

COMUNE DI BERGAMO  
PROVINCIA DI BERGAMO  
Via Borgo Palazzo / Via Daste Spalenga

**OPERE DI COMPLETAMENTO URBANIZZAZIONI SECONDARIE RELATIVE  
ALL'INTERVENTO EDILIZIO "NUOVI ALLOGGI E.R.P." IN VIA BORGO  
PALAZZO-VIA DASTE E SPALENGA - AMBITO "A" - PROGETTO NORMA PN9  
A.d.P. "Palatenda".**



**D.09/a – RELAZIONE DI CALCOLO PARAPETTI DI RECINZIONE  
EDIFICI ALER CIV. 132-134**

Bergamo, 27/09/2024



I PROGETTISTI  
Ing. Massimo Ruotolo

ALER Bergamo Lecco Sondrio

Sede legale: via Mazzini 32/A – 24128 Bergamo – tel. 035 259595 – PEC [direzione@pec.alerbg.it](mailto:direzione@pec.alerbg.it)  
Sede operativa Lecco: via Giusti 12 – 23900 Lecco – tel. 0341 358311 - PEC [aler.lecco@pec.regione.lombardia.it](mailto:aler.lecco@pec.regione.lombardia.it)  
Sede operativa Sondrio: piazza Radovljica 1 – 23100 Sondrio – tel. 0342 512999 - PEC [aler.so@pec.retesi.it](mailto:aler.so@pec.retesi.it)  
C.F. e P.IVA 00225430164



## SOMMARIO

DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	3
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
MATERIALI .....	3
1. Caratteristiche dei parapetti .....	3
2. Materiali adottati .....	3
3. Proprietà dei materiali.....	3
4. Resistenze di calcolo adottate .....	4
ANALISI DEI CARICHI .....	4
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO DELLA RAMPA DEI BOX, LATO LUNGO..	5
1. Corrimano del parapetto affacciato sulla rampa di accesso ai box, lato lungo .....	5
1.1. Diagrammi delle sollecitazioni .....	5
1.2. Predimensionamento .....	5
1.3. Verifiche agli Stati Limite Ultimi .....	7
1.4. Verifiche agli Stati Limite di Esercizio .....	9
2. Montanti del parapetto affacciato sulla rampa di accesso ai box, lato lungo .....	10
2.2. Diagrammi delle sollecitazioni .....	10
2.2. Predimensionamento.....	10
2.3. Verifiche agli Stati Limite Ultimi .....	12
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO DELLA RAMPA DEI BOX, LATO CORTO	13
3. Corrimano e montanti del parapetto affacciato sulla rampa di accesso ai box, lato corto .....	13
3.1. Diagrammi delle sollecitazioni .....	13
3.2. Predimensionamento e verifiche .....	14
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO TRA LE PALAZZINE "E" E "H" .....	14
4. Corrimano e montanti del parapetto tra le palazzine "E" e "H" .....	14
4.1. Diagrammi delle sollecitazioni .....	14
4.2. Predimensionamento e verifiche .....	15
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO TRA LE PALAZZINE "E" E "G" .....	15
5. Corrimano e montanti del parapetto tra le palazzine "E" e "G" .....	15
5.1. Diagrammi delle sollecitazioni .....	15
5.2. Predimensionamento e verifiche .....	16
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO TRA LE PALAZZINE "G" E "H", LATO CORTO .....	16
6. Corrimano e montanti del parapetto tra le palazzine "G" e "H", lato corto .....	16
6.1. Diagrammi delle sollecitazioni .....	16
6.2. Predimensionamento e verifiche .....	17
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO TRA LE PALAZZINE "G" E "H", LATO LUNGO .....	17
7. Corrimano e montanti del parapetto tra le palazzine "G" e "H", lato lungo .....	17
7.1. Diagrammi delle sollecitazioni .....	17
7.2. Predimensionamento e verifiche .....	18
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO TRA LE PALAZZINE "G" E "H", ARCO....	18
8. Corrimano del parapetto tra le palazzine "G" e "H", arco .....	18
8.1. Diagrammi delle sollecitazioni .....	18
1.5. Predimensionamento e verifiche .....	19



## DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il progetto prevede la realizzazione di nuovi parapetti che costeggino la rampa di accesso ai box del fabbricato e gli affacci del cortile sul piano interrato, in sostituzione dell'attuale recinzione plastificata che non rispetta le normative vigenti.

Si prevede l'installazione di un parapetto del tipo a ringhiera con struttura portante, elementi orizzontali ed elementi verticali, in acciaio, di altezza pari a 110 cm dal piano di calpestio (vedi Tav. 11 del progetto esecutivo).

Nella seguente relazione di calcolo vengono dimensionati quattro parapetti, ognuno dei quali presenterà l'interasse dei montanti delle campate principali pari a 150 cm.

Le dimensioni dei profilati stabilite per la prima tipologia di parapetto presa in esame, ossia quello che costeggia la rampa dei box, si applicheranno anche agli altri in quanto, essendo le campate principali pari lunghezza, le differenze nei diagrammi statici saranno minime.

## RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali norme e disposizioni legislative di riferimento sono le seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018, aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni", Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Gazzetta ufficiale 20 febbraio 2018 n. 42;
- Circolare 11 febbraio 2019 contenente le Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018;
- Norma UNI EN 10210-2019: "Profilati in acciaio laminati a caldo per impieghi strutturali".

## MATERIALI

### 1. Caratteristiche dei parapetti

La normativa vigente prevede per i parapetti posti fino al primo piano un'altezza minima di 100 cm; a favore di sicurezza si prevede comunque un'altezza di 110 cm dal piano di calpestio del cortile.

Tutti i montanti verticali dei parapetti saranno tassellati sul cordolo di c.a. esistente alla base, presentando di conseguenza un'altezza utile pari a 110 cm. Il corrimano è saldato ai montanti verticali e non presenta ulteriori ancoraggi alle murature laterali, non rappresentando quindi elemento di ancoraggio della struttura.

Il diagramma statico dei corrimani presenterà quindi una serie di campate di luce pari a 150 cm, il cui numero dipenderà dalla lunghezza totale del parapetto oggetto di verifica, con i nodi di ancoraggio ai montanti verticali rappresentati da appoggi.

Analogamente i montanti verticali saranno rappresentati da travi a sbalzo verticali di luce pari a 110 cm, con un incastro alla base.

### 2. Materiali adottati

I montanti verticali saranno in acciaio **S 275 H** (EN 10210).

Il corrimano dei parapetti sarà in acciaio **S 235 H** (EN 10210).

### 3. Proprietà dei materiali

Da normativa UNI EN 10210 i profili cavi in acciaio hanno le seguenti caratteristiche:

Modulo elastico	Modulo di elasticità trasversale	Coefficiente di Poisson	Coefficiente di dilatazione termica lineare	Densità
E	G	$\nu$	$\alpha$	$\rho$
N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	[ - ]	°C <sup>-1</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
210000	$E/[2(1+\nu)]$	0,3	$12 \times 10^{-6}$	7850

#### 4. Resistenze di calcolo adottate

##### Acciaio S 235 H co spessore nominale “t” < 40 mm (UNI EN 10210):

- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 235 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} = 360 \text{ N/mm}^2$

##### Acciaio S 275 H co spessore nominale “t” < 40 mm (UNI EN 10210):

- Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$
- Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$

## ANALISI DEI CARICHI

Da tab. 3.1.II, categoria A2, delle NTC 2018, il carico orizzontale lineare da applicare risulta pari a:

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	$q_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$Q_k$ [kN]	$H_k$ [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atri di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4 Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5 Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
		≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00

$H_k = 2 \text{ kN/m}$

Il peso di un'unità di volume dell'acciaio è pari a:  $78,5 \text{ kN/m}^3$ .



# DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO DELLA RAMPA DEI BOX, LATO LUNGO

## 1. Corrimano del parapetto affacciato sulla rampa di accesso ai box, lato lungo

### 1.1. Diagrammi delle sollecitazioni

In prima analisi si trascura il peso proprio del profilo.

Il carico lineare sul profilo è pari a:

$$f_{slu} = H_k * \gamma_q = 2,0 \text{ kN/m} * 1,5 = 3,0 \text{ kN/m}$$

Dalle combinazioni degli effetti dovuti ai carichi variabili i diagrammi delle sollecitazioni sono i seguenti:

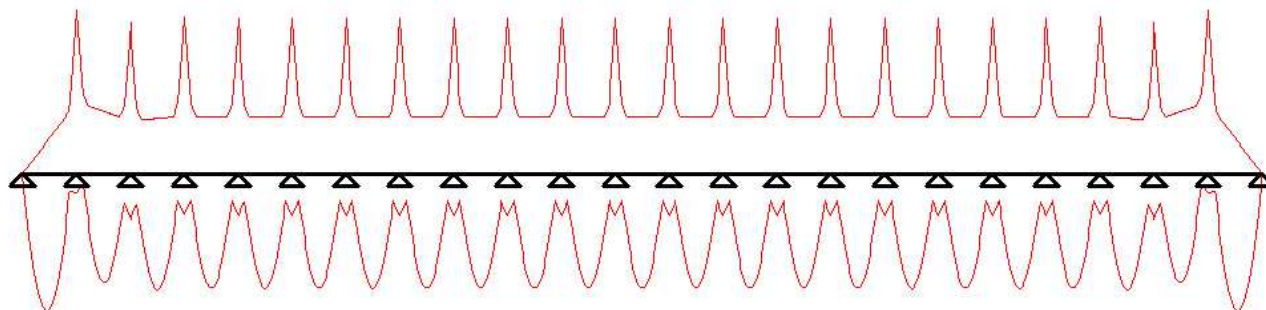


Diagramma momento M:  $M_{\max} = 0,8088 \text{ kNm}$

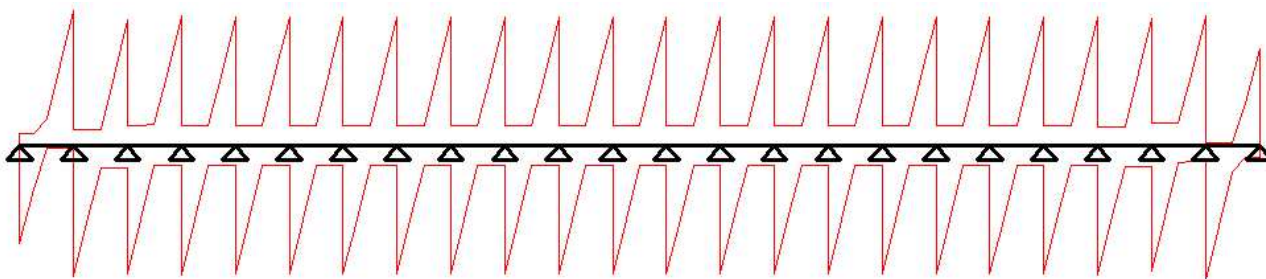


Diagramma taglio T:  $V_{\max} = 2,789 \text{ kN}$   $R_{\max} = 5,485 \text{ kN}$

### 1.2. Predimensionamento

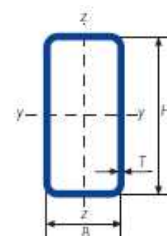
Il momento flettente di progetto risulta pari a:  $M_{Ed} = 0,67 \text{ kNm}$

Il modulo di resistenza elastico risulta quindi:

$$W_{EL,min} = \frac{M_{Ed} * \gamma_{m0}}{f_{yk}} = \frac{0,81 * 10^6 * 1,05}{235} = 3.619,15 \text{ mm}^3 = 3,62 \text{ cm}^3$$

Dove:

-  $\gamma_{m0}$  = resistenza della sezione = 1,05 per le classi 1-2-3-4



Gamma profilato tubolare a freddo - rettangolare

DIMENSIONE SPECIFICA LATI		SPESSORE SPECIFICO	MASSA LINEARE	AREA DELLA SEZIONE TRASVERSALE	MOMENTO D'INERZIA		RAGGIO DI INERZIA		MODULO D'ELASTICITÀ		MODULO DI PLASTICITÀ		MODULO D'INERZIA DI TORSIONE	MODULO DI TORSIONE	SUPERFICIE LATERALE PER UNITÀ DI LUNGHEZZA	LUNGHEZZA NOMINALE PER TONNELLATA	AREA SUPERFICIE ESTERNA PER METRO
H	B	T	M	A	$I_{xx}$	$I_{yy}$	$i_{xx}$	$i_{yy}$	$W_{elxx}$	$W_{elyy}$	$W_{plxx}$	$W_{plyy}$	$I_t$	$C_t$	$A_s$	m	$A_{se}$
mm	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> /m		m <sup>2</sup>
45	30	2,5	2,62	3,34	8,67	4,58	1,61	1,17	3,85	3,05	4,83	3,64	10,09	5,09	0,141	382	424
45	30	3	3,07	3,91	9,80	5,15	1,58	1,15	4,36	3,43	5,55	4,17	11,60	5,76	0,140	326	357
45	30	4	3,88	4,95	11,6	6,01	1,53	1,10	5,13	4,01	6,76	5,06	14,12	6,81	0,136	257	275
45	35	1,5	1,77	2,25	6,54	4,44	1,70	1,40	2,90	2,54	3,48	2,93	8,45	4,05	0,155	566	688
45	35	2	2,31	2,94	8,27	5,60	1,68	1,38	3,68	3,20	4,46	3,75	10,89	5,13	0,153	434	521
45	35	2,5	2,82	3,59	9,80	6,61	1,65	1,36	4,35	3,78	5,36	4,51	13,13	6,09	0,151	355	422
45	35	3	3,30	4,21	11,1	7,49	1,63	1,33	4,95	4,28	6,18	5,19	15,18	6,93	0,150	303	356
45	35	4	4,20	5,35	13,2	8,86	1,57	1,29	5,88	5,06	7,58	6,35	18,68	8,28	0,146	238	273
45	40	2	2,46	3,14	9,19	7,66	1,71	1,56	4,09	3,83	4,89	4,51	13,53	5,95	0,163	406	520
45	40	2,5	3,01	3,84	10,9	9,10	1,69	1,54	4,86	4,55	5,90	5,44	16,37	7,09	0,161	332	420
45	40	3	3,54	4,51	12,5	10,35	1,66	1,52	5,54	5,18	6,81	6,28	18,99	8,10	0,160	283	354
45	40	4	4,51	5,75	14,9	12,38	1,61	1,47	6,63	6,19	8,40	7,73	23,55	9,77	0,156	222	272
48	25	1,5	1,60	2,04	6,01	2,17	1,72	1,03	2,50	1,74	3,13	1,98	5,24	2,99	0,141	624	690
48	25	2	2,09	2,66	7,56	2,70	1,69	1,01	3,15	2,16	3,99	2,52	6,68	3,75	0,139	479	524
50	10	1,5	1,30	1,65	4,01	0,270	1,56	0,404	1,60	0,54	2,24	0,647	0,919	1,03	0,115	771	695
50	10	2	1,68	2,14	4,93	0,312	1,52	0,382	1,97	0,62	2,82	0,788	1,09	1,20	0,113	596	529
50	10	2,5	2,03	2,59	5,65	0,338	1,48	0,361	2,26	0,68	3,32	0,896	1,20	1,31	0,111	492	430
50	10	3	2,36	3,01	6,20	0,350	1,44	0,341	2,48	0,70	3,75	0,971	1,25	1,36	0,110	423	365
50	15	1,5	1,41	1,80	4,89	0,699	1,65	0,623	1,96	0,93	2,60	1,08	2,13	1,72	0,125	707	693
50	15	2	1,83	2,34	6,08	0,844	1,61	0,601	2,43	1,13	3,30	1,35	2,63	2,10	0,123	545	527
50	20	1,5	1,53	1,95	5,77	1,35	1,72	0,833	2,31	1,35	2,97	1,55	3,69	2,42	0,135	653	691
50	20	2	1,99	2,54	7,23	1,67	1,69	0,811	2,89	1,67	3,78	1,96	4,66	3,00	0,133	502	525
50	20	2,5	2,42	3,09	8,48	1,92	1,66	0,789	3,39	1,92	4,51	2,32	5,49	3,49	0,131	412	425
50	20	3	2,83	3,61	9,51	2,12	1,62	0,767	3,81	2,12	5,16	2,63	6,20	3,88	0,130	353	359

Come da tabella sopra riportata si sceglie di conseguenza un profilo cavo a sezione rettangolare da 50x20x3,0 mm, caratterizzato da  $W_{elxx} = 3,81 \text{ cm}^3$ .

Si procede alla definizione della combinazione dei carichi tenendo in considerazione il peso proprio del profilo  $P_p$  partendo dalla massa lineare del profilo:

$$P_p = M \times g = 2,83 \text{ kg/m} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 27,76 \text{ N/m} = 0,0278 \text{ kN/m}$$

Il carico da applicare alla struttura risulta quindi:

$$q_{slu} = G_1 \times \gamma_{G1} + H_k \times \gamma_{m0} = 0,0278 \text{ kN/m} \times 1,3 + 2,0 \text{ kN/m} \times 1,5 = 3,036 \text{ kN/m}$$



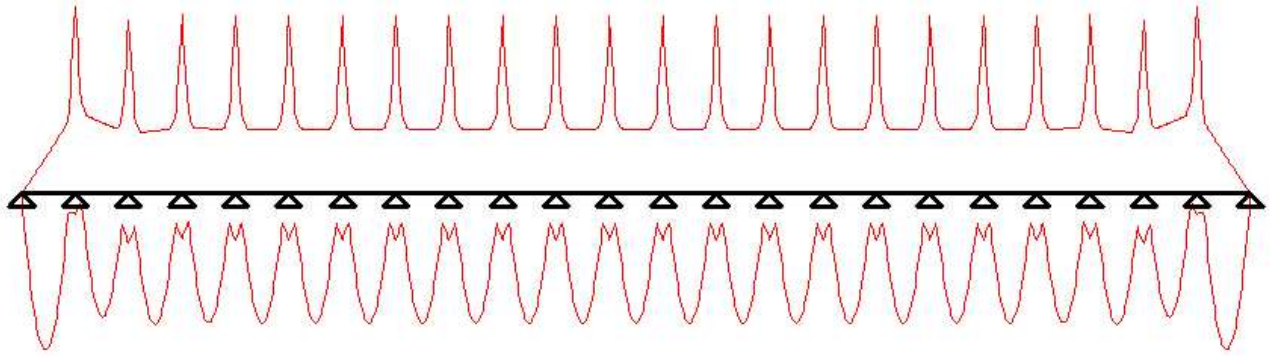


Diagramma del Momento:  $M_{Ed} = 0,8176 \text{ kNm}$

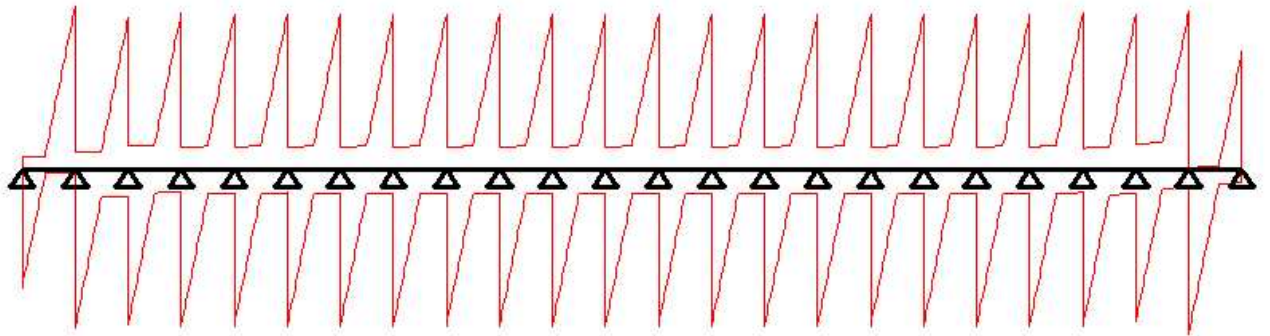


Diagramma del Taglio:  $V_{Ed} = 2,822 \text{ kN}$

### 1.3. Verifiche agli Stati Limite Ultimi

#### Classificazione della sezione:

Da tabella 4.2.III delle NTC 2018, considerando che la sezione è soggetta solamente a flessione, otteniamo i seguenti dati:

Tab. 4.2.III - Massimi rapporti larghezza spessore per parti compresse

Parti interne compresse						
Classe	Parte soggetta a flessione	Parte soggetta a compressione	Parte soggetta a flessione e a compressione			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
1	$c/t \leq 72\epsilon$	$c/t \leq 33\epsilon$	quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{396\epsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{36\epsilon}{\alpha}$			
2	$c/t \leq 83\epsilon$	$c/t \leq 38\epsilon$	quando $\alpha > 0,5: c/t \leq \frac{456\epsilon}{13\alpha - 1}$ quando $\alpha \leq 0,5: c/t \leq \frac{41,5\epsilon}{\alpha}$			
Distribuzione delle tensioni nelle parti (compressione positiva)						
3	$c/t \leq 124\epsilon$	$c/t \leq 42\epsilon$	quando $\psi > -1: c/t \leq \frac{42\epsilon}{0,67 + 0,33\psi}$ quando $\psi \leq -1: c/t \leq 62\epsilon(1 - \psi)\sqrt{(-\psi)}$			
$\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}}$	$f_{yk}$	235	275	355	420	460
$\epsilon$	$\epsilon$	1,00	0,92	0,81	0,75	0,71

\*)  $\psi \leq -1$  si applica se la tensione di compressione  $\sigma \leq f_{yk}$  o la deformazione a trazione  $\epsilon_t > f_{yk}/E$

- $t_w = 3,0 \text{ mm}$
- $c = 50,0 - (3,0 + 3,0) = 44,0 \text{ mm}$
- $\epsilon = \sqrt{235/f_{yk}} = 1$
- $c/t_w = 44,0 / 3,0 = 14,667$
- $c/t_w = 14,667 \leq 72 \epsilon$

Di conseguenza si applicano le verifiche di resistenza per i profili di classe 1.

#### Verifica Flessione Monoassiale Retta:

Il modulo di resistenza plastico del profilo è pari a  $W_{plxx} = 5,16 \text{ cm}^3$ .

Il momento plastico resistente risulta quindi:

$$M_{pl,Rd} = W_{plxx} * f_{yk} / \gamma_{m0} = 5,16 * 0,235 / 1,05 = 1,155 \text{ kNm}$$

Per risultare verificata la sezione, il rapporto tra  $M_{Ed}$  e  $M_{pl,Rd}$  deve essere minore di 1.

$$M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 0,8176 / 1,155 = 0,708 < 1 \quad \text{verificato!}$$

#### Verifica a taglio:

L'area resistente al taglio  $A_v$  risulta pari a:

$$A_v = (A * h) / (b + h) = [3,61 * (5,0 - 2 * 0,3)] / [(2,0 - 2 * 0,3) + (5,0 - 2 * 0,3)] * 100 = 273,86 \text{ mm}^2$$

Dove:

- A = area della sezione del profilo;
- h = altezza della sezione cava;
- b = larghezza della sezione cava.

La resistenza di calcolo al taglio risulta quindi:

$$V_{c,Rd} = (A_v * f_{yk}) / (\sqrt{3} * \gamma_{m0}) = (273,86 * 235) / (\sqrt{3} * 1,05) = 35.387,23 \text{ N} = 35,39 \text{ kN}$$

Per essere verificata la sezione il rapporto tra  $V_{Ed}$  e  $V_{c,Rd}$  deve essere minore di 1.

$$V_{Ed} / V_{c,Rd} = 2,822 / 35,39 = 0,080 < 1 \quad \text{verificato!}$$

#### 1.4. Verifiche agli Stati Limite di Esercizio

##### Verifica a deformazione:

La combinazione di carichi più sfavorevole per gli SLE è quella rara:  $G1 + H_k$

$$q_{SLE,dmax} = 0,0278 + 2 = 2,0278 \text{ kN/m} \approx 2,03 \text{ kN/m}$$

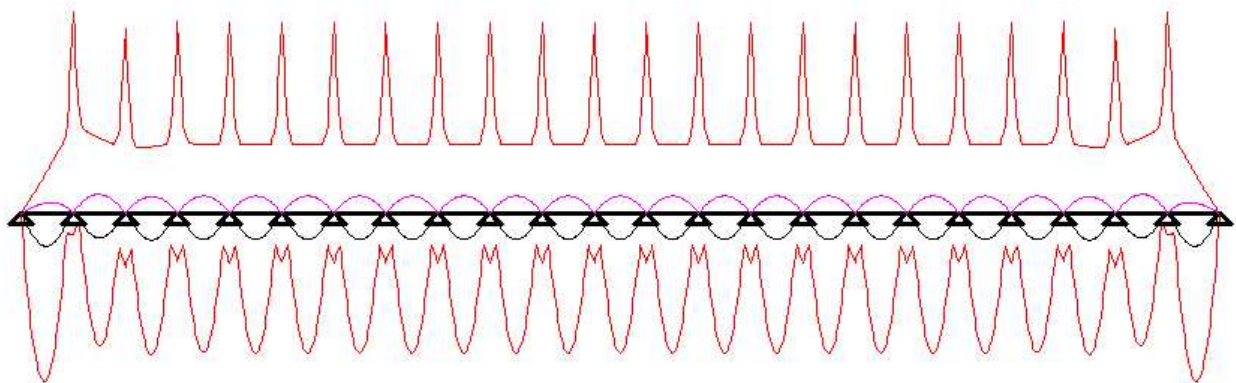
Dalla tabella 4.2.XII delle NTC 2018 abbiamo che lo spostamento dovuto al carico deve essere inferiore a 1/250 della luce dell'elemento.

Tab. 4.2.XII - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{max}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

*In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.*

Con il programma di calcolo si rieseguo le verifiche ottenendo:



$$\delta_{max} = 8,87 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 0,00887 \text{ m} = 8,87 \text{ mm}$$

$$\delta_{max} / L \leq 1/250 \quad \rightarrow \quad 8,87 / 1500 \leq 1/250 \quad \text{verificato!}$$

## 2. Montanti del parapetto affacciato sulla rampa di accesso ai box, lato lungo

### 2.2. Diagrammi delle sollecitazioni

In prima analisi si trascura il peso proprio del profilo.

Il carico puntuale all'estremità del montante verticale, che si può schematizzare come una mensola a sbalzo, è pari alla massima reazione vincolare del montante orizzontale:

$$F_{slu} = 2,789 \text{ kN} \approx 2,80 \text{ kN}$$

Essendo il parapetto di tipo a ringhiera con elementi verticali di larghezza 0,1 cm con interasse fisso di 10 cm, si considera come trascurabile la spinta orizzontale del vento agente su di essi.

Dalle combinazioni degli effetti dovuti ai carichi variabili i diagrammi delle sollecitazioni sono di conseguenza i seguenti:

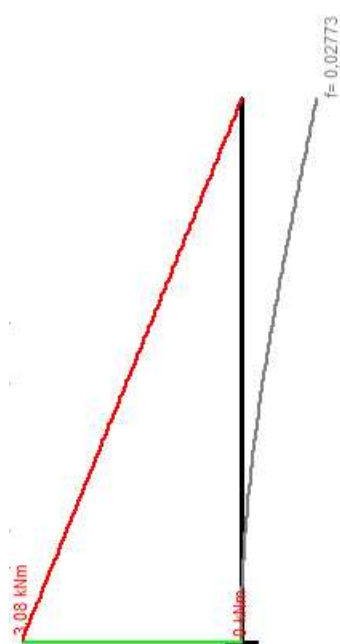


Diagramma momento M

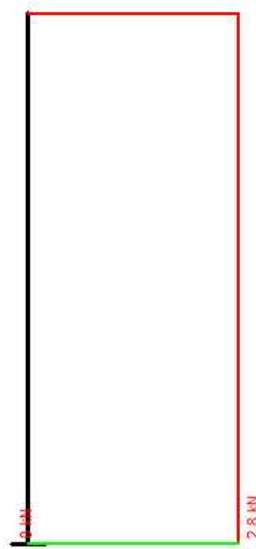


Diagramma taglio V

### 2.2. Predimensionamento

Il momento flettente di progetto risulta pari a:  $M_{Ed} = 3,08 \text{ kNm}$

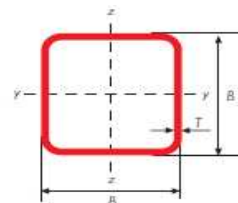
Il modulo di resistenza elastico risulta quindi:

$$W_{EL,min} = \frac{M_{Ed} * \gamma_{m0}}{f_{yk}} = \frac{3,08 * 10^6 * 1,05}{275} = 11.760 \text{ mm}^3 = 11,8 \text{ cm}^3$$

Dove:

-  $\gamma_{m0}$  = resistenza della sezione = 1,05 per le classi 1-2-3-4





Gamma profilato tubolare a caldo - quadrato

DIMENSIONE SPECIFICA LATI		SPESORE SPECIFICO	MASSA LINEARE	AREA DELLA SEZIONE TRASVERSALE	MOMENTO D'INERZIA		RAGGIO DI INERZIA		MODULO D'ELASTICITÀ		MODULO DI PLASTICITÀ		MODULO D'INERZIA DI TORSIONE	MODULO DI TORSIONE	SUPERFICIE LATERALE PER UNITÀ DI LUNGHEZZA	LUNGHEZZA NOMINALE PER TONNELLATA	AREA SUPERFICIE ESTERNA PER METRO
B	B	T	M	A	I <sub>xx</sub>	I <sub>yy</sub>	i <sub>xx</sub>	i <sub>yy</sub>	W <sub>elxx</sub>	W <sub>elyy</sub>	W <sub>plxx</sub>	W <sub>plyy</sub>	I <sub>t</sub>	C <sub>t</sub>	A <sub>2</sub>	m	A <sub>sh</sub>
mm	mm	mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	m <sup>2</sup> /m		m <sup>2</sup>
40	40	3,2	3,61	4,60	10,2	10,2	1,49	1,49	5,11	5,11	6,28	6,28	16,5	7,42	0,152	277	330
40	40	4	4,39	5,59	11,8	11,8	1,45	1,45	5,91	5,91	7,44	7,44	19,5	8,53	0,150	228	268
40	40	5	5,28	6,73	13,4	13,4	1,41	1,41	6,68	6,68	8,66	8,66	22,5	9,59	0,147	189	219
40	40	6,3	6,33	8,07	14,7	14,7	1,35	1,35	7,34	7,34	9,90	9,90	25,3	10,5	0,144	158	178
50	50	3,2	4,62	5,88	21,2	21,2	1,90	1,90	8,49	8,49	10,2	10,2	33,8	12,4	0,192	217	326
50	50	4	5,64	7,19	25,0	25,0	1,86	1,86	10,0	10,0	12,3	12,3	40,4	14,5	0,190	177	264
50	50	5	6,85	8,73	28,9	28,9	1,82	1,82	11,6	11,6	14,5	14,5	47,5	16,7	0,187	146	214
50	50	6,3	8,31	10,6	32,8	32,8	1,76	1,76	13,1	13,1	17,0	17,0	55,1	18,8	0,184	120	174
50	50	8	10,0	12,8	36,0	36,0	1,68	1,68	14,4	14,4	19,5	19,5	62,1	20,5	0,179	99,9	141
50	50	10	11,7	14,9	37,6	37,6	1,59	1,59	15,0	15,0	21,4	21,4	66,2	21,3	0,174	85,3	117
60	60	3,2	5,62	7,16	38,2	38,2	2,31	2,31	12,7	12,7	15,2	15,2	60,2	18,6	0,232	178	324
60	60	4	6,90	8,79	45,4	45,4	2,27	2,27	15,1	15,1	18,3	18,3	72,5	22,0	0,230	145	261
60	60	5	8,42	10,7	53,3	53,3	2,23	2,23	17,8	17,8	21,9	21,9	86,4	25,7	0,227	119	212
60	60	6,3	10,3	13,1	61,6	61,6	2,17	2,17	20,5	20,5	26,0	26,0	102	29,6	0,224	97,2	171
60	60	8	12,5	16,0	69,7	69,7	2,09	2,09	23,2	23,2	30,4	30,4	118	33,3	0,219	79,9	138
60	60	10	14,9	18,9	75,5	75,5	2,00	2,00	25,2	25,2	34,4	34,4	131	35,9	0,214	67,3	113

Come da tabella sopra riportata si sceglie di conseguenza un profilo cavo a sezione quadrata da 50x50x6,3 mm, caratterizzato da  $W_{elxx} = 13,10 \text{ cm}^3$ .

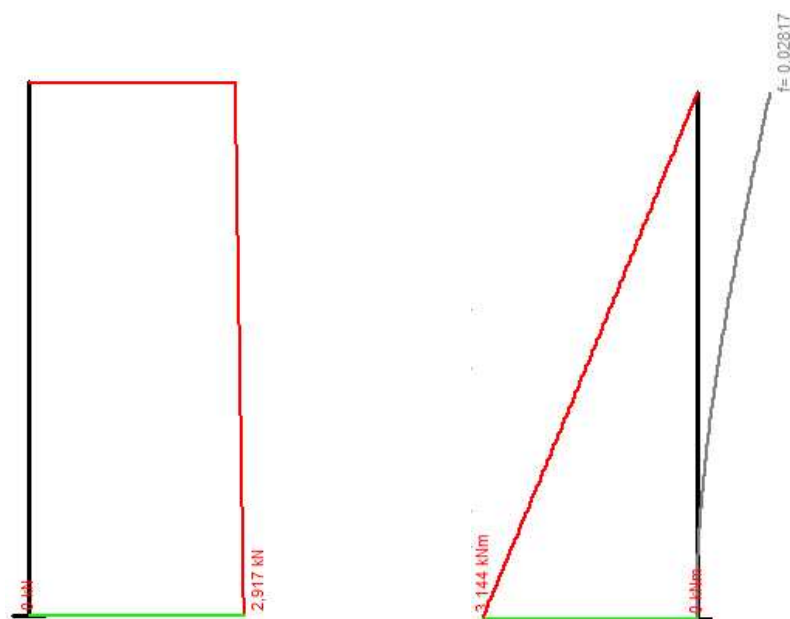
Si procede alla definizione della combinazione dei carichi tenendo in considerazione il peso proprio del profilo  $P_p$  partendo dalla massa lineare del profilo:

$$P_p = M \times g = 8,31 \text{ kg/m} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 81,52 \text{ N/m} = 0,0815 \text{ kN/m}$$

Sul montante agiscono quindi due carichi:

$$F_{slu} = 2,789 \text{ kN} \approx 2,80 \text{ kN}$$

$$Q_{slu} = G_1 \times \gamma_{G1} = 0,0815 \text{ kN/m} \times 1,3 = 0,1060 \text{ kN/m}$$



$$V_{Ed} = 2,917 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 3,144 \text{ kNm}$$

## 2.3. Verifiche agli Stati Limite Ultimi

### Classificazione della sezione:

Da tabella 4.2.III delle NTC 2018 otteniamo i seguenti dati:

- $t_w = 6,3 \text{ mm}$
- $c = 50,0 - (6,3 + 6,3) = 37,4 \text{ mm}$
- $\varepsilon = \sqrt{275/f_{yk}} = 1$
- $c/t_w = 37,4 / 6,3 = 5,937$
- $c/t_w = 5,937 \leq 72 \varepsilon$

Di conseguenza si applicano le verifiche di resistenza per i profili di classe 1.

### Verifica Flessione Monoassiale Retta:

Il modulo di resistenza plastico del profilo è pari a  $W_{plxx} = 17,00 \text{ cm}^3$ .

Il momento plastico resistente risulta quindi:

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,x} * f_{yk} / \gamma_{m0} = 17,00 * 0,275 / 1,05 = 4,45 \text{ kNm}$$

Per risultare verificata la sezione il rapporto tra  $M_{Ed}$  e  $M_{pl,Rd}$  deve essere minore di 1.

$$M_{Ed} / M_{pl,Rd} = 3,144 / 4,45 = 0,7065 < 1 \quad \text{verificato!}$$

### Verifica a taglio:

L'area resistente al taglio  $A_v$  risulta pari a:

$$A_v = (A * h) / (b + h) = [10,60 * (5,0 - 2 * 0,63)] / [(5,0 - 2 * 0,63) + (5,0 - 2 * 0,63)] * 100 = 5,30 \text{ cm}^2 = 530 \text{ mm}^2$$

Dove:

- $A$  = area della sezione del profilo;
- $h$  = altezza della sezione cava;
- $b$  = larghezza della sezione cava.

La resistenza di calcolo al taglio risulta quindi:

$$V_{c,Rd} = (A_v * f_{yk}) / (\sqrt{3} * \gamma_{m0}) = 80.141,72 \text{ N} = 80,15 \text{ kN}$$

Per essere verificata la sezione il rapporto tra  $V_{Ed}$  e  $V_{c,Rd}$  deve essere minore di 1.

$$V_{Ed} / V_{c,Rd} = 2,917 / 80,15 = 0,036 < 1 \quad \text{verificato!}$$

## DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO DELLA RAMPA DEI BOX, LATO CORTO

### 3. Corrimano e montanti del parapetto affacciato sulla rampa di accesso ai box, lato corto

#### 3.1. Diagrammi delle sollecitazioni

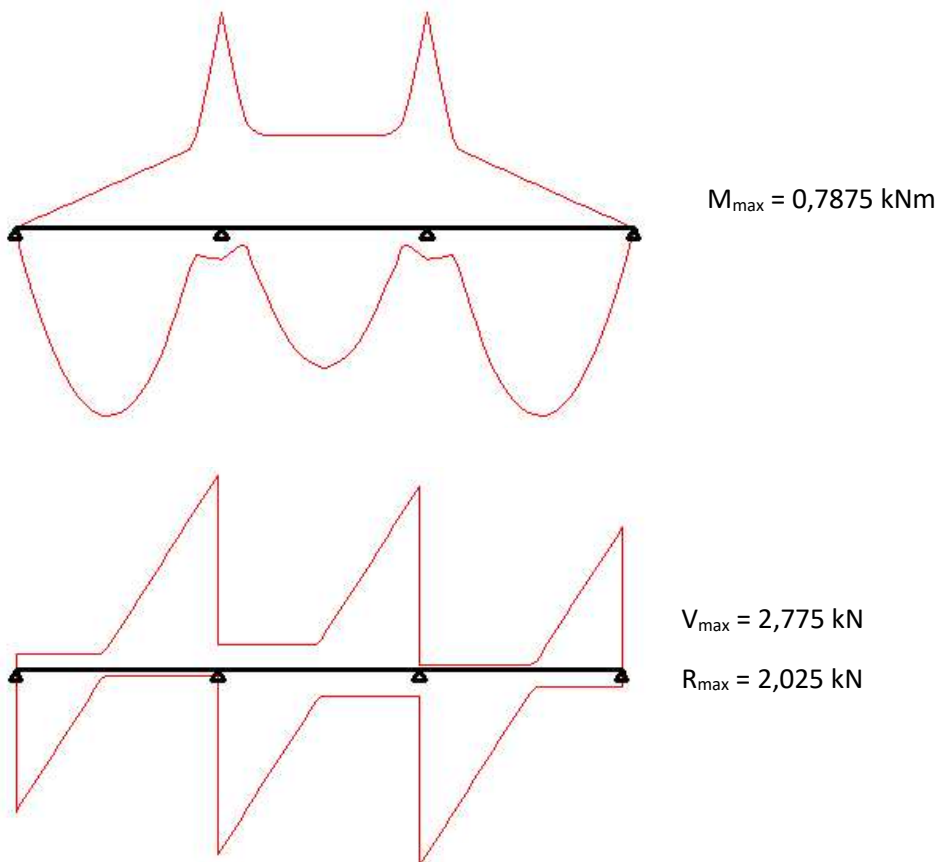
In prima analisi si considera lo schema statico con il quale si può raffigurare il corrimano di questo lato della ringhiera che costeggia la rampa di accesso ai box. Come nel caso precedente si trascura inizialmente il peso proprio del profilo. Qualora i diagrammi delle sollecitazioni diano valori massimi paragonabili, o inferiori, a quelli ottenuti nel precedente calcolo si può ritenere automaticamente verificata la struttura utilizzando gli stessi profilati metallici precedentemente calcolati.

Il carico lineare sul profilo è pari a:

$$f_{slu} = H_k * \gamma q = 2,0 \text{ kN/m} * 1,5 = 3,0 \text{ kN/m}$$

Il diagramma statico del corrimano presenta tre campate di luce pari a 150 cm con i nodi di ancoraggio ai montanti verticali rappresentati da appoggi.

I diagrammi delle sollecitazioni risultano i seguenti:



### 3.2. Predimensionamento e verifiche

Avendo ottenuto valori massimi di momento  $M_{\max}$  e taglio  $V_{\max}$  inferiori o paragonabili a quelli del lato lungo del parapetto, si possono considerare validi i profilati calcolati nel precedente paragrafo sia per quanto riguarda il corrimano che per i montanti.

## DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO TRA LE PALAZZINE “E” E “H”

### 4. Corrimano e montanti del parapetto tra le palazzine “E” e “H”

#### 4.1. Diagrammi delle sollecitazioni

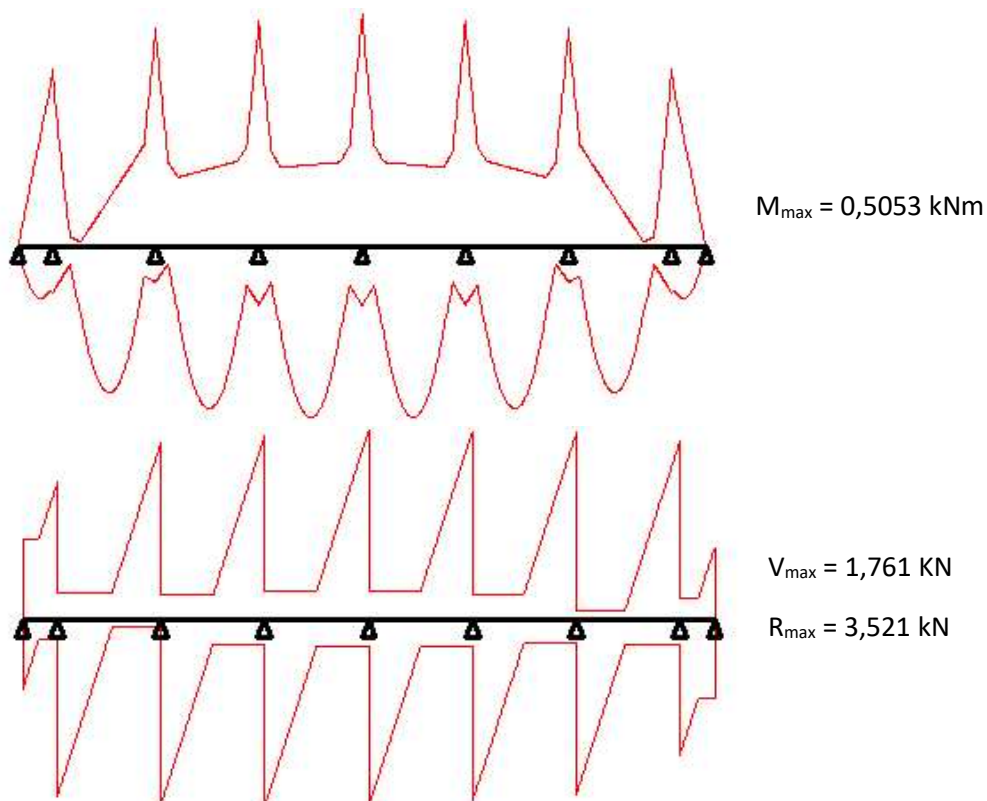
In prima analisi si considera lo schema statico con il quale si può raffigurare il corrimano del parapetto. Come nel caso precedente si trascura inizialmente il peso proprio del profilo. Qualora i diagrammi delle sollecitazioni diano valori massimi paragonabili, o inferiori, a quelli ottenuti nel precedente calcolo si può ritenere automaticamente verificata la struttura utilizzando gli stessi profilati metallici precedentemente calcolati.

Si considera il carico lineare sul profilo pari a:

$$f_{slu} = H_k * \gamma q = 2,0 \text{ kN/m} * 1,5 = 3,0 \text{ kN/m}$$

Il diagramma statico del corrimano presenta una lunghezza totale pari a 1000 cm, suddivisi in sei campate centrali di luce pari a 150 cm e due campate, poste ai due estremi, di 50 cm l'una (campate di chiusura). I nodi di ancoraggio del corrimano ai montanti verticali sono rappresentati da appoggi.

I diagrammi delle sollecitazioni risultano i seguenti:





## 4.2. Predimensionamento e verifiche

Analogamente a quanto indicato nel paragrafo precedente, avendo ottenuto valori massimi di momento  $M_{\max}$  e taglio  $V_{\max}$  inferiori o paragonabili a quelli del lato lungo del parapetto che affaccia sulla rampa di accesso ai box, si possono considerare validi i profilati calcolati in quel paragrafo sia per quanto riguarda il corrimano che per i montanti.

# DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO TRA LE PALAZZINE “E” E “G”

## 5. Corrimano e montanti del parapetto tra le palazzine “E” e “G”

### 5.1. Diagrammi delle sollecitazioni

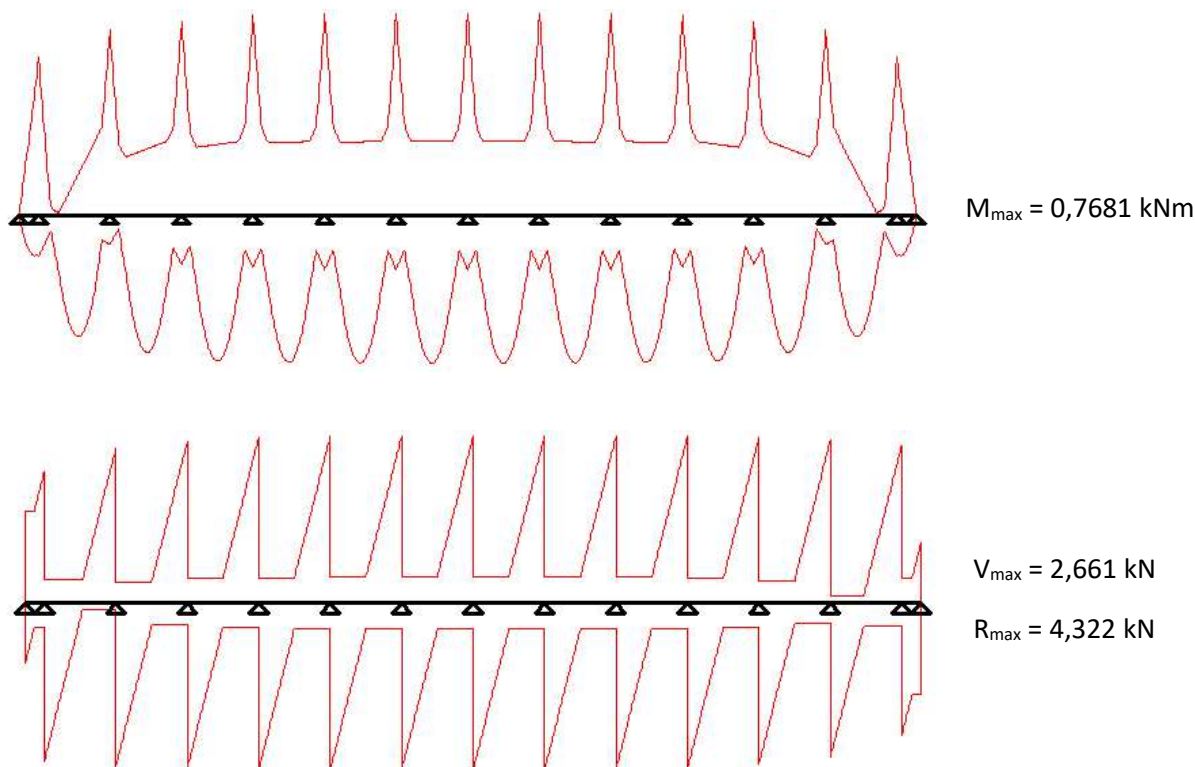
In prima analisi si considera lo schema statico con il quale si può raffigurare il corrimano del parapetto. Come nei casi precedenti si trascura inizialmente il peso proprio del profilo. Qualora i diagrammi delle sollecitazioni diano valori massimi paragonabili, o inferiori, a quelli ottenuti nel precedente calcolo si può ritenere automaticamente verificata la struttura utilizzando gli stessi profilati metallici precedentemente calcolati.

Si considera il carico lineare sul profilo pari a:

$$f_{\text{slu}} = H_k * \gamma q = 2,0 \text{ kN/m} * 1,5 = 3,0 \text{ kN/m}$$

Il diagramma statico del corrimano presenta una lunghezza totale pari a 1880 cm, suddivisi in dodici campate centrali di luce pari a 150 cm e due campate, poste ai due estremi, di 40 cm l'una (campate di chiusura). I nodi di ancoraggio del corrimano ai montanti verticali sono rappresentati da appoggi.

I diagrammi delle sollecitazioni risultano i seguenti:



## 5.2. Predimensionamento e verifiche

Analogamente a quanto indicato nei paragrafi precedenti, avendo ottenuto valori massimi di momento  $M_{\max}$  e taglio  $V_{\max}$  inferiori o paragonabili a quelli del lato lungo del parapetto che affaccia sulla rampa di accesso ai box, si possono considerare validi i profilati calcolati in quel paragrafo sia per quanto riguarda il corrimano che per i montanti.

# DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO TRA LE PALAZZINE “G” E “H”, LATO CORTO

## 6. Corrimano e montanti del parapetto tra le palazzine “G” e “H”, lato corto

### 6.1. Diagrammi delle sollecitazioni

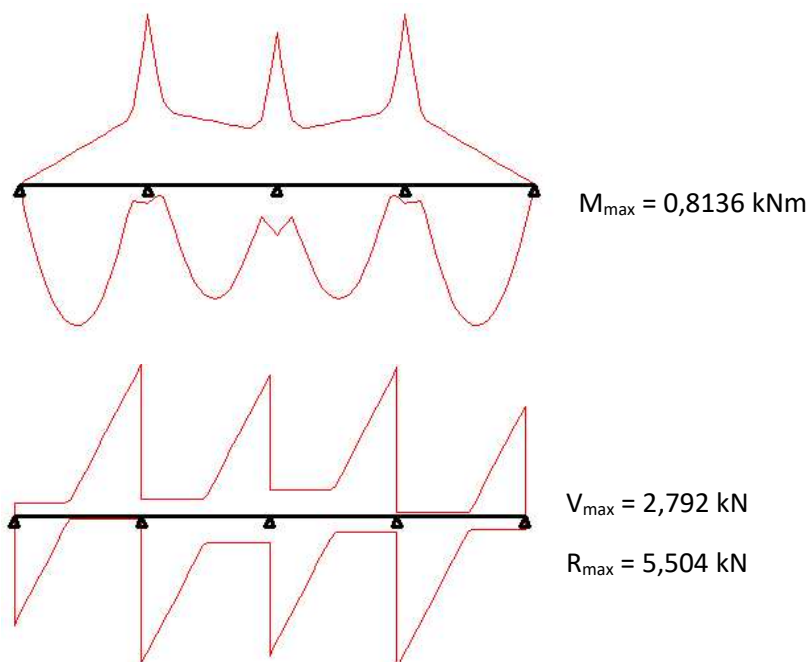
In prima analisi si considera lo schema statico con il quale si può raffigurare il corrimano del parapetto. Come nei casi precedenti si trascura inizialmente il peso proprio del profilo. Qualora i diagrammi delle sollecitazioni diano valori massimi paragonabili, o inferiori, a quelli ottenuti nel precedente calcolo si può ritenere automaticamente verificata la struttura utilizzando gli stessi profilati metallici precedentemente calcolati.

Si considera il carico lineare sul profilo pari a:

$$f_{slu} = H_k * \gamma q = 2,0 \text{ kN/m} * 1,5 = 3,0 \text{ kN/m}$$

Il diagramma statico del corrimano presenta una lunghezza totale pari a 600 cm, suddivisi in quattro campate di luce pari a 150 cm. I nodi di ancoraggio del corrimano ai montanti verticali sono rappresentati da appoggi.

I diagrammi delle sollecitazioni risultano i seguenti:



## 6.2. Predimensionamento e verifiche

Su questo segmento del parapetto in esame si sono ottenuti valori massimi di momento  $M_{\max}$  e taglio  $V_{\max}$  di poco superiori a quelli del lato lungo del parapetto che affaccia sulla rampa di accesso ai box. Trattandosi di differenze di valori dell'ordine di decimali ed essendo i limiti di sicurezza del corrimano di riferimento ampiamente verificati sia per gli SLU che per gli SLE, si possono considerare validi i profilati calcolati in quel paragrafo sia per quanto riguarda il corrimano che per i montanti.

# DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO TRA LE PALAZZINE "G" E "H", LATO LUNGO

## 7. Corrimano e montanti del parapetto tra le palazzine "G" e "H", lato lungo

### 7.1. Diagrammi delle sollecitazioni

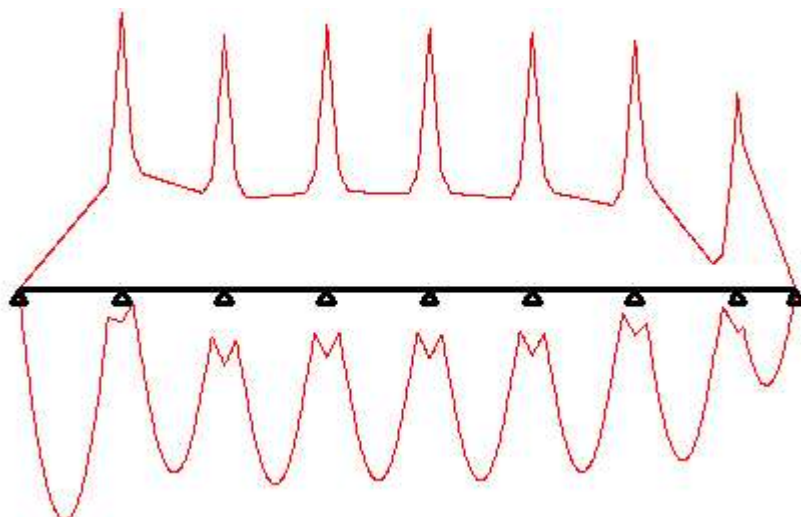
In prima analisi si considera lo schema statico con il quale si può raffigurare il corrimano del parapetto. Come nei casi precedenti si trascura inizialmente il peso proprio del profilo. Qualora i diagrammi delle sollecitazioni diano valori massimi paragonabili, o inferiori, a quelli ottenuti nel precedente calcolo si può ritenere automaticamente verificata la struttura utilizzando gli stessi profilati metallici precedentemente calcolati.

Si considera il carico lineare sul profilo pari a:

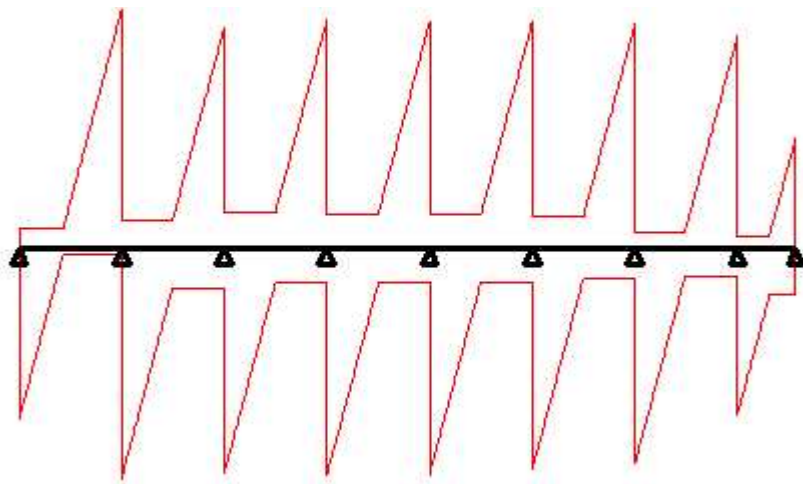
$$f_{slu} = H_k * \gamma q = 2,0 \text{ kN/m} * 1,5 = 3,0 \text{ kN/m}$$

Il diagramma statico del corrimano presenta una lunghezza totale pari a 1135 cm, suddivisi in sette campate di luce pari a 150 cm e una campata di 85 cm. I nodi di ancoraggio del corrimano ai montanti verticali sono rappresentati da appoggi.

I diagrammi delle sollecitazioni risultano i seguenti:



$$M_{\max} = 0,8087 \text{ kNm}$$



$$V_{\max} = 2,789 \text{ kN}$$

$$R_{\max} = 5,485 \text{ kN}$$

## 7.2. Predimensionamento e verifiche

Analogamente a quanto indicato nei paragrafi precedenti, avendo ottenuto gli stessi valori massimi di momento  $M_{\max}$  e taglio  $V_{\max}$  del lato lungo del parapetto che affaccia sulla rampa di accesso ai box, si possono considerare validi i profilati calcolati in quel paragrafo sia per quanto riguarda il corrimano che per i montanti.

# DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL PARAPETTO TRA LE PALAZZINE “G” E “H”, ARCO

## 8. Corrimano del parapetto tra le palazzine “G” e “H”, arco

### 8.1. Diagrammi delle sollecitazioni

Per questo tratto di parapetto, che copre un segmento di arco di lunghezza totale pari a 815 cm, si opta per un interasse tra i montanti di 81 cm, per un totale di 10 campate, mantenendo lo stesso profilato utilizzato per i corrimani degli altri tratti, con sezione rettangolare da 50x20x3,0 mm. Si deve quindi verificare la resistenza ai carichi di tale profilato.

In prima analisi si trascura il peso proprio del profilo.

Il carico lineare sul profilo è pari a:

$$f_{slu} = H_k * \gamma q = 2,0 \text{ kN/m} * 1,5 = 3,0 \text{ kN/m}$$

Dalle combinazioni degli effetti dovuti ai carichi variabili i diagrammi delle sollecitazioni sono i seguenti:



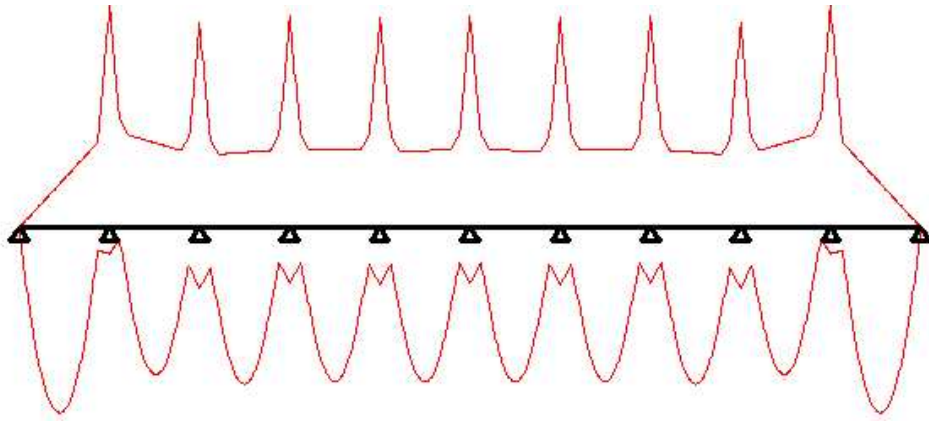


Diagramma momento M:  $M_{\max} = 0,1662 \text{ kNm}$

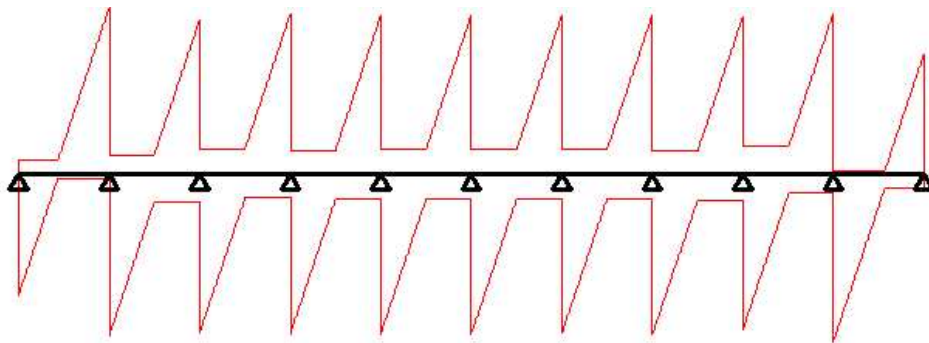


Diagramma taglio T:  $V_{\max} = 1,506 \text{ kN}$   $R_{\max} = 2,962 \text{ kN}$

### 1.5. Predimensionamento e verifiche

Come si evince dai diagrammi sopra riportati, le luci di calcolo inferiori hanno comportato valori massimi di momento  $M_{\max}$  e taglio  $V_{\max}$  molto inferiori a quelli del lato lungo del parapetto che affaccia sulla rampa di accesso ai box, si possono considerare validi i profilati calcolati in quel paragrafo sia per quanto riguarda il corrimano che per i montanti.

**Bozza di verifica**  
**Verifiche strutturali: ancorante con**  
**WIT-PM 200 + W-VD-A/S M12**

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 2 di 22

## Dati di ingresso

**Nazione:** Italia**Materiale base:**

Calcestruzzo: Non fessurato

C30/37,  $f_{ck} = 30,00 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{ck,cube} = 37,00 \text{ N/mm}^2$ 

Temperatura di esercizio: scelto dall'utente: Nessun requisito

**impiegato per la verifica:** Breve periodo: 40 °C / lungo periodo: 24 °C

Armatura: Armatura del calcestruzzo: Normale

Armatura di bordo: No

Presenza di armatura per il contenimento della fessurazione secondo EN 1992-4, 7.2.1.7. (2) b) (2)

Copriferro: 30 mm

Resistenza a trazione: 500 N/mm<sup>2</sup>

Materiale base / spessore dell'elemento: h = 300,00 mm

**Piastra di ancoraggio:**Dimensioni:  $l_y \times l_z \times t = 120 \text{ mm} \times 180 \text{ mm} \times 12 \text{ mm}$ 

Spessore della piastra di fissaggio: Spessore della piastra di fissaggio definito dall'utente: t = 12 mm

Foro passante: Adattamento personalizzato

Sezione della carpenteria metallica: Quadrato (Foro) Personalizzato

Altezza: 50 mm

Larghezza: 50 mm

Spessore: 6,3 mm

**Condizioni di installazione:**

Realizzare il foro: Foro trapanato

Modalità di perforazione: Asciutto

Pulizia: Pulizia ad aria compressa (CAC), vedere istruzioni di settaggio ETA-12/0569

Flessione dell'ancorante: No

**Tipo e dimensione dell'ancorante  
selezionato:**

WIT-PM 200 + W-VD-A/S M12

Tempo di utilizzo: 50 anni

Materiale: ./S: Acciaio, zincatura di spessore minimo 5 micron

Diametro: M12

Classe di resistenza: 8.8

Reale profondità di ancoraggio:  $h_{ef} = 143 \text{ mm}$ 

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 3 di 22

Coppia di serraggio: 40,00 Nm

N° di certificazione / Periodo di validità: ETA-12/0569 ; valido dal 25/01/2016


**Ancorante:**

Art. Nr.	Descrizione	Ø [mm]	l [mm]	t <sub>fix</sub> [mm]	VE [Pezzi]
<b>5915 312 210</b>	<b>Barra filettata W-VD-A/S M12-85/210</b>	<b>M12</b>	<b>210 mm</b>	<b>52 mm</b>	<b>10</b>
5915 312 250	Barra filettata W-VD-A/S M12-125/250	M12	250 mm	92 mm	10

**Resina / adesivo:**

Art. Nr.	Descrizione
5918 242 300	resina per ancorante chimico WIT-PM 200 (EC2-4) con una cartuccia di resina 300 ml
5918 240 330	resina per ancorante chimico WIT-PM 200 (EC2-4) con una cartuccia di resina 330 ml
5918 241 150	resina per ancorante chimico WIT-PM 200 (EC2-4) con una cartuccia di resina 150 ml

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:



Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi  
Pagina 4 di 22

**Accessori:**

Art. Nr.	Descrizione	
0903 990 001	Blow-out pump	
0905 499 099	Brush diameter checking gauge	
0903 489 612	Spazzolino di pulizia con filettatura di collegamento M6	
0905 499 101	Mandrino esagonale M6	
0905 499 102	Mandrino albero SDS-Plus M6	
0905 499 103	manico con filettatura interna M6	
0905 499 111	Prolunga con filettatura di collegamento M6	
0903 489 614	Spazzolino di pulizia con filettatura di collegamento M6	
0891 003	Pistola d'estrusione WIT, 330 ml	
0891 007	Pistola d'estrusione Handymax, 330 ml	
0903 420 001	Mixer nozzle FILL & CLEAN. With cleaning element	
0903 420 004	Mixer nozzle extension WIT-MV	
0903 488 121	Mixer nozzle extension WIT-MV	
0903 488 123	Mixer nozzle extension WIT-MV	

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 5 di 22



---

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:



Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 7 di 22

## Verifiche

### Panoramica

**metodo di verifica:**

EN1992-4

Se l'applicazione non è definita nella norma, il dimensionamento viene eseguito secondo il Würth Design Method (WDM).

### Riepilogo

Numero delle combinazioni di carico	Sfruttamento			Tipo di combinazione di carico
	Trazione	Taglio	Combinazione Trazione/Taglio	
1	99,62 %	9,98 %	91,33 %	Normale

La progettazione della piastra di ancoraggio è stata eseguita con successo.

**Verifica effettuata con successo!**

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Tel. Cellulare:

Azienda:

E-Mail:

Posizione:

Internet:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

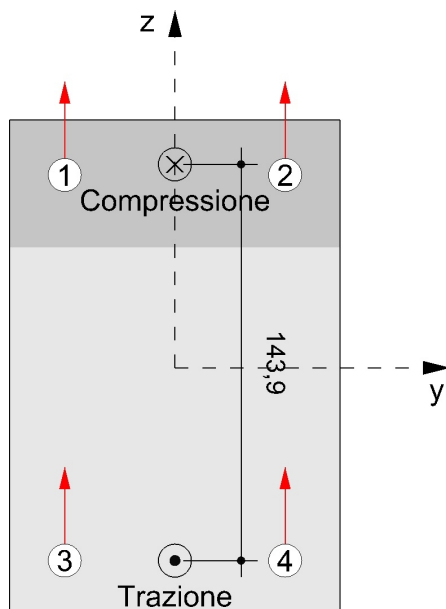
Pagina 8 di 22

## Verifica: forze quasi statiche

### Forze di ancoraggio risultanti

Numero dell'ancorante	$N_{x,i}^*$ [kN]	$N_{x,sus,i}^*$ [kN]	$(V^{Mx})_{y,i}^*$ [kN]	$(V^{Mx})_{z,i}^*$ [kN]	$(V^{Vy})_{y,i}^*$ [kN]	$(V^{Vz})_{z,i}^*$ [kN]	$V_{y,i}^*$ [kN]	$V_{z,i}^*$ [kN]	$V_i^*$ [kN]
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,700	0,000	0,700	0,700
2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,700	0,000	0,700	0,700
3	13,185	0,000	0,000	0,000	0,000	0,700	0,000	0,700	0,700
4	13,185	0,000	0,000	0,000	0,000	0,700	0,000	0,700	0,700

	$\Sigma N_{x,i}^*$ [kN]	$\Sigma N_{x,sus,i}^*$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx})_{y,i}^*$ [kN]	$\Sigma (V^{Mx})_{z,i}^*$ [kN]	$\Sigma (V^{Vy})_{y,i}^*$ [kN]	$\Sigma (V^{Vz})_{z,i}^*$ [kN]	$\Sigma V_{y,i}^*$ [kN]	$\Sigma V_{z,i}^*$ [kN]	$ \Sigma V_i^* $ [kN]
Totale	26,371	0,000	0,000	0,000	0,000	2,800	0,000	2,800	2,800



Coordinate della posizione di applicazione della forza di trazione (y;z): (0 mm ; -70 mm)

Forza di trazione risultante: 26,371 kN

Coordinate del punto di applicazione della forza di compressione (y;z): (0 mm ; 73,9 mm)

Forza di compressione risultante: -21,351 kN

Asse neutro (y;z) / (y;z): (-60 mm ; 43,8 mm) / (60 mm ; 43,8 mm)

Braccio di leva interno z: 143,9 mm

Resistenza massima a compressione del calcestruzzo : 7,97 N/mm<sup>2</sup>

Per lo stato limite ultimo e lo stato limite di servizio secondo EN 1992-1-1 bisogna dimostrare la trasmissione sicura delle sollecitazioni dei fissaggi da parte del calcestruzzo ai suoi supporti.

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:



Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 9 di 22

---

Le rispettive verifiche devono essere svolte da un progettista abilitato.

---

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Tel. Cellulare:

Azienda:

E-Mail:

Posizione:

Internet:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 10 di 22

## Stato Limite Ultimo

### Verifica a trazione richiesta per l'ancorante post-installato

#### 1. Cedimento lato acciaio

$\beta_{N,s}$	=	$N_{Ed}^h / N_{Rd,s}$	
$N_{Ed}^h$	=		13,185 kN
$N_{Rd,s}$	=	$N_{Rk,s} / \gamma_{Ms}$	
$\gamma_{Ms}$	=	1,50	
$N_{Rk,s}$	=	$A_s \cdot f_{uk}$	
$A_s$	=	84 mm <sup>2</sup>	
$f_{uk}$	=	800,00 N/mm <sup>2</sup>	
$N_{Rk,s}$	=	67,414 kN	
$N_{Rd,s}$	=		44,942 kN
$\beta_{N,s}$	=		<u>0,29</u>

Sfruttamento massimo

Valore di design dell'azione

EN 1992-4: 7.2.1.3

EN 1992-4: 4.4.2.1

EN 1992-4: 7.2.1.3

#### 2. Cedimento combinato per sfilamento e rottura del calcestruzzo

		3, 4	
$\beta_{N,p}$	=	$N_{Ed}^g / N_{Rd,p}$	
$N_{Ed}^g$	=		26,371 kN
$N_{Rd,p}$	=	$N_{Rk,p} / \gamma_{Mp}$	
$N_{Rk,p}$	=	$N_{Rk,p}^0 \cdot A_{p,N} / A_{p,N}^0 \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,Np}$	
$N_{Rk,p}^0$	=	$T_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \psi_{sus}$	
$T_{Rk}$	=	$T_{Rk,ucr} \cdot \psi_c$	
	=	8,00 N/mm <sup>2</sup> · 1,0800 = 8,64 N/mm <sup>2</sup>	
$d$	=	12,0 mm	
$h_{ef}$	=	143,0 mm	
$\psi_{sus}^0$	=	0,60	
$\alpha_{sus}$	=	0,00	
$\psi_{sus}$	=	1,00	
$N_{Rk,p}^0$	=	46,578 kN	
$A_{p,N}$	=	68762 mm <sup>2</sup>	
$A_{p,N}^0$	=	$s_{cr,Np}^2 = 66301 \text{ mm}^2$	
$s_{cr,Np}$	=	$7,30 \cdot d \cdot (T_{Rk,ucr} \cdot \psi_{sus})^{0,50} \leq 3 \cdot h_{ef}$	
$T_{Rk,ucr}$	=	8,64 N/mm <sup>2</sup>	
$s_{cr,Np}$	=	257,5 mm	
$c_{cr,Np}$	=	128,7 mm	
$\psi_{s,Np}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,Np} \leq 1,00$	
	=	0,8748	
$T_{Rk,c}$	=	$k_3 / (\pi \cdot d) \cdot (h_{ef} \cdot f_c)^{0,50}$	
	=	$11,00 / (\pi \cdot 12,0 \text{ mm}) \cdot (143,0 \text{ mm} \cdot 30,00 \text{ N/mm}^2)^{0,50}$	
	=	19,11 N/mm <sup>2</sup>	
$\psi_{g,Np}^0$	=	$n^{0,50} - (n^{0,50} - 1) \cdot (T_{Rk} / T_{Rk,c})^{1,50} \geq 1,00$	
	=	$n^{0,50} - (n^{0,50} - 1) \cdot (8,64 \text{ N/mm}^2 / 19,11 \text{ N/mm}^2)^{1,50} \geq 1,00$	

Numero di ancoranti di riferimento

Sfruttamento massimo

Valore di design dell'azione

EN 1992-4: 7.2.1.3

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.13)

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.14)

ETA

ETA

ETA

ETA

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.14a)

EN 1992-4: 7.2.1.6 (3)

EN 1992-4: 7.2.1.6

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.15)

ETA

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.16)

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.20)

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.19)

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.18)

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 11 di 22

$\Psi_{g,Np}$	=	1,29 N/mm <sup>2</sup>	
$\Psi_{g,Np}$	=	$\Psi_{g,Np}^0 - (s / s_{cr,Np})^{0,50} \cdot (\Psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.17)
	=	$1,29 - (80,0 \text{ mm} / 257,5 \text{ mm})^{0,50} \cdot (1,29 - 1) \geq 1,00$	
	=	1,1276	
$\Psi_{ec,Np}$	=	$\Psi_{ec,Np,y} \cdot \Psi_{ec,Np,z}$	
$\Psi_{ec,N,y}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,Np})$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.6)
	=	$1 / (1 + 2 \cdot 0,0 \text{ mm} / 257,5 \text{ mm}) = 1,0000$	
$\Psi_{ec,N,z}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,Np})$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.6)
	=	$1 / (1 + 2 \cdot 0,0 \text{ mm} / 257,5 \text{ mm}) = 1,0000$	
$\Psi_{ec,Np}$	=	1,0000	
$\Psi_{re,N}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)
$N_{Rk,p}$	=	47,649 kN	
$\gamma_{Mp}$	=	1,80	EN 1992-4: 4.4.2.1
$N_{Rd,p}$	=		26,472 kN
$\beta_{N,p}$	=		<u>1.00</u>

### 3. Rottura del calcestruzzo

		3, 4	Numero di ancoranti di riferimento
$\beta_{N,c}$	=	$N_{Ed}^g / N_{Rd,c}$	Sfruttamento massimo
$N_{Ed}^g$	=		Valore di design dell'azione
		26,371 kN	
$N_{Rd,c}$	=	$N_{Rk,c} / \gamma_{Mc}$	EN 1992-4: 7.2.1.2
$N_{Rk,c}$	=	$N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \Psi_{s,N} \cdot \Psi_{re,N} \cdot \Psi_{ec,N} \cdot \Psi_{M,N}$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.1)
$N_{Rk,c}^0$	=	$k_1 \cdot f_{ck}^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.2)
$k_1$	=	11,00	EN 1992-4: 7.2.1.4
$f_{ck}$	=	30,00 N/mm <sup>2</sup>	EN 1992-4: 7.2.1.4
$h_{ef}$	=	143,0 mm	ETA
$c_{cr,N}$	=	214,5 mm	ETA
$s_{cr,N}$	=	429,0 mm	ETA
$N_{Rk,c}^0$	=	103,028 kN	
$A_{c,N}$	=	147356 mm <sup>2</sup>	EN 1992-4: 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}^0$	=	$s_{cr,N}^2 = 184041 \text{ mm}^2$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.3)
$\Psi_{s,N}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.4)
$c$	=	75,0 mm	
$\Psi_{re,N}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)
$\Psi_{ec,N}$	=	$\Psi_{ec,N,y} \cdot \Psi_{ec,N,z}$	
$\Psi_{ec,N,y}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,N})$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.6)
	=	$1 / (1 + 2 \cdot 0,0 \text{ mm} / 429,0 \text{ mm}) = 1,0000$	
$\Psi_{ec,N,z}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,N})$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.6)
	=	$1 / (1 + 2 \cdot 0,0 \text{ mm} / 429,0 \text{ mm}) = 1,0000$	
$\Psi_{ec,N}$	=	1,0000	
$\Psi_{M,N}$	=	1,0000 ( $c < 1,50 \cdot h_{ef}$ )	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.7)
$N_{Rk,c}$	=	66,397 kN	
$\gamma_{Mc}$	=	1,80	EN 1992-4: 4.4.2.1

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 12 di 22

$$N_{Rd,c} = 36,887 \text{ kN}$$

$$\beta_{N,c} = 0,71$$

#### 4. Cedimento per fessurazione

$$\beta_{N,sp} = N_{Ed}^g / N_{Rd,sp}$$

$$N_{Ed}^g = 26,371 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,sp} = N_{Rk,sp} / \gamma_{Msp}$$

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,sp}^0 \cdot A_{c,N}^0 / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp}$$

$$N_{Rk,sp}^0 = \min(N_{Rk,p}^0, N_{Rk,c}^0)$$

$$N_{Rk,p}^0 = 46,58$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot f_c^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$$

$$k_1 = 11,00$$

$$h_{ef} = 143,0 \text{ mm}$$

$$f_c = 30,00 \text{ N/mm}^2$$

$$N_{Rk,c}^0 = 103,028 \text{ kN}$$

$$N_{Rk,sp}^0 = 46,578 \text{ kN}$$

$$A_{c,N} = 79788 \text{ mm}^2$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,sp}^2 = 81796 \text{ mm}^2$$

$$\psi_{s,N} = 0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,sp} \leq 1,00$$

$$c = 75,0 \text{ mm}$$

$$s_{cr,sp} = 286,0 \text{ mm}$$

$$c_{cr,sp} = 143,0 \text{ mm}$$

$$\psi_{s,N} = 0,8573$$

$$\psi_{re,N} = 1,0000$$

$$\psi_{ec,N} = \psi_{ec,N,y} \cdot \psi_{ec,N,z}$$

$$\psi_{ec,N,y} = 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,y} / s_{cr,sp})$$

$$= 1 / (1 + 2 \cdot 0,0 \text{ mm} / 286,0 \text{ mm}) = 1,0000$$

$$\psi_{ec,N,z} = 1 / (1 + 2 \cdot e_{N,z} / s_{cr,sp})$$

$$= 1 / (1 + 2 \cdot 0,0 \text{ mm} / 286,0 \text{ mm}) = 1,0000$$

$$\psi_{ec,N} = 1,0000$$

$$\psi_{h,sp} = \min((h / h_{min})^{2/3}; \max\{1; ((h_{ef} + 1,50 \cdot c_1) / h_{min})^{2/3}\}; 2)$$

$$= \min(300,0 \text{ mm} / 173,0 \text{ mm})^{2/3};$$

$$\max\{1; ((143,0 \text{ mm} + 1,50 \cdot 75,0 \text{ mm}) / 173,0 \text{ mm})^{2/3}\}; 2)$$

$$\psi_{h,sp} = 1,2969$$

$$N_{Rk,sp} = 50,517 \text{ kN}$$

$$\gamma_{Msp} = 1,80$$

$$N_{Rd,sp} = 28,065 \text{ kN}$$

$$\beta_{N,sp} = 0,94$$

Numero di ancoranti di riferimento

Sfruttamento massimo

Valore di design dell'azione

EN 1992-4: 7.2.1.2

EN 1992-4: 7.2.1.7 (7.23)

EN 1992-4: 7.2.1.7 (2d)

EN 1992-4: 7.2.1.5 (7.11)

EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.2)

EN 1992-4: 7.2.1.4 (2)

ETA

EN 1992-4: 7.2.1.7 (2d)

EN 1992-4: 7.2.1.7 (2c)

EN 1992-4: 7.2.1.7 (2c)

EN 1992-4: 7.2.1.7 (2c)

EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)

EN 1992-4: 7.2.1.7 (2c)

EN 1992-4: 7.2.1.7 (2c)

EN 1992-4: 7.2.1.7 (7.24)

EN 1992-4: 4.4.2.1

#### 5. Armatura minima per resistere alla fessurazione del calcestruzzo

$$A_{s,re} = k_4 \cdot N_{Ed,re}^h / (\gamma_{Ms,re} \cdot f_{sy})$$

$$N_{Ed,re}^h = 26,371 \text{ kN}$$

EN 1992-4: 7.2.1.7 (7.22)

Valore di design dell'azione

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 13 di 22

$k_4$	=	0,50
$\gamma_{Ms, re}$	=	1,15
$f_{sy}$	=	500,00 N/mm <sup>2</sup>
$A_{s, re}$	=	<u>23 mm<sup>2</sup></u>

EN 1992-4: 7.2.1.7 (2)

EN 1992-4: 4.4.2.1

Input utente

## Verifica a taglio richiesta per l'ancorante post-installato

### 1. Cedimento lato acciaio, azioni di taglio senza braccio di leva

$\beta_{V, s}$	=	$V_{Ed}^h / V_{Rd, s}$
$V_{Ed}^h$	=	0,700 kN
$V_{Rd, s}$	=	$V_{Rk, s} / \gamma_{Ms}$
$V_{Rk, s}^0$	=	$k_6 \cdot A_s \cdot f_{uk}$
$k_6$	=	0,50
$A_s$	=	84 mm <sup>2</sup>
$f_{uk}$	=	800,00 N/mm <sup>2</sup>
$V_{Rk, s}^0$	=	33,707 kN
$V_{Rk, s}$	=	$k_7 \cdot V_{Rk, s}^0$
$k_7$	=	0,80
$V_{Rk, s}$	=	26,965 kN
$\gamma_{Ms}$	=	1,25
$V_{Rd, s}$	=	21,572 kN
$\beta_{V, s}$	=	<u>0,03</u>

Sfruttamento massimo

Valore di design dell'azione

EN 1992-4: 7.2.2.1

EN 1992-4: 7.2.2.3.1 (7.34)

EN 1992-4: 7.2.2.3.1 (1)

EN 1992-4: 7.2.2.3.1 (7.35)

ETA

ETA

ETA

### 2. Scalzamento del calcestruzzo (Gruppo di ancoranti)

		1, 2, 3, 4
$\beta_{V, cp}$	=	$V_{Ed}^g / V_{Rd, cp}$
$V_{Ed}^g$	=	2,800 kN
$V_{Rd, cp}$	=	$V_{Rk, cp} / \gamma_{Mc}$
$V_{Rk, cp}$	=	$k_8 \cdot \min(N_{Rk, p}; N_{Rk, c})$
$k_8$	=	2,00
$N_{Rk, p}$	=	$N_{Rk, p}^0 \cdot A_{p, N} / A_{p, N}^0 \cdot \psi_{s, Np} \cdot \psi_{g, Np} \cdot \psi_{ec, Vp} \cdot \psi_{re, Np}$
$N_{Rk, p}^0$	=	$T_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \psi_{sus}$
$T_{Rk}$	=	$T_{Rk, ucr} \cdot \psi_c$
	=	8,00 N/mm <sup>2</sup> · 1,0800 = 8,64 N/mm <sup>2</sup>
$d$	=	12,0 mm
$h_{ef}$	=	143,0 mm
$\psi_{sus}$	=	1,00
$N_{Rk, p}^0$	=	46,578 kN
$A_{p, N}$	=	97872 mm <sup>2</sup>
$A_{p, N}^0$	=	$s_{cr, Np}^2 = 66301 \text{ mm}^2$
$s_{cr, Np}$	=	$7,30 \cdot d \cdot (T_{Rk, ucr} \cdot \psi_{sus})^{0,50} \leq 3 \cdot h_{ef}$
$T_{Rk, ucr}$	=	8,64 N/mm <sup>2</sup>
$s_{cr, Np}$	=	257,5 mm
$c_{cr, Np}$	=	128,7 mm

Ancorante di riferimento

Sfruttamento massimo

Valore di design dell'azione

EN 1992-4: 7.2.2.1

EN 1992-4: 7.2.2.4 (7.39c)

ETA

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.13)

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.14)

ETA

ETA

ETA

EN 1992-4: 7.2.1.6 (3)

EN 1992-4: 7.2.1.6

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.15)

ETA

EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.16)

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:



Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 14 di 22

$\psi_{s,Np}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.20)
	=	0,8748	
$\tau_{Rk,c}$	=	$k_3 / (\pi \cdot d) \cdot (h_{ef} \cdot f_c)^{0,50}$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.19)
	=	$11,00 / (\pi \cdot 12,0 \text{ mm}) \cdot (143,0 \text{ mm} \cdot 30,00 \text{ N/mm}^2)^{0,50}$	
	=	19,11 N/mm <sup>2</sup>	
$\psi_{g,Np}^0$	=	$n^{0,50} - (n^{0,50} - 1) \cdot (\tau_{Rk} / \tau_{Rk,c})^{1,50} \geq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.18)
	=	$n^{0,50} - (n^{0,50} - 1) \cdot (8,64 \text{ N/mm}^2 / 19,11 \text{ N/mm}^2)^{1,50} \geq 1,00$	
	=	1,70 N/mm <sup>2</sup>	
$\psi_{g,Np}$	=	$\psi_{g,Np}^0 - (s / s_{cr,Np})^{0,50} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.6 (7.17)
	=	$1,70 - (110,0 \text{ mm} / 257,5 \text{ mm})^{0,50} \cdot (1,70 - 1) \geq 1,00$	
	=	1,2411	
$\psi_{ec,Vp}$	=	1,0000	
$\psi_{re,N}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)
$N_{Rk,p}$	=	74,648 kN	
$N_{Rk,c}$	=	$N_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,N} / A_{c,N}^0 \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{MN}$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.1)
$N_{Rk,c}^0$	=	$k_1 \cdot f_{ck}^{0,50} \cdot h_{ef}^{1,50}$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.2)
$k_1$	=	11,00	EN 1992-4: 7.2.1.4
$f_{ck}$	=	30,00 N/mm <sup>2</sup>	EN 1992-4: 7.2.1.4
$h_{ef}$	=	143,0 mm	ETA
$c_{cr,N}$	=	214,5 mm	ETA
$s_{cr,N}$	=	429,0 mm	ETA
$N_{Rk,c}^0$	=	103,028 kN	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.2)
$A_{c,N}$	=	147610 mm <sup>2</sup>	EN 1992-4: 7.2.1.4 (3)
$A_{c,N}^0$	=	$s_{cr,N}^2 = 184041 \text{ mm}^2$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.3)
$\psi_{s,N}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c / c_{cr,N} \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.4)
$c$	=	75,0 mm	
$\psi_{s,N}$	=	0,8049	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.4)
$\psi_{re,N}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.5)
$\psi_{ec,V}$	=	1,0000	
$\psi_{M,N}$	=	1,0000	EN 1992-4: 7.2.1.4 (7.7)
$N_{Rk,c}$	=	66,512 kN	
$V_{Rk,cp}$	=	$2,00 \cdot \text{Min}(74,648 \text{ kN} ; 66,512 \text{ kN}) = 133,023 \text{ kN}$	
$V_{Mc}$	=	1,50	EN 1992-4: 4.4.2.1
$V_{Rd,cp}$	=	88,682 kN	
$\beta_{V,cp}$	=	<u>0,03</u>	

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Tel. Cellulare:

Azienda:

E-Mail:

Posizione:

Internet:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 15 di 22

### 3. Rottura del bordo di calcestruzzo

#### 3.1 Panoramica di tutte le verifiche svolte

##### Cedimento del bordo in positivo z-Direzione

##### Riepilogo delle verifiche

Ancorante	$V_{Sd}$ [kN]	$\Psi_{Ac,V}$ [-]	$\Psi_{s,V}$ [-]	$\Psi_{h,V}$ [-]	$\Psi_{a,V}$ [-]	$\Psi_{ec,V}$ [-]	$\Psi_{re,V}$ [-]	$V_{Rk,c}$ [kN]	$V_{Rd,c}$ [kN]	$\beta_c$ [-]
1, 2	1,400	1,36	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	21,037	14,024	0,10
1, 2, 3, 4	2,800	1,05	1,00	1,04	1,00	1,00	1,00	68,536	45,691	0,06

#### 3.2 Verifica di riferimento

Forze di ancoraggio risultanti: Cedimento del bordo in positivo z-Direzione

Numero di ancoranti di riferimento: 1, 2

$\beta_{V,c}$	=	$V_{SEd} / V_{Rd,c}$	
$V_{Ed}$	=		1,400 kN
$V_{Rd,c}$	=	$V_{Rk,c} / Y_{Mc,V}$	
$V_{Rk,c}$	=	$V_{Rk,c}^0 \cdot A_{c,V} / A_{c,V}^0 \cdot \Psi_{s,V} \cdot \Psi_{h,V} \cdot \Psi_{ec,V} \cdot \Psi_{a,V} \cdot \Psi_{re,V}$	
$V_{Rk,c}^0$	=	$k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot f_{ck}^{0,50} \cdot c_1^{1,50}$	
$k_g$	=	2,40	
$d_{nom}$	=	12,0 mm	
$\alpha$	=	$0,10 \cdot (l_f / c_1)^{0,50} = 0,1131$	
$l_f$	=	96,0 mm	
$c_1$	=	75,0 mm	
$\beta$	=	$0,10 \cdot (d_{nom} / c_1)^{0,20} = 0,0693$	
$f_{ck}$	=	30,00 N/mm <sup>2</sup>	
$V_{Rk,c}^0$	=	15,519 kN	
$A_{c,V}$	=	34313 mm <sup>2</sup>	
$A_{c,V}^0$	=	$4,50 \cdot c_1^2 = 25313 \text{ mm}^2$	
$\Psi_{s,V}$	=	$0,70 + 0,30 \cdot c_2 / (1,50 \cdot c_1) \leq 1,00$	
	=	1,0000	
$\Psi_{h,V}$	=	$(1,50 \cdot c_1 / h)^{0,50} \geq 1,00$	
$h$	=	300,0 mm	
$\Psi_{h,V}$	=	1,0000	
$\Psi_{a,V}$	=	$(1 / [(\cos \alpha_V)^2 + (0,50 \cdot \sin \alpha_V)^2])^{0,50} \geq 1,00$	
$\alpha_V$	=	0,00°	
$\Psi_{a,V}$	=	1,0000	
$\Psi_{ec,V}$	=	$1 / (1 + 2 \cdot e_V / (3 \cdot c_1)) \leq 1,00$	
	=	$1 / (1 + 2 \cdot 0,0 \text{ mm} / (3 \cdot 75,0 \text{ mm})) \leq 1,00$	
	=	1,0000	
$\Psi_{re,V}$	=	1,0000	
$V_{Rk,c}$	=	21,037 kN	
$Y_{Mc,V}$	=	1,50	
$V_{Rd,c}$	=		14,024 kN

Sfruttamento massimo

Valore di design dell'azione

EN 1992-4: 7.2.2.1

EN 1992-4: 7.2.2.5 (7.40)

EN 1992-4: 7.2.2.5 (7.41)

EN 1992-4: 7.2.2.5 (5)

ETA

EN 1992-4: 7.2.2.5 (7.42)

ETA

EN 1992-4: 7.2.2.5 (7.43)

Resistenza a compressione del calcestruzzo

EN 1992-4: 7.2.2.5 (6)

EN 1992-4: 7.2.2.5 (7.44)

EN 1992-4: 7.2.2.5 (7.45)

EN 1992-4: 7.2.2.5 (7.46)

EN 1992-4: 7.2.2.5 (7.48)

EN 1992-4: 7.2.2.5 (10)

EN 1992-4: 7.2.2.5 (7.47)

EN 1992-4: 7.2.2.5 (13)

ETA

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 16 di 22

$$\beta_{V,c} = 0.10$$

**verifiche per azioni combinate di taglio e trazione:**
**Verifica del solo cedimento lato acciaio**

	Sfruttamento	Verifica	
<b>Trazione</b>	29 %	$\beta_{N,max} = 0,29 \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.3.1
<b>Taglio</b>	3 %	$\beta_{V,max} = 0,03 \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.3.1
<b>Combinazione Trazione/Taglio</b>	9 %	$\beta_{N,max}^{2,0} + \beta_{V,max}^{2,0} = 0,09 \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.3.1 (7.54)

**verifiche per azioni combinate di taglio e trazione:**
**Verifica delle modalità di cedimento differenti da quella lato acciaio**

	Sfruttamento	Verifica	
<b>Trazione</b>	100 %	$\beta_{N,max} = 1,00 \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.3.1
<b>Taglio</b>	10 %	$\beta_{V,max} = 0,10 \leq 1,00$	EN 1992-4: 7.2.3.1
<b>Combinazione Trazione/Taglio</b>	91 %	$\beta_{N,max} + \beta_{V,max} = 1,10 \leq 1,20$	EN 1992-4: 7.2.3.1 (7.56)

**Osservazioni**

- Il presente documento è da considerarsi come una progettazione preliminare. Il dimensionamento e l'installazione dei mezzi di unione sono subordinati alla revisione e approvazione da parte del progettista responsabile delle strutture.
- Il calcolo è valido solo se il foro passante non è più grande di quello indicato nella tabella 4.1 della EN 1992-4. In caso contrario, si veda il cap. 1.1 della EN 1992-4
- La progettazione si basa su numerosi parametri specifici dell'ancorante. Se l'ancorante scelto viene cambiato o se vengono modificati i valori di sollecitazione indicati o i dati geometrici, la verifica non è più valida e deve essere ripetuta con le nuove condizioni. E' necessario rispettare i requisiti e le indicazioni riportate nel Benestare Tecnico Europeo.
- In un gruppo di ancoranti devono essere utilizzati solo i tasselli dello stesso tipo, dimensione e lunghezza.
- La resistenza della resina varia in funzione della temperatura nel breve e lungo termine del materiale base.
- Verificare la resistenza del materiale base selezionato
- Il metodo di progettazione si applica a fissaggi sufficientemente rigidi da rendere effettiva la distribuzione lineare della deformazione.
- L'ipotesi che il fissaggio in esame sia sufficientemente rigido fa parte della sua valutazione tecnica.
- Se ci si discosta dall'ipotesi di piastra di ancoraggio rigida, le forze interne determinate vengono incrementate con un fattore di scale (forze realistiche sull'ancorante/forze lineari sull'ancorante) secondo la teoria dell'elasticità. Si prega di far controllare e verificare questo risultato da un ingegnere strutturista abilitato.
- Per ulteriori informazioni sulla piastra di ancoraggio rigida e sulla sua progettazione, si veda il documento del Prof. Ing. Jan Hofmann.
- La trasmissione dei carichi negli elementi strutturali deve essere verificata secondo EN 1992-4, cap. 7. Nel caso vi sia uno strato di malta di inghisaggio, si presume che non ci siano sacche d'aria sotto la piastra di ancoraggio, che lo strato sia stato preparato in anticipo e che sia completamente indurito.
- La lista degli accessori riportata è puramente indicativa. Per una corretta installazione si raccomanda di fare riferimento ai fogli esplicativi allegati ad ogni prodotto.

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 17 di 22

## Stato Limite di Esercizio

Gli spostamenti sono calcolati all'interfaccia con il calcestruzzo. In caso di ancoraggi distanziati con braccio di leva, la flessione dell'ancoraggio al livello della piastra di fissaggio non viene considerata.

### 1. Spostamenti nel breve periodo:

	3		Ancorante di riferimento
$\delta_N$	$= \delta_{N0} \cdot \tau$		ETA
$\delta_{N0}$	$= 0,050 \text{ mm}$		ETA
$\tau$	$= N / (h_{ef} \cdot \pi \cdot d)$		
$N$	$= N_{Ed} / 1,40 = 13,185 \text{ kN} / 1,40$	9,418 kN	Valore di design dell'azione
$\tau$	$= 1,747 \text{ kN}$		
$\delta_N$	$=$	0,087 mm	
$\delta_V$	$= \delta_{V0} \cdot V$		ETA
$\delta_{V0}$	$= 0,010 \text{ mm}$		ETA
$V$	$= V_{Ed} / 1,40 = 0,700 \text{ kN} / 1,40$	0,500 kN	Valore di design dell'azione
$\delta_V$	$=$	0,005 mm	
$\delta_{NV}$	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} =$	0,087 mm	

### 2. Spostamenti nel lungo periodo:

	3		Ancorante di riferimento
$\delta_N$	$= \delta_{N\infty} \cdot \tau$		ETA
$\delta_{N\infty}$	$= 0,080 \text{ mm}$		ETA
$\tau$	$= N / (h_{ef} \cdot \pi \cdot d)$		
$N$	$= N_{Ed} / 1,40 = 13,185 \text{ kN} / 1,40$	9,418 kN	Valore di design dell'azione
$\tau$	$= 1,747 \text{ kN}$		
$\delta_N$	$=$	0,140 mm	
$\delta_V$	$= \delta_{V\infty} \cdot V$		ETA
$\delta_{V\infty}$	$= 0,020 \text{ mm}$		ETA
$V$	$= V_{Ed} / 1,40 = 0,700 \text{ kN} / 1,40$	0,500 kN	Valore di design dell'azione
$\delta_V$	$=$	0,010 mm	
$\delta_{NV}$	$= (\delta_N^2 + \delta_V^2)^{0,50} =$	0,140 mm	

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 18 di 22

## Calcolo dello spessore della piastra di ancoraggio.

### Combinazioni di carico:1

Numero dell'ancorante	Forze sull'ancorante	Fattore di scala	Forze sugli ancoranti scalate
1	0 kN	24,50 %	0 kN
2	0 kN	24,50 %	0 kN
3	10,59 kN	24,50 %	13,185 kN
4	10,59 kN	24,50 %	13,185 kN

Gli ancoraggi vengono ricalcolati nella condizione di una piastra di ancoraggio deformabile secondo EN1992-4 6.2.1. (Fattore di scala = 24,50 %)

È stato eseguito il dimensionamento della piastra di ancoraggio. Non è stata data prova di una rigidità sufficiente.

Numero della combinazione di carico di riferimento: 1

Spessore della piastra di ancoraggio:  $t_{fix} = 12 \text{ mm}$

Materiale della piastra di ancoraggio: S355JO

Modulo di elasticità: 210000 N/mm<sup>2</sup>

Coefficiente di Poisson: 0,30

Costante elastica: 368,668 kN/mm

Tensione nell'acciaio (Piastra di ancoraggio):  $\sigma_{Ed} = 271,3 \text{ N/mm}^2$

$$\sigma_{Rd} = f_{yk} / \gamma_M = 355 \text{ N/mm}^2 / 1,10 = 322,73 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta = 84,06 \%$$

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:

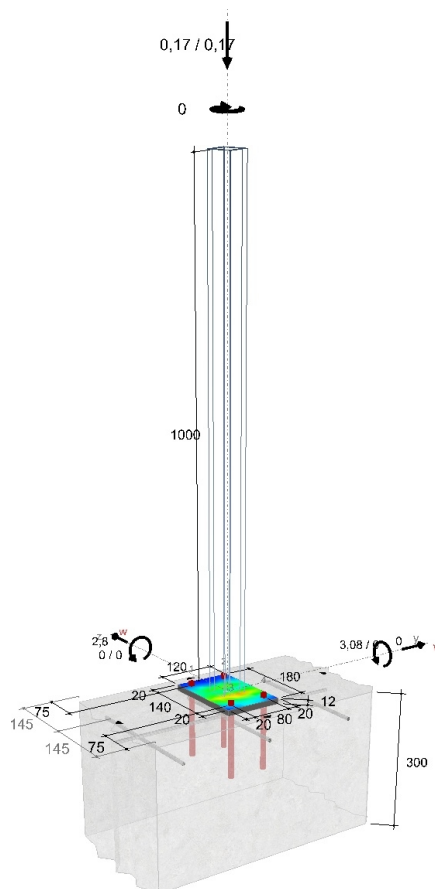
Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

d\_lupi

Pagina 19 di 22



E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:



## Istruzioni di posa

### Materiale base

**Tipo e dimensione dell'ancorante selezionato:**

WIT-PM 200 + W-VD-A/S M12; L = 210 mm

Tempo di utilizzo: 50 anni

Reale profondità di ancoraggio:  $h_{ef} = 143$  mm

Minimale Bohrlochtiefe:  $h_1 = 183$  mm

Die erforderliche Bohrlochtiefe kann größer sein, wenn der Dübel tiefer gesetzt wird. Das kann der Fall sein, wenn die nominelle Anbauteildicke  $t_{fix}$  des Artikels nicht voll ausgenutzt wird.

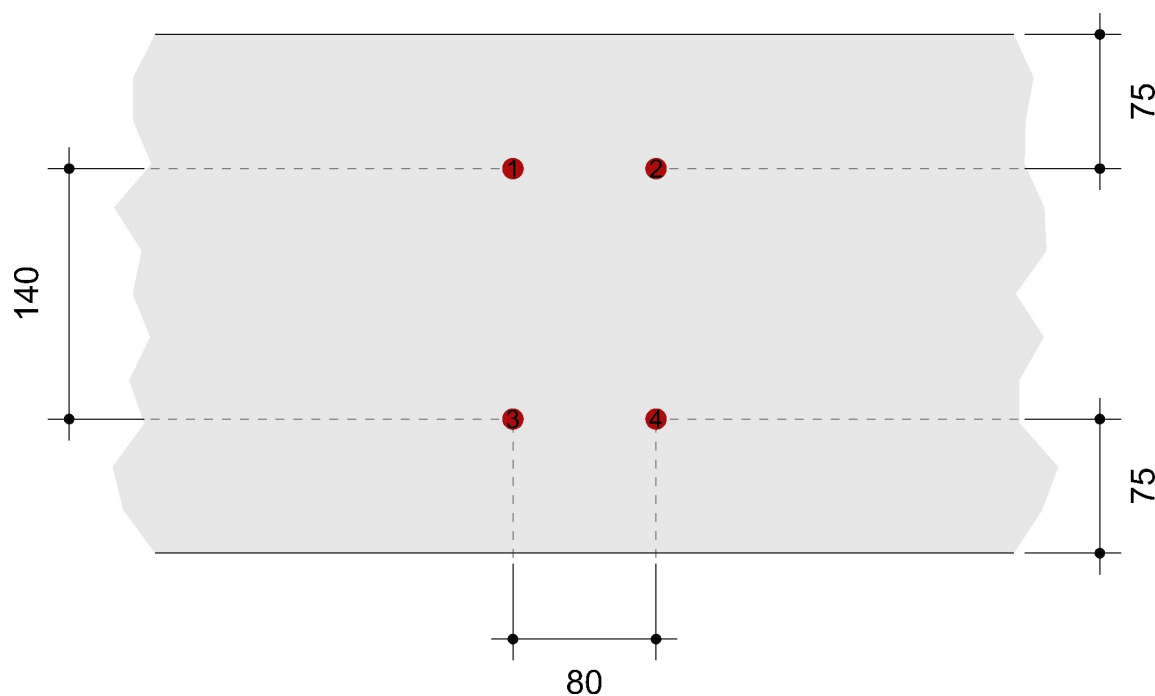
Diametro del foro di perforazione:  $d_o = 14$  mm

Spessore minimo del componente:  $h_{min} = 173$  mm

### **Perforazione:**

Diametro nominale della punta di perforazione: 14 mm

Lunghezza utile della punta di foratura:  $\geq 183$  mm



### **pulizia**

Pulizia necessaria

E' necessario considerare le istruzioni riportate nelle certificazioni o nelle schede apposite.

Utensili di pulizia conformi all'elenco di accessori ed al catalogo Würth.

### **Installazione dell'ancorante**

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet:

Denominazione del progetto:

Committente:

d\_lupi

Indirizzo del progetto:

Pagina 21 di 22

Installazione passante: Lo spazio vuoto tra l'ancorante e la piastra deve essere completamente riempito con resina di idonea resistenza.

Coppia di serraggio: 40,00 Nm

---

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Tel. Cellulare:

Azienda:

E-Mail:

Posizione:

Internet:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Denominazione del progetto:

Committente:

Indirizzo del progetto:

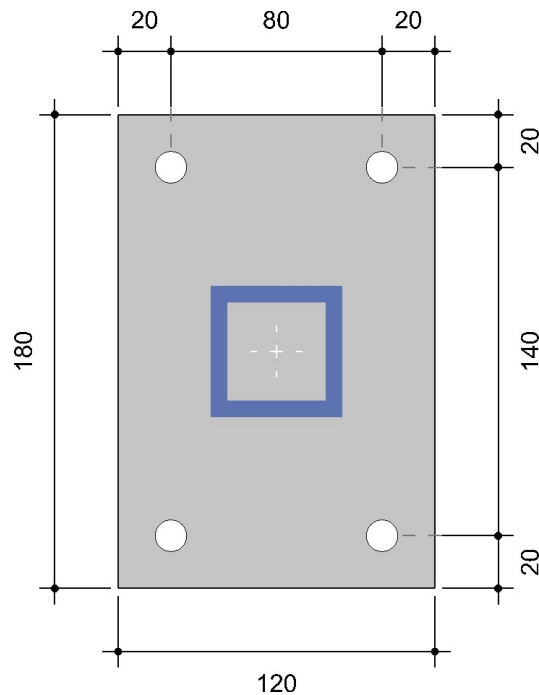
d\_lupi

Pagina 22 di 22

### **Piastra di ancoraggio**

Diametro del foro nella piastra: Fissaggio pre-installato:  $d_f \leq 14 \text{ mm}$

Spessore della piastra di ancoraggio:  $t = 12 \text{ mm}$  (Input utente)



### **Sezione del profilato**

Materiale: S 235 (St 37)

Sezione della carpenteria metallica: Quadrato (Foro) Personalizzato

Altezza: 50 mm

Larghezza: 50 mm

Spessore: 6,3 mm

E' necessario verificare la correttezza dei dati inseriti ed il rispetto delle condizioni al contorno! Würth non si assume responsabilità in merito alla scelta dei dati inseriti dall'utente.

Utente:

Azienda:

Posizione:

Progettazione degli ancoranti Würth 8.7.33.0

Tel. Cellulare:

E-Mail:

Internet: