



# COMUNE DI NEMBRO

Provincia di Bergamo

Committente: Amministrazione Comunale

## REGIMAZIONE IDRAULICA BACINO DI PIAZZO CON INTERVENTI DI CANALIZZAZIONE SUPERFICIALE

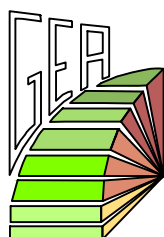
*TITOLO ELABORATO*

### RELAZIONE DI CALCOLO

N. PRATICA	TIPOLOGIA	FASE PROG.	SCALA	ELABORATO
22_074	PROG	DEFINITIVO - ESECUTIVO	-	<b>C1</b>

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE
0	Maggio 2023	Prima emissione
1	-	-
2	-	-
3	-	-

PROGETTISTI



Studio G.E.A.

24020 RANICA (Bergamo)  
Via Patta, 30/D  
Telefono e Fax: 035.340112  
E - Mail: [gea@mediacom.it](mailto:gea@mediacom.it)

Collaborazione al progetto: Ing. Mirco Perico

Dott. Geol. SERGIO GHILARDI  
iscritto all' O.R.G. della Lombardia n. 258



Dott. Ing. FRANCESCO GHILARDI  
iscritto Ord. Ing. Prov. BG n. 3057



## **SOMMARIO**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>6</b>
<b>4. MODALITA' DELLA VERIFICA GEOTECNICA .....</b>	<b>7</b>
<b>5. MODELLO GEOTECNICO DEL SUBSTRATO .....</b>	<b>10</b>
<b>6. DETERMINAZIONE DEI CARICHI DI PROGETTO .....</b>	<b>11</b>
<b>7. COMBINAZIONE DI CARICO.....</b>	<b>13</b>
<b>8. VITA NOMINALE .....</b>	<b>14</b>
<b>9. CENNI TEORICI SUL DIMENSIONAMENTO ELEMENTI DI FONDAZIONE E ANCORAGGI.....</b>	<b>15</b>
<b>9.1.Portata limite di aderenza nucleo terreno degli elementi di fondazione e ancoraggio.....</b>	<b>15</b>
<b>9.2.Verifica a scorrimento sezione del cavallotto in fune - nucleo iniettato</b>	<b>16</b>
<b>9.3.Verifica resistenza ancoraggio in fune di acciaio spiroidale.....</b>	<b>17</b>
<b>10. VERIFICA FONDAZIONI STRUTTURE.....</b>	<b>18</b>
<b>10.1. Verifica ancoraggio.....</b>	<b>18</b>
<b>11. COLLAUDI E CONTROLLI.....</b>	<b>19</b>



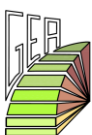
## 1. PREMESSA

La presente relazione viene redatta per definire il dimensionamento delle fondazioni della barriera elastica contro le colate detritiche (rete debris flow) prevista da progetto.

Si provvede in questa sede alla verifica del sistema di fondazione e di ancoraggio di una barriera elastica contro le colate detritiche modello tipo “Geobrug” VX080L.

Tale scelta deriva dal fatto che la struttura dovrà di per se essere certificata e pertanto l'appaltatore dovrà necessariamente realizzarla secondo gli schemi di montaggio forniti dalla casa produttrice.

La struttura (kit) nuova di fabbrica dovrà essere in possesso di marcatura CE e relativa Dichiarazione di Prestazione (DOP) emessa in conformità alla Valutazione Tecnica Europea (ETA) rilasciata nel rispetto dell'European Assessment Document (EAD) 340020-00-0106, o, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Valutazione Tecnica (CVT), rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio superiore dei Lavori Pubblici, che ne attestino la conformità all'uso ed ai livelli prestazionali minimi sopra indicati, come prescritto dalle N.T.C. (D.M. 17/01/2018) per tutti i prodotti da costruzione per uso strutturale.



---

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

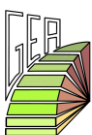
Per il dimensionamento degli elementi resistenti della barriera e delle sue fondazioni e ancoraggi, si fa specifico

riferimento alla seguente normativa:

- **D.M. 17/01/2018** - “Norme tecniche per le costruzioni”;
- **Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.** – “Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al D.M. 17.01.2018;
- **European Assessment Document EAD 340059-00-0106.** July 2018. Falling Rock Protection kits (Ex ETAG 27. Guideline for European Technical Approval of Falling Rock Protection Kits – Edition September 2012 – Amended April 2013 – EOTA – European Organisation for Technical Approvals);
- **UNI EN 1993-1-11** – Eurocodice 3. Progettazione delle strutture in acciaio;
- **UNI EN 10025.** Prodotti laminati a caldo in acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;
- **UNI EN 10218-2.** Filo di acciaio e relativi prodotti;
- **UNI EN 10244-2.** Fili e prodotti trafilati di acciaio. Rivestimenti metallici non ferrosi sui fili di acciaio. Parte 2: Rivestimenti di zinco o di leghe di zinco;
- **UNI EN 10264-1.** Fili e prodotti trafilati in acciaio. Filo di acciaio per funi. Requisiti generali;
- **UNI EN 10264-2.** Fili e prodotti trafilati in acciaio. Filo di acciaio per funi. Filo di acciaio non legato trafilato a freddo per funi per applicazioni generali;
- **UNI EN 12385-1.** Funi in acciaio. Sicurezza. Parte 1: Requisiti generali;
- **UNI EN 12385-4.** Funi in acciaio. Sicurezza. Parte 4: Funi a trefoli per usi generali nel sollevamento;
- **UNI EN 12385-10.** Funi in acciaio. Sicurezza. Parte 10: Funi spiriodali per usi strutturali generali
- **UNI EN 10223-3.** Fili e prodotti di acciaio per recinzioni. Reti in acciaio a maglie esagonali per impieghi industriali;



- **EN 10218-2.** Wire dimensions and tolerances;
- **EN 10244-2.** Steel wire and wire products – Non-ferrous metallic coatings on steel wire – Zinc or zinc alloy coatings;
- **EN 10204.** Metallic products. Types of inspection documents;
- **UNI EN 10219.** Profilati cavi saldati formati a freddo per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura;
- **UNI 5397.** Prodotti finiti d'acciaio laminati a caldo – Travi HE ad ali larghe parallele – Dimensioni e Tolleranze;
- **EN ISO 5817.** Welding. Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded). Quality levels for imperfections;
- **EN 22768-1.** General tolerances. Part 1: Tolerances for linear and angular dimensions without individual tolerance indications;
- **EN ISO 1461.** Hot dip galvanized coatings on fabricated iron and steel articles - Specifications and test methods.
- **EN 13411-5.** Terminations for steel wire ropes - Safety - Part 5: U-bolt wire rope grips;
- **UNI EN 10130.** Prodotti piani laminati a freddo, di acciaio a basso tenore di carbonio per imbutitura o piegamento a freddo - Condizioni tecniche di fornitura;
- **EN 13889.** Forged steel shackles for general lifting purposes – Dee shackles and bow shackles – Grade 6: Safety;
- **EN ISO 4042.** Fasteners – Electroplated coatings;
- **UNI EN 13411-1.** Estremità per funi in acciaio. Redance per brache a fune d'acciaio;
- **UNI EN 13411-3.** Terminations for steel wire ropes - Safety - Part 3: Ferrules and ferrule securing;
- **UNI EN 1090-1.** Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 1: Requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali;
- **UNI EN 1090-2.** Esecuzione di strutture di acciaio e di alluminio - Parte 2: Requisiti tecnici per strutture di acciaio;



- **UNI 11214-4:2012** – Opere di difesa dalla caduta massi – Parte 4: Progetto Definitivo ed Esecutivo.

Si sono inoltre seguite le indicazioni da testi specializzati quali:

- AICAP - Ancoraggi nei terreni e nelle rocce: raccomandazioni (edizione 2012)

Il calcolo e la verifica degli elementi costruttivi sono condotti secondo gli usuali metodi della Scienza delle Costruzioni. Tenuto conto delle caratteristiche prestazionali delle strutture delle barriere paramassi, le verifiche sono eseguite allo stato limite ultimo



### 3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

I materiali utilizzati devono essere conformi alle caratteristiche fisico-meccaniche previste dalle normative vigenti ed indicate nei riferimenti del paragrafo precedente. Si riportano in questa sede, per semplicità, le sole caratteristiche di resistenza dei materiali:

#### **Acciaio per profilati, piastre del tipo S355 EN 10025 e tubi del tipo S355 EN 10219**

Tensione caratteristica a rottura dell'acciaio	$f_{tka} = 5100 \text{ daN/cm}^2$
Tensione caratteristica a snervamento dell'acciaio	$f_{yka} = 3550 \text{ daN/cm}^2$
Coefficiente di sicurezza	$\gamma_M = 1.05$
Resistenza di calcolo dell'acciaio = $f_{yka} / \gamma_M =$	$f_{yda} = 3381 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza di taglio acciaio = $f_{yka} / \sqrt{3} \gamma_M =$	$f_{vda} = 1952 \text{ daN/cm}^2$
Modulo elastico dell'acciaio	$E = 2.06 \text{ E}+06 \text{ daN/cm}^2$

#### **Ancoraggio in acciaio spiroidale (classe 1770 N/mm<sup>2</sup> – UNI EN 12385/10)**

Carico di rottura caratteristico	$R_k = 550.0 \text{ KN}$
Coefficiente di sicurezza	$\gamma_M = 1.15$
Carico di rottura di progetto	$R_k = 400.0 \text{ KN}$

#### **Miscela cementizia per iniezioni Rck 30 MPa (Classe C25/30) o superiore**

Confezionata con cemento tipo 325 o superiore, eventuale utilizzo di additivo antiritiro e/o fluidificanti secondo indicazioni della D.L., metodo iniezione di calcolo IGU

Rapporto acqua cemento	$a/c = 0.50-0.60$
Resistenza cubica a compressione caratteristica	$R_{ck} = 300 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza monoassiale per carichi di breve durata	$f_{ck} = 249 \text{ daN/cm}^2 = 0.83 R_{ck}$
Coefficiente di sicurezza	$\gamma_m = 1.50$
Resistenza caratteristica di aderenza	$f_{bk} = 40.3 \text{ daN/cm}^2$
Resistenza di calcolo di aderenza	$f_{bd} = 26.9 \text{ daN/cm}^2$



#### 4. MODALITA' DELLA VERIFICA GEOTECNICA

La verifica geotecnica delle strutture di fondazione è stata eseguita allo SLU nel rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC2018 utilizzando i seguenti dati:

- caratteristiche geologico  
tecniche del substrato
  - poiché non è stato possibile realizzare prove e test in situ a supporto della fase di progetto esecutivo, i parametri caratterizzanti il substrato sono stati desunti dalle risultanze e dagli approfondimenti geologico tecnici di cui al relativo elaborato facente parte della documentazione di progetto.
- sollecitazioni agenti sugli ancoraggi
  - i valori delle sollecitazioni agenti sulle strutture di fondazione, vengono definiti dalla Ditta Fornitrice delle barriere paramassi.





Secondo quanto previsto dalle Norme Tecniche D.M. 17/01/2018 (art. 6.6 e seguenti) la verifica di sicurezza agli stati limite ultimi degli ancoraggi sono stati condotti utilizzando nel calcolo il set di coefficienti parziali (A1 + M1 + R3), tenuto conto che, in tale combinazione, viene assunto:

I coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno come da seguente tabella:

**Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan\varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$C_{uk}$	$\gamma_{cu'}$	1.0	1.40
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$	$\gamma_r$	1.0	1.00

Il coefficiente parziale per la resistenza di ancoraggi di tipo permanente vale  $\gamma_{Ra,p} = 1.20$

**Tab. 6.6.I – Coefficienti parziali per la resistenza degli ancoraggi**

	Simbolo	Coefficiente parziale
Temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1.1
Permanenti	$\gamma_{Ra,p}$	1.2

Il fattore di correlazione a favore di sicurezza verrà assunto pari  $\xi_a = 1.80$

**Tab. 6.6.III – Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero  $n$  di profili di indagine**

Numero di profili di indagine	1	2	3	4	$\geq 5$
$\xi_{a3}$	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
$\xi_{a4}$	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

Per quanto riguarda invece la verifica dei pali, secondo le Norme Tecniche D.M. 17/01/2018 (art. 6.4.3 e seguenti), si utilizzerà il set di coefficienti parziali (A1 + M1 + R3), tenuto conto che il coefficiente parziale per la resistenza dei pali viene assunto pari a  $\gamma_R = 1.15$  (pali trivellati – resistenza laterale in compressione) e il fattore di correlazione, a favore di sicurezza, verrà assunto pari a  $\xi_a = 1.70$



**Tab. 6.4.II** – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	$\gamma_R$	(R3)	(R3)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,30
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	$\gamma$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,25	1,25	1,25

(\*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto

**Tab. 6.4.IV** – Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21



## 5. MODELLO GEOTECNICO DEL SUBSTRATO

In riferimento agli studi geologico – tecnici e in assenza di indagini dirette in campo, si adotta il seguente modello geotecnico del substrato:

Descrizione	Stratigrafia
Detrito conoide in depositi granulari grossolani ad addensamento in aumento con la profondità oppure roccia debole intensamente stratificate e fratturata	dal p.c. sino al substrato (localmente anche con profondità > 10 m)

Per la verifica della resistenza a trazione degli elementi di fondazione, considerando in prima battuta valida per tutto il tratto di ancoraggio la medesima litologia sopra riportata, la resistenza per attrito lungo la superficie di connessione fra l'iniezione cementizia e la perforazione è stimabile secondo documenti di letteratura ed è compresa tra 0.35 e 0.55 MPa.

### Caratteristiche di progetto

Attrito laterale unitario limite di aderenza malta – terreno di fondazione

$$q_s = 0.35 \text{ Mpa} = \tau_{ds} = 3.50 \text{ daN/cm}^2$$

Resta inteso che, in corso d'opera, dovrà essere posta particolare attenzione all'andamento delle perforazioni al fine di verificare la rispondenza alle ipotesi di progetto ed in particolar modo alla definizione stratigrafica. Nel corso del calcolo, pertanto, saranno determinati dei coefficienti di sicurezza che andranno confrontati con quelli previsti dai suddetti approcci.



## 6. DETERMINAZIONE DEI CARICHI DI PROGETTO

Durante l'esecuzione delle prove di crash test in scala reale, sono stati registrati con idonee celle di carico, tra l'altro, gli sforzi massimi agenti.

Esistono vari produttori di barriere, ognuna delle quali presenta caratteristiche idonee al rispetto della normativa Europea, ma che differiscono sotto gli aspetti costruttivi e di sollecitazione sugli ancoraggi e barre di fondazione.

I carichi di progetto derivano dalle forze di picco registrate sulle funi e/o sui punti di fondazione (ancoraggi) durante il test.

Il dimensionamento viene svolto secondo configurazioni e carichi indicati da alcuni produttori di reti paramassi presenti sul mercato.

Il dimensionamento è inscindibilmente legato alla marca ed al modello di rete che verrà installato. E' pertanto indispensabile, durante la fase di DL, verificare che la soluzione specifica che verrà fornita sia compatibile con quanto previsto nel presente documento.

**In caso di modifiche ai carichi di progetto (in funzione della barriera che sarà installata) è necessario ed indispensabile procedere ad adeguare il progetto delle fondazioni, calibrandolo sulle specifiche necessità richieste dal materiale fornito, riverificando il tutto in modo adeguato.**



I produttori della barriera hanno fornito i seguenti carichi derivanti dalla lettura delle celle di carico nel corso delle prove:

Ancoraggio	Carico caratteristico
Massimo carico ancoraggio laterale	350 kN

Come specificato dai produttori tali carichi sono già maggiorati dei coefficienti parziali sulle azioni secondo le NTC2018.



## 7. COMBINAZIONE DI CARICO

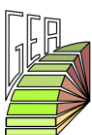
Le azioni agenti su una barriera paramassi possono essere classificate, secondo la variazione della loro intensità nel tempo in:

- a) Permanenti (G): azioni che agiscono durante tutta la vita nominale della costruzione, la cui variazione di intensità nel tempo è così piccola e lenta da poterle considerare, con sufficiente approssimazione, costanti nel tempo (peso proprio di tutti gli elementi strutturali e carico permanente);
- b) Eccezionali (A): azioni che si verificano solo eccezionalmente nel corso della vita nominale della struttura (urti ed impatti);

Dal momento che il carico eccezionale, derivante dall'impatto di un masso in movimento, è molto superiore a tutte le altre azioni nelle varie condizioni di carico si utilizza convenientemente la sola seguente combinazione (art. 2.5.3 NTC 2018), impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto

$$A_d: G + A_d + \Psi_{21} \cdot Q_{k1} + \Psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Poiché infine, come detto, i valori di G e  $Q_{ki}$  sono molto inferiori alle sollecitazioni derivanti dall'urto, gli stessi possono essere convenientemente trascurati.



## 8. VITA NOMINALE

La vita nominale su una barriera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale della barriera in oggetto è riportata nella seguente tabella:

TIPO DI COSTRUZIONE		Vita nominale $V_N$ (in anni)
1	Barriera	$\geq 25$



## 9. CENNI TEORICI SUL DIMENSIONAMENTO ELEMENTI DI FONDAZIONE E ANCORAGGI

### 9.1. *Portata limite di aderenza nucleo terreno degli elementi di fondazione e ancoraggio*

La portata limite di aderenza nucleo iniettato - terreno di fondazione sarà determinata mediante la formula (BUSTAMANTE-DOIX, 1985)

$$P_L = k \pi \alpha D \sum (L_i q_{si})$$

dove

- $k$  = coefficiente di maggiorazione che tiene conto nel calcolo della resistenza a compressione del contributo della resistenza di punta (1.00 per gli ancoraggi in trazione, 1.10 per barre in compressione e 1.15 per micropali);
- $\alpha$  = coefficiente di maggiorazione funzione della qualità del terreno e che tiene conto del grado di penetrazione dell'iniezione nel terreno circostante alla perforazione, assunto di norma pari a 1.10 per terreno di progetto di tipo roccioso e 1.20 per terreno di tipo detritico;
- $i$  = indice che identifica la stratigrafia del terreno di fondazione (assunto pari a 1.00 nel caso di unico strato);
- $D$  = diametro di perforazione (in cm);
- $L_1$  = lunghezza di aderenza del micropalo/ancoraggio (in cm);
- $q_{s1}$  = tensione limite di aderenza con il terreno che dipende oltre che dalla natura del suolo, dalla sua consistenza e dalla metodologia di lavoro utilizzata per realizzare l'ancoraggio (IGU).

Posto  $N_d$  il carico di progetto, dovranno essere verificate le seguenti relazioni:

$$P_U = P_L / (\xi_b \gamma_R) > N_c \text{ con } \gamma_R = 1.15 \text{ per pali trivellati e } \xi_b = 1.70$$





$$P_U = \frac{P_L}{\xi_a \gamma_{Ra,p}} > N_c \text{ con } \gamma_{Ra,p} = 1.20 \text{ per gli ancoraggi di tipo permanente e } \xi_b = 1.80$$

## 9.2. Verifica a scorrimento sezione del cavallotto in fune - nucleo iniettato

La resistenza allo scorrimento fra elementi in acciaio e miscela di iniezione è dovuta alle tensioni di aderenza e all'attrito all'interfaccia acciaio-miscela  $f_{bd}/\gamma_{bd}$  con  $\gamma_{bd} = 2.00$  coefficiente di sicurezza per sezioni in zone a cattiva aderenza. Nell'ambito del metodo di verifica agli stati limite si può assumere una resistenza tangenziale di progetto dovuta all'aderenza ed all'attrito:

$$N_{ader} = n f_{bd} \mu \delta A_{lat} / \gamma_{bd} > N_c \text{ con } n = \text{numero di trefoli}$$

Avendo indicato con:

$n$  = numeri di trefoli;

$\mu$  = coefficiente di riduzione, funzione dello stato delle superfici posto nel presente caso = 0.85;

$\delta$  = coefficiente di riduzione che dipende dal numero di trefoli inseriti in un foro posto nel caso in esame pari a 0.85 (caso di due trefoli);

$A_{lat} = 2 \pi \varnothing L$  (area laterale dei due trefoli pari a  $2 \pi \varnothing L$ )



### 9.3. *Verifica resistenza ancoraggio in fune di acciaio spiroidale*

Noto il carico di progetto  $N_d$  e il carico limite dell'ancoraggio  $T_{yk}$ , fissato il coefficiente di sicurezza con  $\gamma_s = 1.15$ , la verifica risulta soddisfatta se:

$$T_{ykd} = T_{yk}/\gamma_s > N_d$$



## 10. VERIFICA FONDAZIONI STRUTTURE

### 10.1. Verifica ancoraggio

*Sollecitazioni agente sulla fondazione*

- azione di trazione massima in asse all'ancoraggio  $\rightarrow T_M = 350.00 \text{ kN}$

*Struttura di fondazione - Ancoraggio:*

- perforazione eseguita con attrezzatura a roto-percussione, diametro minimo perforazione  $\varnothing_{\min} = 90 \text{ mm}$ , lunghezza  $L = 9,00 \text{ m}$  considerando il primo metro di ancoraggio non prestante a favore di sicurezza;
- Ancoraggio in doppia fune spiroidale  $\phi 20 \text{ mm}$  – Carico di rottura minimo  $A = 550 \text{ kN}$ ;
- boiaccia di iniezione: miscela acqua e cemento tipo R32,5, rapporto  $A/C = 0,40/0,50$  additivo fluidificante e antiritiro
- resistenza caratteristica cubica a compressione  $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$

Verifica resistenza ancoraggio

$\phi$ [cm]	Tyk [daN]	$\gamma_s$	Tyk,d [daN]	$T_M$ [daN]	Fs	Verifica
2	55000	1.15	47826	35000	1.37	ok

Verifica scorrimento malta-acciaio

$\phi$ [cm]	n	Lanc [cm]	fbd [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_{bd}$	$\mu$	$\delta$	Nader [daN]	$T_M$ [daN]	Fs	Verifica
2	2	900	26.86	2	0.85	0.85	109741	35000	3.14	ok

Verifica portata limite di aderenza

$\phi_{\text{perf}}$ [cm]	Lanc [cm]	$\tau_{ds}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\alpha$	k traz	PL [daN]	$\gamma_{Ra,p}$	$\zeta_a$	$T_M$ [daN]	Fs	Verifica
9	900	3.50	1.00	1.00	89064.15	1.20	1.80	35000	1.18	ok



## 11. COLLAUDI E CONTROLLI

Al fine di verificare l'esecuzione corretta delle opere di fondazione in progetto, in corso d'opera dovrà essere verificata la resistenza di progetto delle opere di fondazione, eseguendo i seguenti controlli e collaudi:

### Calcestruzzi, boiacche e malte<sup>1</sup>

- misura della densità della miscela a 28 gg dall'iniezione;
- misura della resistenza caratteristica  $R_{ck}$  della miscela a 28 gg dall'iniezione;

### Protezione dalla corrosione elementi metallici

- quantitativo di zinco per unità di superficie;
- confronto con le norme vigenti di riferimento;

### Prove di estrazione di ancoraggi e chiodi<sup>2</sup>

- esecuzione di prove non distruttive di tiro secondo le norme NTC2018, UNI11211-4 e AICAP.

---

<sup>1</sup> da eseguire presso un Laboratorio prove materiali autorizzato dal Ministero dei LLPP

<sup>2</sup> da eseguire mediante attrezzatura verificata presso un Laboratorio prove materiali autorizzato dal Ministero dei LLPP

