



Direzione del Genio per la Marina Militare

TARANTO

“Progettazione esecutiva comprensiva di PSC, dei lavori di ripristino del solaio laterocementizio della pensilina d’ingresso del comprensorio di Nisida”.

Napoli - ID 2270 – CIG B18518CD7D



S.DE.03 – ELABORATO TECNICO DELLE COPERTURE

Il tecnico incaricato
Ing. Nunziante VITALE

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO
T.V. Andrea VALENTE

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

C.C. Felice CIARAMELLA



Relazione Tecnica Illustrativa

redatto ai sensi del Reg. 4 ottobre 2019, n.9

TIPOLOGIA INTERVENTO:

Manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia mediante interventi strutturali

COMMITENTE:

DIREZIONE DEL GENIO PER LA MARINA MILITARE
TARANTO

INDIRIZZO:

Comprensorio militare di Nisida NAPOLI (NA) CAP 80100

**TECNICO:**

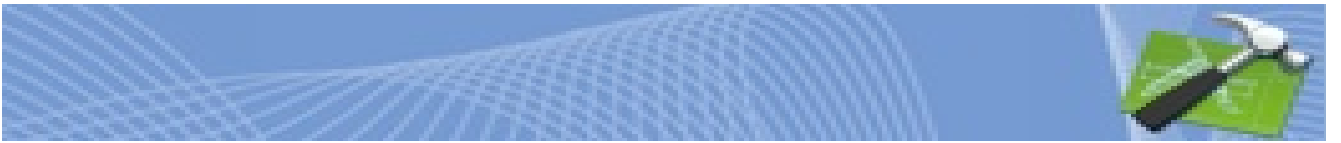
Ingegnere Nunzianta Vitale

Data

19/09/2024

Firma

.....



ELABORATO TECNICO DELLA COPERTURA

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Soluzioni Progettuali di Prevenzione Anticaduta in Copertura

Reg. 4 ottobre 2019, n.9

RICHIEDENTE / COMMITTENTE:			DIREZIONE DEL GENIO PER LA MARINA MILITARE TARANTO		
Residente/con sede in			n°		
Comune	CAP		Prov.		

Per i lavori di:

tipologia intervento in copertura :		<i>Manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia mediante interventi strutturali</i>			
Nel Fabbricato posto in	<i>Comprensorio militare di Nisida</i>		n°		
Comune	NAPOLI	CAP	80100	Prov.	NA

Destinazione attuale dell'immobile:		
☐ residenziale	☐ industriale e artigianale	☐ commerciale
☒ direzionali	☐ turistico - ricettive	☐ commerciale all'ingrosso e depositi
☐ agricola e funzioni connesse	☐ di servizio	☒ altro: militare

L'intervento rientra nei casi previsti dall'art.90, c.3 o c.4 del D. Lgs. 81/08 e s.m.i.	
(obbligo di nomina del Coordinatore alla Sicurezza in fase di Progettazione/Esecuzione)	☒ si ☐ no
La redazione dell'elaborato tecnico è affidata al	
☐ Coordinatore alla Sicurezza (art.90, c.3 ,c.4 del D.Lgs.81/08 e s.m.i.)	
☐ Progettista	

1. ARTICOLAZIONE DELLE COPERTURE

Trattasi della copertura di ingresso della pensilina posta all'ingresso del comprensorio militare.
Tale copertura, piana, si trova ad una altezza di circa 4,25 m. dal suolo.
La copertura ha una forma in pianta ad L.
Si prevedono linee vita al fine di operare in sicurezza nei futuri interventi manutentivi.
Essendo l'altezza di caduta pari a 4.25 ml.<4.50 ml. si prevede un sistema di trattenuta.
Il dispositivo di linea vita previsto (tipo Combo delle C.S.C. s.r.l.), prevede una freccia della linea vita, per campate di 8 ml. pari a 33 cm. applicando una forza esercitata dall'operatore di 70 Kg.
Pertanto la lunghezza del DPI dispositivo guidato in trattenuta (UNI EN 353-2), è funzione (oltre della lunghezza del cordino pari ad 1 m.) della freccia di tale linea vita.
La trattenuta vieta all'operatore di calpestare la copertura a 50 cm. dal bordo caduta.

2. DESCRIZIONE DELLA COPERTURA

L'area oggetto dell'intervento di progettazione riguarda:

- ☐ Totalmente la copertura dell'immobile
☒ Parzialmente la copertura dell'immobile (*Evidenziare chiaramente nei grafici la porzione dove non si interviene*)

Tipologia della copertura

- ☒ piana ☐ a volta ☐ inclinata ☐ a shed ☐ altro:

Calpestabilità della copertura

- ☒ totalmente ☐ parzialmente calpestabile ☐ totalmente non calpestabile

calpestabile

Pendenze presenti in copertura

- ☒ Orizzontale/Sub-Orizzontale 0% < P < 15%
☐ Inclinata 15% < P < 50%
☐ Fortemente inclinata P > 50%

Struttura della copertura:

- ☒ latero-cemento ☐ lignea ☐ metallica ☐ altro:

Presenza in copertura di: (*Evidenziare nei grafici i dispositivi presenti*)

- ☐ Linee elettriche non protette a distanza non regolamentare (art. 117 e All. IX Dlgs. 81/08)
☐ Impianti tecnologici sulla copertura (pannelli fotovoltaici, pannelli solari, impianti di condizionamento e simili)
☐ Dislivelli tra falde contigue
☐ **Superfici non calpestabili** (quali finestre a tetto, lucernari, pannelli solari e simili)
☐ Altro:

Descrizione/note:

Trattasi della copertura di ingresso della pensilina posta all'ingresso del comprensorio militare.
Tale copertura, piana, si trova ad una altezza di circa 4,25 m. dal suolo.
La copertura ha una forma in pianta ad L.

3. DESCRIZIONE DEL PERCORSO DI ACCESSO ALLA COPERTURA - FALDA		☒ Interno ☐ Esterno
☒ PERCORSO FISSO ☒ PERCORSO PERMANENTE		
☐ Scala fissa ☐ Scala retrattile ☐ scala portatile in dotazione ☐ Altro: ☐ passerelle ☐ corridoi (Largh. Min 60 cm, h. min 1.80) <u>Descrizione/note</u> <i>Percorsi Verticali:</i> L'accesso alla copertura avverrà mediante una finestra posta al I piano del corpo alloggi della Marina Militare, di dimensioni adeguate, in cui bisognerà superare il dislivello del parapetto finestra di circa 1m., uscendo dalla finestra, alla destra della stessa sarà posto un dispositivo di ancoraggio a parete, a cui l'operatore si aggancerà con doppio cordino prima di scavalcare il parapetto finestra, una volta che l'operatore si troverà coi piedi sulla copertura potrà ancorarsi in sicurezza alla linea vita di progetto mediante sistema anticaduta di tipo guidato, che avrà la funzione di evitare la caduta mediante trattenuta. <i>Percorsi Orizzontali:</i>		
☐ PERCORSO NON PERMANENTE		
<u>Motivazioni in base alle quali non sono realizzabili percorsi di tipo permanente:</u> <u>Tipo di percorso provvisorio previsto in sostituzione:</u> <u>Descrizione e dimensioni degli spazi per ospitare le soluzioni prescelte:</u>		

4. DESCRIZIONE DELL' ACCESSO ALLA COPERTURA			
☒ interno	☐ Apertura orizzontale o inclinata ☒ Apertura verticale	dimensioni [m] 0 x 0 dimensioni [m] 0 x 0 dimensioni [m] 1,2 x 1 dimensioni [m] 0 x 0	quantità n° 0 quantità n° 1
<i>dimensioni minime: lato minore libero di almeno 0,70 metri e comunque di superficie non inferiore a 0,5 m²</i> <i>larghezza minima 0,70 metri – altezza minima 1,20 metri</i>			
☐ esterno	☐ Ancoraggi Puntuali ☐ Parapetti	☐ Linee di ancoraggio ☐ Altro:	
ACCESSO PERMANENTE			
<u>Descrizione/note:</u> L'accesso è costituito da una finestra verticale, posta negli alloggi del Corpo della Marina militare. Per accedere alla copertura bisogna scavalcare il parapetto di tale finestra. Lateralmente alla finestra è previsto un ancoraggio a parete di tipo A, affinché l'operatore si agganci mediante doppio cordino prima di scavalcare il parapetto finestra. Una volta in copertura si ancorerà alla linea vita di progetto mediante dispositivo anticaduta guidato di tipo UNI EN 353-2			

ACCESSO NON PERMANENTE

Motivazioni in base alle quali non sono realizzabili accessi di tipo permanente:

Tipo di accesso provvisorio previsto in sostituzione:

5. TRANSITO ED ESECUZIONE DEI LAVORI SULLE COPERTURE

☒ ELEMENTI PROTETTIVI FISSI /PERMANENTI

- | | |
|--|--|
| ☒ Linee di ancoraggio flessibili orizzontali (UNI EN 975 tipo C) | ☐ Reti di sicurezza |
| ☐ Linee di ancoraggio rigide orizzontali (UNI EN 975 tipo D) | ☐ Parapetti |
| ☐ Linee di ancoraggio rigide verticali/inclinate (UNI EN 353-1) | ☐ Lavori eseguibili dal basso |
| ☐ Linee di ancoraggio flessibili verticali/inclinate (UNI EN 353-2) | ☐ Altro: |
| ☐ Ganci di sicurezza da tetto (UNI EN 517 tipo A e B) | |
| ☒ Dispositivi di ancoraggio puntuali (UNI EN 795 tipo A) | |

☐ ELEMENTI PROTETTIVI NON PERMANENTI

Motivazioni:

Tipo di soluzioni provvisorie previste in sostituzione:

- | | |
|--|--|
| ☐ Linee di ancoraggio flessibili orizzontali temporanee (UNI EN 975 tipo C) | ☐ Reti di sicurezza |
| ☐ Linee di ancoraggio flessibili verticali/inclinate (UNI EN 353-2) | ☐ Parapetti |
| ☐ Dispositivi di ancoraggio a corpo morto (UNI EN 975 tipo E) | ☐ Altro: |

6. DPI necessari

- | | |
|---|--|
| ☒ Imbracatura (UNI EN 361) | ☐ Cordino (UNI EN 354) Lmax. [m] 0 |
| ☐ Assorbitori di Energia (UNI EN 355) | ☒ Doppio Cordino (UNI EN 354) Lmax. [m] 1 |
| ☐ Dispositivo anticaduta Retrattile (UNI EN 360) | ☒ Connettori (moschettoni) (UNI EN 363) |
| ☒ Dispositivo anticaduta di tipo guidato (UNI EN 353-2) | ☐ Kit di emergenza per recupero persone |
| | ☐ Altro: |

7. Valutazioni

Valutazione del rischio caduta:

- ☐ Arresto caduta: Spazio minimo di caduta dalla copertura ammesso > 4.50
- ☒ Trattenuta (caduta impossibile per la presenza di sistemi e procedure che impediscono, correttamente utilizzati, il raggiungimento di aree a rischio)

Valutazione misure di emergenza per il recupero in caso di caduta:

- ☒ Area raggiungibile da parte di pubblico intervento (Vigili del Fuoco) entro i termini raccomandati (< 30 minuti)
- ☐ Area non raggiungibile da parte di pubblico intervento (Vigili del Fuoco) entro i termini raccomandati (< 30 minuti) è pertanto necessario un piano di emergenza da parte degli operatori prima di accedere alla copertura

Elaborati grafici ALLEGATI n°

in cui risultano indicate:

- 1) l'area di intervento;
- 2) l'ubicazione e le caratteristiche dimensionali dei percorsi e degli accessi;
- 3) il posizionamento degli elementi protettivi e dei dispositivi anticaduta per il transito e l'esecuzione dei lavori in copertura;
- 4) i dispositivi di protezione collettiva e/o individuali previsti;
- 5) l'altezza libera di caduta su tutti i lati esposti ad arresto caduta;
- 6) i bordi soggetti a trattenuta, ad arresto caduta, a manutenzione operata dal basso;
- 7) le aree della copertura non calpestabili;
- 8) le aree libere in grado di ospitare le soluzioni provvisorie prescelte;
- 9) le misure relative al recupero in caso di caduta.



ATTESTAZIONE DI CONFORMITA'



Il sottoscritto: **Ingegnere Nunziante Vitale**
Indirizzo: **Via Don Minzoni 8, CAIVANO(NA)**
Telefono/Fax: **08119247496/**
Email: **nunziantevitale@gmail.com**
Partita IVA: **08064851218**

CAP : **80023**
Cellulare: **3668191715**
PEC: **nunziantevitale@pec.it**
Codice Fiscale: **VTLNZN77E19B963Q**

Iscritto al seguente albo professionale
Albo Iscrizione: **Ordine Ingegneri**

Numero Iscrizione: **18156**
Provincia: **NA**

In qualità di: ☒ **Coordinatore** ☐ **Progettista**

ATTESTA

la conformità del progetto alle misure preventive e protettive indicate nella Reg. 4 ottobre 2019, n.9.

Data 22 luglio 2024

Il Professionista
(firma)

.....



Verifica dei Sistemi Anticaduta

TIPOLOGIA INTERVENTO:

Manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia mediante interventi strutturali

COMMITENTE:

DIREZIONE DEL GENIO PER LA MARINA MILITARE
TARANTO

INDIRIZZO:

Comprensorio militare di Nisida NAPOLI (NA) CAP 80100

**TECNICO:**

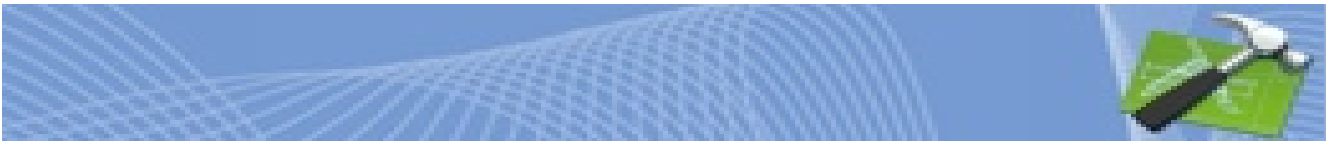
Ingegnere Nunziantè Vitale

Data

19/09/2024

Firma

.....



INTRODUZIONE

La presente relazione si riferisce alla verifica analitica dei sistemi anticaduta utilizzati o utilizzabili per il transito e la esecuzione dei lavori relativi alla copertura oggetto del documento tecnico specifico previsto dalle vigenti normative in vigore.

Per ogni sistema anticaduta utilizzato vengono riportati i dati di progetto e le verifiche effettuate ed in particolare la distanza da terra (o da qualsiasi altro ostacolo) del lavoratore in caso di caduta accidentale.

DEFINIZIONI RICORRENTI

Qui di seguito vengono riportate alcune definizioni ricorrenti, ricavate dalle corrispondenti Norme UNI di riferimento.

IMBRACATURA (UNI EN 361)

L' imbracatura è un dispositivo di protezione individuale con funzione di supporto rivolto principalmente all'arresto della caduta. E' concepito per distribuire le tensioni sul corpo in caso di caduta, mantenendo l'operatore in sospensione.

ASSORBITORE DI ENERGIA (UNI EN 335)

E' un dispositivo a comportamento plastico che deformandosi durante la caduta dell'operatore aumenta il tempo e la lunghezza di arresto caduta, diminuendo così la decelerazione del corpo umano e impedendo che si sviluppino sollecitazioni letali per l'organismo.

CORDINO FISSO o REGOLABILE (UNI EN 345)

Cordino con lunghezza tipica 1.5 / 2.0 m utilizzato per la progressione tra punti fissi, come elemento di posizionamento sul lavoro in trattenuta o come elemento di arresto caduta (con assorbitore di energia).

DISPOSITIVO RETRATTILE (UNI EN 360)

Dispositivo anticaduta a lunghezza variabile di collegamento tra un punto fisso e l'imbracatura ed è caratterizzato da una funzione autobloccante e sistema automatico di tensione e di ritorno del cordino.

GANCIO DI SICUREZZA (UNI EN 517)

Elemento da costruzione posto sulla superficie di un tetto a falde per assicurare le persone e per fissare carichi principalmente utilizzati per la manutenzione e la riparazione dei tetti.

DISPOSITIVO DI ANCORAGGIO

Elemento o serie di elementi o componenti atto/i a garantire l'operatività in sicurezza dell'operatore.

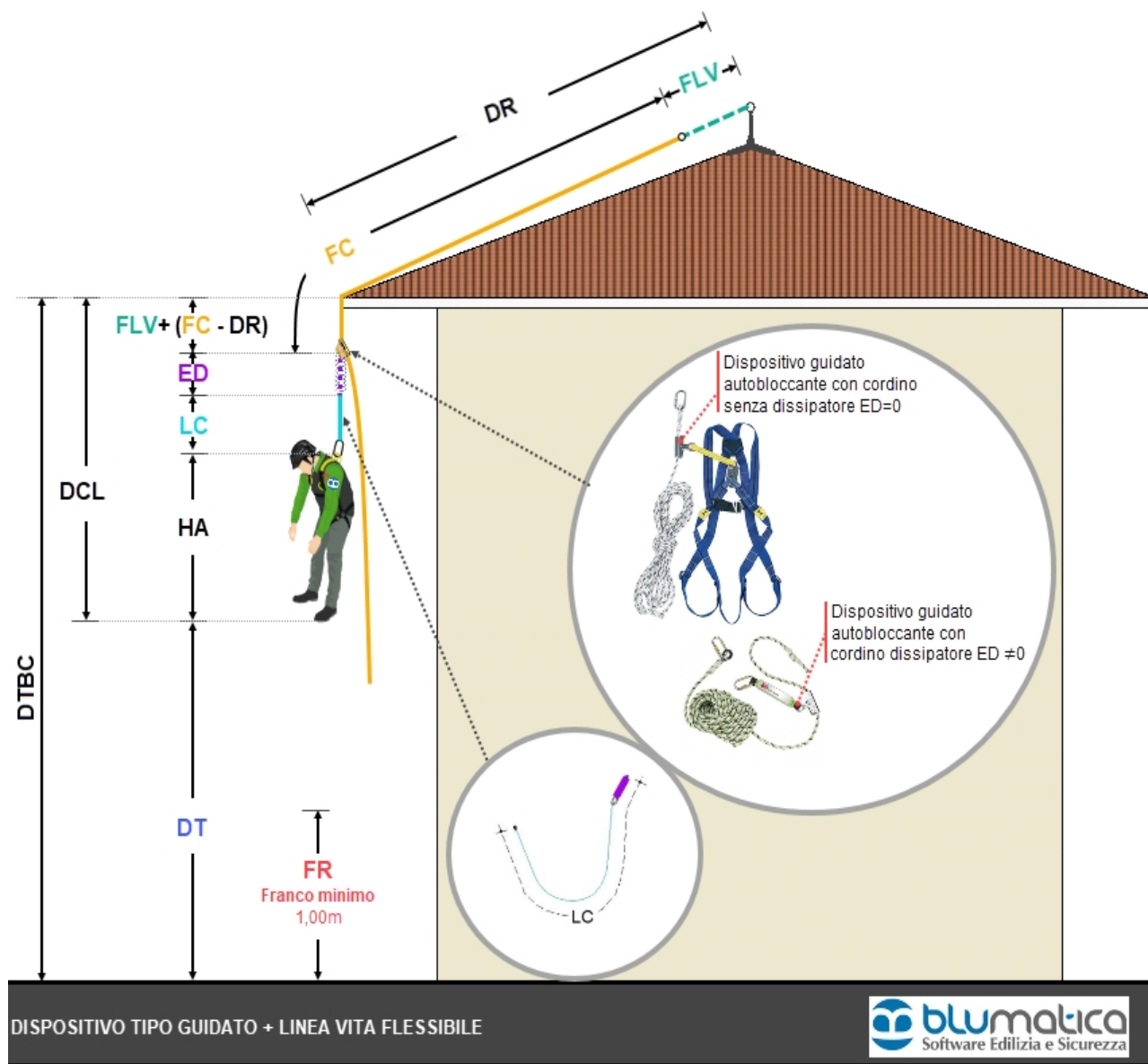
PUNTO DI ANCORAGGIO (UNI EN 795)

Elemento a cui il dispositivo di protezione individuale può essere applicato dopo l'installazione del dispositivo di ancoraggio;

TIRANTE D'ARIA

Minimo spazio libero di caduta in sicurezza.

DISPOSITIVO DI TIPO GUIDATO ANCORATO A LINEA VITA FLESSIBILE



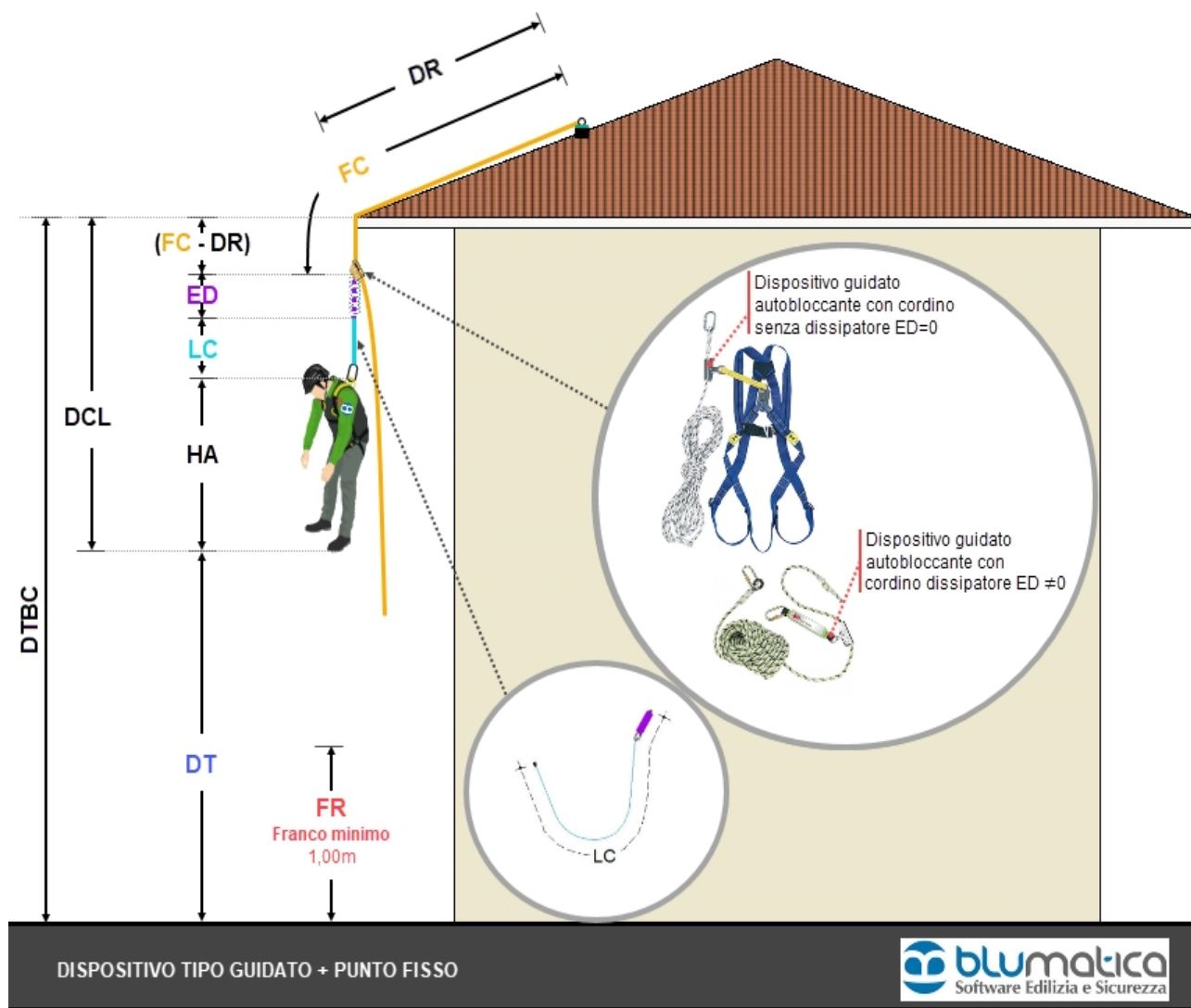
Legenda

DTBC	Distanza da terra (o da altri ostacoli) del bordo di caduta
DR	Distanza misurata in linea retta tra punto di attacco e bordo di caduta
LC	Lunghezza del cordino compreso dissipatore di energia in condizioni statiche (max. 1.00 m)
ED	Estensione massima dissipatore di energia
FLV	Freccia Elastica Massima Linea Vita Flessibile
FC	Distanza massima del dispositivo guidato autobloccante dal punto di attacco
HA	Distanza attacco imbracatura-piedi del lavoratore (standard 1.50 m)
DCL	Distanza di caduta libera
DT	Distanza da terra (o da altri ostacoli) del lavoratore in caso di caduta accidentale
FR	Spazio minimo residuo di sicurezza (1.00 m)

Dati di progetto (misure in metri)								Risultati		
Riferimento	DTBC	DR	LC	ED	FLV	FC	HA	DCL	DT	Giudizio DT ≥ FR
bordo sud lato strada	4,25	2,32	1	0	0,33	0,98	1,5			Verifica non necessaria

bordo nord interno comprensorio	4,25	2,3	1	0	0,33	0,95	1,5			Verifica non necessaria
bordo est interno comprensorio	4,25	3,2	1	0	0,33	1,85	1,5			Verifica non necessaria
bordo nord est interno comprensorio	4,25	2,3	1	0	0,33	0,85	1,5			Verifica non necessaria
bordo sud lato strada piccola porzione	4,25	3,5	1	0	0,33	2,15	1,5			Verifica non necessaria

DISPOSITIVO DI TIPO GUIDATO ANCORATO A PUNTO FISSO



Legenda

DTBC	Distanza da terra (o da altri ostacoli) del bordo di caduta
DR	Distanza misurata in linea retta tra punto di attacco e bordo di caduta
FC	Distanza massima del dispositivo guidato autobloccante dal punto di attacco
LC	Lunghezza del cordino compreso dissipatore di energia in condizioni statiche (max. 1.00 m)
ED	Estensione massima dissipatore di energia
HA	Distanza attacco imbracatura-piedi del lavoratore (standard 1.50 m)
DCL	Distanza di caduta libera
DT	Distanza da terra (o da altri ostacoli) del lavoratore in caso di caduta accidentale
FR	Spazio minimo residuo di sicurezza (1.00 m)

Dati di progetto (misure in metri)							Risultati		
Riferimento	DTBC	DR	FC	LC	ED	HA	DCL	DT	Giudizio DT ≥ FR
bordo	0	1	0	1	0	1,5			Verifica non necessaria
bordo	0	1	0	1	0	1,5			Verifica non

									necessaria
--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------

Caivano (NA), 22 luglio 2024.

Il tecnico
Ingegnere Nunziante Vitale



Relazione di Calcolo Strutturale degli Ancoraggi

Redatto ai sensi:

-D.M. LL.PP. 17 Gennaio 2018

-Circolare del C.S.LL.PP. n°7 del 21.01.19

-Eurocodice 2 Parte 4

-ETAG 029 Edition April 2013 - Annex C: Design Methods for Anchorages

TIPOLOGIA INTERVENTO:	Manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo, ristrutturazione edilizia mediante interventi strutturali
COMMITENTE:	DIREZIONE DEL GENIO PER LA MARINA MILITARE TARANTO
INDIRIZZO:	Comprensorio militare di Nisida NAPOLI (NA) CAP 80100



TECNICO:	Ingegnere Nunzianta Vitale
<i>Data</i>	19/09/2024
<i>Firma</i>	



1.NORME SPECIFICHE

Nella stesura della presente relazione si sono seguite le indicazioni contenute nella normativa vigente. In particolare si sono considerate le seguenti normative:

NORME GENERALI RELATIVE ALLE COSTRUZIONI

- **D.M. LL.PP. 17 Gennaio 2018** - *“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”*;
- **Circolare del C.S.LL.PP. n°7 del 21.01.19** - *“Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”*;
- **EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 4** - *“Progettazione degli attacchi per utilizzo nel calcestruzzo”*;
- **ETAG 029 Edition April 2013 - Annex C: Design Methods for Anchorages** – *“Guideline for european technical approval of metal injection anchors for use in masonry”*;

La verifica all'evento dinamico è condotta applicando una forza statica equivalente così come indicata dalla norma EN 795. Vengono, inoltre, tenute in considerazione le componenti di sollecitazioni derivanti dal trasporto della forza nel baricentro dell'unione, considerando, quindi, che il punto di applicazione della forza stessa sia all'estremità del dispositivo (palo / gancio).

2.PREMESSA

Oggetto del presente documento è la verifica della piastra di ancoraggio dei dispositivi / sistemi anticaduta utilizzati per il transito ed i lavori sulla copertura.

Mentre il produttore di tali dispositivi è tenuto a garantirne le caratteristiche prestazionali, l'idoneità statica e dinamica della connessione, nonché della struttura sottostante, è a carico dello scrivente che, attraverso accurato studio delle sollecitazioni trasmesse, individua e verifica il corretto sistema di fissaggio.

Anche se il sistema previsto, considera la trattenuta dell'operatore non consentendone la caduta, le verifiche degli ancoraggi sono eseguite considerando le azioni derivanti dalla caduta.

La verifica all'evento dinamico è condotta applicando una forza statica equivalente così come indicata dalla norma EN 795. Vengono, inoltre, tenute in considerazione le componenti di sollecitazioni derivanti dal trasporto della forza nel baricentro dell'unione, considerando, quindi, che il punto di applicazione della forza stessa sia all'estremità del dispositivo (palo / gancio).

3.CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Supporto Muratura - unione ancorata Post-Installata - wizard 1

MURATURA DEL SUPPORTO				
Resistenza caratteristica Muratura	f_k	=	14	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_M	=	1,5	[-]
Coefficiente di Omogenizzazione	n	=	150	[-]

ACCIAIO CARPENTERIA PIASTRA ANCORATA				
Classe	S275			
Tensione Caratteristica di Snervamento	f_{yk}	=	275	[MPa]
Tensione Caratteristica di Rottura	f_{tk}	=	430	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_{M0}	=	1,05	[-]

ACCIAIO ANCORAGGIO				
Classe	4.6			
Tensione Caratteristica di Snervamento	f_{ybk}	=	240	[MPa]
Tensione Caratteristica di Rottura	f_{tbk}	=	400	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_{M2}	=	1,25	[-]

Supporto CLS - unione ancorata Post-Installata- wizard 2

CLS SUPPORTO				
Classe	C16/20			
Resistenza caratteristica cubica a compressione	R_{ck}	=	20	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	f_{ck}	=	16,6	[MPa]

Resistenza caratteristica a trazione semplice	f_{ctk}	=	1,39	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_C	=	1,5	[-]
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	α_C		0,85	[-]
Coefficiente di Omogenizzazione	n		15	[-]

ACCIAIO CARPENTERIA PIASTRA ANCORATA

Classe	S235			
Tensione Caratteristica di Snervamento	f_{yk}	=	235	[MPa]
Tensione Caratteristica di Rottura	f_{tk}	=	360	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_{M0}	=	1,05	[-]

ACCIAIO ANCORAGGIO

Classe	4.6			
Tensione Caratteristica di Snervamento	f_{ybk}	=	240	[MPa]
Tensione Caratteristica di Rottura	f_{tbk}	=	400	[MPa]
Coefficiente parziale di sicurezza	γ_{M2}	=	1,25	[-]

4. Criteri di verifica degli ancoraggi in copertura

4.1. Criteri di verifica per Collegamenti con Connettori

La resistenza di progetto a taglio del connettore per ogni piano di taglio che interessa il gambo dell'elemento di connessione, viene assunta pari a:

$$F_{v,Rd} = \frac{\theta f_{tbk} A_{Res}}{\gamma_M}$$

Con:

- f_{tbk} resistenza a rottura del materiale impiegato per realizzare il connettore;
- A_{Res} area resistente del connettore;
- θ coefficiente riduttivo della resistenza a taglio dipendente dal tipo di connettore;
- $\gamma_M = 1.25$ fattore parziale.

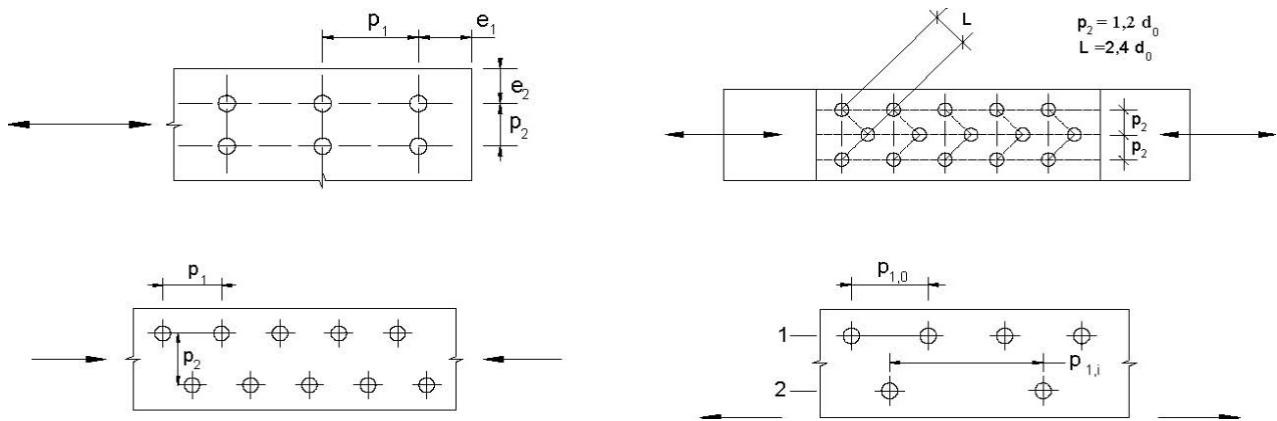
La resistenza di progetto a rifollamento del piatto è assunta pari a

$$F_{b,Rd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_M}$$

dove:

- d diametro nominale del gambo del connettore;
- t spessore della piastra collegata;
- f_{tk} resistenza caratteristica a rottura del materiale della piastra collegata;
- $a = \min\{e_1/(3d_0); f_{tbk}/f_{tk}; 1\}$ per i connettori di bordo nella direzione del carico applicato;
- $a = \min\{p_1/(3d_0) - 0.25; f_{tbk}/f_{tk}; 1\}$ per i connettori interni nella direzione del carico applicato;
- $k = \min\{2.8e_2/(3d_0) - 1.7; 2.5\}$ per i connettori di bordo nella direzione perpendicolare al carico applicato;
- $k = \min\{1.4p_2/(3d_0) - 1.7; 2.5\}$ per i connettori interni nella direzione perpendicolare al carico applicato;

essendo e_1 , e_2 , p_1 e p_2 indicati nella figura a seguire d_0 il diametro nominale del foro di alloggiamento del bullone.



Disposizione dei fori per la realizzazione di unioni bullonate o chiodate

La resistenza di progetto a trazione degli elementi di connessione è assunta pari a:

$$F_{t,Rd} = 0,9 f_{tbk} A_{res} / \gamma_M$$

A seconda della tipologia di connettore è, tal volta, necessario effettuare la verifica a punzonamento per unioni soggette a trazione.

La resistenza di progetto a punzonamento del piatto collegato è pari a

$$B_{p,Rd} = 0,6 \pi \cdot d_m \cdot t \cdot f_{tk} \cdot A_{res} / \gamma_M$$

Dove:

- d_m minimo tra il diametro del dado e il diametro medio della testa del connettore;
- t spessore del piatto;
- f_{tk} tensione di rottura dell'acciaio del piatto.

La resistenza di progetto complessiva della singola unione a taglio è la minima resistenza tra quella a rottura a taglio del connettore e quella a rifollamento della piastra, mentre la resistenza di progetto della singola unione a trazione è ottenuta come la minore tra la resistenza a punzonamento del piatto e quella a rottura per trazione del connettore, qualora sia prevista la verifica a punzonamento, altrimenti è pari alla resistenza del connettore.

Nel caso di presenza combinata di trazione e taglio si adotta la seguente formula:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1$$

Con la limitazione:

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

Dove:

- $F_{v,Ed}$ sollecitazioni di taglio agente sull'unione;
- $F_{t,Ed}$ sollecitazioni di trazione agente sull'unione.

4.2.Criteri di verifica per i collegamenti Acciaio - CIs

4.2.1.Unione Ancorata Post-Installata

Vengono di seguito esplicitate le modalità di calcolo delle resistenze associate alla singola tipologia di collasso. Al fine delle verifiche saranno confermati i risultati delle seguenti disuguaglianze:

Modalità di Rottura	Singolo Ancorante	Gruppo di Ancoranti	
		Ancoraggio più Caricato	Gruppo
Rottura del cono di cls	$N_{Ed} \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		$N_{Ed}^G \leq N_{Rd,c} = \frac{N_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$
Rottura per Sfilamento ¹	$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$	$N_{Ed}^h \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$	
Rottura Combinata ²	$N_{Ed} \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$		$N_{Ed}^G \leq N_{Rd,p} = \frac{N_{Rk,p}}{\gamma_{Mp}}$
Rottura per Splitting	$N_{Ed} \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}}$		$N_{Ed}^G \leq N_{Rd,sp} = \frac{N_{Rk,sp}}{\gamma_{Msp}}$
Rottura per Blow-out	$N_{Ed} \leq N_{Rd,cb} = \frac{N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc}}$		$N_{Ed}^G \leq N_{Rd,cb} = \frac{N_{Rk,cb}}{\gamma_{Mc}}$
Rottura per Pry-out	$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$		$V_{Ed}^G \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}}$
Rottura per Edge Failure	$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$		$V_{Ed}^G \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}}$

Criterio di Verifica Rottura TroncoConica del CIs dell'ancoraggio

La resistenza caratteristica di un ancorante e di un gruppo di ancoranti in caso di rottura di un cono di calcestruzzo viene ottenuta come indicato nella formula:

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{M,N}$$

La resistenza caratteristica di un singolo ancorante posato nel calcestruzzo e non influenzato da ancoranti adiacenti o dai bordi dell'elemento di calcestruzzo viene ottenuta come segue:

$$N_{Rk,p}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$$

dove:

- k_1 uguale a $k_{cr,N}$ per calcestruzzo fessurato e a $k_{ucr,N}$ per calcestruzzo non fessurato;
- $k_{cr,N}$ e $k_{ucr,N}$ sono stati ricercati nella Specifica tecnica di prodotto europea.

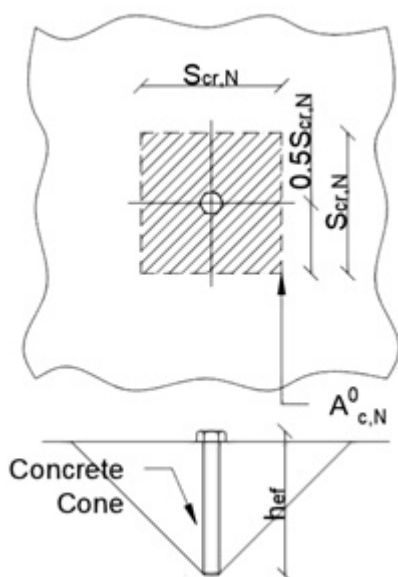
L'effetto geometrico dell'interasse assiale e della distanza dal bordo sulla resistenza caratteristica è preso in considerazione utilizzando il valore

$$A_{c,N}/A_{c,N}^0$$

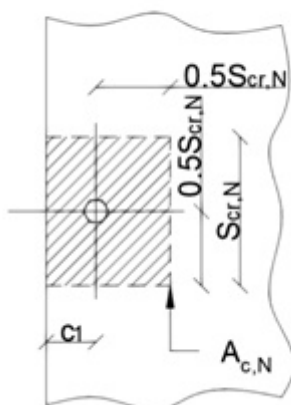
dove:

- $A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N}$ Area di proiezione di riferimento;

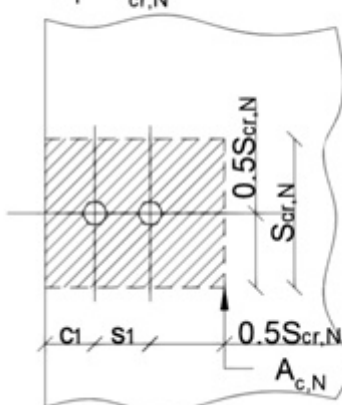
- $A_{c,N}$ Area di proiezione effettiva, limitata dalla sovrapposizione dei coni di calcestruzzo degli ancoranti adiacenti ($s \leq s_{cr,N}$) e dai bordi dell'elemento di calcestruzzo ($c \leq c_{cr,N}$);
- $c_{cr,N}$ Indicato nella corrispondente Specifica tecnica di prodotto europea;
- $s_{cr,N} = 2c_{cr,N}$.



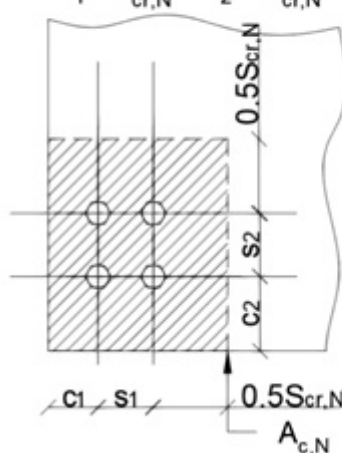
$$A_{c,N} = (c_1 + 0.5s_{cr,N})s_{cr,N} \\ \text{se } c_1 \leq c_{cr,N}$$



$$A_{c,N} = (c_1 + s_1 + 0.5s_{cr,N})s_{cr,N} \\ \text{se } c_1 \leq c_{cr,N} \\ s_1 \leq s_{cr,N}$$



$$A_{c,N} = (c_1 + s_1 + 0.5s_{cr,N})(c_2 + s_2 + 0.5s_{cr,N}) \\ \text{se } c_1 \leq c_{cr,N} \quad c_2 \leq c_{cr,N} \\ s_1 \leq s_{cr,N} \quad s_2 \leq s_{cr,N}$$



- $\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$ Tiene conto della distorsione della distribuzione delle sollecitazioni nel calcestruzzo a causa della vicinanza di un bordo dell'elemento in calcestruzzo. Per fissaggi con varie distanze dal bordo (per esempio attacco in un angolo dell'elemento di calcestruzzo o in un elemento stretto) verrà inserita la distanza minima dal bordo c nella seguente formula.

- $\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \frac{c}{c_{cr,N}} \leq 1$ Fattore di spalling della parete esterna si applica quando $h_{eff} < 100mm$.

- $\psi_{ec,N} = \frac{1}{(1 + 2 \cdot (e_N/s_{cr,N}))} \leq 1$ Tiene conto di un effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo. In caso di eccentricità in due direzioni, $\psi_{ec,N}$ è determinato separatamente per ciascuna direzione ed il prodotto di entrambi i

fattori sarà l'effettivo $\psi_{sc,N}$.

- $\psi_{M,N}$ Tiene conto dell'effetto di una forza di compressione tra l'elemento di collegamento e calcestruzzo nei casi di momenti flettenti con o senza forza assiale. Essendo un numero maggiore o uguale a uno, nei calcoli a seguire e a vantaggio di sicurezza è stato posto uguale a 1.

Per garantire risultati sempre precisi e lavorare a vantaggio di sicurezza il valore di h_{ef} è sostituito con:

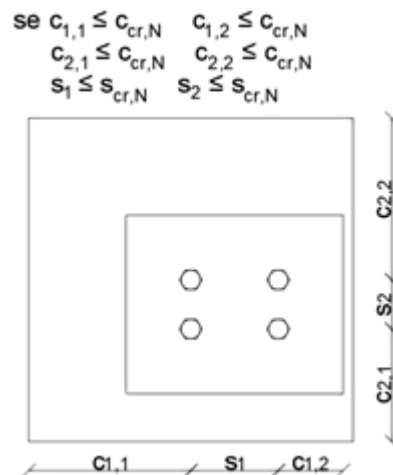
$$h'_{ef} = \frac{c_{max}}{c_{cr,N}} \cdot h_{ef}$$

Oppure nel caso di gruppi h_{ef} è sostituito da

$$h'_{ef} = \max \left\{ \frac{c_{max}}{c_{cr,N}} \cdot h_{ef}; \frac{s_{max}}{s_{cr,N}} \cdot h_{ef} \right\}$$

dove:

- c_{max} Distanza massima tra il centro di un ancorante e il bordo dell'elemento di calcestruzzo $\leq c_{cr,N}$;
- $s_{max} = \max(s_1; s_2) \leq s_{cr,N}$



Il valore h'_{ef} è inserito nella formula precedente per la determinazione di $N_{Rk,c}^0$. Nelle formule precedenti relative alla determinazione di $A_{c,N}^0$, $\psi_{s,N}$, $\psi_{sc,N}$ e per la determinazione di $A_{c,N}$ i valori $s'_{cr,N}$ e $c'_{cr,N}$ sono definiti come:

$$s'_{cr,N} = 2 c'_{cr,N} = s_{cr,N} \frac{h'_{ef}}{h_{ef}}$$

4.2.1.1. Rottura del calcestruzzo combinata con sfilamento

La resistenza caratteristica di un ancorante e di un gruppo di ancoranti in caso di rottura del calcestruzzo combinata con lo sfilamento dell'ancoraggio viene calcolata con la seguente formula:

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,Np}$$

La resistenza caratteristica di un singolo ancorante chimico $N_{Rk,p}^0$ non influenzato da ancoranti chimici adiacenti o dai bordi dell'elemento di calcestruzzo è calcolata come segue:

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef}$$

dove:

- $\psi_{sus} = 1$ per $\alpha_{sus} \leq \psi_{sus}^0$
- $\psi_{sus} = \psi_{sus}^0 + 1 - \alpha_{sus}$ per $\alpha_{sus} > \psi_{sus}^0$
- ψ_{sus}^0 Fattore che tiene conto dell'influenza del carico sostenuto sulla forza di aderenza;
- α_{sus} Rapporto tra il valore delle azioni sostenute (che comprende le azioni permanenti e la componente permanente delle azioni variabili) e il valore delle azioni totali considerate dall'USL; nel presente caso, considerando che le azioni applicate sono di tipo "Variabile" tale valore è pari a 0 da cui risulta che $\psi_{sus} = 1$;
- $\tau_{Rk} = \tau_{Rk,cr}$ per calcestruzzo fessurato;
 $\tau_{Rk} = \tau_{Rk,ucr}$ per calcestruzzo non fessurato;

Nota: $\tau_{Rk,cr}$ e $\tau_{Rk,ucr}$ sono indicati nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea e possono dipendere dalla classe di resistenza del calcestruzzo.

L'effetto geometrico dell'interasse assiale e della distanza dal bordo sulla resistenza caratteristica è preso in considerazione dal valore

$$A_{p,N}/A_{p,N}^0$$

dove:

- $A_{p,N}^0 = s_{cr,Np} \cdot s_{cr,Np}$ Area di influenza dell'incollaggio di riferimento di un singolo ancorante;
- $A_{p,N}$ Area d'influenza effettiva, limitata dalla sovrapposizione delle aree degli ancoranti adiacenti ($s \leq s_{cr,Np}$) e dai bordi dell'elemento di calcestruzzo ($c \leq c_{cr,Np}$).
- $s_{cr,Np} = 7,3d (\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk})^{0,5} \leq 3h_{ef}$
 - $\tau_{Rk} = \tau_{Rk,cr}$ per calcestruzzo fessurato;
 - $\tau_{Rk} = \tau_{Rk,ucr}$ per calcestruzzo non fessurato;
- $c_{cr,Np} = s_{cr,Np}/2$

Nota: $A_{p,N}^0$ e $A_{p,N}$ sono calcolati in modo simile all'area di riferimento proiettata $A_{c,N}^0$ e all'area effettivamente proiettata $A_{c,N}$ nel caso di rottura del cono di calcestruzzo. Tuttavia, i valori $s_{cr,N}$ e $c_{cr,N}$ sono sostituiti rispettivamente dai valori $s_{cr,Np}$ e $c_{cr,Np}$.

- $\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1$ Tiene conto di un effetto di gruppo per ancoranti chimici a distanza ravvicinata.

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 - \left(\frac{s}{s_{cr,Np}} \right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rkc}} \right)^{1,5} \geq 1$$

$$\tau_{Rkc} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}}$$

$$k_3 = 7.7 \text{ per calcestruzzo fessurato,}$$

$$k_3 = 11.0 \text{ per calcestruzzo non fessurato.}$$

Nota: Nel caso di interasse disuguale verrà utilizzato il valore medio dell'interasse.

- $\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \left(\frac{c}{c_{cr,Np}} \right) \leq 1$ Tiene conto della distorsione della distribuzione delle sollecitazioni nel calcestruzzo a causa della vicinanza di un bordo dell'elemento in calcestruzzo. Per

fissaggi con varie distanze dal bordo verrà inserita la distanza minima dal bordo c nella seguente formula.

- $\psi_{re,N} = 0,5 + \frac{h_{ef}}{200} \leq 1$ Fattore di spalling della parete esterna $\psi_{re,N}$ si applica quando $h_{ef} < 100\text{mm}$ e spiega l'effetto dell'armatura densa tra cui è installato l'ancorante.
- $\psi_{ec,Np} = \frac{1}{(1 + 2 \cdot (e_N / s_{cr,Np}))} \leq 1$ Tiene conto di un effetto di gruppo quando diversi carichi di trazione agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo.

Nota: In caso di eccentricità in due direzioni, $\psi_{ec,Np}$ è determinato separatamente per ciascuna direzione ed il prodotto di entrambi i fattori sarà l'effettivo $\psi_{ec,Np}$.

4.2.1.2. Rottura per splitting (spacco) del calcestruzzo

La resistenza caratteristica di un ancorante o di un gruppo di ancoranti in caso di rottura per splitting del calcestruzzo deve essere calcolata secondo la seguente formula:

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

dove:

- $N_{RK,sp}^0$ Indicato nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea;
- $A_{c,N}$, $A_{c,N}^0$, $\psi_{s,N}$, $\psi_{re,N}$, $\psi_{ec,N}$ Sono calcolati secondo le modalità indicate nel paragrafo dedicato alla resistenza a rottura troncoconica del cls, tuttavia i valori $c_{cr,N}$ ed $s_{cr,N}$ devono essere sostituiti rispettivamente da $c_{cr,sp}$ $s_{cr,sp}$ che corrispondono allo spessore minimo dell'elemento h_{min} .
- $\psi_{h,sp}$ Tiene conto dell'influenza dello spessore effettivo dell'elemento h sulla resistenza dello splitting mediante la seguente formula.

$$\psi_{h,sp} = \left(\frac{h}{h_{min}} \right)^{2/3} \leq \max \left\{ 1; \left(\frac{h_{ef} + 1,5 c_1}{h_{min}} \right)^{2/3} \right\} \leq 2$$

Se nella pertinente Specifica tecnica di prodotto europea $c_{cr,sp}$ è indicato per più di uno spessore minimo dell'elemento h_{min} , lo spessore minimo dell'elemento corrispondente a $c_{cr,sp}$ sarà inserito nella precedente formula.

In particolare, nella presente progettazione il valore viene calcolato in modo conservativo come

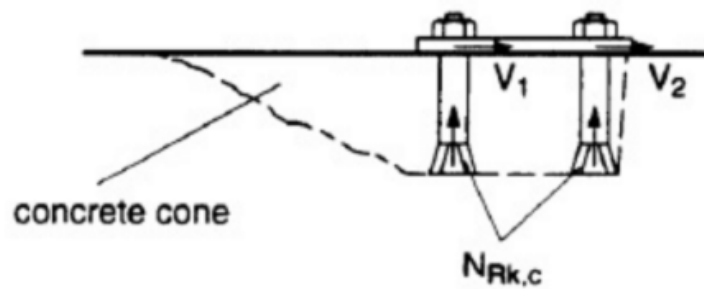
$$N_{Rk,sp}^0 = \{ N_{Rk,p}^0; N_{Rk,c}^0 \}$$

con:

- $N_{Rk,p}$ Resistenza caratteristica a pull-out degli ancoraggi meccanici post-inseriti sostituita da $N_{Rk,p}^0$ nel caso di ancoraggi chimici;
- $N_{Rk,c}$ Resistenza caratteristica a "Rottura del cono del calcestruzzo" valutata come indicato precedentemente con la seguente formula $N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$

4.2.1.3. Criterio di Verifica Pry-Out dell'ancoraggi

Gli ancoranti possono rompersi a causa di una rottura per pry-out del calcestruzzo sul lato opposto alla direzione di carico.



La corrispondente resistenza caratteristica nel caso di ancoraggi meccanici è calcolata ome segue:

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot N_{Rk,c}$$

dove:

- k_8 Fattore da prendere dalla pertinente Specifica tecnica di prodotto europea,
- $N_{Rk,c}$ Resistenza a rottura troncoconica del cls.

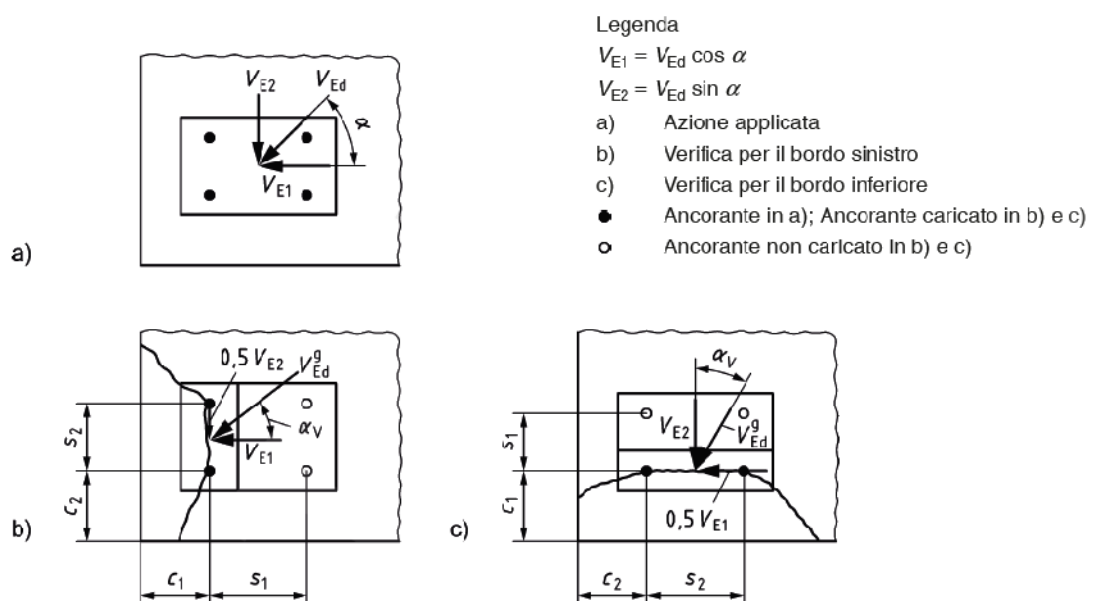
Nel caso di ancoraggi chimici, invece:

dove:

- $N_{Rk,p}$ Resistenza a rottura del cls combinata allo sfilamento dell'ancoraggio.

4.2.1.4. Criterio di Verifica a rottura dei Bordi del supporto dell'ancoraggio

Per la verifica della rottura del bordo del calcestruzzo si utilizzano solo gli ancoranti più vicini al bordo. Per fissaggi con più di un bordo la verifica è effettuata per tutti i bordi.



La resistenza caratteristica $V_{Rk,c}$ di un gruppo di ancoranti caricati verso il bordo è:

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c}^0 \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{\alpha,V} \cdot \psi_{rs,V}$$

Il valore iniziale della resistenza caratteristica di un ancorante caricato perpendicolarmente al bordo è calcolato come:

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5}$$

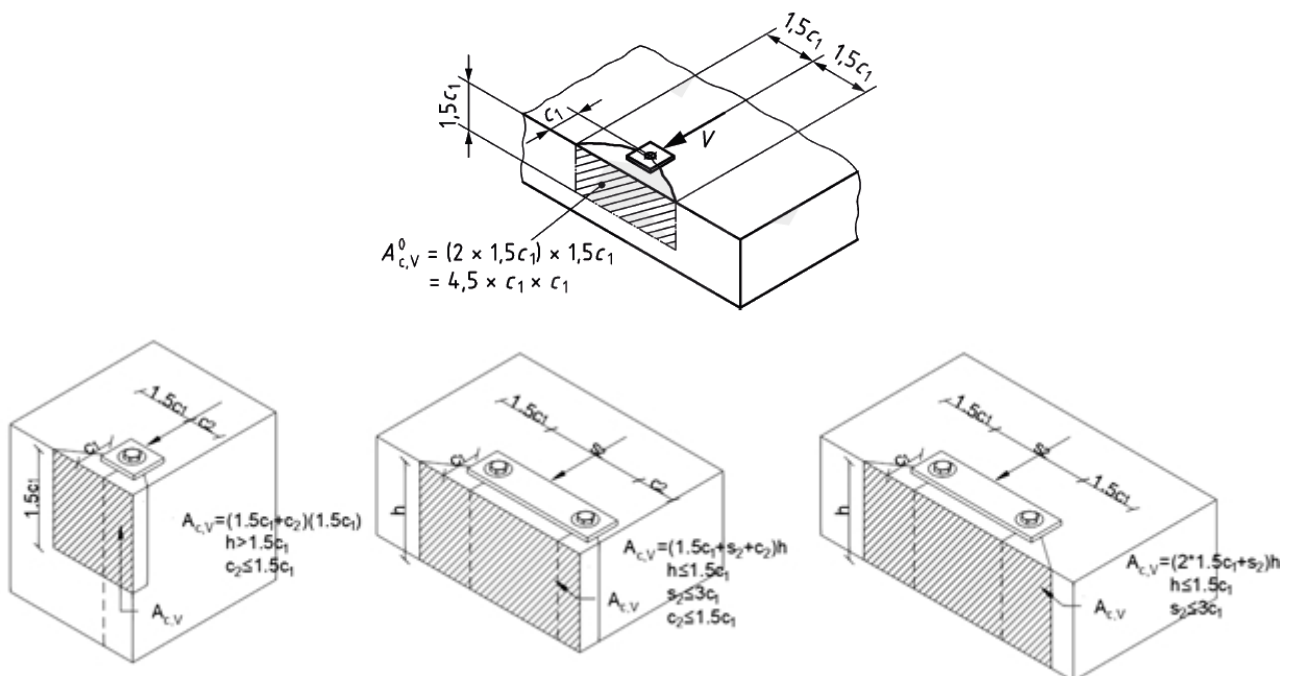
con:

- $k_g = 1,7$ per calcestruzzo fessurato,
- $k_g = 2,4$ per calcestruzzo non fessurato;
- $\alpha = 0,1 \left(\frac{l_f}{c_1} \right)^{0,5}$
- $\beta = 0,1 \left(\frac{d_{nom}}{c_1} \right)^{0,2}$

$l_f = h_{ef}$ in caso di diametro uniforme del gambo dell'ancorante munito di testa e di un diametro uniforme dell'ancorante post-inserito.

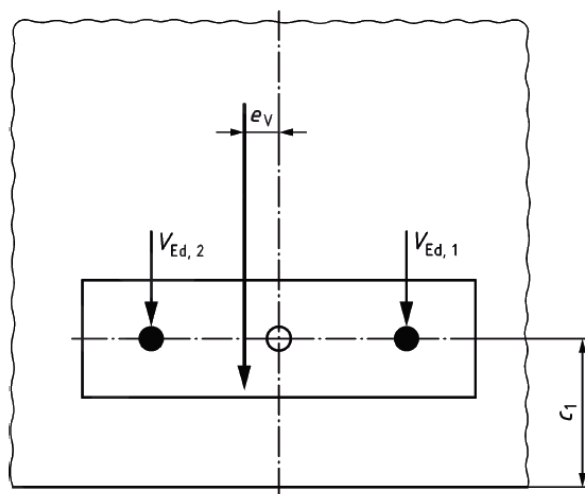
Il rapporto $A_{c,V}/A_{c,V}^0$ tiene conto dell'effetto geometrico dell'interasse e di ulteriori distanze dai bordi e dell'effetto dello spessore dell'elemento di calcestruzzo sulla resistenza caratteristica.

- $A_{c,V}^0 = 4,5 c_1^2$ area di proiezione di riferimento, vedere figura seguente;
- $A_{c,V}$ area del corpo di rottura di calcestruzzo idealizzato, limitata dai coni di calcestruzzo sovrapposti degli ancoranti adiacenti ($s \leq 3c_1$), nonché dai bordi paralleli alla direzione di carico assunta ($c_2 \leq 1,5c_1$) e dallo spessore dell'elemento ($h < 1,5c_1$). Nelle seguenti immagini sono riportati alcuni esempi di calcolo di $A_{c,V}$.



- $\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5c_1} \leq 1$ Tiene conto della distorsione della distribuzione delle sollecitazioni nel calcestruzzo dovute ad altri bordi dell'elemento di calcestruzzo sulla resistenza al taglio. Per fissaggi sudue bordi paralleli alla direzione di applicazione del carico , si usa il valore minore di tali distanze dal bordo per c_2 nella seguente formula.

- $\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5c_1}{h} \right)^{0,5} \geq 1$ Tiene conto del fatto che la resistenza del bordo del calcestruzzo non decresce proporzionalmente allo spessore dell'elemento come assunto dal rapporto $A_{c,V}/A_{c,V}^0$.
- $\psi_{e,V} = \frac{1}{1 + 2 \cdot e_V/(3c_1)} \geq 1$ Tiene conto di un effetto di gruppo quando carichi di taglio diversi agiscono sui singoli ancoranti di un gruppo del fatto che la resistenza, tale valore a vantaggio di sicurezza è posto pari a 1.
 - e_V eccentricità del carico di taglio risultante che agisce sugli ancoranti rispetto al baricentro degli ancoranti caricati a taglio.
- $\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0,5 \sin \alpha_V)^2}} \geq 1$ Tiene in conto dell'influenza di un carico di taglio inclinato sul bordo in fase di valutazione della resistenza del bordo del calcestruzzo.
 - α_V è l'angolo compreso tra un carico di taglio di progetto V_{Ed} (singolo ancorante) o V_{Ed}^g (gruppo di ancoranti) e una retta perpendicolare al bordo verificato, $0^\circ \leq \alpha_V \leq 90^\circ$.



- $\psi_{re,V}$ tiene conto dell'effetto dell'armatura situata sul bordo
 - $\psi_{re,V}=1,0$ Attacco nel calcestruzzo non fessurato e attacco nel calcestruzzo fessurato senza armatura o staffe del bordo.

4.3.Criteri di verifica per i collegamenti Acciaio – Muratura

4.3.1.Unione Ancorata Post-Istallata

Vengono di seguito esplicitate le modalità di calcolo delle resistenze associate alla singola tipologia di collasso. Al fine delle verifiche saranno confermati i risultati delle seguenti disuguaglianze:

	Ancoraggio singolo
Collasso per sfilamento	$N_{sd} \leq N_{Rk,p}/\gamma_{Mm}$
Collasso per Pull Out One Brick Failure	$N_{sd} \leq N_{Rk,pb}/\gamma_{Mm}$
Collasso per Brick Edge Failure	$V_{sd} \leq V_{Rk,c}/\gamma_{Mm}$
Collasso per Pushing Out Brick	$V_{sd} \leq V_{Rk,pb}/\gamma_{Mm}$

4.3.1.1.Criterio di Verifica per Sfilamento

In caso di collasso per sfilamento, la resistenza caratteristica dell'ancoraggio $N_{Rk,p}$ viene fornita nella relativa ETA.

4.3.1.2.Criterio di Verifica per Pull Out One Brick Failure

In caso di Verifica Pull Out of One Brick, la resistenza $N_{Rk,pb}$ è calcolata come segue:

MURATURA A SECCO

$$N_{Rk,pb} = 2 \cdot l_{brick} \cdot b_{brick} (0.5f_{vko} + 0.4\sigma_d)$$

MURATURA CON MALTA

$$N_{Rk,pb} = 2 \cdot l_{brick} \cdot b_{brick} (0.5f_{vko} + 0.4\sigma_d) + b_{brick} \cdot h_{brick} \cdot f_{vko}$$

Con

- l_{brick} lunghezza del mattone;
- b_{brick} larghezza del mattone;
- h_{brick} altezza del mattone;
- σ_d tensione di compressione perpendicolare alla direzione del taglio;
- f_{vko} resistenza caratteristica della muratura ricavata dalla tabella a seguire

Tipo di blocco	Tensione della malta	$f_{vko} [N/mm^2]$
Mattone pieno	Da M2,5 a M9	0.2
	Da M10 a M20	0.3
Altri tipi	Da M2,5 a M9	0.15
	Da M10 a M20	0.2

Se il giunto della muratura non è visibile “muratura intonacata” le resistenza caratteristiche $N_{Rk,pb}$ viene ridotta del fattore $\alpha_j = 0.75$.

4.3.1.3.Criterio di Verifica per Brick Edge Failure

La resistenza caratteristica di un ancoraggio nel caso di collasso dei bordi del blocco $V_{Rk,c}$ viene così valutata:

$$V_{Rk,c} = k \cdot \sqrt{d_{nom}} \cdot (h_{nom}/d_{nom})^{0.2} \sqrt{f_b} \cdot c_1^{1.5}$$

Con:

- $k = 0.25$ se la direzione del carico è ortogonale agli spigoli liberi;
- $k = 0.45$ se la direzione del carico è parallela agli spigoli liberi;
- $c_1 \geq c_{min}$ minor distanza rispetto al bordo.

NB.: Se il carico è ortogonale ai bordi liberi e la muratura è di tipo “a secco”, allora vanno considerate condizioni dimensionali aggiuntive: $c_1 \leq h/1.5$ $c_1 \leq h_{brick} / 3$

- d_{nom} diametro dell'ancoraggio;
- h_{nom} profondità effettiva di ancoraggio;
- f_b resistenza media a compressione della muratura.

4.3.1.4. Criterio di Verifica per Pushing Out Brick

In caso di Verifica per Pushing Out Brick, la resistenza caratteristica $V_{Rk,pb}$ è calcolata come segue:

$$V_{Rk,pb} = (2 \cdot l_{brick} \cdot b_{brick}) \cdot (0.5f_{vko} + 0.4\sigma_d)$$

Con

- l_{brick} lunghezza del mattone;
- b_{brick} larghezza del mattone;
- σ_d tensione di compressione perpendicolare alla direzione del taglio;
- f_{vko} resistenza caratteristica della muratura ricavata dalla tabella a seguire

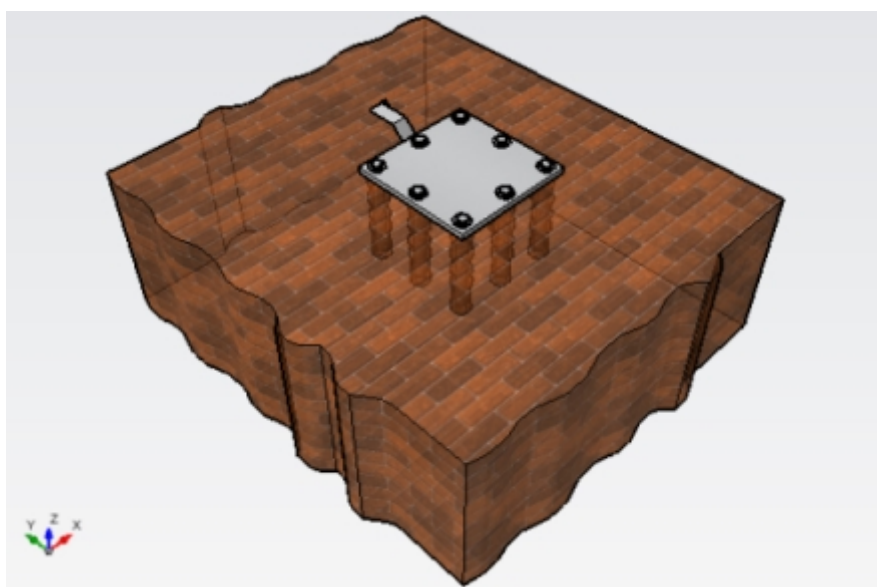
Tipo di blocco	Tensione della malta	$f_{vko} [N/mm^2]$
Mattone pieno	Da M2,5 a M9	0.2
	Da M10 a M20	0.3
Altri tipi	Da M2,5 a M9	0.15
	Da M10 a M20	0.2

5.VERIFICHE PER GLI ANCORAGGI IN COPERTURA

5.1.Supporto Muratura - unione ancorata Post-Installata - wizard 1

Vengono, di seguito riportate le verifiche per la connessione rappresentata nella seguente figura:

Supporto Muratura - unione ancorata Post-Installata - wizard 1



Modello di calcolo

PIASTRA BASE ANCORATA



DIMENSIONE PIASTRA BASE SUPERIORE

B	=	244	[mm]
H	=	244	[mm]
s	=	12	[mm]

COORDINATE

x1	=	22	[mm]
y1	=	22	[mm]
x2	=	100	[mm]
y2	=	100	[mm]

ANCORAGGIO					
	Diametro		=	18	[mm]
	Profondità di infissione	heff	=	180	[mm]
	Resistenza allo sfilamento "Pull-Out"	NRkP	=	5	[kN]
	SIGILLATURA MALTA ☒				

Vengono riportate nel seguito le azioni di progetto, utilizzate per il calcolo delle sollecitazioni da applicare all'unione.

AZIONI					
	Valore caratteristico	F	=	15	[kN]
	Quota di Applicazione	H	=	0	[m]
	Coefficiente di sicurezza	γ	=	2	[-]
	Inclinazione	α	=	90	[-]
	Inclinazione	β	=	14	[-]

SOLLECITAZIONI					
	Sforzo Normale	N	=	29,11	[kN]
	Taglio lungo l'asse X	Vx	=	0	[kN]
	Taglio lungo l'asse Y	Vy	=	7,26	[kN]
	Momento lungo l'asse X	Mx	=	0	[kNm]
	Momento lungo l'asse Y	My	=	0	[kNm]

5.1.1.Verifica Connettori

ID	FvEd	FvRd	FtEd	FtRd	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
1	0,91	48,86	3,64	73,29	Verificato
2	0,91	48,86	3,64	73,29	Verificato
3	0,91	48,86	3,64	73,29	Verificato
4	0,91	48,86	3,64	73,29	Verificato
5	0,91	48,86	3,64	73,29	Verificato
6	0,91	48,86	3,64	73,29	Verificato
7	0,91	48,86	3,64	73,29	Verificato
8	0,91	48,86	3,64	73,29	Verificato

Con:

- ID Numero identificativo del Connettore Considerato;
- F_{vEd} Sforzo di Taglio sul singolo Connettore;
- F_{vRd} Capacità a Taglio del singolo Connettore;
- F_{tEd} Sforzo di Normale sul singolo Connettore;
- F_{tRd} Capacità a Sforzo di Normale del singolo Connettore;
- Verifica Esito della verifica.

5.1.2.Verifica Piastra di Base

ID	FvEd	FbRd	FtEd	BpRd	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
1	0,91	62,54	3,64	202,31	Verificato
2	0,91	62,54	3,64	202,31	Verificato
3	0,91	62,54	3,64	202,31	Verificato
4	0,91	62,54	3,64	202,31	Verificato
5	0,91	128,46	3,64	202,31	Verificato
6	0,91	128,46	3,64	202,31	Verificato
7	0,91	128,46	3,64	202,31	Verificato
8	0,91	128,46	3,64	202,31	Verificato

Con:

- ID Numero identificativo del Connettore Considerato;
- F_{vEd} Sforzo di Taglio sul singolo Connettore;
- F_{bRd} Capacità a Rifollamento della Piastra;
- F_{tEd} Sforzo di Normale sul singolo Connettore;
- B_{pRd} Capacità a Punzonamento della Piastra;
- Verifica Esito della verifica.

5.1.3.Verifica del Supporto in Muratura

5.1.3.1. Verifica Pull Out

ID	FtEd	NRd	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[-]
1	3,64	4	Verificato
2	3,64	4	Verificato
3	3,64	4	Verificato
4	3,64	4	Verificato
5	3,64	4	Verificato
6	3,64	4	Verificato
7	3,64	4	Verificato
8	3,64	4	Verificato

Con:

- ID Numero identificativo del Connettore Considerato;
- F_{tEd} Sforzo di Normale sul singolo Connettore;
- N_{Rdp} Capacità a Pull Out dell'ancoraggio;
- Verifica Esito della verifica.

5.1.3.2. Verifica Sfilamento of One Brick

ID	FtEd	Nrdpb	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[-]
1	3,64		Verificato
2	3,64		Verificato
3	3,64		Verificato
4	3,64		Verificato

5	3,64		Verificato
6	3,64		Verificato
7	3,64		Verificato
8	3,64		Verificato

Con:

- ID Numero identificativo del Cono di Rottura;
- F_{tEd} Sforzo di Normale sul singolo Connettore;
- N_{Rdpb} Capacità nei confronti dello sfilamento del Blocco;
- Verifica Esito della verifica.

5.1.3.3. Verifica Brick-Edge Failure

VERIFICA DIREZIONE X

ID	FtEd	VRdc	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[-]
1	0	45,67	Verificato
2	0	45,67	Verificato
3	0	45,67	Verificato
4	0	45,67	Verificato
5	0	45,67	Verificato
6	0	45,67	Verificato
7	0	45,67	Verificato
8	0	45,67	Verificato

VERIFICA DIREZIONE Y

ID	FtEd	VRdc	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[-]
1	0,91	∞	Verificato
2	0,91	∞	Verificato
3	0,91	∞	Verificato
4	0,91	∞	Verificato
5	0,91	∞	Verificato
6	0,91	∞	Verificato

7	0,91	∞	Verificato
8	0,91	∞	Verificato

Con:

- ID Numero identificativo del connettore;
- F_{vEd} Sforzo di Taglio sul singolo Connettore;
- V_{Rdc} Capacità nei confronti del possibile Brick-Edge Failure;
- Verifica Esito della verifica.

5.1.3.4. Verifica Pushing Out of Brick

ID	FvEd	VRdpb	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[-]
1	0,91	12	Verificato
2	0,91	12	Verificato
3	0,91	12	Verificato
4	0,91	12	Verificato
5	0,91	12	Verificato
6	0,91	12	Verificato
7	0,91	12	Verificato
8	0,91	12	Verificato

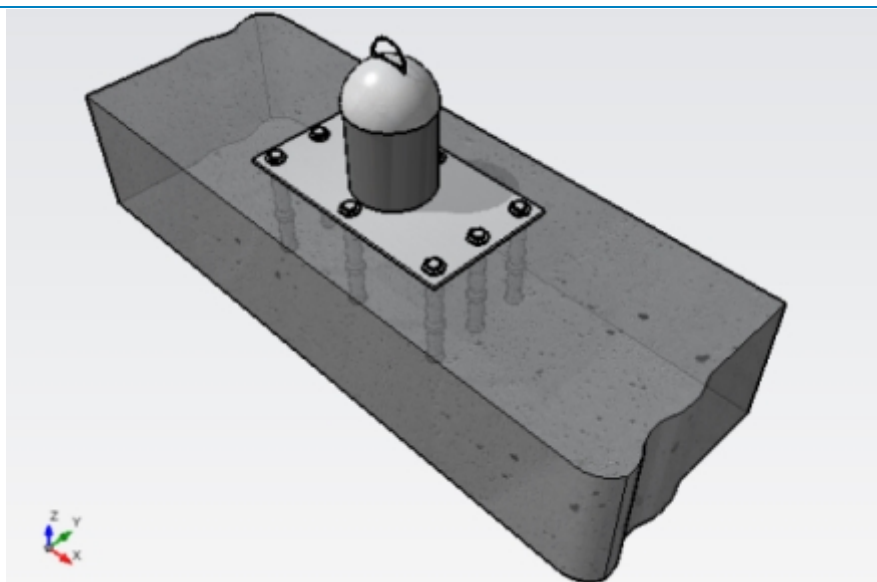
Con:

- ID Numero identificativo del connettore;
- F_{vEd} Sforzo di Taglio sul singolo Connettore;
- V_{Rdpb} Capacità nei confronti del possibile Pushing Out of Brick;
- Verifica Esito della verifica.

5.2.Supporto CLS - unione ancorata Post-Installata- wizard 2

Vengono, di seguito riportate le verifiche per la connessione rappresentata nella seguente figura:

Supporto CLS - unione ancorata Post-Installata- wizard 2



Modello di calcolo

PIASTRA BASE ANCORATA

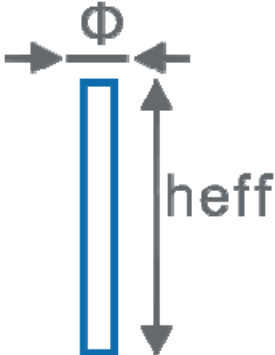


DIMENSIONE PIASTRA BASE SUPERIORE

B	=	344	[mm]
H	=	194	[mm]
s	=	6	[mm]

COORDINATE

y1	=	22	[mm]
y2	=	75	[mm]
x1	=	22	[mm]
x2	=	150	[mm]

ANCORAGGIO					
	Diametro		=	16	[mm]
	Profondità di infissione	heff	=	150	[mm]
	Altezza minima Cls	hmin	=	200	[mm]
	Diametro foro	d0	=	18	[mm]
	Diametro testa	Dtesta	=	24	[mm]
	Distanza minima dal bordo	Ccr,N	=	80	[mm]
	Distanza minima dal bordo	Ccr,Sp	=	80	[mm]
	Chimico				
ANCORAGGIO CHIMICO					
	Resistenza Caratteristica di adesione	τ_{Rk}	=	6	[Mpa]

Vengono riportate nel seguito le azioni di progetto, utilizzate per il calcolo delle sollecitazioni da applicare all'unione.

AZIONI					
	Valore caratteristico	F	=	12,5	[kN]
	Quota di Applicazione	H	=	0,5	[m]
	Coefficiente di sicurezza	γ	=	2	[-]
	Inclinazione	α	=	12,5288077091 515	[-]
	Inclinazione	β	=	90	[-]

SOLLECITAZIONI					
	Sforzo Normale	N	=	0	[kN]
	Taglio lungo l'asse X	Vx	=	24,4	[kN]
	Taglio lungo l'asse Y	Vy	=	5,42	[kN]
	Momento lungo l'asse X	Mx	=	2,71	[kNm]
	Momento lungo l'asse Y	My	=	12,2	[kNm]

5.2.1.Verifica Connettori

ID	FvEd	FvRd	FtEd	FtRd	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
1	3,13	38,6	19,73	57,91	Verificato
2	3,13	38,6	5,75	57,91	Verificato
3	3,13	38,6	0	57,91	Verificato
4	3,13	38,6	13,97	57,91	Verificato
5	3,13	38,6	8,3	57,91	Verificato
6	3,13	38,6	2,55	57,91	Verificato
7	3,13	38,6	15,23	57,91	Verificato
8	3,13	38,6	1,26	57,91	Verificato

Con:

- ID Numero identificativo del Connettore Considerato;
- F_{vEd} Sforzo di Taglio sul singolo Connettore;
- F_{vRd} Capacità a Taglio del singolo Connettore;
- F_{tEd} Sforzo di Normale sul singolo Connettore;
- F_{tRd} Capacità a Sforzo di Normale del singolo Connettore;
- Verifica Esito della verifica.

5.2.2.Verifica Piastra di Base

ID	FvEd	FbRd	FtEd	BpRd	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[-]
1	3,13	55,32	19,73	78,17	Verificato
2	3,13	55,32	5,75	78,17	Verificato
3	3,13	55,32	0	78,17	Verificato
4	3,13	55,32	13,97	78,17	Verificato
5	3,13	97,75	8,3	78,17	Verificato

6	3,13	97,75	2,55	78,17	Verificato
7	3,13	55,32	15,23	78,17	Verificato
8	3,13	55,32	1,26	78,17	Verificato

Con:

- ID Numero identificativo del Connettore Considerato;
- F_{vEd} Sforzo di Taglio sul singolo Connettore;
- F_{bRd} Capacità a Rifollamento della Piastra;
- F_{tEd} Sforzo di Normale sul singolo Connettore;
- B_{pRd} Capacità a Punzonamento della Piastra;
- Verifica Esito della verifica.

5.2.3.Verifica del Supporto in Cls

5.2.3.1. Verifica Rottura Tronco-Conica

ID	NEd	NRdc	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[-]
0	66,79	305,75	Verificato

Con:

- ID Numero identificativo del Cono di Rottura;
- NEd Sforzo Normale sul singolo Cono di Rottura;
- NRdc Capacità nei confronti della rottura troncoconica del cls;
- Verifica Esito della verifica.

5.2.3.2. Verifica Pull Out

ID	NEd	NRdp	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[-]
0	8,3	36,65	Verificato
1	2,55	36,65	Verificato
2	48,93	83,72	Verificato
3	7,01	83,72	Verificato

Con:

- ID Numero identificativo del Connettore Considerato;
- NEdp Sforzo Normale sul singolo Connettore per ancoraggi meccanici o sforzo di gruppo per ancoraggi chimici;

- NRdp Capacità a Pull Out dell'ancoraggio per ancoraggi meccanici o del gruppo di ancoraggi per ancoraggi chimici;
- Verifica Esito della verifica.

5.2.3.3. Verifica Splitting Failure

ID	NEd	NRdSp	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[-]
0	66,79	168	Verificato

Con

- ID Numero identificativo del Cono di Rottura;
- NEd Sforzo Normale sul singolo Cono di Rottura;
- NRdSp Capacità a Splitting del Cono di Rottura;
- Verifica Esito della verifica.

5.2.3.4. Verifica Pry-Out

ID	FvEd	VRdcp	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[-]
0	25	36,65	Verificato

Con:

- ID Numero identificativo del Cono di Rottura;
- FvEd Sforzo di Taglio sul singolo Cono di Rottura;
- VRdcp Capacità a Pry-Out del Cono di Rottura;
- Verifica Esito della verifica.

5.2.3.5. Verifica Edge Failure

VERIFICA DIREZIONE X

ID	FvEd	VRdp	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[-]
0	9,15	∞	Verificato

VERIFICA DIREZIONE Y

ID	FvEd	VRdp	Verifica
[-]	[kN]	[kN]	[-]
0	2,03	25,32	Verificato

Con:

- ID Numero identificativo del possibile Angolo di Rottura;

- FvEd Sforzo di Taglio sul possibile Angolo di Rottura;
- VRdp Capacità nei confronti della rottura laterale del CIs;
- Verifica Esito della verifica.

6.CONCLUSIONI

Il progetto è stato redatto in conformità alle vigenti normative così come illustrato nel paragrafo dedicato *“Norme specifiche”*.

Le analisi condotte confermano che tutte le verifiche prescritte risultano soddisfatte, ovvero, le strutture soddisfano i requisiti di sicurezza prescritti.

In fede

Ingegnere Nunziante Vitale