q3} \cdot Q_{k3} + \dots$$

[...].” [§2.5.3]

“[...] la Tab. 2.6.I riporta i valori dei coefficienti parziali  $\gamma_F$  da assumersi per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche degli stati limite ultimi. [...] Per la progettazione di componenti strutturali che non coinvolgano azioni di tipo geotecnico, le verifiche nei confronti degli stati limite strutturali (STR) si eseguono adottando i coefficienti  $\gamma_F$  riportati nella colonna A1 della Tabella 2.6.I.”

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Il coefficiente parziale per l'effetto delle azioni nelle verifiche in condizioni sfavorevoli si considera pari a:

$$\gamma_k = 1.5$$

Per la verifica degli elementi del parapetto si considereranno i sovraccarichi.

“I sovraccarichi, o carichi imposti, comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; [...]”

Tra i quali, in particolar modo, si considerano i **carichi orizzontali lineari  $H_k$**  dati dalla Tabella della Norma:

“I valori riportati nella Tab. 3.1.II sono riferiti a condizioni di uso corrente delle rispettive categorie.”

Come categoria d'uso si considera la **Categoria H** che comprende **Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione**.

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	5,00	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di 2 x 50,00	1,00**
H-I-K	<b>Coperture</b>			
	<b>Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione</b>	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

Il carico da considerarsi nelle verifiche sarà pari a:

$$H = 1.00 \text{ [kN/m]}$$

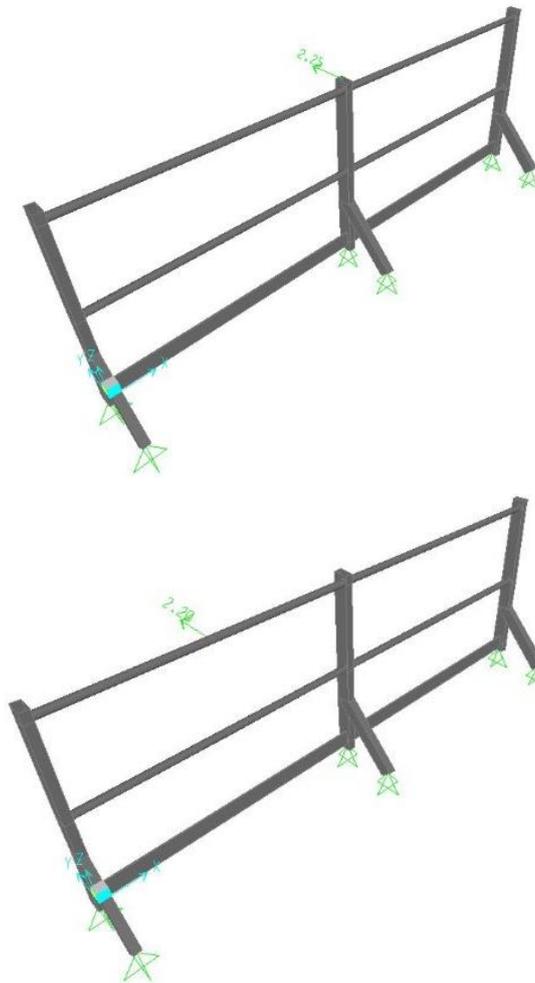
Inoltre:

"I sovraccarichi orizzontali lineari [...] devono essere applicati ai parapetti o ai mancorrenti alla quota del bordo superiore." [3.1.4.3]

In conclusione, la forza di progetto da considerare al **bordo superiore del montante centrale (CASO 1)** e al **centro del corrimano (CASO 2)** sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Sul software di modellazione FEM è stata applicata la forza sia sul bordo superiore del montante (CASO 1) che al centro del corrimano (CASO 2):



### 10.7 VERIFICA A FLESSIONE DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1)

La verifica risulterà soddisfatta se:

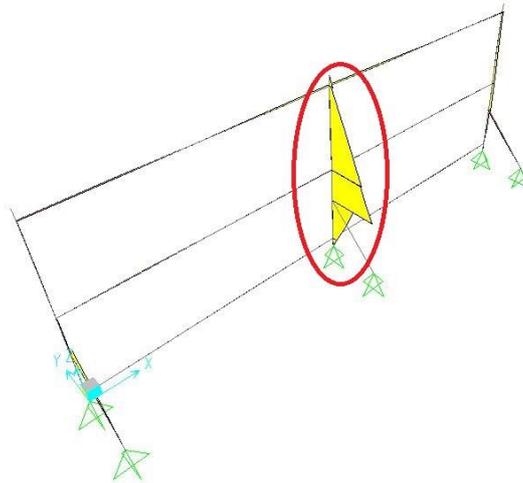
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sul bordo superiore del montante centrale sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{kN}{m} \cdot 1.5m \cdot 1.5 = 2.25kN$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il momento agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$M_{Ed} = 1.51 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a flessione della sezione  $M_{c,Rd}$  vale:

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{11905 \text{ mm}^3 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.05} = 2.3 \text{ kNm}$$

Dove:

$W_{el}$	Modulo di resistenza elastico dell'elemento
$f_{yk}$	Resistenza a snervamento dell'elemento in alluminio
$\gamma_{M0}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{M_{MAXEd}}{M_{c,Rd}} = \frac{1.51 \text{ kNm}}{2.3 \text{ kNm}} = 0.67 < 1$$

**SODDISFATTA**

## 10.8 VERIFICA A FLESSIONE DEL MONTANTE SECONDARIO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1)

La verifica risulterà soddisfatta se:

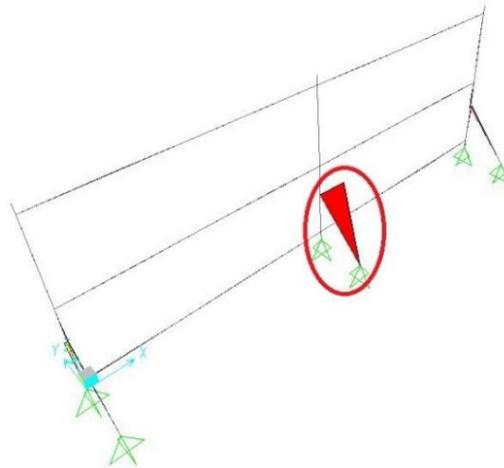
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sul bordo superiore del montante centrale sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il momento agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$M_{Ed} = 0.67 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a flessione della sezione  $M_{C,Rd}$  vale:

$$M_{C,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{11905 \text{ mm}^3 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.05} = 2.3 \text{ kNm}$$

Dove:

$W_{el}$	Modulo di resistenza elastico dell'elemento
$f_{yk}$	Resistenza a snervamento dell'elemento in alluminio
$\gamma_{M0}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{M_{MAXEd}}{M_{C,Rd}} = \frac{0.67 \text{ kNm}}{2.3 \text{ kNm}} = 0.29 < 1$$

**SODDISFATTA**

## 10.9 VERIFICA A TAGLIO DEL MONTANTE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1)

La verifica risulterà soddisfatta se:

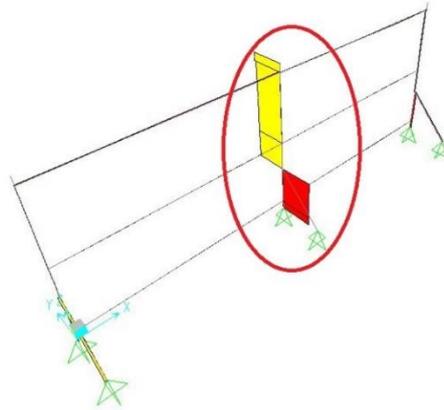
$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sul bordo superiore del montante centrale sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il taglio agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$V_{Ed} = 2.5 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a taglio della sezione  $V_{c,Rd}$  vale:

$$V_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{575 \text{ mm}^2 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 63.23 \text{ kN}$$

Dove:

$A$	Area della sezione del tubolare
$f_{yk}$	Resistenza a snervamento dell'elemento
$\gamma_{M0}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{2.5 \text{ kN}}{63.23 \text{ kN}} = 0.04 < 1$$

**SODDISFATTA**

## 10.10 VERIFICA A TAGLIO DEL MONTANTE SECONDARIO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 1)

La verifica risulterà soddisfatta se:

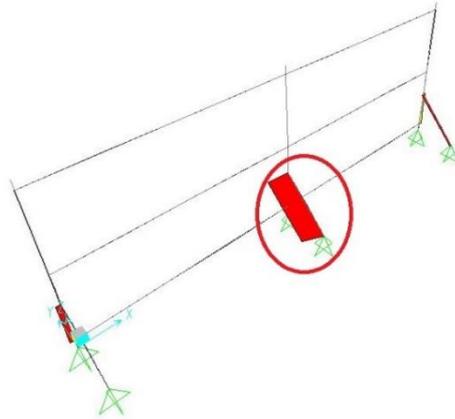
$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sul bordo superiore del montante centrale sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il taglio agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$V_{Ed} = 1.41 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a taglio della sezione  $V_{c,Rd}$  vale:

$$V_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{575 \text{ mm}^2 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 63.23 \text{ kN}$$

Dove:

$A$	Area della sezione del tubolare
$f_{yk}$	Resistenza a snervamento dell'elemento
$\gamma_{M0}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{1.41 \text{ kN}}{63.23 \text{ kN}} = 0.02 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.11 VERIFICA A FLESSIONE DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2)

La verifica risulterà soddisfatta se:

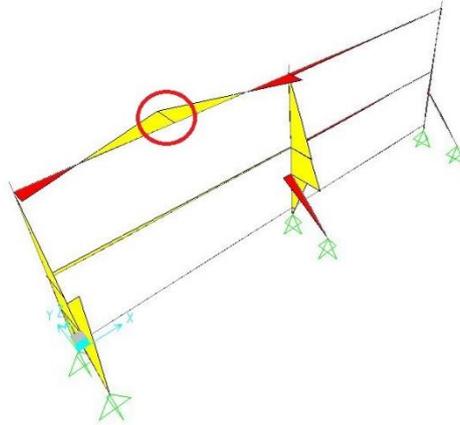
$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sulla parte centrale del corrimano sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il momento agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$M_{Ed} = 0.5 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a flessione della sezione  $M_{C,Rd}$  vale:

$$M_{C,Rd} = \frac{W_{el} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} = \frac{3000 \text{ mm}^3 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.05} = 0.57 \text{ kNm}$$

Dove:

$W_{el}$	Modulo di resistenza elastico dell'elemento
$f_{yk}$	Resistenza a snervamento dell'elemento in alluminio
$\gamma_{M0}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{M_{MAXEd}}{M_{c,Rd}} = \frac{0.5 \text{ kNm}}{0.57 \text{ kNm}} = 0.87 < 1$$

**SODDISFATTA**

## 10.12 VERIFICA A TAGLIO DEL CORRIMANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO (CASO 2)

La verifica risulterà soddisfatta se:

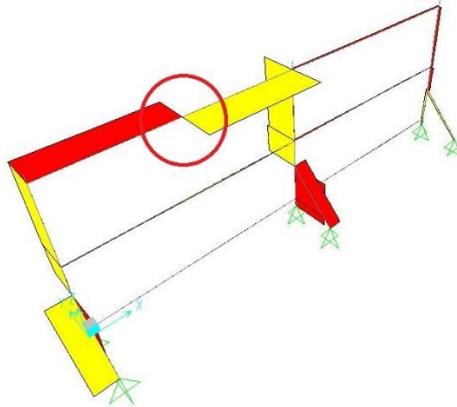
$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

Come precedente detto, la forza di progetto da considerare applicata sulla parte centrale del corrimano sarà pari a:

$$F_{Ed} = H_k \cdot \gamma_{G2} = 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \cdot 1.5 \text{ m} \cdot 1.5 = 2.25 \text{ kN}$$

Dal software di modellazione FEM è stato ricavato il taglio agente massimo di progetto agente sull'elemento:

$$V_{Ed} = 1.14 \text{ kNm}$$



La resistenza di progetto a taglio della sezione  $V_{c,Rd}$  vale:

$$V_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{250.04 \text{ mm}^2 \cdot 200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 27.5 \text{ kN}$$

Dove:

$A$	Area della sezione del tubolare
$f_{yk}$	Resistenza a snervamento dell'elemento
$\gamma_{M0}$	Coefficiente di sicurezza

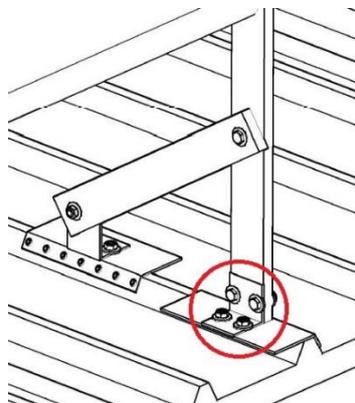
Risulta:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{1.14 \text{ kN}}{27.5 \text{ kN}} = 0.03 < 1$$

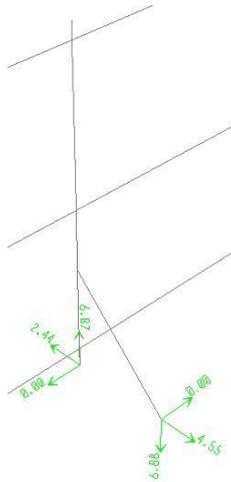
**SODDISFATTA**

### 10.13 VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL'ORDITURA DELLA GRECA

Si considerano 2 bulloni M10x50 mm in ACCIAIO INOX A2 che collegano le piastre ad L al montante.



Le sollecitazioni massime (CASO 1) che verranno considerate per le verifiche, sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i tasselli come incastrati:



### 10.13.1 Verifica a taglio dei bulloni piastra-montante (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXxv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{MAXyv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui bulloni è pari a:

$$F_{MAXxv,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

$$F_{MAXyv,Ed} = 2.44 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei bulloni  $F_{v,Rd}$  è data da:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.9 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.9 \cdot 78.54 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 19.23 \text{ kN}$$

Dove:

$A$	Area resistente del bullone
$f_{tb}$	Resistenza a rottura dei bulloni
$\gamma_{m2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{6.87 \text{ kN}}{19.23 \text{ kN}} = 0.35 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.13.2 Verifica a rifollamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di taglio massima è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.82 \cdot 10\text{mm} \cdot 3\text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 16.8 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della piastra

$d$

Diametro del bullone

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{6.87\text{kN}}{16.8\text{kN}} = 0.4 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.13.3 Verifica a taglio dei bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXxv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{MAXyv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui bulloni è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 2.44 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei bulloni  $F_{v,Rd}$  è data da:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.9 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.9 \cdot 78.54\text{mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 19.23\text{kN}$$

Dove:

$A$

Area resistente del bullone

$f_{tb}$

Resistenza a rottura dei bulloni

$\gamma_{m2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{2.44\text{kN}}{19.23\text{kN}} = 0.13 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.13.4 Verifica a trazione dei bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a trazione dei bulloni  $F_{v,Rd}$  è data da:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.6 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.6 \cdot 78.54 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 12.82 \text{ kN}$$

Dove:

$A$	Area resistente del bullone
$f_{tb}$	Resistenza a rottura dei bulloni
$\gamma_{m2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{6.87 \text{ kN}}{12.82 \text{ kN}} = 0.53 < 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.13.5 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione sui bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{2.44 \text{ kN}}{19.23 \text{ kN}} + \frac{6.87 \text{ kN}}{1.4 \cdot 12.82 \text{ kN}} = 0.5 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.13.6 Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a punzonamento della piastra  $B_{p,Rd}$  vale:

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 10 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 15.4 \text{ kN}$$

Dove:

$d_m$	Diametro minimo tra il dado e la testa del tassello
$t_p$	Spessore della piastra
$f_{tk}$	Resistenza a rottura dell'acciaio
$\gamma_{M2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

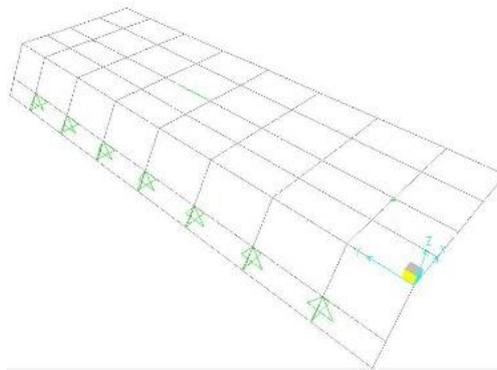
$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = \frac{6.87\text{kN}}{15.4\text{kN}} = 0.44 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.14 VERIFICA DEI RIVETTI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL'ORDITURA DELLA GRECA

Si considerano 7 rivetti  $\phi 5.3$  in alluminio che collega l'elemento alla lamiera grecata.

Le sollecitazioni massime sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i rivetti come delle cerniere:



Per le verifiche di questi elementi si considereranno le sollecitazioni massime di trazione e di taglio su x e su y. Le resistenze degli elementi sono state ricavate dalla scheda tecnica degli stessi:

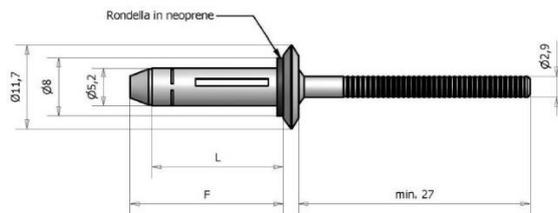


Tabella					
L(mm)	F(mm)	Spess serrabile (mm)	Taglio (N)	Trazione (N)	Preforo $\phi$ (mm)
17,5	22,1	0,5 - 4,8	2.700	1.950	5,3 - 5,5
19,1	23,7	1,5 - 6,4	2.700	1.950	5,3 - 5,5
22,2	26,9	4,8 - 9,5	2.700	1.950	5,3 - 5,5
25,4	30,1	7,9 - 12,7	2.700	1.950	5,3 - 5,5
28,6	33,3	11,1 - 15,9	2.700	1.950	5,3 - 5,5
31,8	36,4	14,3 - 19,1	2.700	1.950	5,3 - 5,5

#### 10.14.1 Verifica a taglio dei rivetti

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui rivetti è pari a:

$$F_{MAXxv,Ed} = 0.34 \text{ kN}$$

$$F_{MAXyv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei rivetti  $F_{v,Rd}$  è data dalla scheda tecnica degli elementi utilizzati:

$$F_{v,Rd} = 2.7 \text{ kN}$$

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{0.98 \text{ kN}}{2.7 \text{ kN}} = 0.36 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.14.2 Verifica a rifollamento del pattino

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.60 \cdot 5.3 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 4.32 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della piastra

$d$

Diametro del rivetto

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98 \text{ kN}}{4.32 \text{ kN}} = 0.22 < 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.14.3 Verifica a rifollamento della lamiera grecata in alluminio (s=0.6mm)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.71 \cdot 5.3 \text{ mm} \cdot 0.6 \text{ mm} \cdot 280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 1.27 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della lamiera grecata

$d$

Diametro del rivetto

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98 \text{ kN}}{1.27 \text{ kN}} = 0.77 < 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.14.4 Verifica a rifollamento della lamiera grecata in acciaio (s=0.5mm)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.67 \cdot 5.3 \text{ mm} \cdot 0.5 \text{ mm} \cdot 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 1.53 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della lamiera grecata

$d$

Diametro del rivetto

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

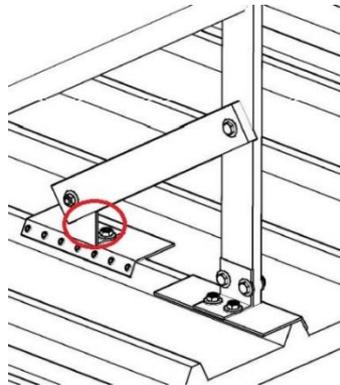
Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98\text{kN}}{1.53\text{kN}} = 0.64 < 1$$

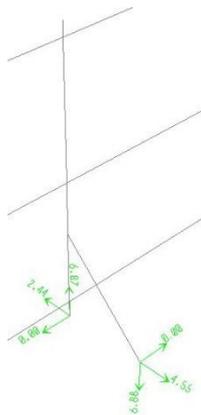
**SODDISFATTA**

### 10.15 VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE SECONDARIO – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL'ORDITURA DELLA GRECA

Si considerano 2 bulloni M10x50 mm in ACCIAIO INOX A2 che collegano le piastre ad L al montante secondario.



Le sollecitazioni massime (CASO 1) che verranno considerate per le verifiche, sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i tasselli come incastrati:



#### 10.15.1 Verifica a taglio dei bulloni piastra-montante (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXxv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{MAXyv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui bulloni è pari a:

$$F_{MAXxv,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

$$F_{MAXyv,Ed} = 4.55 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei bulloni  $F_{v,Rd}$  è data da:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.9 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \cdot 78.54 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 19.23 \text{ kN}$$

Dove:

$A$	Area resistente del bullone
$f_{tb}$	Resistenza a rottura dei bulloni
$\gamma_{M2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{6.87 \text{ kN}}{19.23 \text{ kN}} = 0.35 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.15.2 Verifica a rifollamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di taglio massima è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.82 \cdot 10 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 16.8 \text{ kN}$$

Dove:

$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$	Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo
$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$	Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo
$t$	Spessore della piastra
$d$	Diametro del bullone
$\gamma_{M2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{6.87 \text{ kN}}{16.8 \text{ kN}} = 0.4 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.15.3 Verifica a taglio dei bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXxv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{MAXyv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui bulloni è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 4.55 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei bulloni  $F_{v,Rd}$  è data da:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.9 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.9 \cdot 78.54 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 19.23 \text{ kN}$$

Dove:

$A$	Area resistente del bullone
$f_{tb}$	Resistenza a rottura dei bulloni
$\gamma_{m2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{4.55 \text{ kN}}{19.23 \text{ kN}} = 0.23 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.15.4 Verifica a trazione dei bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a trazione dei bulloni  $F_{v,Rd}$  è data da:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.6 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.6 \cdot 78.54 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 12.82 \text{ kN}$$

Dove:

$A$	Area resistente del bullone
$f_{tb}$	Resistenza a rottura dei bulloni
$\gamma_{m2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{6.87 \text{ kN}}{12.82 \text{ kN}} = 0.53 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.15.5 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione sui bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{4.55\text{kN}}{19.23\text{kN}} + \frac{6.87\text{kN}}{1.4 \cdot 12.82\text{kN}} = 0.6 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.15.6 Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 6.87\text{kN}$$

La resistenza di progetto a punzonamento della piastra  $B_{p,Rd}$  vale:

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 10\text{mm} \cdot 3\text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 15.4 \text{ kN}$$

Dove:

$d_m$	Diametro minimo tra il dado e la testa del tassello
$t_p$	Spessore della piastra
$f_{tk}$	Resistenza a rottura dell'acciaio
$\gamma_{M2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

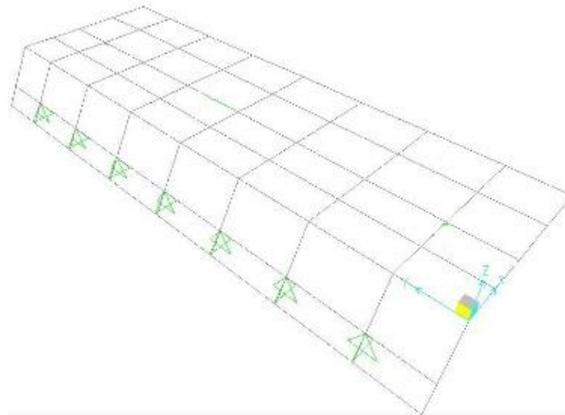
$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = \frac{6.87\text{kN}}{15.4\text{kN}} = 0.44 < 1$$

**SODDISFATTA**

## 10.16 VERIFICA DEI RIVETTI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE SECONDARIO – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL'ORDITURA DELLA GRECA

Si considerano 7 rivetti  $\phi 5.3$  in alluminio che collega l'elemento alla lamiera grecata.

Le sollecitazioni massime sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i rivetti come delle cerniere:



Per le verifiche di questi elementi si considereranno le sollecitazioni massime di trazione e di taglio su x e su y. Le resistenze degli elementi sono state ricavate dalla scheda tecnica degli stessi:

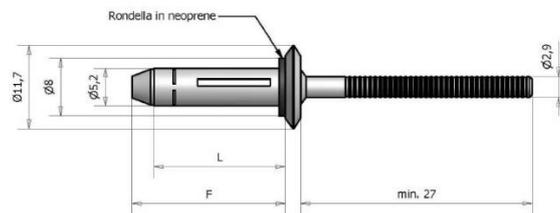


Tabella					
L(mm)	F(mm)	Spess serrabile (mm)	Taglio (N)	Trazione (N)	Preforo $\phi$ (mm)
17,5	22,1	0,5 - 4,8	2.700	1.950	5,3 - 5,5
19,1	23,7	1,5 - 6,4	2.700	1.950	5,3 - 5,5
22,2	26,9	4,8 - 9,5	2.700	1.950	5,3 - 5,5
25,4	30,1	7,9 - 12,7	2.700	1.950	5,3 - 5,5
28,6	33,3	11,1 - 15,9	2.700	1.950	5,3 - 5,5
31,8	36,4	14,3 - 19,1	2.700	1.950	5,3 - 5,5

### 10.16.1 Verifica a taglio dei rivetti

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui rivetti è pari a:

$$F_{MAXxv,Ed} = 0.65 \text{ kN}$$

$$F_{MAXyv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei rivetti  $F_{v,Rd}$  è data dalla scheda tecnica degli elementi utilizzati:

$$F_{v,Rd} = 2.7 \text{ kN}$$

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{0.98 \text{ kN}}{2.7 \text{ kN}} = 0.36 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.16.2 Verifica a rifollamento del pattino

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.60 \cdot 5.3 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 4.32 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della piastra

$d$

Diametro del rivetto

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98 \text{ kN}}{4.32 \text{ kN}} = 0.22 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.16.3 Verifica a rifollamento della lamiera grecata in alluminio (s=0.6mm)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.71 \cdot 5.3 \text{ mm} \cdot 0.6 \text{ mm} \cdot 280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 1.27 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della lamiera grecata

$d$

Diametro del rivetto

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98\text{kN}}{1.27\text{kN}} = 0.77 < 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.16.4 Verifica a rifollamento della lamiera grecata in acciaio (s=0.5mm)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.67 \cdot 5.3\text{mm} \cdot 0.5\text{mm} \cdot 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 1.53 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della lamiera grecata

$d$

Diametro del rivetto

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

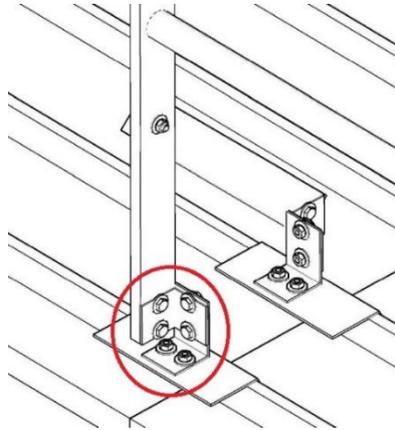
Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98\text{kN}}{1.53\text{kN}} = 0.64 < 1$$

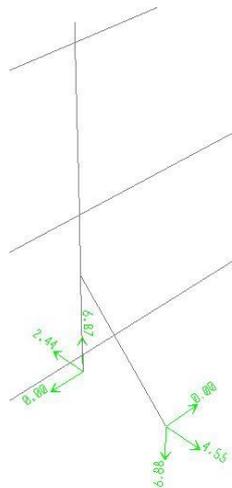
**SODDISFATTA**

## 10.17 VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE – CASO PARAPETTO PARALLELO ALL'ORDITURA DELLA GRECA

Si considerano 4 bulloni M10x50 mm in ACCIAIO INOX A2 che collegano le piastre ad L al montante.



Le sollecitazioni massime (CASO 1) che verranno considerate per le verifiche, sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i tasselli come incastrati:



### 10.17.1 Verifica a taglio dei bulloni piastra-montante e piastra-piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXxv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{MAXyv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui bulloni è pari a:

$$F_{MAXxv,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

$$F_{MAXyv,Ed} = 2.44 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei bulloni  $F_{v,Rd}$  è data da:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.9 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.9 \cdot 78.54 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 19.23 \text{ kN}$$

Dove:

$A$	Area resistente del bullone
$f_{tb}$	Resistenza a rottura dei bulloni
$\gamma_{M2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{6.87\text{kN}}{19.23\text{kN}} = 0.35 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.17.2 Verifica a rifollamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di taglio massima è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.82 \cdot 10\text{mm} \cdot 3\text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 16.8 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della piastra

$d$

Diametro del bullone

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{6.87\text{kN}}{16.8\text{kN}} = 0.4 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.17.3 Verifica a taglio dei bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXxv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{MAXyv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui bulloni è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 2.44 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei bulloni  $F_{v,Rd}$  è data da:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.9 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.9 \cdot 78.54 \text{mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 19.23 \text{kN}$$

Dove:

$A$	Area resistente del bullone
$f_{tb}$	Resistenza a rottura dei bulloni
$\gamma_{m2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{2.44 \text{kN}}{19.23 \text{kN}} = 0.13 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.17.4 Verifica a trazione dei bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a trazione dei bulloni  $F_{t,Rd}$  è data da:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.6 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.6 \cdot 78.54 \text{mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 12.82 \text{kN}$$

Dove:

$A$	Area resistente del bullone
$f_{tb}$	Resistenza a rottura dei bulloni
$\gamma_{m2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{6.87 \text{kN}}{12.82 \text{kN}} = 0.53 < 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.17.5 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione sui bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{2.44 \text{kN}}{19.23 \text{kN}} + \frac{6.87 \text{kN}}{1.4 \cdot 12.82 \text{kN}} = 0.5 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.17.6 Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 6.87\text{kN}$$

La resistenza di progetto a punzonamento della piastra  $B_{p,Rd}$  vale:

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 10\text{mm} \cdot 3\text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 15.4 \text{ kN}$$

Dove:

$d_m$	Diametro minimo tra il dado e la testa del tassello
$t_p$	Spessore della piastra
$f_{tk}$	Resistenza a rottura dell'acciaio
$\gamma_{M2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

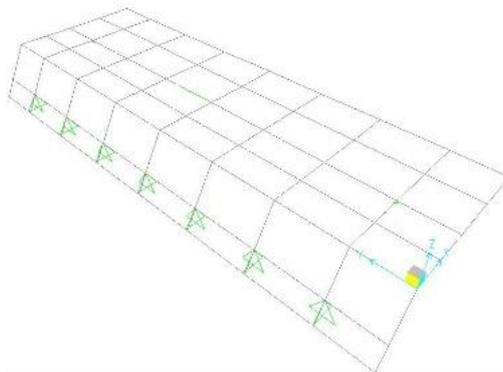
$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = \frac{6.87\text{kN}}{15.4\text{kN}} = 0.44 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.18 VERIFICA DEI RIVETTI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE – CASO PARAPETTO PARALLELO ALL'ORDITURA DELLA GRECA

Si considerano 7 rivetti  $\phi 5.3$  in alluminio che collega l'elemento alla lamiera grecata.

Le sollecitazioni massime sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i rivetti come delle cerniere:



Per le verifiche di questi elementi si considereranno le sollecitazioni massime di trazione e di taglio su x e su y. Le resistenze degli elementi sono state ricavate dalla scheda tecnica degli stessi:

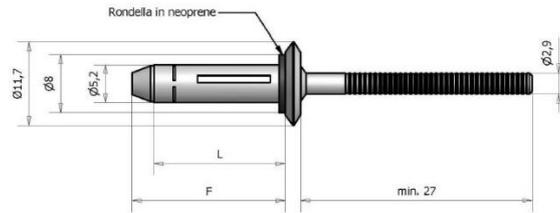


Tabella					
L(mm)	F(mm)	Spess serrabile (mm)	Taglio (N)	Trazione (N)	Preforo Ø (mm)
17,5	22,1	0,5 - 4,8	2.700	1.950	5,3 - 5,5
19,1	23,7	1,5 - 6,4	2.700	1.950	5,3 - 5,5
22,2	26,9	4,8 - 9,5	2.700	1.950	5,3 - 5,5
25,4	30,1	7,9 - 12,7	2.700	1.950	5,3 - 5,5
28,6	33,3	11,1 - 15,9	2.700	1.950	5,3 - 5,5
31,8	36,4	14,3 - 19,1	2.700	1.950	5,3 - 5,5

### 10.18.1 Verifica a taglio dei rivetti

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui rivetti è pari a:

$$F_{MAXyv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei rivetti  $F_{v,Rd}$  è data dalla scheda tecnica degli elementi utilizzati:

$$F_{v,Rd} = 2.7 \text{ kN}$$

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{0.98 \text{ kN}}{2.7 \text{ kN}} = 0.36 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.18.2 Verifica a trazione dei rivetti

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente sui rivetti è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 0.34 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a trazione dei rivetti  $F_{t,Rd}$  è data dalla scheda tecnica degli elementi utilizzati:

$$F_{t,Rd} = 1.95 \text{ kN}$$

Risulta:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{0.34 \text{ kN}}{1.95 \text{ kN}} = 0.17 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.18.3 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{0.98\text{kN}}{2.7\text{kN}} + \frac{0.34\text{kN}}{1.4 \cdot 1.95\text{kN}} = 0.48 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.18.4 Verifica a punzonamento della piastra

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 0.34\text{kN}$$

La resistenza di progetto a punzonamento della piastra  $B_{p,Rd}$  vale:

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 5.3\text{mm} \cdot 2\text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 5.43 \text{ kN}$$

Dove:

$d_m$	Diametro
$t_p$	Spessore della piastra
$f_{tk}$	Resistenza a rottura dell'acciaio
$\gamma_{M2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = \frac{0.34\text{kN}}{5.43\text{kN}} = 0.06 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.18.5 Verifica a rifollamento del pattino

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.60 \cdot 5.3\text{mm} \cdot 2\text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 4.32 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della piastra

$d$

Diametro del rivetto

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98\text{kN}}{4.32\text{kN}} = 0.22 < 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.18.6 Verifica a rifollamento della lamiera grecata in alluminio (s=0.6mm)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.71 \cdot 5.3\text{mm} \cdot 0.6\text{mm} \cdot 280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 1.27 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della lamiera grecata

$d$

Diametro del rivetto

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98\text{kN}}{1.27\text{kN}} = 0.77 < 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.18.7 Verifica a rifollamento della lamiera grecata in acciaio (s=0.5mm)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.67 \cdot 5.3 \text{ mm} \cdot 0.5 \text{ mm} \cdot 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 1.53 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della lamiera grecata

$d$

Diametro del rivetto

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

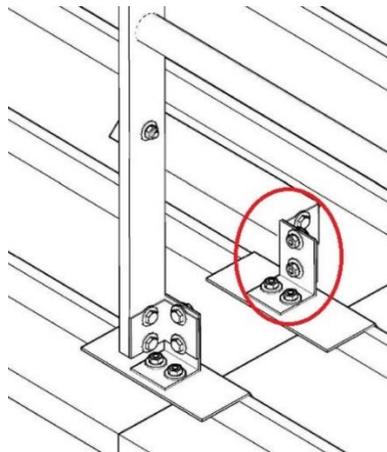
Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98 \text{ kN}}{1.53 \text{ kN}} = 0.64 < 1$$

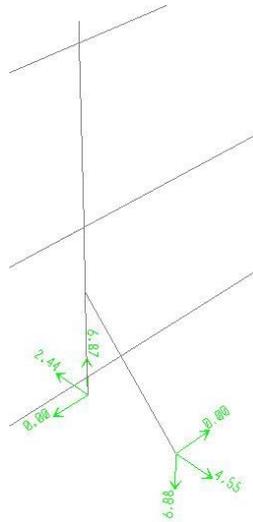
**SODDISFATTA**

## 10.19 VERIFICA DEI BULLONI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE SECONDARIO – CASO PARAPETTO PERPENDICOLARE ALL'ORDITURA DELLA GRECA

Si considerano 4 bulloni M10x50 mm in ACCIAIO INOX A2 che collegano le piastre ad L al montante secondario.



Le sollecitazioni massime (CASO 1) che verranno considerate per le verifiche, sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i tasselli come incastri:



### 10.19.1 Verifica a taglio dei bulloni piastra-montante (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXxv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{MAXyv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui bulloni è pari a:

$$F_{MAXxv,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

$$F_{MAXyv,Ed} = 4.55 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei bulloni  $F_{v,Rd}$  è data da:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.9 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.9 \cdot 78.54 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 19.23 \text{ kN}$$

Dove:

$A$	Area resistente del bullone
$f_{tb}$	Resistenza a rottura dei bulloni
$\gamma_{m2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{6.87 \text{ kN}}{19.23 \text{ kN}} = 0.35 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.19.2 Verifica a rifollamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di taglio massima è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.82 \cdot 10\text{mm} \cdot 3\text{mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 16.8 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della piastra

$d$

Diametro del bullone

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{6.87\text{kN}}{16.8\text{kN}} = 0.4 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.19.3 Verifica a taglio dei bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXxv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad \frac{F_{MAXyv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui bulloni è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 4.55 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei bulloni  $F_{v,Rd}$  è data da:

$$F_{v,Rd} = \frac{0.9 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.9 \cdot 78.54\text{mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 19.23\text{kN}$$

Dove:

$A$

Area resistente del bullone

$f_{tb}$

Resistenza a rottura dei bulloni

$\gamma_{m2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{4.55\text{kN}}{19.23\text{kN}} = 0.23 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.19.4 Verifica a trazione dei bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a trazione dei bulloni  $F_{v,Rd}$  è data da:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.6 \cdot A \cdot f_{tb}}{\gamma_{m2}} = \frac{0.6 \cdot 78.54 \text{ mm}^2 \cdot 400 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 12.82 \text{ kN}$$

Dove:

$A$	Area resistente del bullone
$f_{tb}$	Resistenza a rottura dei bulloni
$\gamma_{m2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{6.87 \text{ kN}}{12.82 \text{ kN}} = 0.53 < 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.19.5 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione sui bulloni piastra-pattino (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{4.55 \text{ kN}}{19.23 \text{ kN}} + \frac{6.87 \text{ kN}}{1.4 \cdot 12.82 \text{ kN}} = 0.6 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.19.6 Verifica a punzonamento della piastra (NTC18)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 6.87 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a punzonamento della piastra  $B_{p,Rd}$  vale:

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 10 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 15.4 \text{ kN}$$

Dove:

$d_m$	Diametro minimo tra il dado e la testa del tassello
$t_p$	Spessore della piastra

$f_{tk}$

Resistenza a rottura dell'acciaio

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

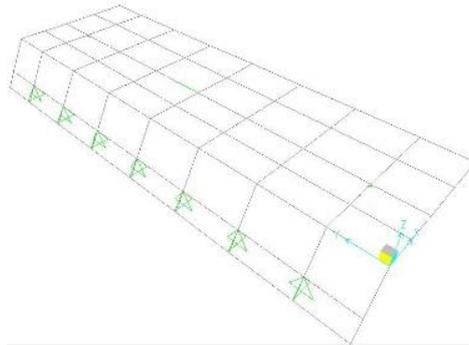
$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = \frac{6.87\text{kN}}{15.4\text{kN}} = 0.44 < 1$$

**SODDISFATTA**

## 10.20 VERIFICA DEI RIVETTI DI FISSAGGIO DEL MONTANTE SECONDARIO – CASO PARAPETTO PARALLELO ALL'ORDITURA DELLA GRECA

Si considerano 7 rivetti  $\phi 5.3$  in alluminio che collega l'elemento alla lamiera grecata.

Le sollecitazioni massime sono state ricavate dalla modellazione sul software ad elementi finiti considerando i rivetti come delle cerniere:



Per le verifiche di questi elementi si considereranno le sollecitazioni massime di trazione e di taglio su x e su y. Le resistenze degli elementi sono state ricavate dalla scheda tecnica degli stessi:

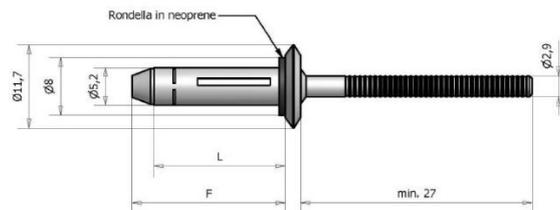


Tabella					
L(mm)	F(mm)	Spess serrabile (mm)	Taglio (N)	Trazione (N)	Preforo $\phi$ (mm)
17,5	22,1	0,5 - 4,8	2.700	1.950	5,3 - 5,5
19,1	23,7	1,5 - 6,4	2.700	1.950	5,3 - 5,5
22,2	26,9	4,8 - 9,5	2.700	1.950	5,3 - 5,5
25,4	30,1	7,9 - 12,7	2.700	1.950	5,3 - 5,5
28,6	33,3	11,1 - 15,9	2.700	1.950	5,3 - 5,5
31,8	36,4	14,3 - 19,1	2.700	1.950	5,3 - 5,5

### 10.20.1 Verifica a taglio dei rivetti

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente sui rivetti è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a taglio dei rivetti  $F_{v,Rd}$  è data dalla scheda tecnica degli elementi utilizzati:

$$F_{v,Rd} = 2.7 \text{ kN}$$

Risulta:

$$\frac{F_{MAXv,Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{0.98 \text{ kN}}{2.7 \text{ kN}} = 0.36 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.20.2 Verifica a trazione dei rivetti

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente sui rivetti è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 0.65 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a trazione dei rivetti  $F_{t,Rd}$  è data dalla scheda tecnica degli elementi utilizzati:

$$F_{t,Rd} = 1.95 \text{ kN}$$

Risulta:

$$\frac{F_{MAXt,Ed}}{F_{t,Rd}} = \frac{0.65 \text{ kN}}{1.95 \text{ kN}} = 0.33 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.20.3 Verifica per la presenza combinata di taglio e di trazione

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} \leq 1$$

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 \cdot F_{t,Rd}} = \frac{0.98 \text{ kN}}{2.7 \text{ kN}} + \frac{0.65 \text{ kN}}{1.4 \cdot 1.95 \text{ kN}} = 0.59 \leq 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.20.4 Verifica a punzonamento della piastra

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto dell'azione di trazione massima agente è pari a:

$$F_{MAXt,Ed} = 0.65 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a punzonamento della piastra  $B_{p,Rd}$  vale:

$$B_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 5.3 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 5.43 \text{ kN}$$

Dove:

$d_m$	Diametro
$t_p$	Spessore della piastra
$f_{tk}$	Resistenza a rottura dell'acciaio
$\gamma_{M2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{t,Ed}}{B_{p,Rd}} = \frac{0.65 \text{ kN}}{5.43 \text{ kN}} = 0.11 < 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.20.5 Verifica a rifollamento del pattino

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.60 \cdot 5.3 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} \cdot 340 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 4.32 \text{ kN}$$

Dove:

$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$	Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo
$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$	Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo
$t$	Spessore della piastra
$d$	Diametro del rivetto
$\gamma_{M2}$	Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98 \text{ kN}}{4.32 \text{ kN}} = 0.22 < 1$$

**SODDISFATTA**

#### 10.20.6 Verifica a rifollamento della lamiera grecata in alluminio (s=0.6mm)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.71 \cdot 5.3 \text{ mm} \cdot 0.6 \text{ mm} \cdot 280 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 1.27 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della lamiera grecata

$d$

Diametro del rivetto

$\gamma_{M2}$

Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98 \text{ kN}}{1.27 \text{ kN}} = 0.77 < 1$$

**SODDISFATTA**

### 10.20.7 Verifica a rifollamento della lamiera grecata in acciaio (s=0.5mm)

La verifica risulterà soddisfatta se:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} \leq 1$$

Il valore di progetto massimo dell'azione tagliante agente è pari a:

$$F_{MAXv,Ed} = 0.98 \text{ kN}$$

La resistenza di progetto a rifollamento della piastra  $F_{b,Rd}$  vale:

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot d \cdot t \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.67 \cdot 5.3 \text{ mm} \cdot 0.5 \text{ mm} \cdot 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1.25} = 1.53 \text{ kN}$$

Dove:

$$\alpha = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0}; \frac{f_{tbk}}{f_{tk}}; 1 \right\}$$

Fattore che dipende dalla resistenza dell'acciaio, dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$$k = \min \left\{ 2.8 \frac{e_2}{3d_0} - 1.7; 2.5 \right\}$$

Fattore che dipende dal diametro del foro e dalla distanza dal bordo

$t$

Spessore della lamiera grecata

$d$  Diametro del rivetto

$\gamma_{M2}$  Coefficiente di sicurezza

Risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{b,Rd}} = \frac{0.98\text{kN}}{1.53\text{kN}} = 0.64 < 1$$

**SODDISFATTA**

In ragione delle valutazioni effettuate e dei calcoli svolti si può asserire che tutte le verifiche di resistenza condotte restituiscono esito positivo.

**IL TECNICO**

---

## 11. MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

La manutenzione dei parapetti è di fondamentale importanza in quanto la sicurezza degli utilizzatori dipende dalla continua efficienza e durabilità del sistema stesso.

Le operazioni di manutenzione devono essere effettuate da personale autorizzato e adeguatamente formato.

### 11.1 MANUTENZIONE ORDINARIA

**L'impianto deve essere sottoposto a manutenzione ordinaria una volta all'anno da un soggetto abilitato** al fine di verificare che l'impianto non sia stato alterato e quindi mantenga lo stesso livello di efficienza che aveva al termine dell'installazione e messa in esercizio.

**La mancata manutenzione ordinaria comporta il divieto di utilizzo dell'impianto e la cessazione della garanzia da parte del produttore.**

Segue l'elenco delle attività da svolgere durante la manutenzione ordinaria del sistema:

- Controllo del serraggio dei bulloni;
- Verifica della tenuta complessiva dei fissaggi; avvertire il committente se si notano segni di infiltrazioni, crepe o fessure sul calcestruzzo, ruggine sul supporto in acciaio, segni di espulsione del copri ferro o altri sintomi che possono far pensare ad un'alterazione delle caratteristiche originarie del supporto;
- Verifica della presenza di tutta la documentazione dell'impianto (elaborato tecnico, manualistica...).

### 11.2 MANUTENZIONE STRAORDINARIA

In caso di eventi straordinari, l'impianto deve essere sottoposto ad una manutenzione straordinaria durante la quale quella porzione dell'impianto non può essere utilizzata e si deve pertanto ricorrere ad altri presidi di sicurezza. Tutti i componenti che hanno subito deformazioni devono essere sostituiti.

I fissaggi strutturali della porzione interessata devono essere verificati secondo le indicazioni di un tecnico abilitato.

La manutenzione straordinaria, prevede oltre ai punti di quella ordinaria, le seguenti integrazioni:

- Sostituire tutti gli elementi coinvolti;
- Verificare l'integrità del supporto e dei fissaggi avvalendosi di un tecnico abilitato.
- Verificare che non siano stati coinvolti altri elementi.



## 12. DICHIARAZIONE DI CORRETTA POSA

Spett.le

Il Sottoscritto \_\_\_\_\_

In qualità di Legale Rappresentante della \_\_\_\_\_

Con sede in \_\_\_\_\_

Da Voi incaricato per i lavori di installazione di **parapetto permanente come dispositivo di protezione collettiva**

### **DICHIARA**

Che nella fase di installazione e montaggio dei componenti di sicurezza, ha rispettato le Norme di buona tecnica in conformità alle:

- UNI EN ISO n° 14122-3 "Mezzi di accesso permanenti al macchinario del Maggio 2017 Parte 3: Scale, scale a castello e parapetti.”;
- NTC 2008/NTC 2018 Norme tecniche per le costruzioni;
- D.lgs 81/08 e s.m.i.

nonché

Le indicazioni del produttore **C.F. e P.IVA IT09701120967** con sede in via Martelli 20 Zibido San Giacomo (MI) e dei contenuti di cui all’elaborato tecnico.

**Si dichiara quindi, non sussistendo alcuna anomalia, che il parapetto permanente e le tutte le sue parti sono correttamente installate.**

## 13.NOTE

