



COMUNE DI SESTOLA

Provincia di Modena

AREA LAVORI PUBBLICI

Patrimonio-Viabilità-Ambiente-Impianti di risalita

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

MESSA IN SICUREZZA DELLA STRADA COMUNALE VIA PASSERINO



CAL.DE

RELAZIONE DI CALCOLO

Rev.00

Data: Novembre 2018

Il Tecnico
Ing. Arch. Chiara Pedroni

INDICE DEGLI ELABORATI

1. PROGETTO ARCHITETTONICO	5
2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	5
2.1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE.....	5
2.1.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO ...	5
2.1.2. DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA E DELL'INTERVENTO	5
2.1.3. NORMATIVA TECNICA	6
2.1.3.1. NORME DI RIFERIMENTO COGENTI.....	6
2.1.3.2. ALTRE NORME E DOCUMENTI TECNICI INTEGRATIVI	6
2.1.4. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO CHE CONCORRONO ALLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DEL SITO.....	6
2.1.5. DESCRIZIONE DEI MATERIALI CONSIDERATI.....	7
2.1.6. ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE.....	7
2.1.7. PRINCIPALI COMBINAZIONI INDAGATE.....	20
2.1.8. METODO DI ANALISI ESEGUITO.....	27
2.1.9. SINTESI DEI PRINCIPALI RISULTATI.....	27
2.1.9.1. RISULTATI DELL'ANALISI SISMICA	27
2.1.10. SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA	27
2.1.10.1. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI	27
2.1.10.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO.....	27
2.1.10.3. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI	86
2.1.11. CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO	88
2.1.12. ES RISULTATI SIGNIFICATIVI NEL CONFRONTO TRA LIVELLI DI SICUREZZA PRE E POST INTERVENTO.....	88
2.2. TABULATI DI CALCOLO.....	88
2.2.1. PRINCIPALI RISULTATI.....	88
2.2.2. TABULATI VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....	88
2.2.3. TABULATI VERIFICHE AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO	88
3. RELAZIONE SUI MATERIALI.....	89
3.1. ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI E LORO MODALITÀ DI POSA IN OPERA.....	89
4. ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI	111
4.1. ELABORATI GRAFICI GENERALI	111
4.2. PARTICOLARI COSTRUTTIVI.....	111
5. PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA.....	112
6. RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI: INDAGINI SPECIALISTICHE	112
6.1. RELAZIONE GEOLOGICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	112
6.2. RELAZIONE GEOTECNICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO.....	112
6.3. RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE	112
"LA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE" DEL SITO DI COSTRUZIONE	112

7. ELABORATI GRAFICI DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE.....	113
7.1. ES RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE.....	113
7.2. ES QUADRO FESSURATIVO E/O DI DEGRADO	113
8. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA	113
8.1. ES ANALISI STORICO-CRITICA ED ESITO DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE.....	113
8.1.1. ANALISI STORICO-CRITICA	113
8.1.2. ESITO DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE.....	113
8.2. ES LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA.....	113
8.3. ES RELAZIONE SULLA VERIFICA DELLA STRUTTURA PRIMA DELL'INTERVENTO.....	113
8.3.1. RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE	113
8.3.2. VERIFICA SISMICA DELL'EDIFICIO	113
8.3.3. VERIFICHE DEI MECCANISMI LOCALI DI COLLASSO.....	113
8.4. ES RELAZIONE SULLA VERIFICA DELLA STRUTTURA DOPO L'INTERVENTO.....	113
8.4.1. RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE	113
8.4.2. VERIFICA SISMICA DELL'EDIFICIO	113
8.4.3. VERIFICHE DEI MECCANISMI LOCALI DI COLLASSO.....	113
9. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	113

1. PROGETTO ARCHITETTONICO

Si veda progetto architettonico allegato a cura di Ing. Arch. Chiara Pedroni

2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

2.1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

2.1.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE DEL SITO

Il progetto prevede la messa in sicurezza della strada di Via Passerino, in Loc. Ronco, nella zona situata tra gli enti urbani identificati al Foglio 47 Mappali 612 e 613.

Tale intervento rientra all' interno delle opere previste dall' Ordinanze del Capo Dipartimento Protezione Civile n° 130 del 22.11.2013, n° 155 del 26.2.2014 e 331 del 4.4.2016, di cui alla Delibera della Giunta Regionale n° 963 del 25 giugno 2018 con la quale veniva approvato il piano degli interventi di cui alle sopracitate Ordinanze.



Ortofoto con identificazione dell'area d'intervento (Google Maps)

2.1.2. DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA E DELL'INTERVENTO

Il progetto prevede la realizzazione di un muro di sostegno sul lato di monte della strada, per uno sviluppo di circa 82,9 metri ed altezza variabile dai 70-80 cm della partenza fino ai 290 cm del tratto centrale. Il muro verrà realizzato in calcestruzzo Rck 30 , con armatura in acciaio da c.a. B450C ed avrà uno spessore variabile dai 25 cm in testa fino ai 50 cm della base. La fondazione, di larghezza variabile a seconda dello sviluppo del manufatto in altezza, avrà uno spessore costante di 40 cm, al fine di permettere un efficace collegamento dei micropali sui quali verrà realizzata. I micropali avranno un diametro di 250 mm, con armatura interna a profilo tubolare in acciaio 168x10 mm, e si svilupperanno fino ad una profondità di circa 17,5 metri, avendo stabilito il piano di scivolamento della frana fra i 6 e i 12 metri. I micropali, posti ad un interasse di 150 cm, saranno disposti su due file alternate.

In alcune zone si rende necessaria una parte di casserratura a monte dell'opera, in altre occorrerà, per motivi estetici, procedere alla demolizione della testa del muro esistente al fine di livellare le due opere.

Successivamente alla realizzazione del muro si provvederà alla sua impermeabilizzazione, mediante realizzazione di trincee drenanti prefabbricate poste a monte del manufatto esistente. I drenaggi e il fognolo presente dovranno essere convogliati a valle mediante apposite tubazioni.

A valle verrà realizzato un muro con le medesime caratteristiche, con altezza massima di 250 cm, sul quale verrà posto in opera il guard-rail.

I lavori impongono infine la sistemazione della sede stradale, mediante rimozione dello strato di asfalto esistente e costipazione dello strato di binder, con particolare attenzione alle zone di depressione, e successiva stesa di asfalto.

X	NUOVA COSTRUZIONE	interventi di nuova realizzazione
	INTERVENTI DI RIPARAZIONE	interventi che interessino singoli elementi

	O LOCALI	strutturali e che, comunque, non riducano le condizioni di sicurezza preesistenti, volti a conseguire le finalità indicate al § 8.4.1 NTC 2018;
	INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO	interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3 NTC 2018, ma limitandosi a quanto previsto al § 8.4.2 NTC 2018
	INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO SU BENI DI INTERESSE CULTURALE, IN ZONE A RISCHIO SISMICO (COMMA 4, ART. 29,, d.Lgs. 22/01/2004, n° 42)	interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, senza necessariamente raggiungere i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3 NTC 2018, nè quanto previsto al § 8.4.2 NTC 2018
	INTERVENTI DI ADEGUAMENTO	Interventi atti ad aumentare la sicurezza strutturale preesistente, conseguendo i livelli di sicurezza fissati al § 8.4.3.

2.1.3. NORMATIVA TECNICA

2.1.3.1. NORME DI RIFERIMENTO COGENTI

- DM 17 Gennaio 2018: "Norme tecniche per le costruzioni" (Testo Unico 2018).
- Circolare 2 Febbraio 2009 n. 617 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni".
- UNI ENV 1991-1-1 28 Ottobre 1996 Eurocodice 1: "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture".
- UNI ENV 1992-1-1 27 Dicembre 1991 Eurocodice 2: "Progettazione delle strutture di calcestruzzo".
- UNI ENV 1993-1-1 24 Aprile 1992 Eurocodice 3: "Progettazione delle strutture di acciaio".
- UNI ENV 1996-1-1 31 Marzo 1998 Eurocodice 6: "Progettazione delle strutture di muratura".
- UNI ENV 1998-1-1 1 Gennaio 2003 Eurocodice 8: "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture".
- Decreto 20 Novembre 1987: "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento"
- CNR DT 200/2004: "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati"
- CNR-DT 206 R1/2018 "Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno".

2.1.3.2. ALTRE NORME E DOCUMENTI TECNICI INTEGRATIVI

1. L.R. 19/2008
2. D.G.R. 2272/2016
3. D.G.R. 1373/2011
4. D.G.R. 1071/2010
5. D.G.R. 687/2011
6. Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale – allineamento alle nuove Norme tecniche per le costruzioni 2008.

2.1.4. DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO CHE CONCORRONO ALLA DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA DEL SITO

La struttura risulta isolata.

Di seguito si riportano i parametri relativi alla classificazione sismica del sito di costruzione, la tipologia e classe dell'opera, la vita d'esercizio dell'opera e la classificazione morfologica e geologica del terreno di fondazione.

Dati generali

Lat./Long. [WGS84]

44,221914/10,77685

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:

B

Categoria topografica:

T2

2.1.5. DESCRIZIONE DEI MATERIALI CONSIDERATI

Conglomerati

Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Mpa]	Ec [Mpa]	fck [Mpa]	fcd [Mpa]	fctd [Mpa]	fctm [Mpa]
C25/30	30	31470	25	14,16	1,19	2,56

Acciai:

Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniziale	β1*β2 finale
B450C	200000	450	391,3	540	391,3	.075	.0675	1	0,5
S355H	200000	360	312	510	360	0,012	0,01	1	0,5

Materiali impiegati realizzazione muro

C25/30 B450C

Materiali impiegati realizzazione pali

C25/30 S355H

Copriferro, Elevazione

3,0 cm

Copriferro, Fondazione

3,0 cm

Copriferro, Dente di fondazione

3,0 cm

2.1.6. ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione e dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra- muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	650	17	20,00	20	2,40	13	No		detrito di versante
2	550	17	20,00	17	5,00	11	Si		detrito di versante
3	1100	17	22,00	42	10,00	28	Si		arenaria

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Coulomb* è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida. Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta S_t è applicata ad $1/3 H$ di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

Valori limite di K_a :

$\delta < (\beta - \varphi - \varepsilon)$ secondo Muller-Breslau

γ_t = Peso unità di volume del terreno;

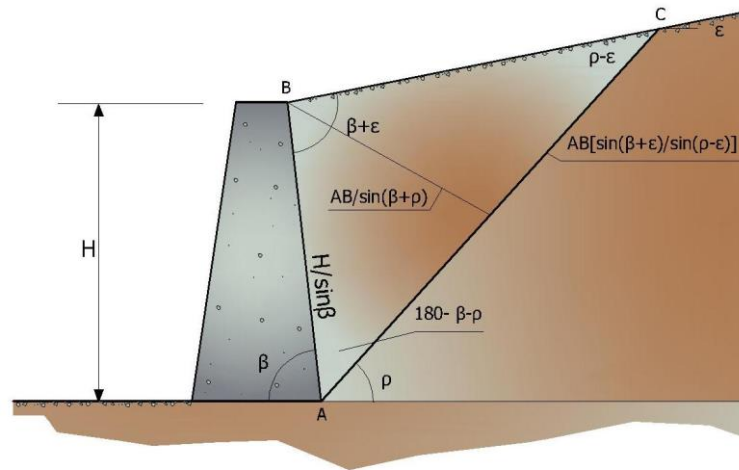
β = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

φ = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ = Angolo di attrito terra-muro;

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

H = Altezza della parete.



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se $\varepsilon = \delta = 0$ e $\beta = 90^\circ$ (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta S_t si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin\varphi)}{(1 + \sin\varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di K_a di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos\varepsilon \frac{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di *Mononobe & Okabe* riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo ε , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo β , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità ϑ tale che:

$$\tan\vartheta = \left(\frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni (NTC 2018):

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

Per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario. I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di Figura 7.11.3 di cui al successivo § 7.11.6.3.2.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e utilizzando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente β_m assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

a_{\max} = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S = coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'**Eurocodice 8** (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

a_{gR} = Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;

γ_I = Fattore di importanza;

S = Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);

$a_g = a_{gR} \gamma_I$ è la "design ground acceleration on type A ground".

Il coefficiente sismico verticale k_v è definito in funzione di k_h , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}}{\gamma}$$

dove

Q = Carico agente sul terrapieno.

Se $Z_c < 0$ è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a $H/2$.

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q , uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a S_q :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \frac{\sin \beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad $H/2$, avendo indicato con K_a il coefficiente di spinta attiva secondo *Muller-Breslau*.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot K H^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

H = Altezza muro;

k_v = Coefficiente sismico verticale;

γ = Peso per unità di volume del terreno;

K = Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico);

E_{ws} = Spinta idrostatica dell'acqua;

E_{wd} = Spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo θ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\tan \theta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \frac{k_h}{1 \pm k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante H_w dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{saturo} - \gamma_w$), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \epsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \epsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di δ pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \epsilon$$

L'espressione di K_p secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos\epsilon + \sqrt{\cos^2\epsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\epsilon - \sqrt{\cos^2\epsilon - \cos^2\varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto R_d si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

$A' = B \cdot L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u = Coesione non drenata;

q = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c = Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right)$ per fondazioni rettangolari, il valore di s_c viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastriformi

d_c = Fattore di profondità;

$d_c = 0.4 \cdot K$ con $K = \frac{D}{B}$ se $\frac{D}{B} \leq 1$ altrimenti $K = \arctan \frac{D}{B}$

i_c = Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H ;

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

A_f = Area efficace della fondazione;

c_a = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi'$$

per forma rettangolare

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right)$$

per forma rettangolare

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'}$$

per forma rettangolare, quadrata o circolare

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

$A' = B' \cdot L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u = Coesione non drenata;

q = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c = Fattore di forma, $s_c = 0$ per fondazioni nastriformi;

d_c = Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \text{ con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

i_c = Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

A_f = Area efficace della fondazione;

c_a = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' B' N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1 \quad \text{per fondazione nastriforme}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

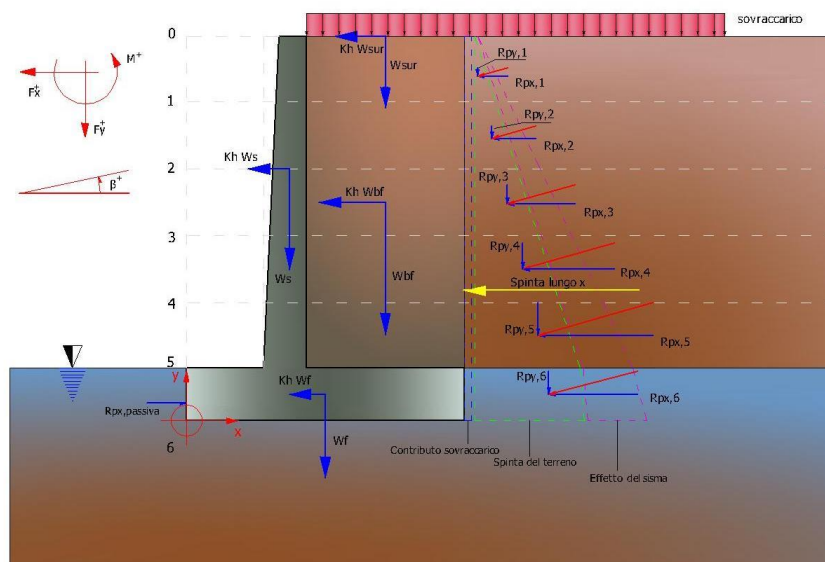
$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.



Schema delle forze agenti su un muro e convenzioni sui segni

Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in n -tratti.

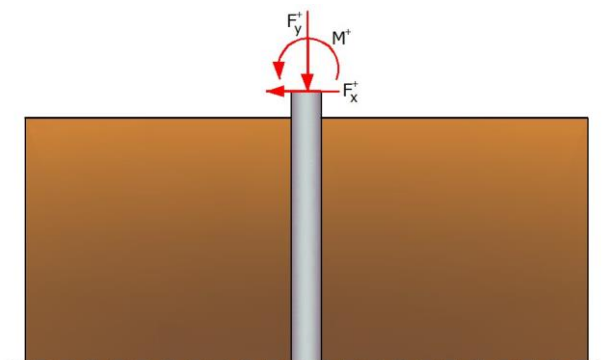
Convenzione segni

Forze verticali	positive se dirette dall'alto verso il basso;
Forze orizzontali	positive se dirette da monte verso valle;
Coppie	positive se antiorarie;
Angoli	positivi se antiorari.

CALCOLO DEI PALI DI FONDAZIONE

Convenzioni sui segni

- La forza verticale F_y , positiva se diretta verso il basso.
- La forza orizzontale F_x positiva da sinistra verso destra.
- La coppia M è positiva se produce spostamenti concordi con quelli della forza orizzontale F_x .



Convenzione sui segni

Analisi del palo in condizioni di esercizio: Modello di Winkler

Il modello di *Winkler* consente di tenere conto in modo semplice della variabilità delle proprietà meccaniche del terreno e delle stratificazioni.

In presenza di mezzo omogeneo (K costante) è stata adottata la classifica di Hetényi che distingue tre possibili comportamenti del palo su mezzo alla Winkler, in funzione del valore che assume la rigidezza relativa (λ) terreno palo

ossia: palo di tipo corto o rigido, palo relativamente flessibile, palo infinitamente flessibile.

Carico limite verticale

Il carico limite verticale è stato calcolato con le formule statiche, che esprimono il medesimo in funzione della geometria del palo e delle caratteristiche del terreno e dell'interfaccia palo-terreno.

Ai fini del calcolo, il carico limite Q_{lim} viene convenzionalmente suddiviso in due aliquote, la resistenza alla punta Q_p e la resistenza laterale Q_s .

Resistenza unitaria alla punta

La resistenza unitaria q_p alla punta, per il caso di terreno dotato di attrito (φ) e di coesione (c), è data dall'espressione:

$$q_p = c \cdot N_c + \gamma \cdot D \cdot N_q$$

Avendo indicato con:

γ Peso unità di volume del terreno;

D Lunghezza del palo;

N_c e N_q Fattori di capacità portante già comprensivi dell'effetto forma (circolare).

Il fattore N_q è stato calcolato secondo la teoria di *Berezantzev*.

Resistenza del fusto

Il contributo alla resistenza di fusto viene calcolato utilizzando una combinazione di sforzi totali ed efficaci. Sono previsti tre procedimenti di calcolo di uso corrente. Due dei quali di validità generale per la resistenza laterale di pali collocati in terreni coesivi. Questi metodi prendono il nome di α , β e λ dai coefficienti moltiplicativi usati nel termine della capacità portante laterale

Metodo utilizzato per il calcolo della capacità portante laterale metodo α , proposto da *Tomlinson (1971)*; la resistenza laterale viene calcolata nel seguente modo:

$$f_s = \alpha \cdot c + q \cdot K \cdot \tan \delta$$

c Valore medio della coesione o della resistenza a taglio in condizioni non drenate;

q Pressione verticale del terreno;

K Coefficiente di spinta orizzontale dipendente dalla tecnologia del palo e dal precedente stato di addensamento calcolato come segue:

Per pali infissi

$$K = 1 + \tan^2 \varphi$$

Per pali trivellati

$$K = 1 - \tan^2 \varphi$$

δ attrito palo-terreno, funzione della scabrezza della superficie del palo.

Per pali infissi

$$\delta = \frac{3}{4} \cdot \tan \varphi$$

Per pali trivellati

$$\delta = \tan \varphi$$

α è un coefficiente ricavato come di seguito riportato:

Coefficiente α per palo infisso

$c < 0.25$	$\alpha = 1.00$
$0.25 < c < 0.5$	$\alpha = 0.85$
$0.5 < c < 0.75$	$\alpha = 0.65$
$0.75 < c < 2.4$	$\alpha = 0.50$
$c > 2.4$	$\alpha = 1.2 / c$

Coefficiente α per palo trivellato

$c < 0.25$	$\alpha = 0.9$
$0.25 < c < 0.5$	$\alpha = 0.8$

$0.5 < c < 0.75$
 $0.75 < c < 2$
 $c > 2$

$\alpha = 0.6$
 $\alpha = 0.4$
 $\alpha = 0.8 / c$

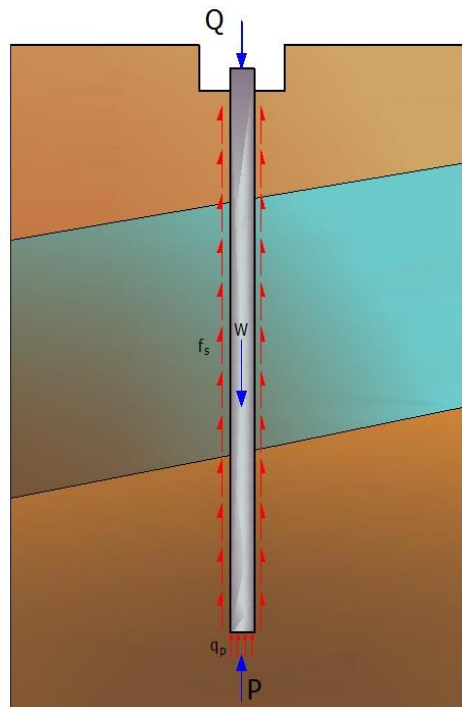
Inoltre:

Secondo le indicazioni di Okamoto in presenza di effetti sismici la resistenza laterale viene ridotta in funzione del coefficiente sismico k_h come segue:

$$C_{\text{reduct_coeff}} = 1 - k_h$$

Infine

- Per i pali trivellati sia le caratteristiche di resistenza (c , ϕ) sia il coefficiente del modulo orizzontale del terreno sono stati ridotti del 10%.
- In caso azioni di trazione il carico alla punta è nullo mentre quello laterale è stato ridotto al 70%.
- Nel coefficiente di sicurezza verticale si è tenuto in debito conto anche del peso palo.



Schema delle aliquote di resistenza del carico limite

Cedimenti

Il cedimento verticale è stato calcolato con il metodo Davis-Poulos, secondo il quale il palo viene considerato rigido (indeformabile) immerso in un mezzo elastico, semispazio o strato di spessore finito.

Si ipotizza che l'interazione palo terreno sia costante a tratti lungo n superfici cilindriche in cui viene suddivisa la superficie laterale del palo. Il cedimento della generica superficie i per effetto del carico trasmesso dal palo al terreno lungo la superficie j esima può essere espresso:

$$W_{i,j} = \left(\frac{\tau_j}{E} \right) \cdot B \cdot I_{i,j}$$

Avendo indicato con:

- | | |
|-----------|--|
| τ_j | Incremento di tensione relativo al punto medio della striscia; |
| E | Modulo elastico del terreno; |
| B | Diametro del palo; |
| $I_{i,j}$ | Coefficiente di influenza. |

Il cedimento complessivo si ottiene sommando $W_{i,j}$ per tutte le j aree.

MURO SEZ 1

Dati generali muro

Altezza muro	150,0 cm
Spessore testa muro	25,0 cm
Risega muro lato valle	25,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	50,0 cm
Sporgenza mensola a monte	1,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm
Pali	
Sezione dei pali	25,0 cm
Lunghezza dei pali	2000,0 cm
Distanza asse da estremità mensola	25,0 cm
Interasse longitudinale	300,0 cm
Disposizione in pianta	Sfalsati
Verticali indagate	
Numero verticali indagate	2,0
Fattore correlazione verticali indagate (xi3)	1,65
Fattore correlazione verticali indagate (xi4)	1,55

MURO SEZ 2

Dati generali muro

Altezza muro	260,0 cm
Spessore testa muro	25,0 cm
Risega muro lato valle	25,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	150,0 cm
Sporgenza mensola a monte	1,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm
Pali	
Sezione dei pali	25,0 cm
Lunghezza dei pali	1750,0 cm
Distanza asse da estremità mensola	30,0 cm
Interasse longitudinale	300,0 cm
Disposizione in pianta	Sfalsati
Verticali indagate	
Numero verticali indagate	2,0
Fattore correlazione verticali indagate (xi3)	1,65
Fattore correlazione verticali indagate (xi4)	1,55

Tiranti

Fattore di sicurezza	1,0
Cadute di tensione	1,0
Tensione tangenziale malta cemento	0,18 N/mm ²

Prof. ancoraggio (cm)	Lung. Libera (cm)	Lung. ancorata (cm)	Diam. foro (cm)	Diam. Bulbo (cm)	Interasse (cm)	Inclinazione (cm)	Attr. terreno Tirante (°)	Adesione (kPa)	Trefoli	Res. Calcolo Acciaio (N/mm ²)	Tiro (kN)
100,0	1500,0	1000,0	15,0	25,0	300,0	20,0	10,0	10,0	3Ø12	1750,0	69,24

Carichi distribuiti

Descrizione	Ascissa iniziale (cm)	Ascissa finale (cm)	Valore iniziale (kPa)	Valore finale (kPa)	Profondità (cm)
casa	1106,0	2519,0	30,0	30,0	113,0

MURO SEZ 3

Dati generali muro

Altezza muro	290,0 cm
Spessore testa muro	25,0 cm
Risega muro lato valle	25,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	150,0 cm
Sporgenza mensola a monte	1,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm

Pali	
Sezione dei pali	25,0 cm
Lunghezza dei pali	1750,0 cm
Distanza asse da estremità mensola	30,0 cm
Interasse longitudinale	300,0 cm
Disposizione in pianta	Sfalsati

Verticali indagate	
Numero verticali indagate	2,0
Fattore correlazione verticali indagate (xi3)	1,65
Fattore correlazione verticali indagate (xi4)	1,55

Tiranti

Fattore di sicurezza	1,0
Cadute di tensione	1,0
Tensione tangenziale malta cemento	0,18 N/mm ²

Prof. ancoragg io (cm)	Lung. Libera (cm)	Lung. ancorata (cm)	Diam. foro (cm)	Diam. Bulbo (cm)	Interasse (cm)	Inclinazi one (cm)	Attr. terreno Tirante (°)	Adesion e (kPa)	Trefoli	Res. Calcolo Acciaio (N/mm ²)	Tiro (kN)
120,0	1500,0	1000,0	15,0	25,0	300,0	20,0	10,0	10,0	3Ø12	1750,0	74,36

MURO SEZ 4

Dati generali

Lat./Long. [WGS84]	44,221914/10,77685
--------------------	--------------------

Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	180,0 cm
Spessore testa muro	25,0 cm
Risega muro lato valle	25,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	90,0 cm
Sporgenza mensola a monte	1,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm

Pali

Sezione dei pali	25,0 cm
Lunghezza dei pali	1750,0 cm
Distanza asse da estremità mensola	30,0 cm
Interasse longitudinale	300,0 cm
Disposizione in pianta	Sfalsati

Verticali indagate	
Numero verticali indagate	2,0
Fattore correlazione verticali indagate (xi3)	1,65
Fattore correlazione verticali indagate (xi4)	1,55

Tiranti

Fattore di sicurezza	1,0
Cadute di tensione	1,0
Tensione tangenziale malta cemento	0,18 N/mm ²

Prof. ancoraggio (cm)	Lung. Libera (cm)	Lung. ancorata (cm)	Diam. foro (cm)	Diam. Bulbo (cm)	Interasse (cm)	Inclinazione (cm)	Attr. terreno Tirante (°)	Adesione (kPa)	Trefoli	Res. Calcolo Acciaio (N/mm ²)	Tiro (kN)
60,0	1500,0	1000,0	15,0	25,0	300,0	20,0	10,0	10,0	3Ø12	1750,0	59,0

MURO SEZ 5

Dati generali muro

Altezza muro	250,0 cm
Spessore testa muro	25,0 cm
Risega muro lato valle	25,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	15,0 cm
Sporgenza mensola a monte	95,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	40,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	40,0 cm

Pali	
Sezione dei pali	25,0 cm
Lunghezza dei pali	1750,0 cm
Distanza asse da estremità mensola	30,0 cm
Interasse longitudinale	300,0 cm
Disposizione in pianta	Sfalsati

Verticali indagate	
Numero verticali indagate	2,0
Fattore correlazione verticali indagate (xi3)	1,65
Fattore correlazione verticali indagate (xi4)	1,55

Tiranti

Fattore di sicurezza	1,0
Cadute di tensione	1,0
Tensione tangenziale malta cemento	0,18 N/mm ²

Prof. ancoraggio (cm)	Lung. Libera (cm)	Lung. ancorata (cm)	Diam. foro (cm)	Diam. Bulbo (cm)	Interasse (cm)	Inclinazione (cm)	Attr. terreno Tirante (°)	Adesione (kPa)	Trefoli	Res. Calcolo Acciaio (N/mm ²)	Tiro (kN)
100,0	1500,0	1000,0	15,0	25,0	300,0	20,0	10,0	10,0	3Ø12	1750,0	69,24

Carichi distribuiti

Descrizione	Ascissa iniziale (cm)	Ascissa finale (cm)	Valore iniziale (kPa)	Valore finale (kPa)	Profondità (cm)
strada	10,0	375,0	20,0	20,0	-800,0

2.1.7. PRINCIPALI COMBINAZIONI INDAGATE

MURO SEZ 1

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1,35
	Riduzione resistenza	Parziale

A_Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1
	Riduzione resistenza	Parziale

SLE 5

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Coefficiente totale	1
4	Laterale (trazione)	1
5	Orizzontale	1
	Riduzione resistenza	Parziale

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0977
Coefficiente sismico verticale Kv 0,0488

MURO SEZ 2

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	casa	1,50
8	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1,35
	Riduzione resistenza	Parziale

A_Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	casa	1,50
8	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3

4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1
	Riduzione resistenza	Parziale

SLE 5

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	casa	1,00
8	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Coefficiente totale	1
4	Laterale (trazione)	1
5	Orizzontale	1
	Riduzione resistenza	Parziale

AZIONI TIRANTI (A1+M1+R3)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
100,0	69,24	300	20	1	-21,69	7,89

AZIONI TIRANTI (A_Unitari+M1+RSLV)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
100,0	69,24	300	20	1	-21,69	7,89

AZIONI TIRANTI (SLE 5)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
100,0	69,24	300	20	1	-21,69	7,89

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0974
Coefficiente sismico verticale Kv 0,0487

MURO SEZ 3

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1,35
	Riduzione resistenza	Parziale

A_Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1
	Riduzione resistenza	Parziale

SLE 5

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Coefficiente totale	1
4	Laterale (trazione)	1
5	Orizzontale	1
	Riduzione resistenza	Parziale

AZIONI TIRANTI (A1+M1+R3)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
120,0	74,36	300	20	1	-23,29	8,48

AZIONI TIRANTI (A_Unitari+M1+RSLV)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
120,0	74,36	300	20	1	-23,29	8,48

AZIONI TIRANTI (SLE 5)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
120,0	74,36	300	20	1	-23,29	8,48

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0977
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0488

MURO SEZ 4
A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1,35
	Riduzione resistenza	Parziale

A_Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1

4	Peso unità volume	1
---	-------------------	---

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1
	Riduzione resistenza	Parziale

SLE 5

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Coefficiente totale	1
4	Laterale (trazione)	1
5	Orizzontale	1
	Riduzione resistenza	Parziale

AZIONI TIRANTI (A1+M1+R3)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
60,0	59,0	300	20	1	-18,48	6,73

AZIONI TIRANTI (A_Unitari+M1+RSLV)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
60,0	59,0	300	20	1	-18,48	6,73

AZIONI TIRANTI (SLE 5)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
60,0	59,0	300	20	1	-18,48	6,73

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0977
Coefficiente sismico verticale Kv 0,0488

MURO SEZ 5

A1+M1+R3

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,30
3	Peso terreno mensola	1,30

4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	strada	1,50
8	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1,35
	Riduzione resistenza	Parziale

A_Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	strada	1,50
8	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1,35
2	Laterale compressione	1,15
3	Coefficiente totale	1,3
4	Laterale (trazione)	1,25
5	Orizzontale	1
	Riduzione resistenza	Parziale

SLE 5

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,00
2	Spinta terreno	1,00
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	0,00
6	Spinta sismica in y	0,00
7	strada	1,00
8	Tirante	1,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Carico limite	Coefficienti resistenze
1	Punta	1
2	Laterale compressione	1
3	Coefficiente totale	1
4	Laterale (trazione)	1
5	Orizzontale	1
	Riduzione resistenza	Parziale

AZIONI TIRANTI (A1+M1+R3)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
100,0	69,24	300	20	1	-21,69	7,89

AZIONI TIRANTI (A_Unitari+M1+RSLV)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
100,0	69,24	300	20	1	-21,69	7,89

AZIONI TIRANTI (SLE 5)

Posizione Z (cm)	Tiro (kN)	Interasse (cm)	Inclinazione (°)	Fattore combinazione	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)
100,0	69,24	300	20	1	-21,69	7,89

A1+M1+R3 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0974
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0487

2.1.8. METODO DI ANALISI ESEGUITO

Normativa GEO NTC 2018
 Normativa STR NTC 2018
 Spinta Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

2.1.9. SINTESI DEI PRINCIPALI RISULTATI

2.1.9.1. RISULTATI DELL'ANALISI SISMICA

Si veda capitoli successivi

2.1.10. SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA

2.1.10.1. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

MURO SEZ 1

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
190,0	175,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
175,0	170,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
170,0	160,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
160,0	130,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
130,0	100,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
100,0	70,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
70,0	40,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	190,0	175,0	0,0	0,0	182,5	182,5
2	175,0	170,0	0,01	0,0	171,67	170,0
3	170,0	160,0	0,04	0,0	164,17	160,0
4	160,0	130,0	0,44	0,02	141,0	134,08
5	130,0	100,0	1,57	0,2	112,93	112,25
6	100,0	70,0	2,88	0,41	83,87	83,69
7	70,0	40,0	4,18	0,63	54,22	54,14

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py	Peso del muro (kN);
Px	Forza inerziale (kN);
Xp, Yp	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
175,0	0,09	0,96	86,9	182,4
170,0	0,13	1,3	86,7	179,8
160,0	0,2	2,01	86,2	174,5
130,0	0,43	4,41	84,9	158,3
100,0	0,7	7,16	83,5	141,5
70,0	1,01	10,3	82,0	124,3
40,0	1,35	13,78	80,6	106,7

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
175,0	0,09	0,96	0,0	27,5
170,0	0,13	1,3	0,0	28,3
160,0	-1,11	2,01	-0,13	30,0
130,0	-0,44	4,43	-0,46	35,0
100,0	1,41	7,37	-0,53	40,0
70,0	4,59	10,93	0,03	45,0
40,0	9,11	15,04	1,58	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	1,05	88,48	S	122,52	0,0	1286,22
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	1,19	91,59	S	124,27	0,0	923,58
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	1,89	98,23	S	127,92	0,0	113,19
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,64	117,96	S	138,19	0,0	311,49
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	7,49	137,86	S	149,56	0,0	104,18
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	10,98	158,03	S	163,23	0,0	34,87
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	15,42	178,57	S	176,62	0,0	19,02

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (kN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
175,2	160,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
160,0	130,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
130,0	100,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
100,0	70,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
70,0	40,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
40,0	0,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_a	Coefficiente di spinta attiva.
K_d	Coefficiente di spinta dinamica.
D_k	Coefficiente di incremento dinamico.
K_{ax}, K_{ay}	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
D_{kx}, D_{ky}	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,21	0,52	0,12	0,2	0,05

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	175,2	160,0	0,05	0,0	165,07	160,0
2	160,0	130,0	0,44	0,02	140,99	134,14
3	130,0	100,0	1,58	0,2	112,95	112,27
4	100,0	70,0	2,88	0,42	83,87	83,69
5	70,0	40,0	4,19	0,63	54,22	54,14
6	40,0	0,0	7,6	1,18	18,99	18,91

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Q_i	Quota iniziale strato (cm);
Q_f	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
E_{ps}	Inclinazione dello strato. (°);
F_i	Angolo di resistenza a taglio (°);
Δ	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Q_i	Q_f	G	E_{ps}	F_i	Δ	c	β	Note
40,0	0,0	20,0	190,01	19,5	13,0	2,4	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_p	Coefficiente di resistenza passiva.
K_{px}, K_{py}	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	K_p	K_{px}	K_{py}
193,0	1,52	-1,48	-0,34

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	40,0	0,0	-4,68	-0,15	16,62	6,86

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	16,75	2,45	6,15
Carichi esterni	-1,35	0,0	-2,29
Peso muro	1,35	13,78	-9,67
Peso fondazione	0,97	9,9	-4,81
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,03	0,28	-0,25
Spinte fondazione	-4,68	-0,15	-0,78
	13,05	26,27	-11,65

Momento stabilizzante -21,16 kNm
 Momento ribaltante 9,5 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	26,61 kN
Forza verticale (P)	95,52 kN

Dati palo

Lunghezza	2000,0 cm
Diametro	25,0 cm
Copri ferro	4,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	460,0 cm
Peso unità di volume	20,0 kN/m³
Angolo di attrito	19,5 °
Coesione	2,4 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	39226,6 kN/m³

Strato N° 2

Spessore strato	550,0 cm
Peso unità di volume	10,19 kN/m ³
Angolo di attrito	16,8 °
Coesione	5,0 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	990,0 cm
Peso unità di volume	12,19 kN/m ³
Angolo di attrito	42,0 °
Coesione	10,0 kPa
Modulo di elasticità	98066,55 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	121,56 cm
Cedimento del palo	0,01 cm
Spostamento in x	0,45 cm
Rotazione in testa	0,21 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 163,3 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	2077,6 kN
Carico limite laterale (Qs)	381,83 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	1133,93 kN
Peso palo (W)	2454,37 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	9,48

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	95,52 kN
Taglio	26,61 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	88,46 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifica palo alla profondità di cm 152,00

Momento	10,67 kNm
Sforzo normale	97,35 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	88,46 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifiche palo alla profondità di cm 243,12

Momento	4,2 kNm
---------	---------

Sforzo normale	98,44 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	88,46 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
25,0	-4,68	2,31	0,43	40,0
50,0	-13,55	-27,08	-4,87	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,82	137,43	S	149,52	0,0	63,58
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	13,94	138,88	S	149,65	0,0	5,42

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
100,0	7,6	2,83	-0,1	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	7,49	137,86	S	149,56	0,0	51,9

MURO SEZ 2

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
300,0	285,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
285,0	280,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
280,0	248,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
248,0	212,17	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
212,17	196,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
196,0	144,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
144,0	92,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
92,0	40,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
----	----	-----	-----	--------	--------

1	300,0	285,0	0,0	0,0	292,5	292,5
2	285,0	280,0	1,18	0,27	282,5	282,5
3	280,0	248,0	7,54	1,74	263,98	263,98
4	248,0	212,17	9,5	2,14	229,54	229,65
5	212,17	196,0	4,86	1,07	203,99	204,01
6	196,0	144,0	18,04	3,86	169,12	169,27
7	144,0	92,0	21,72	4,51	117,27	117,37
8	92,0	40,0	25,39	5,16	65,37	65,45

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
285,0	0,09	0,96	187,1	292,4
280,0	0,12	1,27	187,0	289,9
248,0	0,34	3,51	186,2	273,2
212,17	0,61	6,28	185,3	254,0
196,0	0,75	7,65	184,9	245,1
144,0	1,21	12,43	183,5	216,0
92,0	1,74	17,85	182,0	186,1
40,0	2,33	23,9	180,6	155,6

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
285,0	0,09	0,96	0,0	26,4
280,0	1,3	1,55	0,0	26,9
248,0	-4,01	5,52	-2,83	30,0
212,17	5,76	10,42	-3,01	33,4
196,0	-10,93	20,76	-4,17	35,0
144,0	7,58	29,39	-6,42	40,0
92,0	29,82	39,32	1,56	45,0
40,0	55,8	50,54	21,63	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
Afm Area dei ferri lato monte.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	0,78	84,21	S	120,14	0,0	1265,08
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	1,59	86,23	S	121,31	0,0	91,5
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	5,45	98,64	S	128,4	0,0	31,36
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	10,45	112,5	S	135,92	0,0	23,14

5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	21,0	120,19	S	140,47	0,0	12,6
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	29,73	141,38	S	151,02	0,0	19,55
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	39,81	163,22	S	163,63	0,0	5,38
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	51,59	185,88	S	177,13	0,0	3,11

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
285,2	248,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
248,0	196,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
196,0	144,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
144,0	92,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
92,0	40,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
40,0	0,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	285,2	248,0	8,76	2,02	266,57	266,58
2	248,0	196,0	14,38	3,21	220,89	221,12
3	196,0	144,0	18,06	3,86	169,12	169,27
4	144,0	92,0	21,73	4,51	117,27	117,37
5	92,0	40,0	25,41	5,16	65,37	65,45
6	40,0	0,0	22,04	4,42	19,67	19,71

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (kN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
40,0	0,0	20,0	190,01	19,5	13,0	2,4	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
193,0	1,52	-1,48	-0,34

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	40,0	0,0	-4,68	-0,15	16,62	6,86

Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	110,38	23,18	85,51
Carichi esterni	-34,76	7,89	-95,76
Peso muro	0,0	23,9	-43,17
Peso fondazione	0,0	19,71	-19,81
Sovraccarico	0,0	0,45	-0,9
Terr. fondazione	0,0	0,65	-1,3
Spinte fondazione	-4,68	-0,15	-0,78
	70,94	75,64	-76,22

Momento stabilizzante	-207,53 kNm
Momento ribaltante	131,31 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	113,43 kN
Forza verticale (P)	393,06 kN

Dati palo

Lunghezza	1750,0 cm
Diametro	25,0 cm
Copriferro	4,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	350,0 cm
Peso unità di volume	20,0 KN/m³
Angolo di attrito	19,5 °
Coesione	2,4 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	39226,6 KN/m³

Strato N° 2

Spessore strato	550,0 cm
Peso unità di volume	10,19 KN/m³
Angolo di attrito	16,8 °
Coesione	5,0 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	850,0 cm
Peso unità di volume	12,19 KN/m³
Angolo di attrito	42,0 °
Coesione	10,0 kPa
Modulo di elasticità	98066,55 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	121,56 cm
Cedimento del palo	0,04 cm
Spostamento in x	1,9 cm
Rotazione in testa	0,9 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 163,3 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	1825,78 kN
Carico limite laterale (Qs)	300,81 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	978,18 kN
Peso palo (W)	2147,57 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	2,36

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	393,06 kN
Taglio	113,43 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	81,75 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifica palo alla profondità di cm 152,00

Momento	45,5 kNm
Sforzo normale	394,89 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	81,75 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifiche palo alla profondità di cm 243,12

Momento	17,92 kNm
Sforzo normale	395,99 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	81,75 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
30,0	-4,68	2,8	0,56	40,0
150,0	-42,49	-116,46	-138,69	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
-----	-----	----	----	------	-----	-----	---------

5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	4,94	211,72	S	171,08	0,0	59,99
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	43,04	217,54	S	176,43	0,0	1,49

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
200,0	22,04	24,22	-0,31	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	22,7	214,44	S	173,54	0,0	7,03

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,0974
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0487

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
300,0	285,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
285,0	280,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
280,0	248,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
248,0	212,17	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
212,17	196,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
196,0	144,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
144,0	92,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
92,0	40,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_a	Coefficiente di spinta attiva.
K_d	Coefficiente di spinta dinamica.
D_k	Coefficiente di incremento dinamico.
K_{ax}, K_{ay}	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
D_{kx}, D_{ky}	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	300,0	285,0	0,0	0,0	292,5	292,5
2	285,0	280,0	1,63	0,27	282,5	282,5
3	280,0	248,0	10,67	1,74	263,89	263,98
4	248,0	212,17	13,25	2,14	229,67	229,65
5	212,17	196,0	6,59	1,07	204,01	204,01
6	196,0	144,0	23,75	3,86	169,29	169,27
7	144,0	92,0	27,65	4,51	117,39	117,37
8	92,0	40,0	31,56	5,16	65,46	65,45

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

P_y	Peso del muro (kN);
P_x	Forza inerziale (kN);
X_p, Y_p	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	P_x	P_y	X_p	Y_p
285,0	0,09	0,96	187,1	292,4
280,0	0,12	1,27	187,0	289,9
248,0	0,34	3,51	186,2	273,2
212,17	0,61	6,28	185,3	254,0
196,0	0,75	7,65	184,9	245,1
144,0	1,21	12,43	183,5	216,0
92,0	1,74	17,85	182,0	186,1
40,0	2,33	23,9	180,6	155,6

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
F_x	Forza in direzione x (kN);
F_y	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

H	Altezza sezione di calcolo (cm);			
Quota	Fx	Fy	M	H
285,0	0,09	0,96	0,0	26,4
280,0	1,75	1,55	0,01	26,9
248,0	-4,41	5,52	-3,45	30,0
212,17	9,12	10,42	-3,11	33,4
196,0	-5,85	20,76	-3,59	35,0
144,0	18,37	29,39	-1,72	40,0
92,0	46,55	39,32	13,4	45,0
40,0	78,69	50,54	43,77	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	0,78	84,21	S	120,14	0,0	1265,08
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	1,59	86,23	S	121,31	0,0	67,84
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	5,45	98,64	S	128,4	0,0	28,57
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	10,45	112,5	S	135,92	0,0	14,62
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	21,0	120,19	S	140,47	0,0	23,56
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	29,73	141,38	S	151,02	0,0	8,06
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	39,81	163,22	S	163,63	0,0	3,45
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	51,59	185,88	S	177,13	0,0	2,21

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
285,2	248,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
248,0	196,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
196,0	144,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
144,0	92,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
92,0	40,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	
40,0	0,0	20,0	10,01	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.

Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05
13,0	0,54	0,71	0,2	0,52	0,12	0,2	0,05

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
Qf Quota inizio strato.
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	285,2	248,0	12,37	2,02	266,45	266,58
2	248,0	196,0	19,86	3,21	221,15	221,12
3	196,0	144,0	23,76	3,86	169,29	169,27
4	144,0	92,0	27,67	4,51	117,39	117,37
5	92,0	40,0	31,57	5,16	65,46	65,45
6	40,0	0,0	26,94	4,42	19,71	19,71

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato
G Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
40,0	0,0	20,0	190,01	19,5	13,0	2,4	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
Kp Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
193,0	1,52	-1,48	-0,34

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
Qf Quota inizio strato.
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	40,0	0,0	-4,68	-0,15	16,62	6,86

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	142,18	23,18	128,99
Carichi esterni	-38,74	7,89	-106,91
Peso muro	2,33	23,9	-39,55
Peso fondazione	1,92	19,71	-19,43
Sovraccarico	0,04	0,45	-0,74
Terr. fondazione	0,05	0,5	-0,92
Spinte fondazione	-4,68	-0,15	-0,78
	103,09	75,49	-39,34

Momento stabilizzante -218,38 kNm
 Momento ribaltante 179,04 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale 161,67 kN
 Forza verticale (P) 494,39 kN

Dati palo

Lunghezza 1750,0 cm
 Diametro 25,0 cm
 Copriferro 4,0 cm
 Palo trivellato
 Numero verticali indagate 2
 Fattore correlazione verticali indagate [xi3] 1,65
 Fattore correlazione verticali indagate [xi4] 1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato 350,0 cm
 Peso unità di volume 20,0 KN/m³
 Angolo di attrito 19,5 °
 Coesione 2,4 kPa
 Modulo di elasticità 1961,33 kPa
 Modulo di reaz. orizzontale 39226,6 KN/m³

Strato N° 2

Spessore strato 550,0 cm
 Peso unità di volume 10,19 KN/m³
 Angolo di attrito 16,8 °
 Coesione 5,0 kPa
 Modulo di elasticità 1961,33 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	850,0 cm
Peso unità di volume	12,19 kN/m ³
Angolo di attrito	42,0 °
Coesione	10,0 kPa
Modulo di elasticità	98066,55 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	121,56 cm
Cedimento del palo	0,05 cm
Spostamento in x	2,71 cm
Rotazione in testa	1,28 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 163,3 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	1825,78 kN
Carico limite laterale (Qs)	300,81 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	978,18 kN
Peso palo (W)	2147,57 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	1,9

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	494,39 kN
Taglio	161,67 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	78,23 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifica palo alla profondità di cm 152,00

Momento	64,85 kNm
Sforzo normale	496,22 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	78,23 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifiche palo alla profondità di cm 243,12

Momento	25,55 kNm
Sforzo normale	497,31 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	78,23 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata

Resistenza a taglio tubolare (Vwd) 625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio Sezione Verificata

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
30,0	-4,68	2,8	0,56	40,0
150,0	-58,57	-150,23	-176,0	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
Afs Area dei ferri superiori.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	4,94	211,72	S	171,08	0,0	59,99
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	59,75	220,08	S	178,7	0,0	1,17

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
200,0	26,94	24,22	-0,31	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
Afs Area dei ferri superiori.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	27,48	215,17	S	174,23	0,0	7,05

MURO SEZ 3

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
330,0	315,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
315,0	310,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
310,0	272,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
272,0	222,47	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
222,47	214,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
214,0	156,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
156,0	98,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
98,0	40,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	330,0	315,0	0,0	0,0	322,5	322,5
2	315,0	310,0	0,0	0,0	312,5	312,5
3	310,0	272,0	0,19	0,03	276,81	276,81
4	272,0	222,47	3,47	0,62	242,02	242,02

5	222,47	214,0	1,03	0,18	218,15	218,15
6	214,0	156,0	10,52	1,87	182,24	182,24
7	156,0	98,0	16,53	2,94	125,24	125,24
8	98,0	40,0	22,55	4,0	67,71	67,71

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
315,0	0,09	0,93	187,2	322,4
310,0	0,12	1,27	187,1	319,9
272,0	0,38	3,9	186,2	300,1
222,47	0,76	7,82	185,1	273,4
214,0	0,83	8,53	184,9	268,8
156,0	1,35	13,85	183,5	236,3
98,0	1,94	19,91	182,0	203,0
40,0	2,61	26,67	180,6	168,9

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
315,0	0,09	0,93	0,0	26,3
310,0	0,12	1,27	0,01	26,7
272,0	-7,48	3,93	-2,99	30,0
222,47	-3,62	8,47	-6,16	34,3
214,0	-25,81	17,84	-7,03	35,0
156,0	-14,77	25,03	-19,96	40,0
98,0	2,36	34,02	-25,14	45,0
40,0	25,57	44,79	-19,14	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
Afm Area dei ferri lato monte.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT min{Vrd; Vwd}/Vsdu
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	0,71	83,82	S	119,92	0,0	1291,99
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	1,25	85,42	S	120,84	0,0	951,39
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,12	98,49	S	128,18	0,0	16,81
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	8,58	115,76	S	137,4	0,0	37,2
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	18,03	119,78	S	140,06	0,0	5,32
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	25,38	140,69	S	150,4	0,0	9,99
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	34,49	162,27	S	163,56	0,0	68,09
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	45,84	184,72	S	177,05	0,0	6,79

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
315,3	272,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
272,0	214,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
214,0	156,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
156,0	98,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
98,0	40,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
40,0	0,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	315,3	272,0	0,19	0,03	276,91	276,91
2	272,0	214,0	4,54	0,81	236,59	236,59
3	214,0	156,0	10,55	1,87	182,24	182,24
4	156,0	98,0	16,57	2,94	125,25	125,25
5	98,0	40,0	22,58	4,01	67,71	67,71
6	40,0	0,0	19,08	3,39	19,5	19,5

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato

G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
40,0	0,0	20,0	197,65	19,5	13,0	2,4	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
193,0	1,52	-1,48	-0,34

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	40,0	0,0	-4,68	-0,15	16,62	6,86

Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	73,51	13,05	44,02
Carichi esterni	-31,33	8,48	-90,8
Peso muro	0,0	26,67	-48,17
Peso fondazione	0,0	19,71	-19,81
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,0	0,7	-1,41
Spinte fondazione	-4,68	-0,15	-0,78
	37,49	68,47	-116,95

Momento stabilizzante	-186,43 kNm
Momento ribaltante	69,48 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	63,26 kN
Forza verticale (P)	250,75 kN

Dati palo

Lunghezza	1750,0 cm
Diametro	25,0 cm
Copriferro	4,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	320,0 cm
Peso unità di volume	20,0 KN/m³
Angolo di attrito	19,5 °
Coesione	2,4 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	39226,6 KN/m³

Strato N° 2

Spessore strato	550,0 cm
Peso unità di volume	10,19 KN/m³
Angolo di attrito	16,8 °
Coesione	5,0 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	880,0 cm
Peso unità di volume	12,19 KN/m³
Angolo di attrito	42,0 °
Coesione	10,0 kPa
Modulo di elasticità	98066,55 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	121,56 cm
Cedimento del palo	0,03 cm
Spostamento in x	1,06 cm
Rotazione in testa	0,5 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 163,3 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	1808,02 kN
Carico limite laterale (Qs)	296,34 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	967,85 kN
Peso palo (W)	2147,57 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	3,56

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	250,75 kN

Taglio	63,26 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	85,69 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifica palo alla profondità di cm 152,00

Momento	25,37 kNm
Sforzo normale	252,58 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	85,69 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifiche palo alla profondità di cm 243,12

Momento	10,0 kNm
Sforzo normale	253,67 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	85,69 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
30,0	-4,68	2,8	0,56	40,0
110,41	-25,77	-72,89	-57,01	40,0
150,0	-25,77	-69,02	-85,11	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	4,94	211,72	S	171,08	0,0	59,99
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	26,53	215,02	S	174,06	0,0	2,34

5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	26,53	215,02	S	174,06	0,0	2,47
--------------	--------------	-------	--------	---	--------	-----	------

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
200,0	19,08	13,69	-0,23	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
Afs Area dei ferri superiori.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	19,51	213,95	S	173,12	0,0	12,4

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,0977
Coefficiente sismico verticale Kv 0,0488

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato
G Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
330,0	315,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
315,0	310,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
310,0	272,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
272,0	222,47	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
222,47	214,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
214,0	156,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
156,0	98,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
98,0	40,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
K_a	Coefficiente di spinta attiva.
K_d	Coefficiente di spinta dinamica.
D_k	Coefficiente di incremento dinamico.
K_{ax}, K_{ay}	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
D_{kx}, D_{ky}	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i	Quota inizio strato.
Q_f	Quota inizio strato.
R_{px}, R_{py}	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
$Z(R_{px})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
$Z(R_{py})$	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	330,0	315,0	0,0	0,0	322,5	322,5
2	315,0	310,0	0,01	0,0	311,67	310,0
3	310,0	272,0	0,72	0,03	284,17	276,81
4	272,0	222,47	4,8	0,62	243,0	242,02
5	222,47	214,0	1,32	0,18	218,16	218,15
6	214,0	156,0	12,88	1,87	182,46	182,24
7	156,0	98,0	19,64	2,94	125,34	125,24
8	98,0	40,0	26,4	4,0	67,76	67,71

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

P_y	Peso del muro (kN);
P_x	Forza inerziale (kN);
X_p, Y_p	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	P_x	P_y	X_p	Y_p
315,0	0,09	0,93	187,2	322,4
310,0	0,12	1,27	187,1	319,9
272,0	0,38	3,9	186,2	300,1
222,47	0,76	7,82	185,1	273,4
214,0	0,83	8,53	184,9	268,8
156,0	1,35	13,85	183,5	236,3
98,0	1,94	19,91	182,0	203,0
40,0	2,61	26,67	180,6	168,9

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
F_x	Forza in direzione x (kN);
F_y	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
315,0	0,09	0,93	0,0	26,3
310,0	0,13	1,27	0,01	26,7
272,0	-8,63	3,93	-3,56	30,0
222,47	-3,45	8,47	-6,99	34,3
214,0	-25,35	17,84	-7,83	35,0
156,0	-11,96	25,03	-19,85	40,0
98,0	8,27	34,02	-22,53	45,0
40,0	35,34	44,79	-12,03	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	0,71	83,82	S	119,92	0,0	1291,99
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	1,25	85,42	S	120,84	0,0	894,42
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,12	98,49	S	128,18	0,0	14,56
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	8,58	115,76	S	137,4	0,0	39,07
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	18,03	119,78	S	140,06	0,0	5,42
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	25,38	140,69	S	150,4	0,0	12,33
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	34,49	162,27	S	163,56	0,0	19,39
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	45,84	184,72	S	177,05	0,0	4,91

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
315,3	272,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
272,0	214,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
214,0	156,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
156,0	98,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
98,0	40,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	
40,0	0,0	20,0	17,65	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07
13,0	0,71	0,99	0,33	0,69	0,16	0,32	0,07

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	315,3	272,0	0,74	0,03	284,52	276,91
2	272,0	214,0	6,15	0,81	237,69	236,59
3	214,0	156,0	12,91	1,87	182,47	182,24
4	156,0	98,0	19,67	2,94	125,34	125,25
5	98,0	40,0	26,44	4,01	67,76	67,71
6	40,0	0,0	22,17	3,39	19,52	19,5

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
40,0	0,0	20,0	197,65	19,5	13,0	2,4	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
193,0	1,52	-1,48	-0,34

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	40,0	0,0	-4,68	-0,15	16,62	6,86

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	88,09	13,05	60,96
Carichi esterni	-33,03	8,48	-96,07
Peso muro	2,61	26,67	-43,77
Peso fondazione	1,93	19,71	-19,42
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,05	0,54	-0,99
Spinte fondazione	-4,68	-0,15	-0,78
	54,96	68,31	-100,07

Momento stabilizzante -191,37 kNm
 Momento ribaltante 91,3 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale 89,46 kN
 Forza verticale (P) 296,94 kN

Dati palo

Lunghezza 1750,0 cm
 Diametro 25,0 cm
 Copriferro 4,0 cm
 Palo trivellato
 Numero verticali indagate 2
 Fattore correlazione verticali indagate [xi3] 1,65
 Fattore correlazione verticali indagate [xi4] 1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato 320,0 cm
 Peso unità di volume 20,0 KN/m³
 Angolo di attrito 19,5 °
 Coesione 2,4 kPa
 Modulo di elasticità 1961,33 kPa
 Modulo di reaz. orizzontale 39226,6 KN/m³

Strato N° 2

Spessore strato 550,0 cm
 Peso unità di volume 10,19 KN/m³
 Angolo di attrito 16,8 °
 Coesione 5,0 kPa
 Modulo di elasticità 1961,33 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	880,0 cm
Peso unità di volume	12,19 KN/m ³
Angolo di attrito	42,0 °
Coesione	10,0 kPa
Modulo di elasticità	98066,55 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	121,56 cm
Cedimento del palo	0,03 cm
Spostamento in x	1,5 cm
Rotazione in testa	0,71 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 163,3 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	1808,02 kN
Carico limite laterale (Qs)	296,34 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	967,85 kN
Peso palo (W)	2147,57 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	3,04

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	296,94 kN
Taglio	89,46 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	84,55 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifica palo alla profondità di cm 152,00

Momento	35,89 kNm
Sforzo normale	298,77 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	84,55 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifiche palo alla profondità di cm 243,12

Momento	14,14 kNm
Sforzo normale	299,87 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	84,55 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
30,0	-4,68	2,8	0,56	40,0
37,48	-34,5	-95,45	-0,65	40,0
150,0	-34,5	-84,42	-101,84	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	4,94	211,72	S	171,08	0,0	59,99
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	35,43	216,38	S	175,3	0,0	1,8
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	35,43	216,38	S	175,3	0,0	2,04

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
200,0	22,17	13,69	-0,24	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	22,7	214,44	S	173,55	0,0	12,43

MURO SEZ 4

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
220,0	205,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
205,0	200,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
200,0	184,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
184,0	171,55	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
171,55	148,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
148,0	112,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
112,0	76,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
76,0	40,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	220,0	205,0	0,0	0,0	212,5	212,5
2	205,0	200,0	0,0	0,0	202,5	202,5
3	200,0	184,0	0,0	0,0	192,0	192,0
4	184,0	171,55	0,07	0,01	174,24	174,24

5	171,55	148,0	1,06	0,19	157,45	157,45
6	148,0	112,0	4,05	0,72	127,82	127,82
7	112,0	76,0	6,98	1,24	92,74	92,74
8	76,0	40,0	9,92	1,76	57,11	57,11

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
205,0	0,09	0,96	127,0	212,4
200,0	0,13	1,3	126,8	209,8
184,0	0,24	2,43	126,2	201,5
171,55	0,33	3,36	125,8	194,8
148,0	0,52	5,3	124,9	182,0
112,0	0,84	8,61	123,5	161,8
76,0	1,21	12,36	122,0	141,1
40,0	1,62	16,55	120,6	120,0

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
205,0	0,09	0,96	0,0	27,1
200,0	0,13	1,3	0,0	27,8
184,0	-3,03	2,43	-0,51	30,0
171,55	-2,87	3,37	-0,91	31,7
148,0	-20,1	12,22	-4,96	35,0
112,0	-15,73	16,25	-11,99	40,0
76,0	-8,38	21,24	-17,12	45,0
40,0	1,94	27,19	-19,35	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
Afm Area dei ferri lato monte.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	0,8	86,91	S	121,66	0,0	1277,17
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	1,16	89,65	S	123,21	0,0	951,78
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	2,33	98,28	S	127,98	0,0	41,38
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	3,52	105,0	S	131,56	0,0	44,98
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	12,58	119,04	S	139,27	0,0	6,8
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	16,67	139,31	S	149,68	0,0	9,33
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	21,45	159,92	S	163,38	0,0	19,11
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	28,03	181,13	S	176,8	0,0	89,33

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
205,6	184,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
184,0	148,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
148,0	112,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
112,0	76,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
76,0	40,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
40,0	0,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota fine strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	205,6	184,0	0,0	0,0	194,8	194,8
2	184,0	148,0	1,18	0,21	158,74	158,74
3	148,0	112,0	4,09	0,73	127,85	127,85
4	112,0	76,0	7,03	1,25	92,75	92,75
5	76,0	40,0	9,96	1,77	57,12	57,12
6	40,0	0,0	14,51	2,58	19,17	19,17

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato

G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
40,0	0,0	20,0	210,0	19,5	13,0	2,4	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
193,0	1,52	-1,48	-0,34

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	40,0	0,0	-4,68	-0,15	16,62	6,86

Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	36,78	6,53	12,88
Carichi esterni	-21,75	6,73	-45,52
Peso muro	0,0	16,55	-19,96
Peso fondazione	0,0	13,83	-9,75
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,0	0,42	-0,58
Spinte fondazione	-4,68	-0,15	-0,78
	10,34	43,9	-63,71

Momento stabilizzante	-85,02 kNm
Momento ribaltante	21,31 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	22,54 kN
Forza verticale (P)	145,02 kN

Dati palo

Lunghezza	1750,0 cm
Diametro	25,0 cm
Copriferro	4,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	430,0 cm
Peso unità di volume	20,0 KN/m³
Angolo di attrito	19,5 °
Coesione	2,4 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	39226,6 KN/m³

Strato N° 2

Spessore strato	550,0 cm
Peso unità di volume	10,19 KN/m³
Angolo di attrito	16,8 °
Coesione	4,0 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	770,0 cm
Peso unità di volume	12,19 KN/m³
Angolo di attrito	42,0 °
Coesione	10,0 kPa
Modulo di elasticità	98066,55 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	121,56 cm
Cedimento del palo	0,02 cm
Spostamento in x	0,38 cm
Rotazione in testa	0,18 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 163,3 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	1873,14 kN
Carico limite laterale (Qs)	309,93 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	1004,25 kN
Peso palo (W)	2147,57 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	6,05

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	145,02 kN

Taglio	22,54 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	87,77 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifica palo alla profondità di cm 152,00

Momento	9,04 kNm
Sforzo normale	146,85 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	87,77 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifiche palo alla profondità di cm 243,12

Momento	3,56 kNm
Sforzo normale	147,94 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	87,77 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
30,0	-4,68	2,8	0,56	40,0
90,0	-12,2	-39,66	-23,5	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	4,94	211,72	S	171,08	0,0	59,99
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	12,49	212,88	S	172,14	0,0	4,26

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
140,0	14,51	6,95	-0,19	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	15,04	213,27	S	172,47	0,0	24,34

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,0977
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0488

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
220,0	205,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
205,0	200,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
200,0	184,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
184,0	171,55	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
171,55	148,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
148,0	112,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
112,0	76,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
76,0	40,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.

Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	220,0	205,0	0,0	0,0	212,5	212,5
2	205,0	200,0	0,0	0,0	201,67	200,0
3	200,0	184,0	0,06	0,0	190,36	184,0
4	184,0	171,55	0,15	0,01	176,12	174,24
5	171,55	148,0	1,1	0,19	157,78	157,45
6	148,0	112,0	3,84	0,72	127,96	127,82
7	112,0	76,0	6,44	1,24	92,79	92,74
8	76,0	40,0	9,05	1,76	57,14	57,11

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py	Peso del muro (kN);
Px	Forza inerziale (kN);
Xp, Yp	Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
205,0	0,09	0,96	127,0	212,4
200,0	0,13	1,3	126,8	209,8
184,0	0,24	2,43	126,2	201,5
171,55	0,33	3,36	125,8	194,8
148,0	0,52	5,3	124,9	182,0
112,0	0,84	8,61	123,5	161,8
76,0	1,21	12,36	122,0	141,1
40,0	1,62	16,55	120,6	120,0

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
-------	----	----	---	---

205,0	0,09	0,96	0,0	27,1
200,0	0,13	1,3	0,0	27,8
184,0	-2,76	2,43	-0,47	30,0
171,55	-2,52	3,37	-0,83	31,7
148,0	-19,71	12,22	-4,8	35,0
112,0	-15,55	16,25	-11,71	40,0
76,0	-8,75	21,24	-16,86	45,0
40,0	0,71	27,19	-19,37	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	0,8	86,91	S	121,66	0,0	1277,17
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	1,16	89,65	S	123,21	0,0	927,31
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	2,33	98,28	S	127,98	0,0	45,48
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	3,52	105,0	S	131,56	0,0	51,17
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	12,58	119,04	S	139,27	0,0	6,93
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	16,67	139,31	S	149,68	0,0	9,44
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	21,45	159,92	S	163,38	0,0	18,32
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	28,03	181,13	S	176,8	0,0	244,32

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
205,6	184,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
184,0	148,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
148,0	112,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
112,0	76,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
76,0	40,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
40,0	0,0	20,0	30,0	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
---	----	----	----	-----	-----	-----	-----

13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03
13,0	0,89	0,99	0,14	0,87	0,2	0,13	0,03

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	205,6	184,0	0,06	0,0	191,2	184,0
2	184,0	148,0	1,29	0,21	160,09	158,74
3	148,0	112,0	3,88	0,73	127,99	127,85
4	112,0	76,0	6,48	1,25	92,79	92,75
5	76,0	40,0	9,09	1,77	57,14	57,12
6	40,0	0,0	13,15	2,58	19,19	19,17

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
40,0	0,0	20,0	210,0	19,5	13,0	2,4	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
193,0	1,52	-1,48	-0,34

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
--	----	----	-----	-----	--------	--------

1	40,0	0,0	-4,68	-0,15	16,62	6,86
---	------	-----	-------	-------	-------	------

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	33,96	6,53	11,67
Carichi esterni	-21,54	6,73	-45,09
Peso muro	1,62	16,55	-18,02
Peso fondazione	1,35	13,83	-9,48
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,03	0,32	-0,41
Spinte fondazione	-4,68	-0,15	-0,78
	10,73	43,81	-62,11

Momento stabilizzante -84,46 kNm
 Momento ribaltante 22,35 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	23,13 kN
Forza verticale (P)	148,7 kN

Dati palo

Lunghezza	1750,0 cm
Diametro	25,0 cm
Copriferro	4,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	430,0 cm
Peso unità di volume	20,0 kN/m³
Angolo di attrito	19,5 °
Coesione	2,4 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	39226,6 kN/m³

Strato N° 2

Spessore strato	550,0 cm
Peso unità di volume	10,19 kN/m³
Angolo di attrito	16,8 °
Coesione	4,0 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	770,0 cm
-----------------	----------

Peso unità di volume	12,19 kN/m ³
Angolo di attrito	42,0 °
Coesione	10,0 kPa
Modulo di elasticità	98066,55 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	121,56 cm
Cedimento del palo	0,02 cm
Spostamento in x	0,39 cm
Rotazione in testa	0,18 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 163,3 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	1873,14 kN
Carico limite laterale (Qs)	309,93 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	1004,25 kN
Peso palo (W)	2147,57 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	5,92

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	148,7 kN
Taglio	23,13 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	87,72 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifica palo alla profondità di cm 152,00

Momento	9,28 kNm
Sforzo normale	150,53 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	87,72 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifiche palo alla profondità di cm 243,12

Momento	3,65 kNm
Sforzo normale	151,62 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	87,72 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
30,0	-4,68	2,8	0,56	40,0
90,0	-12,39	-40,89	-24,2	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	4,94	211,72	S	171,08	0,0	59,99
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	12,49	212,88	S	172,17	0,0	4,13

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
140,0	13,15	6,95	-0,17	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	13,13	212,98	S	172,28	0,0	24,31

MURO SEZ 5

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
290,0	275,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
275,0	270,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
270,0	240,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
240,0	202,29	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
202,29	190,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
190,0	140,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
140,0	90,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
90,0	40,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	290,0	275,0	0,0	0,0	282,5	282,5
2	275,0	270,0	0,67	0,16	272,5	272,5
3	270,0	240,0	4,04	0,93	255,0	255,0
4	240,0	202,29	5,89	1,32	220,26	220,44
5	202,29	190,0	2,28	0,49	196,07	196,08

6	190,0	140,0	11,08	2,33	163,9	164,07
7	140,0	90,0	14,0	2,84	114,13	114,24
8	90,0	40,0	16,92	3,36	64,28	64,36

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
275,0	0,09	0,96	52,1	282,4
270,0	0,12	1,27	52,0	279,9
240,0	0,33	3,38	51,2	264,2
202,29	0,62	6,33	50,2	244,0
190,0	0,72	7,35	49,9	237,2
140,0	1,17	11,96	48,5	209,2
90,0	1,67	17,16	47,0	180,5
40,0	2,24	22,97	45,6	151,1

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
275,0	0,09	0,96	0,0	26,5
270,0	0,8	1,43	0,0	27,0
240,0	-3,09	4,47	-1,74	30,0
202,29	3,09	8,73	-2,1	33,8
190,0	-16,22	18,14	-3,09	35,0
140,0	-4,69	25,08	-9,35	40,0
90,0	9,81	33,12	-9,38	45,0
40,0	27,3	42,3	-1,79	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
Afm Area dei ferri lato monte.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	0,77	84,6	S	120,36	0,0	1267,38
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	1,66	86,62	S	121,51	0,0	149,48
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,56	98,54	S	128,26	0,0	40,72
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	8,77	113,84	S	136,46	0,0	43,36
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	18,53	119,85	S	140,1	0,0	8,47
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	25,38	140,69	S	150,41	0,0	31,44
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	33,9	162,16	S	163,54	0,0	16,34
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	43,29	184,21	S	177,02	0,0	6,36

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
278,3	240,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
240,0	190,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
190,0	140,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
140,0	90,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
90,0	40,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
40,0	0,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	278,3	240,0	5,16	1,19	259,13	259,14
2	240,0	190,0	8,36	1,84	213,55	213,83
3	190,0	140,0	11,28	2,36	163,92	164,09
4	140,0	90,0	14,19	2,88	114,14	114,25
5	90,0	40,0	17,11	3,4	64,29	64,36
6	40,0	0,0	15,79	3,09	19,61	19,64

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);

Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
40,0	0,0	20,0	182,0	19,5	13,0	2,4	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
193,0	0,72	-0,7	-0,16

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	40,0	0,0	-2,7	-0,02	17,24	3,85

Sollecitazioni total i

Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	71,88	14,76	56,38
Carichi esterni	-29,82	7,89	-68,29
Peso muro	0,0	22,97	-10,48
Peso fondazione	0,0	15,69	-12,55
Sovraccarico	0,0	28,5	-32,06
Terr. fondazione	0,0	58,03	-65,29
Spinte fondazione	-2,7	-0,02	-0,47
	39,36	147,83	-132,75

Momento stabilizzante	-212,28 kNm
Momento ribaltante	79,53 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	63,09 kN
Forza verticale (P)	460,37 kN

Dati palo

Lunghezza	1750,0 cm
Diametro	25,0 cm
Copriferro	4,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	360,0 cm
Peso unità di volume	20,0 KN/m³
Angolo di attrito	19,5 °
Coesione	2,4 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	39226,6 KN/m³

Strato N° 2

Spessore strato	550,0 cm
Peso unità di volume	10,19 KN/m³
Angolo di attrito	16,8 °
Coesione	5,0 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	840,0 cm
Peso unità di volume	12,19 KN/m³
Angolo di attrito	42,0 °
Coesione	10,0 kPa
Modulo di elasticità	98066,55 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	121,56 cm
Cedimento del palo	0,05 cm
Spostamento in x	1,06 cm
Rotazione in testa	0,5 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 163,3 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	1831,7 kN
Carico limite laterale (Qs)	302,31 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	981,63 kN
Peso palo (W)	2147,57 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	2,04

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	460,37 kN
Taglio	63,09 kN

Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	79,47 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifica palo alla profondità di cm 152,00

Momento	25,31 kNm
Sforzo normale	462,2 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	79,47 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifiche palo alla profondità di cm 243,12

Momento	9,97 kNm
Sforzo normale	463,29 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	79,47 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
15,0	-2,7	1,45	0,18	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	2,74	211,39	S	170,8	0,0	115,55

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
65,0	-5,25	102,82	-52,69	40,0
130,0	15,79	40,9	-8,42	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	5,57	211,82	S	171,16	0,0	1,63
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	16,32	213,47	S	172,65	0,0	4,14

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,0974
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0487

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
290,0	275,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
275,0	270,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
270,0	240,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
240,0	202,29	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
202,29	190,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
190,0	140,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
140,0	90,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
90,0	40,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.

Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	290,0	275,0	0,0	0,0	282,5	282,5
2	275,0	270,0	0,86	0,16	272,5	272,5
3	270,0	240,0	5,29	0,93	254,9	255,0
4	240,0	202,29	7,6	1,32	220,47	220,44
5	202,29	190,0	2,83	0,49	196,08	196,08
6	190,0	140,0	13,28	2,33	164,1	164,07
7	140,0	90,0	16,14	2,84	114,26	114,24
8	90,0	40,0	19,0	3,36	64,37	64,36

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
275,0	0,09	0,96	52,1	282,4
270,0	0,12	1,27	52,0	279,9
240,0	0,33	3,38	51,2	264,2
202,29	0,62	6,33	50,2	244,0
190,0	0,72	7,35	49,9	237,2
140,0	1,17	11,96	48,5	209,2
90,0	1,67	17,16	47,0	180,5
40,0	2,24	22,97	45,6	151,1

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
275,0	0,09	0,96	0,0	26,5

270,0	0,99	1,43	0,01	27,0
240,0	-3,14	4,47	-1,94	30,0
202,29	4,74	8,73	-2,01	33,8
190,0	-14,02	18,14	-2,76	35,0
140,0	-0,29	25,08	-7,37	40,0
90,0	16,35	33,12	-4,66	45,0
40,0	35,92	42,3	6,73	50,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	0,77	84,6	S	120,36	0,0	1267,38
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	1,66	86,62	S	121,51	0,0	120,97
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	4,56	98,54	S	128,26	0,0	40,0
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	8,77	113,84	S	136,46	0,0	28,25
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	18,53	119,85	S	140,1	0,0	9,8
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	25,38	140,69	S	150,41	0,0	504,25
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	33,9	162,16	S	163,54	0,0	9,81
5Ø16 (10,05)	5Ø16 (10,05)	43,29	184,21	S	177,02	0,0	4,83

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
278,3	240,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
240,0	190,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
190,0	140,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
140,0	90,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
90,0	40,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	
40,0	0,0	20,0	2,0	19,5	13,0	2,4	0,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
---	----	----	----	-----	-----	-----	-----

13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03
13,0	0,46	0,56	0,13	0,45	0,1	0,12	0,03

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	278,3	240,0	6,76	1,19	258,97	259,14
2	240,0	190,0	10,61	1,84	213,88	213,83
3	190,0	140,0	13,47	2,36	164,12	164,09
4	140,0	90,0	16,33	2,88	114,27	114,25
5	90,0	40,0	19,19	3,4	64,38	64,36
6	40,0	0,0	17,41	3,09	19,65	19,64

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
40,0	0,0	20,0	182,0	19,5	13,0	2,4	180,0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
193,0	0,72	-0,7	-0,16

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	40,0	0,0	-2,7	-0,02	17,24	3,85

Sollecitazioni total i

Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	83,76	14,76	73,11
Carichi esterni	-31,32	7,89	-72,34
Peso muro	2,24	22,97	-7,09
Peso fondazione	1,53	15,69	-12,25
Sovraccarico	2,78	28,5	-23,94
Terr. fondazione	4,35	44,64	-43,3
Spinte fondazione	-2,7	-0,02	-0,47
	60,64	134,44	-86,28

Momento stabilizzante -201,26 kNm
Momento ribaltante 114,99 kN m

Verifica palo max sollecitato

Forza orizzontale	95,0 kN
Forza verticale (P)	546,65 kN

Dati palo

Lunghezza	1750,0 cm
Diametro	25,0 cm
Copriferro	4,0 cm
Palo trivellato	
Numero verticali indagate	2
Fattore correlazione verticali indagate [xi3]	1,65
Fattore correlazione verticali indagate [xi4]	1,55

Stratigrafia palo

Strato N° 1

Spessore strato	360,0 cm
Peso unità di volume	20,0 kN/m³
Angolo di attrito	19,5 °
Coesione	2,4 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa
Modulo di reaz. orizzontale	39226,6 kN/m³

Strato N° 2

Spessore strato	550,0 cm
Peso unità di volume	10,19 kN/m³
Angolo di attrito	16,8 °
Coesione	5,0 kPa
Modulo di elasticità	1961,33 kPa

Strato N° 3

Spessore strato	840,0 cm
Peso unità di volume	12,19 kN/m³

Angolo di attrito	42,0 °
Coesione	10,0 kPa
Modulo di elasticità	98066,55 kPa

Spostamenti e rotazioni in testa al palo di valle

Lunghezza d'onda	121,56 cm
Cedimento del palo	0,06 cm
Spostamento in x	1,59 cm
Rotazione in testa	0,75 °

Pressione limite orizzontale in corrispondenza della lunghezza d'onda 163,3 kPa

Carico limite verticale

Carico limite di punta (Qp)	1831,7 kN
Carico limite laterale (Qs)	302,31 kN
Coefficiente di sicurezza punta (FsP)	1,35
Coefficiente di sicurezza laterale (FsL)	1,15
$R=(Qp/Xi3)/FsP+(Qs/Xi3)/FsL$	981,63 kN
Peso palo (W)	2147,57 Kg
Fattore di sicurezza $Fs=R/(P+W)$	1,73

Verifica palo in testa

Momento	0,0 kNm
Sforzo normale	546,65 kN
Taglio	95,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	76,2 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifica palo alla profondità di cm 152,00

Momento	38,11 kNm
Sforzo normale	548,47 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	76,2 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

Verifiche palo alla profondità di cm 243,12

Momento	15,01 kNm
Sforzo normale	549,57 kN
Taglio	0,0 kN
Sforzo normale ultimo (Nu)	1701,77 kN
Momento flettente ultimo (Mu)	76,2 kNm
Stato verifica a flessione	Sezione Verificata
Resistenza a taglio tubolare (Vwd)	625,49 kN
Misura Sicurezza Taglio	Sezione Verificata

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
15,0	-2,7	1,45	0,18	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	2,74	211,39	S	170,8	0,0	115,55

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
65,0	-14,26	144,98	-77,96	40,0
130,0	17,41	40,9	-8,42	40,0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	14,4	213,18	S	172,43	0,0	1,17
5Ø20 (15,71)	5Ø20 (15,71)	17,6	213,66	S	172,88	0,0	4,14

2.1.10.2. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO

MURO SEZ 1

SLE 5 [Rara]

Elevazione

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+compr.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	--	--	--	--	Si	0,33	152,96	-4,82
Si	--	--	--	--	Si	0,44	152,96	-6,53
Si	--	--	--	--	Si	0,95	152,96	-6,96
Si	--	--	--	--	Si	2,36	152,96	-11,71
Si	--	--	--	--	Si	3,52	152,96	-24,33
Si	--	--	--	--	Si	4,11	152,96	-50,07
Si	--	--	--	--	Si	6,21	152,96	-61,47

Fondazione valle

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+compr.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	--	--	--	--	Si	2,59	152,96	-10,98
Si	0,004	--	277,723	750	Si	1,87	152,96	49,19

Fondazione monte

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+compr.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	--	--	--	--	Si	1,92	152,96	-23,51

MURO SEZ 2

SLE 5 [Rara]

Elevazione

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+compr.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	--	--	--	--	Si	0,34	152,96	-4,71
Si	--	--	--	--	Si	0,54	152,96	-6,87
Si	0,005	--	265,305	704	Si	2,10	152,96	64,20
Si	0,004	--	271,779	728	Si	2,09	152,96	51,15
Si	0,005	--	265,349	704	Si	3,18	152,96	62,26
Si	0,014	--	277,723	750	Si	6,05	152,96	175,90
Si	0,007	--	277,723	750	Si	4,24	152,96	80,44
Si	--	--	--	--	Si	16,73	152,96	-218,80

Fondazione valle

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+compr.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	--	--	--	--	Si	1,25	152,96	-12,19
Si	--	--	--	--	Si	1,85	152,96	-4,59
Si	--	--	--	--	Si	1,85	152,96	-4,59

Fondazione monte

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+compr.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	--	--	--	--	Si	3,82	152,96	-47,32

MURO SEZ 3

SLE 5 [Rara]

Elevazione

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+compr.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	--	--	--	--	Si	0,33	152,96	-4,55
Si	--	--	--	--	Si	0,46	152,96	-6,14
Si	0,006	--	270,087	722	Si	2,27	152,96	75,95
Si	0,010	--	277,723	750	Si	3,70	152,96	127,04
Si	0,009	--	277,723	750	Si	4,20	152,96	109,78
Si	0,036	--	277,723	750	Si	11,18	152,96	435,96
Si	0,042	--	277,723	750	Si	12,70	152,96	513,10
Si	0,030	--	277,723	750	Si	10,10	152,96	361,65

Fondazione valle

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+compr.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	--	--	--	--	Si	1,85	152,96	-4,59
Si	0,091	--	230,338	750	Si	33,97	152,96	1342,20

Fondazione monte

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+compr.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	--	--	--	--	Si	3,49	152,96	-43,68

MURO SEZ 4

SLE 5 [Rara]

Elevazione

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+compr.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	--	--	--	--	Si	0,33	152,96	-4,77
Si	--	--	--	--	Si	0,45	152,96	-6,43
Si	0,000	--	223,656	550	Si	0,39	152,96	5,80
Si	0,001	--	247,601	639	Si	0,63	152,96	12,14
Si	0,008	--	277,723	750	Si	3,50	152,96	102,77
Si	0,022	--	277,723	750	Si	6,96	152,96	268,23
Si	0,028	--	277,723	750	Si	8,43	152,96	347,27
Si	0,029	--	277,723	750	Si	8,47	152,96	349,07

Fondazione valle

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+compr.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	--	--	--	--	Si	1,85	152,96	-4,59
Si	0,025	--	230,338	750	Si	9,63	152,96	368,24

Fondazione monte

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+compr.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	--	--	--	--	Si	2,66	152,96	-33,18

MURO SEZ 5

SLE 5 [Rara]

Elevazione

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+compr.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	--	--	--	--	Si	0,34	152,96	-4,68
Si	--	--	--	--	Si	0,50	152,96	-6,55
Si	0,003	--	258,393	679	Si	1,33	152,96	35,95
Si	0,002	--	264,213	700	Si	1,50	152,96	31,59
Si	0,003	--	246,686	635	Si	2,29	152,96	34,66
Si	0,019	--	277,723	750	Si	6,88	152,96	228,97
Si	0,021	--	277,723	750	Si	7,65	152,96	260,27
Si	0,013	--	277,723	750	Si	5,84	152,96	156,94

Fondazione valle

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+compr.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	--	--	--	--	Si	0,86	152,96	-5,29

Fondazione monte

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+compr.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	0,052	--	230,338	750	Si	18,53	152,96	769,62
Si	0,007	--	230,338	750	Si	3,48	152,96	102,41

2.1.10.3. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Si veda validazione del software.

2.1.11. CARATTERISTICHE E AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO

GeoStru

2.1.12. ES RISULTATI SIGNIFICATIVI NEL CONFRONTO TRA LIVELLI DI SICUREZZA PRE E POST INTERVENTO

Non pertinente

2.2. TABULATI DI CALCOLO

Riportati nei capitoli PRECEDENTI

2.2.1. PRINCIPALI RISULTATI

2.2.2 TABULATI VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

2.2.3 TABULATI VERIFICHE AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO

3. RELAZIONE SUI MATERIALI

3.1. ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI E LORO MODALITÀ DI POSA IN OPERA

CALCESTRUZZO:

C25/30 - Rck30 , S4, copriferro 3 cm, XC2 per opere di fondazione

XC1 per cordoli

Modulo elasticità $E = 30200 \text{ N/mm}^2$

Peso specifico $\rho = 25.0 \text{ kN/m}^3$

Le Norme contenute nel presente paragrafo si applicano al calcestruzzo per usi strutturali, armato e non, normale e precompresso di cui al § 4.1.

11.2.1. SPECIFICHE PER IL CALCESTRUZZO

La prescrizione del calcestruzzo all'atto del progetto deve essere caratterizzata almeno mediante la classe di resistenza, la classe di consistenza al getto ed il diametro massimo dell'aggregato, nonché la classe di esposizione ambientale, di cui alla norma UNI EN 206:2016. Nel caso di impiego di armature di pre- o post-tensione permanentemente incorporate nei getti è obbligatoria anche l'individuazione della classe di contenuto in cloruri. La classe di resistenza è contraddistinta dai valori caratteristici delle resistenze cubica R_{ck} e cilindrica f_{ck} a compressione uniassiale, misurate rispettivamente su cubi di spigolo 150 mm e su cilindri di diametro 150 mm e di altezza 300 mm.

Inoltre, si dovranno dare indicazioni in merito ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera, facendo utile riferimento alla norma UNI EN 13670, alle *Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale* ed alle *Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera* elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

La resistenza caratteristica a compressione è definita come la resistenza per la quale si ha il 5% di probabilità di trovare valori inferiori. Nelle presenti norme la resistenza caratteristica designa quella dedotta da prove su provini come sopra descritti, confezionati e stagionati come specificato al § 11.2.4, eseguite a 28 giorni di maturazione. Potranno essere indicati altri tempi di maturazione a cui riferire le misure di resistenza ed il corrispondente valore caratteristico. Inoltre, si dovrà tener conto degli effetti prodotti da eventuali processi accelerati di maturazione.

Il conglomerato per il getto delle strutture di un'opera o di parte di essa si considera omogeneo ai fini del controllo (secondo le prestazioni), se possiede le medesime caratteristiche prestazionali (classe di resistenza e classe di esposizione).

11.2.2. CONTROLLI DI QUALITÀ DEL CALCESTRUZZO

Il calcestruzzo deve essere prodotto in regime di controllo di qualità, con lo scopo di garantire che rispetti le prescrizioni definite in sede di progetto.

Il controllo si articola nelle seguenti fasi:

Valutazione preliminare

Serve a determinare, prima dell'inizio della costruzione delle opere, la miscela per produrre il calcestruzzo in accordo con le prescrizioni di progetto.

Controllo di produzione

Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo durante la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo stesso.

Controllo di accettazione

Riguarda il controllo da eseguire sul calcestruzzo utilizzato per l'esecuzione dell'opera, con prelievo effettuato contestualmente al getto dei relativi elementi strutturali.

Prove complementari

Sono prove che vengono eseguite, ove necessario, a complemento delle prove di accettazione.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, compresi i carotaggi di cui al punto 11.2.6, devono essere eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Il costruttore resta comunque responsabile della qualità del calcestruzzo posto in opera, che sarà controllata dal Direttore dei Lavori, secondo le procedure di cui al § 11.2.5.

11.2.3. VALUTAZIONE PRELIMINARE

Il costruttore, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, deve effettuare idonee prove preliminari di studio ed acquisire idonea documentazione relativa ai componenti, per ciascuna miscela omogenea di calcestruzzo da utilizzare, al fine di ottenere le prestazioni richieste dal progetto.

Nel caso di forniture provenienti da impianto di produzione industrializzata con certificato di controllo della produzione in fabbrica previsto al § 11.2.8, tale documentazione è costituita da quella di identificazione, qualificazione e controllo dei prodotti da fornire.

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di acquisire, prima dell'inizio della costruzione, la documentazione relativa alla valutazione preliminare delle prestazioni e di accettare le tipologie di calcestruzzo da fornire, con facoltà di far eseguire ulteriori prove preliminari. Il Direttore dei Lavori ha comunque l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la corrispondenza delle caratteristiche del calcestruzzo fornito rispetto a quelle stabilite dal progetto.

11.2.4. PRELIEVO E PROVA DEI CAMPIONI

Un prelievo consiste nel prelevare dagli impasti, al momento della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia, il calcestruzzo necessario per la confezione di un gruppo di due provini.

La media delle resistenze a compressione dei due provini di un prelievo rappresenta la "Resistenza di prelievo" che costituisce il valore mediante il quale vengono eseguiti i controlli del calcestruzzo. Il prelievo non viene accettato se la differenza fra i valori di resistenza dei due provini supera il 20% del valore inferiore; in tal caso si applicano le procedure di cui al §11.2.5.3.

È obbligo del Direttore dei Lavori prescrivere ulteriori prelievi rispetto al numero minimo, di cui ai successivi paragrafi, tutte le volte che variazioni di qualità e/o provenienza dei costituenti dell'impasto possano far presumere una variazione di qualità del calcestruzzo stesso, tale da non poter più essere considerato omogeneo.

Per la preparazione, la forma, le dimensioni e la stagionatura dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-1:2012 e UNI EN 12390-2:2009.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della resistenza a compressione dei provini di calcestruzzo vale quanto indicato nelle norme UNI EN 12390-3:2009 e UNI EN 12390-4:2002.

Circa il procedimento da seguire per la determinazione della massa volumica vale quanto indicato nella norma UNI EN 12390-7:2009.

11.2.5. CONTROLLO DI ACCETTAZIONE

Il controllo di accettazione è eseguito dal Direttore dei Lavori su ciascuna miscela omogenea e si configura, in funzione del quantitativo di calcestruzzo in accettazione, nel:

- controllo di tipo A di cui al § 11.2.5.1;
- controllo di tipo B di cui al § 11.2.5.2.

Il controllo di accettazione è positivo ed il quantitativo di calcestruzzo accettato se risultano verificate le disuguaglianze di cui alla Tab. 11.2.I seguente:

Tab. 11.2.I

Controllo di tipo A	Controllo di tipo B
$R_{c,min} \geq R_{ck} - 3,5$	
$R_{cm28} \geq R_{ck} + 3,5$ (N° prelievi: 3)	$R_{cm28} \geq R_{ck} + 1,48 s$ (N° prelievi ≥ 15)

Ove: R_{cm28} = resistenza media dei prelievi (N/mm²); $R_{c,min}$ = minore valore di resistenza dei prelievi (N/mm²);
s = scarto quadratico medio

11.2.5.1 CONTROLLO DI TIPO A

Ogni controllo di tipo A è riferito ad un quantitativo di miscela omogenea non maggiore di 300 m³ ed è costituito da tre prelievi, ciascuno dei quali eseguito su un massimo di 100 m³ di getto di miscela omogenea. Risulta quindi un controllo di accettazione ogni 300 m³ massimo di getto. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Nelle costruzioni con meno di 100 m³ di getto di miscela omogenea, fermo restando l'obbligo di almeno 3 prelievi e del rispetto delle limitazioni di cui sopra, è consentito derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero.

11.2.5.2 CONTROLLO DI TIPO B

Nella realizzazione di opere strutturali che richiedano l'impiego di più di 1500 m³ di miscela omogenea è obbligatorio il controllo di accettazione di tipo statistico (tipo B).

Il controllo è riferito ad una miscela omogenea e va eseguito con frequenza non minore di un controllo ogni 1500 m³ di calcestruzzo.

Ogni controllo di accettazione di tipo B è costituito da almeno 15 prelievi, ciascuno dei quali eseguito su 100 m³ di getto di miscela omogenea. Per ogni giorno di getto va comunque effettuato almeno un prelievo.

Se si eseguono controlli statistici accurati, l'interpretazione dei risultati sperimentali può essere svolta con i metodi completi dell'analisi statistica assumendo la legge di distribuzione più corretta e il suo valor medio, unitamente al coefficiente di variazione (rapporto tra deviazione standard e valore medio). Non sono accettabili calcestruzzi con coefficiente di variazione superiore a 0,3. Per calcestruzzi con coefficiente di variazione (s/R_m) superiore a 0,15 occorrono controlli più accurati, integrati con prove complementari di cui al §11.2.7.

Infine, la resistenza caratteristica R_{ck} di progetto dovrà essere minore del valore sperimentale corrispondente al frattile inferiore 5% delle resistenze di prelievo e la resistenza minima di prelievo $R_{c,min}$ dovrà essere maggiore del valore corrispondente al frattile inferiore 1%.

11.2.5.3 PRESCRIZIONI COMUNI PER ENTRAMBI I CRITERI DI CONTROLLO

Il prelievo dei provini per il controllo di accettazione va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo e dispone l'identificazione dei provini mediante sigle, etichette indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare riferimento a tale verbale.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove sul calcestruzzo provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentire l'identificabilità e la rintracciabilità.

La domanda di prove al laboratorio deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo.

Le prove non richieste dal Direttore dei Lavori non possono fare parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale.

Le prove a compressione vanno eseguite conformemente alle norme UNI EN 12390-3:2009, tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo. In caso di mancato rispetto di tali termini le prove di compressione vanno integrate da quelle riferite al controllo della resistenza del calcestruzzo in opera.

I certificati di prova emessi dai laboratori devono contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;

- la descrizione, l'identificazione e la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni provati, dopo eventuale rettifica;
- le modalità di rottura dei campioni;
- la massa volumica del campione;
- i valori delle prestazioni misurate.

Per gli elementi prefabbricati di serie, realizzati con processo industrializzato, sono valide le specifiche indicazioni di cui al § 11.8.3.1

L'opera o la parte di opera realizzata con il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione non può essere accettata finché la non conformità non è stata definitivamente risolta. Il costruttore deve procedere ad una verifica delle caratteristiche del calcestruzzo messo in opera mediante l'impiego di altri mezzi d'indagine, secondo quanto prescritto dal Direttore dei Lavori e conformemente a quanto indicato nel successivo § 11.2.6. Qualora i suddetti controlli confermino la non conformità del calcestruzzo, si deve procedere, sentito il progettista, ad un controllo teorico e/o sperimentale della sicurezza della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo non conforme, sulla base della resistenza ridotta del calcestruzzo.

Qualora non fosse possibile effettuare la suddetta verifica delle caratteristiche del calcestruzzo, oppure i risultati del controllo teorico e/o sperimentale non risultassero soddisfacenti, si può: conservare l'opera o parte di essa per un uso compatibile con le diminuite caratteristiche prestazionali accertate, eseguire lavori di consolidamento oppure demolire l'opera o parte di essa.

I controlli di accettazione sono obbligatori ed il collaudatore è tenuto a verificarne la validità, qualitativa e quantitativa; ove ciò non fosse rispettato, il collaudatore è tenuto a far eseguire delle prove che attestino le caratteristiche del calcestruzzo, seguendo la medesima procedura che si applica quando non risultino rispettati i limiti fissati dai controlli di accettazione.

11.2.6. CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

La resistenza del calcestruzzo nella struttura dipende dalla resistenza del calcestruzzo messo in opera, dalla sua posa e costipazione, dalle condizioni ambientali durante il getto e dalla maturazione.

Nel caso in cui:

- a) le resistenze a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della resistenza caratteristica prevista nel progetto, oppure
- b) sorgano dubbi sulle modalità di confezionamento, conservazione, maturazione e prova dei provini di calcestruzzo, oppure
- c) sorgano dubbi sulle modalità di posa in opera, compattazione e maturazione del calcestruzzo, oppure
- d) si renda necessario valutare a posteriori le proprietà di un calcestruzzo precedentemente messo in opera,

si può procedere ad una valutazione delle caratteristiche di resistenza attraverso una serie di prove sia distruttive che non distruttive.

Tali prove non sono, in ogni caso, sostitutive dei controlli di accettazione, ma potranno servire al Direttore dei Lavori od al collaudatore per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera.

Il valore caratteristico della resistenza del calcestruzzo in opera (definita come resistenza caratteristica in situ, R_{ck} o f_{ck}) è in genere minore del valore della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto R_{dk} o f_{dk} . Per i soli aspetti relativi alla sicurezza strutturale e senza pregiudizio circa eventuali carenze di durabilità, è accettabile un valore caratteristico della resistenza in situ non inferiore all'85% della resistenza caratteristica assunta in fase di progetto. Per la modalità di determinazione della resistenza a compressione in situ, misurata con tecniche opportune (distruttive e non distruttive), si potrà fare utile riferimento alle norme UNI EN 12504-1, UNI EN 12504-2, UNI EN 12504-3, UNI EN 12504-4. La resistenza caratteristica in situ va calcolata secondo quanto previsto nella norma UNI EN 13791:2008, ai §§ 7.3.2 e 7.3.3, considerando l'approccio B se il numero di carote è minore di 15, oppure l'approccio A se il numero di carote è non minore di 15, in accordo alle *Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo* elaborate e pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

11.2.7. PROVE COMPLEMENTARI

Sono prove che eventualmente si eseguono al fine di stimare la resistenza del calcestruzzo in corrispondenza di particolari fasi di costruzione (precompressione, messa in opera) o in condizioni particolari di utilizzo (temperature eccezionali, ecc.).

Il procedimento di controllo è uguale a quello dei controlli di accettazione.

Tali prove non possono essere sostitutive dei controlli di accettazione che varano riferiti a provini confezionati e maturati secondo le prescrizioni del punto 11.2.4.

I risultati di tali prove potranno servire al Direttore dei Lavori od al collaudatore per formulare un giudizio sul calcestruzzo in opera.

11.2.8. PRESCRIZIONI RELATIVE AL CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

Per calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si intende quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Gli impianti per la produzione con processo industrializzato del calcestruzzo disciplinato dalle presenti norme devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e mantenere la qualità del prodotto.

Gli impianti devono dotarsi di un sistema permanente di controllo interno della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto risponda ai requisiti previsti dalle presenti norme e che tale rispondenza sia costantemente mantenuta fino all'impiego.

Il sistema di controllo della produzione di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato in impianti di un fornitore, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001, deve fare riferimento alle specifiche indicazioni contenute nelle *Linee Guida per la produzione, il trasporto ed il controllo del calcestruzzo preconfezionato* elaborate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Detto sistema di controllo deve essere certificato da organismi terzi indipendenti che operano in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1, autorizzati dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sulla base di criteri appositamente emanati dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

I documenti che accompagnano ogni fornitura di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato devono indicare gli estremi di tale certificazione.

Nel caso in cui l'impianto di produzione industrializzata appartenga al costruttore nell'ambito di uno specifico cantiere, la certificazione di cui sopra non è richiesta se il sistema di gestione della qualità del costruttore - predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 e certificato da un organismo accreditato - prevede l'esistenza e l'applicazione di un sistema di controllo della produzione dell'impianto, conformemente alle specifiche indicazioni contenute nelle *Linee Guida per la produzione, il trasporto ed il controllo del calcestruzzo preconfezionato* elaborate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

Il Direttore dei Lavori, che è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture provenienti da impianti non conformi, dovrà comunque effettuare le prove di accettazione previste al § 11.2.5 e ricevere, prima dell'inizio della fornitura, copia della certificazione del controllo del processo produttivo.

Per produzioni di calcestruzzo fino a 1500 m³ di miscela omogenea, effettuate direttamente in cantiere, mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati, la stessa deve essere confezionata sotto la diretta responsabilità del costruttore. Il Direttore dei Lavori deve acquisire, prima dell'inizio della produzione, documentazione relativa ai criteri ed alle prove che hanno portato alla determinazione delle prestazioni di ciascuna miscela omogenea di conglomerato, così come indicato al § 11.2.3.

11.2.9. COMPONENTI DEL CALCESTRUZZO

11.2.9.1 LEGANTI

Nelle opere oggetto delle presenti norme devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 197-1 oppure ad uno specifico ETA, purché idonei all'impiego previsto nonché, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26 maggio 1965 n. 595.

È escluso l'impiego di cementi alluminosi.

L'impiego dei cementi richiamati all'art. 1, lettera C della legge 26 maggio 1965 n. 595, è limitato ai calcestruzzi per sbarramenti di ritenuta.

Per la realizzazione di dighe ed altre simili opere massive dove è richiesto un basso calore di idratazione devono essere utilizzati i cementi speciali con calore di idratazione molto basso dotati di marcatura CE in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN 14216.

I leganti idraulici, qualora immessi sul mercato da un distributore attraverso un centro di distribuzione, devono essere all'origine dotati della marcatura CE sopra richiamata. Il centro di distribuzione, così come definito nella norma UNI EN 197-2, deve possedere un'autorizzazione all'uso di detta marcatura concessa al distributore da un organismo di certificazione notificato, in base alle procedure della norma UNI EN 197-2, a dimostrazione che la conformità del prodotto marcato CE è stata mantenuta durante le fasi di trasporto, ricevimento, deposito, imballaggio e spedizione, unitamente alla sua qualità ed identità.

Qualora il calcestruzzo risulti esposto a condizioni ambientali chimicamente aggressive si devono utilizzare cementi con adeguate caratteristiche di resistenza alle specifiche azioni aggressive. Specificamente in ambiente solfatico si devono impiegare cementi resistenti ai solfati conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 197-1 ed alla norma UNI 9156:1997 o, in condizioni di dilavamento, cementi resistenti al dilavamento conformi alla norma UNI 9606:2015.

11.2.9.2 AGGREGATI

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, oppure provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055.

Il sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione, di tali aggregati, ai sensi del Regolamento UE 305/2011, è indicato nella seguente Tab. 11.2.II.

Tab. 11.2.II

Specifica Tecnica Europea armonizzata di riferimento	Uso Previsto	Sistema di Valutazione e Verifica della Costanza della Prestazione
Aggregati per calcestruzzo UNI EN 12620 e UNI EN 13055-1	Calcestruzzo strutturale	2 +

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III a condizione che la miscela di calcestruzzo, confezionato con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata, nonché accettata in cantiere, attraverso le procedure di cui alle presenti norme.

Tab. 11.2.III

Origine del materiale da riciclo	Classe del calcestruzzo	percentuale di impiego
demolizioni di edifici (macerie)	= C 8/10	fino al 100%
demolizioni di solo calcestruzzo e c.a. (frammenti di calcestruzzo $\geq 90\%$, UNI EN 933-11:2009)	$\leq C20/25$	fino al 60%
	$\leq C30/37$	$\leq 30\%$
	$\leq C45/55$	$\leq 20\%$
Riutilizzo di calcestruzzo interno negli stabilimenti di prefabbricazione qualificati - da qualsiasi classe	Classe minore del calcestruzzo di origine	fino al 15%
	Stessa classe del calcestruzzo di origine	fino al 10%

Per quanto riguarda i controlli di accettazione degli aggregati da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla verifica delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Tab. 11.2.IV – Controlli di accettazione per aggregati per calcestruzzo strutturale

Caratteristiche tecniche
Descrizione petrografica
Dimensione dell'aggregato (analisi granulometrica e contenuto dei fini)
Indice di appiattimento
Tenore di solfati e zolfo
Dimensione per il filler
Resistenza alla frammentazione/frantumazione (per calcestruzzo Rck $\geq C50/60$ e aggregato proveniente da riciclo)

Il progetto, nelle apposite prescrizioni, potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1 e UNI 8520-2, al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati.

11.2.9.3 AGGIUNTE

Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali.

Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206 ed UNI 11104.

I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1.

11.2.9.4 ADDITIVI

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

11.2.9.5 ACQUA DI IMPASTO

L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, deve essere conforme alla norma UNI EN 1008: 2003.

11.2.9.6 MISCELE PRECONFEZIONATE DI COMPONENTI PER CALCESTRUZZO

In assenza di specifica norma armonizzata europea, il fabbricante di miscele preconfezionate di componenti per calcestruzzi, cui sia da aggiungere in cantiere l'acqua di impasto, deve documentare per ogni componente utilizzato la conformità alla relativa norma armonizzata europea.

11.2.10. CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO

Le caratteristiche del calcestruzzo possono essere desunte, in sede di progettazione, dalle formulazioni indicate nei successivi punti. Per quanto non previsto si potrà fare utile riferimento alla Sezione 3 della norma UNI EN 1992-1-1:2005.

11.2.10.1 RESISTENZA A COMPRESSIONE

In sede di progetto strutturale si farà riferimento alla resistenza caratteristica a compressione su cubi R_{ck} così come definita nel § 11.2.1.

Dalla resistenza cubica si passerà a quella cilindrica da utilizzare nelle verifiche mediante l'espressione:

$$f_{ck} = 0,83 \cdot R_{ck} \quad [11.2.1]$$

Sempre in sede di previsioni progettuali, è possibile passare dal valore caratteristico al valor medio della resistenza cilindrica mediante l'espressione

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad [11.2.2]$$

11.2.10.2 RESISTENZA A TRAZIONE

La resistenza a trazione del calcestruzzo può essere determinata a mezzo di diretta sperimentazione, condotta su provini appositamente confezionati, secondo la norma UNI EN 12390-2:2009, per mezzo delle prove di seguito indicate:

- prove di trazione diretta;
- prove di trazione indiretta: (secondo UNI EN 12390-6:2010 o metodo dimostrato equivalente);
- prove di trazione per flessione: (secondo UNI EN 12390-5:2009 o metodo dimostrato equivalente).

In sede di progettazione si può assumere come resistenza media a trazione semplice (assiale) del calcestruzzo il valore (in N/mm²):

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{2/3} \quad \text{per classi} \leq C50/60 \quad [11.2.3a]$$

$$f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln [1 + f_{cm}/10] \quad \text{per classi} > C50/60 \quad [11.2.3b]$$

valori che dovranno essere ridotti del 10% in caso di utilizzo di aggregati grossi di riciclo nei limiti previsti dalla Tab. 11.2.III.

I valori caratteristici corrispondenti ai frattili 5% e 95% sono assunti, rispettivamente, pari a $0,7 f_{ctm}$ ed $1,3 f_{ctm}$.

Il valore medio della resistenza a trazione per flessione è assunto, in mancanza di sperimentazione diretta, pari a:

$$f_{ctm} = 1,2 f_{ctm} \quad [11.2.4]$$

11.2.10.3 MODULO ELASTICO

Per modulo elastico istantaneo del calcestruzzo va assunto quello secante tra la tensione nulla e $0,40 f_{cm}$, determinato sulla base di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI EN 12390-13:2013.

In sede di progettazione si può assumere il valore:

$$E_{cm} = 22.000 \cdot [f_{cm}/10]^{0,3} \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad [11.2.5]$$

che dovrà essere ridotto del 20% in caso di utilizzo di aggregati grossi di riciclo nei limiti previsti dalla Tab. 11.2.III. Tale formula non è applicabile ai calcestruzzi maturati a vapore. Essa non è da considerarsi vincolante nell'interpretazione dei controlli sperimentali delle strutture.

11.2.10.4 COEFFICIENTE DI POISSON

Per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0,2 (calcestruzzo non fessurato).

11.2.10.5 COEFFICIENTE DI DILATAZIONE TERMICA

Il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può essere determinato a mezzo di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI EN 1770:2000.

In sede di progettazione strutturale, o in mancanza di una determinazione sperimentale diretta, per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può assumersi un valor medio pari a $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, fermo restando che tale grandezza dipende dal tipo di calcestruzzo considerato (rapporto aggregati/legante, tipi di aggregati, ecc.) e può assumere valori anche sensibilmente diversi da quello indicato.

11.2.10.6 RITIRO

La deformazione assiale per ritiro del calcestruzzo può essere determinata a mezzo di apposite prove, da eseguirsi secondo la norma UNI 11307:2008.

In sede di progettazione strutturale, e quando non si ricorra ad additivi speciali, il ritiro del calcestruzzo può essere valutato sulla base delle indicazioni di seguito fornite.

La deformazione totale da ritiro si può esprimere come:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca} \quad [11.2.6]$$

dove:

ϵ_{cs} è la deformazione totale per ritiro

ϵ_{cd} è la deformazione per ritiro da essiccamento

ϵ_{ca} è la deformazione per ritiro autogeno.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro da essiccamento:

$$\varepsilon_{cd,\infty} = k_h \varepsilon_{c0} \quad [11.2.7]$$

può essere valutato mediante i valori delle seguenti Tabelle 11.2.Va ed 11.2.Vb in funzione della resistenza caratteristica a compressione, dell'umidità relativa e del parametro h_0 :

Tab. 11.2.Va – Valori di ε_{c0}

f_{ck}	Deformazione da ritiro per essiccamento (in ‰)					
	Umidità Relativa (in ‰)					
	20	40	60	80	90	100
20	-0,62	-0,58	-0,49	-0,30	-0,17	+0,00
40	-0,48	-0,46	-0,38	-0,24	-0,13	+0,00
60	-0,38	-0,36	-0,30	-0,19	-0,10	+0,00
80	-0,30	-0,28	-0,24	-0,15	-0,07	+0,00

Tab. 11.2.Vb – Valori di k_h

h_0 (mm)	k_h
100	1,00
200	0,85
300	0,75
≥ 500	0,70

Per valori intermedi dei parametri indicati è consentita l'interpolazione lineare. Lo sviluppo nel tempo della deformazione ε_{cd} può essere valutato come:

$$\varepsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t - t_s) \cdot \varepsilon_{cd,\infty} \quad [11.2.8]$$

dove la funzione di sviluppo temporale assume la forma

$$\beta_{ds}(t - t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 h_0^{3/2}] \quad [11.2.9]$$

in cui:

t è l'età del calcestruzzo nel momento considerato (in giorni)

t_s è l'età del calcestruzzo a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro da essiccamento (normalmente il termine della maturazione, espresso in giorni).

h_0 è la dimensione fittizia (in mm) pari al rapporto $2A_c / u$

A_c è l'area della sezione in calcestruzzo

u è il perimetro della sezione in calcestruzzo esposto all'aria.

Il valore medio a tempo infinito della deformazione per ritiro autogeno $\varepsilon_{ca,\infty}$ può essere valutato mediante l'espressione:

$$\varepsilon_{ca,\infty} = -2,5 \cdot (f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} \quad [11.2.10]$$

con f_{ck} in N/mm².

11.2.10.7 VISCOSITÀ

In sede di progettazione, se la tensione di compressione del calcestruzzo, al tempo $t_0 = j$ di messa in carico, non è superiore a $0,45 \cdot f_{ck,j}$, il coefficiente di viscosità $\phi(\infty, t_0)$, a tempo infinito, a meno di valutazioni più precise (per es. § 3.1.4 di UNI EN 1992-1-1:2005), può essere dedotto dalle seguenti Tabelle 11.2.VI e 11.2.VII dove h_0 è la dimensione fittizia definita in § 11.2.10.6:

Tab. 11.2.VI – Valori di $\phi(\infty, t_0)$. Atmosfera con umidità relativa di circa il 75%

t_0	$h_0 \leq 75$ mm	$h_0 = 150$ mm	$h_0 = 300$ mm	$h_0 \geq 600$ mm
3 giorni	3,5	3,2	3,0	2,8
7 giorni	2,9	2,7	2,5	2,3
15 giorni	2,6	2,4	2,2	2,1
30 giorni	2,3	2,1	1,9	1,8
≥ 60 giorni	2,0	1,8	1,7	1,6

Tab. 11.2.VII – Valori di $\phi(\infty, t_0)$. Atmosfera con umidità relativa di circa il 55%

t_0	$h_0 \leq 75$ mm	$h_0 = 150$ mm	$h_0 = 300$ mm	$h_0 \geq 600$ mm
3 giorni	4,5	4,0	3,6	3,3
7 giorni	3,7	3,3	3,0	2,8
15 giorni	3,3	3,0	2,7	2,5
30 giorni	2,9	2,6	2,3	2,2
≥ 60 giorni	2,5	2,3	2,1	1,9

Per valori intermedi è ammessa una interpolazione lineare.

Nel caso in cui sia richiesta una valutazione in tempi diversi da $t = \infty$ del coefficiente di viscosità questo potrà essere valutato secondo modelli tratti da documenti di comprovata validità di cui al Capitolo 12.

11.2.11. DURABILITÀ

Per garantire la durabilità delle strutture in calcestruzzo armato ordinario o precompresso, esposte all'azione dell'ambiente, si devono adottare i provvedimenti atti a limitare gli effetti di degrado indotti dall'attacco chimico, fisico e quelli derivanti dalla corrosione delle armature e dai cicli di gelo e disgelo.

A tal fine, valutate opportunamente le condizioni ambientali del sito ove sorgerà la costruzione o quelle di impiego, conformemente alle indicazioni della tabella 4.1.III delle presenti norme, in fase di progetto dovranno essere indicate le caratteristiche del calcestruzzo da impiegare in accordo alle *Linee Guida sul calcestruzzo strutturale* edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici facendo anche, in assenza di analisi specifiche, utile riferimento alle norme UNI EN 206 ed UNI 11104. Inoltre devono essere rispettati i valori del copriferro nominale di cui al punto 4.1.6.1.3, nonché le modalità e la durata della maturazione umida in accordo alla UNI EN 13670:2010, alle *Linee Guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale* ed alle *Linee Guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera* pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ai fini della valutazione della durabilità, nella formulazione delle prescrizioni sul calcestruzzo, si potranno prescrivere anche prove per la verifica della resistenza alla penetrazione degli agenti aggressivi, quali ad esempio anidride carbonica e cloruri. Si può, inoltre, tener conto del grado di impermeabilità del calcestruzzo, determinando il valore della profondità di penetrazione dell'acqua in pressione. Per la prova di determinazione della profondità della penetrazione dell'acqua in pressione nel calcestruzzo indurito potrà farsi utile riferimento alla norma UNI EN 12390-8.

1 Nessun rischio di corrosione o di attacco		
X0	Calcestruzzo privo di armatura o inserti metallici: tutte le esposizioni eccetto dove c'è gelo/disgelo, abrasione o attacco chimico. Calcestruzzo con armatura o inserti metallici molto asciutto.	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria molto bassa.
2 Corrosione indotta da carbonatazione		
XC1	Asciutto o permanentemente bagnato	Calcestruzzo all'interno di edifici con bassa umidità relativa. Calcestruzzo costantemente immerso in acqua
XC2	Bagnato, raramente asciutto	Superfici di calcestruzzo a contatto con acqua per lungo tempo. Molte fondazioni
XC3	Umidità moderata	Calcestruzzo all'interno di edifici con umidità dell'aria moderata oppure elevata. Calcestruzzo esposto all'esterno protetto dalla pioggia
XC4	Ciclicamente bagnato e asciutto	Superfici di calcestruzzo soggette al contatto con acqua, non nella classe di esposizione XC2
3 Corrosione indotta da cloruri		
XD1	Umidità moderata	Superfici di calcestruzzo esposte a nebbia salina
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine. Calcestruzzo esposto ad acque industriali contenenti cloruri
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri Pavimentazioni stradali e di parcheggi
4 Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare		
XS1	Esposto a nebbia salina ma non in contatto diretto con acqua di mare	Strutture prossime oppure sulla costa
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine
XS3	Zone esposte alle onde, agli spruzzi oppure alle maree	Parti di strutture marine
5 Attacco di cicli gelo/disgelo		
XF1	Moderata saturazione d'acqua, senza impiego di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF2	Moderata saturazione d'acqua, con uso di agente antigelo	Superfici verticali di calcestruzzo di strutture stradali esposte al gelo e nebbia di agenti antigelo
XF3	Elevata saturazione d'acqua, senza antigelo	Superfici orizzontali di calcestruzzo esposte alla pioggia e al gelo
XF4	Elevata saturazione d'acqua, con antigelo oppure acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti agli agenti antigelo Superfici di calcestruzzo esposte direttamente a nebbia contenente agenti antigelo e al gelo
6. Attacco chimico		
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo	Suoli naturali ed acqua del terreno
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo	Suoli naturali ed acqua del terreno
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo	Suoli naturali ed acqua del terreno

Classe di esposizione ambientale	Copriferro $c_{min,dur}$ [mm]							
	15	25	30	35	40	45	50	55
XC1								C25/30, 0.60, 300
XC2								C25/30, 0.60, 300
XC3								C28/35, 0.55, 320
XC4								C32/40, 0.50, 340
XD1								C28/35, 0.55, 320
XD2								C35/45, 0.45, 360
XD3								C35/45, 0.45, 360
XS1								C28/35, 0.55, 320
XS2								C35/45, 0.45, 360
XS3								C35/45, 0.45, 360
XF1								C28/35, 0.50, 320
XF2 – XF3								C25/30, 0.50, 340
XF4								C28/35, 0.45, 360
XA1								C28/35, 0.55, 320
XA2								C32/40, 0.50, 340
XA3								C35/45, 0.45, 360

ACCIAIO B450 C

- Resistenza caratteristica a trazione $f_{yk} = 430$ N/mm

11.3. ACCIAIO

11.3.1. PRESCRIZIONI COMUNI A TUTTE LE TIPOLOGIE DI ACCIAIO

11.3.1.1 CONTROLLI

Le presenti norme prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione;
- di accettazione in cantiere.

A tale riguardo il *Lotto di produzione* si riferisce a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.

11.3.1.2 CONTROLLI DI PRODUZIONE IN STABILIMENTO E PROCEDURE DI QUALIFICAZIONE

Tutti gli acciai oggetto delle presenti norme, siano essi destinati ad utilizzo come armature per calcestruzzo armato normale o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche, devono essere prodotti con un sistema permanente di controllo interno della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Fatto salvo quanto disposto dalle norme europee armonizzate, ove applicabili, il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del Regolamento UE 305/2011, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici è organismo per il rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

L'inizio della procedura di qualificazione deve essere preventivamente comunicato al Servizio Tecnico Centrale allegando una relazione ove siano riportati:

- 1) elenco e caratteristiche dei prodotti che si intende qualificare (tipo, dimensioni, caratteristiche meccaniche e chimiche, ecc.);
- 2) indicazione dello stabilimento e descrizione degli impianti e dei processi di produzione;
- 3) descrizione dell'organizzazione del controllo interno di qualità con indicazione delle responsabilità aziendali;
- 4) copia della certificazione del sistema di gestione della qualità;
- 5) indicazione dei responsabili aziendali incaricati della firma dei certificati;
- 6) descrizione particolareggiata delle apparecchiature e degli strumenti del laboratorio interno di stabilimento per il controllo continuo di qualità;
- 7) dichiarazione con la quale si attesti che il servizio di controllo interno della qualità sovrintende ai controlli di produzione ed è indipendente dai servizi di produzione;
- 8) modalità di marchiatura che si intende adottare per l'identificazione del prodotto finito;
- 9) descrizione delle condizioni generali di fabbricazione del prodotto nonché dell'approvvigionamento delle materie prime e/o del prodotto intermedio (billette, rotoli, vergella, lamiera, laminati, ecc.);
- 10) copia del manuale di qualità aziendale, coerente alla norma UNI EN ISO 9001.
- 11) nel caso in cui il fabbricante non sia stabilito sul territorio dell'Unione Europea, copia della nomina, mediante mandato scritto, del mandatario.

Il Servizio Tecnico Centrale verifica la completezza e congruità della documentazione presentata e procede a una verifica documentale preliminare della idoneità dei processi produttivi e del Sistema di Gestione della Qualità nel suo complesso.

Se tale verifica preliminare ha esito positivo, il Servizio Tecnico Centrale può effettuare una verifica ispettiva presso lo stabilimento di produzione.

Il risultato della verifica documentale preliminare unitamente al risultato della verifica ispettiva sono oggetto di successiva valutazione da parte del Servizio Tecnico Centrale per la necessaria ratifica e notifica al fabbricante. In caso di esito positivo il fabbricante può proseguire nella procedura di qualificazione del prodotto. In caso negativo viene richiesto al fabbricante di apportare le opportune azioni correttive che devono essere implementate.

La procedura di qualificazione del Prodotto prosegue attraverso le seguenti ulteriori fasi:

- esecuzione delle prove di qualificazione a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del fabbricante secondo le procedure di cui al § 11.3.1.4;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede al rilascio dell'Attestato di Qualificazione al fabbricante e inserisce quest'ultimo nel Catalogo ufficiale dei prodotti qualificati che viene reso pubblicamente disponibile;
- in caso di giudizio negativo, il fabbricante può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di Qualificazione. La qualificazione ha validità di cinque anni.

11.3.1.3 MANTENIMENTO E RINNOVO DELLA QUALIFICAZIONE

Per il mantenimento della qualificazione i produttori sono tenuti, con cadenza annuale entro 60 giorni dalla data di scadenza dell'anno di riferimento ad inviare al Servizio Tecnico Centrale:

- 1) dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica;
- 2) i risultati dei controlli interni eseguiti nell'anno sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove;
- 3) i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica di sorveglianza sul prodotto, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato;
- 4) la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti 2) e 3). Per la conformità statistica tra i risultati dei controlli interni ed i risultati dei controlli effettuati dal laboratorio incaricato, devono essere utilizzati metodi statistici di comprovata validità per il confronto delle varianze e delle medie delle due serie di dati, secondo i procedimenti del controllo della qualità.

Il fabbricante deve segnalare al Servizio Tecnico Centrale ogni eventuale modifica anche temporanea, al processo produttivo o al sistema di controllo, apportata ad uno dei requisiti richiesti durante la procedura di qualificazione

Il Servizio Tecnico Centrale esamina la documentazione al fine del mantenimento della qualificazione.

Ogni sospensione della produzione deve essere tempestivamente comunicata al Servizio Tecnico Centrale indicandone le motivazioni. Qualora la produzione venga sospesa per oltre un anno, la procedura di qualificazione deve essere ripetuta.

Il Servizio Tecnico Centrale può effettuare o far effettuare, in qualsiasi momento, al laboratorio incaricato ulteriori visite ispettive finalizzate all'accertamento della sussistenza dei requisiti previsti per la qualificazione.

Al termine del periodo di validità di cinque anni dell'Attestato di Qualificazione il fabbricante deve chiedere il rinnovo; il Servizio Tecnico Centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei cinque anni precedenti, rinnova la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni oppure l'accertamento da parte del Servizio Tecnico Centrale di rilevanti non conformità, comporta la sospensione oppure la decadenza della qualificazione.

11.3.1.4 IDENTIFICAZIONE E RINTRACCIABILITÀ DEI PRODOTTI QUALIFICATI

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e riconducibile allo stabilimento di produzione tramite marchiatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi sia da quelli di prodotti fabbricati nello stesso stabilimento ma aventi differenti caratteristiche, sia da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso fabbricante. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso fabbricante, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerate la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, possono essere adottati differenti sistemi di marchiatura, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, l'apposizione di targhe o cartellini, la sigillatura dei fasci e altri. Permane comunque l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda barre e rotoli.

L'identificazione e la rintracciabilità dei prodotti qualificati sono requisiti obbligatori. Le modalità di applicazione sono specificate nei paragrafi relativi alle singole tipologie di prodotto.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marchiatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo e dalla impossibilità di manomissione, il fabbricante deve rispettare le modalità di marchiatura dichiarate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o confezione) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

I produttori ed i successivi intermediari devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni. Ai fini della rintracciabilità dei prodotti, il costruttore deve inoltre assicurare la conservazione della medesima documentazione, unitamente a marchiature o etichette di riconoscimento, fino al completamento delle operazioni di collaudo statico.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso. In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il laboratorio incaricato è tenuto ad informare di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

11.3.1.5 FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO

Tutte le forniture di acciaio, per le quali non sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale e dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Tutte le forniture di acciaio, per le quali sussista l'obbligo della Marcatura CE, devono essere accompagnate dalla "Dichiarazione di prestazione" di cui al Regolamento UE 305/2011, dalla prevista marcatura CE nonché dal certificato di controllo interno tipo 3.1, di cui alla norma UNI EN 10204, dello specifico lotto di materiale fornito.

Il riferimento agli attestati comprovanti la qualificazione del prodotto deve essere riportato sul documento di trasporto.

Le forniture effettuate da un distributore devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal fabbricante e completati con il riferimento al documento di trasporto del distributore stesso.

Nel caso di fornitura in cantiere non proveniente da centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del fabbricante.

11.3.1.6 PROVE DI QUALIFICAZIONE E VERIFICHE PERIODICHE DELLA QUALITÀ

I laboratori incaricati, di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, devono operare secondo uno specifico piano di qualità approvato dal Servizio Tecnico Centrale.

I certificati di prova emessi devono essere uniformati ad un modello standard elaborato dal Servizio Tecnico Centrale.

I relativi certificati devono contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);
- le elaborazioni statistiche previste nei §§ 11.3.2.12 e 11.3.3.5.

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato, anche presso lo stabilimento del fabbricante, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata.

Di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione nel rapporto di prova nel quale deve essere presente la dichiarazione del rappresentante del laboratorio incaricato relativa all'idoneità delle attrezzature utilizzate.

In caso di risultato negativo delle prove il fabbricante deve individuare le cause e apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione al laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di verifica.

Le specifiche per l'effettuazione delle prove di qualificazione e delle verifiche periodiche della qualità, ivi compresa la cadenza temporale dei controlli stessi, sono riportate rispettivamente nei seguenti paragrafi.

§ 11.3.2.12, per acciai per calcestruzzo armato in barre o rotoli, reti e tralicci elettrosaldati;

§ 11.3.3.5, per acciai per calcestruzzo armato precompresso;

§ 11.3.4.11, per acciai per carpenterie metalliche.

11.3.1.7 CENTRI DI TRASFORMAZIONE

Si definisce Centro di trasformazione un impianto esterno alla fabbrica e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre, rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in cantiere, pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.

Il Centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista al § 11.3.1.5.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

I centri di trasformazione devono dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di garantire che le lavorazioni effettuate assicurino il mantenimento della conformità delle caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti alle presenti norme.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto, che sovrintende al processo di trasformazione, deve essere predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un centro di trasformazione devono essere accompagnati da idonea documentazione, specificata nel seguito, che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso e che consenta la completa tracciabilità del prodotto.

I centri di trasformazione sono tenuti ad effettuare controlli atti a garantire al prodotto finale caratteristiche meccaniche conformi alla classificazione dell'acciaio originale non lavorato.

Nell'ambito del processo produttivo deve essere posta particolare attenzione ai processi di piegatura e di saldatura. In particolare il Direttore Tecnico del centro di trasformazione deve verificare, tramite opportune prove, che le piegature e le saldature, anche nel caso di quelle non resistenti, non alterino le caratteristiche meccaniche originarie del prodotto. Per i processi sia di saldatura che di piegatura, si potrà fare utile riferimento alla normativa europea applicabile.

Il Direttore Tecnico dello stabilimento, nominato dal Centro di Trasformazione, dovrà essere abilitato all'esercizio di idonea professione tecnica.

I centri di trasformazione sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando le tipologie di prodotti trasformati, l'organizzazione, i procedimenti di lavorazione, nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione. Ogni centro di trasformazione deve inoltre indicare un proprio logo o marchio che identifichi in modo inequivocabile il centro stesso; il sistema di gestione della qualità che sovrintende al processo di trasformazione, predisposto in coerenza con la norma UNI EN ISO 9001, deve essere certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021-1.

Nella dichiarazione di attività al Servizio Tecnico Centrale deve essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità, ai sensi delle presenti norme, sui controlli sui materiali.

Il Servizio Tecnico Centrale, con il rilascio del relativo Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

I centri di trasformazione sono tenuti a comunicare ogni variazione rispetto a quanto dichiarato in sede di presentazione della denuncia di attività. Il Servizio Tecnico Centrale provvede ad aggiornare l'elenco della documentazione necessaria ad ottenere l'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", in base ai progressi tecnici ed agli aggiornamenti normativi che dovessero successivamente intervenire.

I Centri di Trasformazione devono far eseguire da laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. 380/2001 le prove indicate negli specifici paragrafi relativi a ciascun prodotto in acciaio (§11.3.2.10.3, § 11.3.3.5.3, § 11.3.4.11.2) e devono comunicare al Servizio Tecnico Centrale le eventuali variazioni apportate al processo di produzione depositato.

Ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati, proveniente da un Centro di trasformazione, deve essere accompagnata:

- a) da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione", rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- b) dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno di cui ai paragrafi specifici relativi a ciascun prodotto (§ 11.3.2.10.3, § 11.3.3.5.3, § 11.3.4.11.2), fatte eseguire dal Direttore Tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il Direttore dei Lavori lo richieda, può prendere visione del Registro di cui al § 11.3.2.10.3;
- c) da dichiarazione contenente i riferimenti alla documentazione fornita dal fabbricante ai sensi del § 11.3.1.5 in relazione ai prodotti utilizzati nell'ambito della specifica fornitura. Copia della documentazione fornita dal fabbricante e citata nella dichiarazione del centro di trasformazione, è consegnata al Direttore dei Lavori se richiesta.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del Centro di trasformazione. Gli atti di cui sopra sono consegnati al collaudatore che, tra l'altro, riporta nel Certificato di collaudo gli estremi del Centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

Il Centro di trasformazione fornisce copia della documentazione di cui ai precedenti punti b) e c) in caso di richiesta delle competenti autorità di vigilanza.

E' prevista la sospensione o, nei casi più gravi o di recidiva, la revoca dell'Attestato di "Denuncia dell'attività del centro di trasformazione" qualora il Servizio Tecnico Centrale accerti difformità fra i documenti forniti e l'attività effettivamente svolta, la non veridicità delle dichiarazioni prestate oppure la mancata ottemperanza alle prescrizioni contenute nella vigente normativa tecnica. I provvedimenti di sospensione e di revoca vengono adottati dal Servizio Tecnico Centrale.

11.3.2. ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente § 11.3.1.2 e controllati con le modalità riportate nel § 11.3.2.11.

11.3.2.1 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO B450C

L'acciaio per calcestruzzo armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali della tensione di snervamento e della tensione a carico massimo da utilizzare nei calcoli:

Tab. 11.3.1a

$f_{y\text{ nom}}$	450 N/mm ²
$f_{t\text{ nom}}$	540 N/mm ²

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

Tab. 11.3.Ib

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
$\phi < 12\ mm$	$4\ \phi$	
$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	$5\ \phi$	
per $16 < \phi \leq 25\ mm$	$8\ \phi$	
per $25 < \phi \leq 40\ mm$	$10\ \phi$	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3.

11.3.2.2 ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO B450A

L'acciaio per calcestruzzo armato B450A, caratterizzato dai medesimi valori nominali della tensione di snervamento e della tensione a carico massimo dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab.11.3.Ic.

Tab. 11.3.Ic

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo f_{tk}	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10.0
$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:		
per $\phi \leq 10\ mm$	$4\ \phi$	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3.

11.3.2.3 ACCERTAMENTO DELLE PROPRIETÀ MECCANICHE

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle si applica la norma UNI EN ISO 15630-1: 2010.

Le proprietà meccaniche dei campioni ottenuti da rotolo raddrizzato, reti e tralicci sono determinate su provette mantenute per 60 (+15, -0) minuti a $100 \pm 10\ ^\circ\text{C}$ e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si sostituisce f_y con $f_{(0,2)}$.

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di $20 \pm 5\ ^\circ\text{C}$ piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti a $100 \pm 10\ ^\circ\text{C}$ e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

11.3.2.4 CARATTERISTICHE DIMENSIONALI E DI IMPIEGO

L'acciaio per calcestruzzo armato è esclusivamente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni.

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7.

Tutti gli acciai per calcestruzzo armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o dentellature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte a garantire adeguata aderenza tra armature e conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marchiatura delle barre e dei rotoli vale quanto indicato al § 11.3.1.4.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture di acciaio provenienti dallo stabilimento di produzione o da un distributore intermedio, vale quanto indicato al § 11.3.1.5; per quanto riguarda i prodotti pre-sagomati o pre-assemblati vale quanto indicato al § 11.3.1.7.

Tutti i prodotti sono caratterizzati dal diametro \varnothing della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a $7,85\ \text{kg/dm}^3$.

Gli acciai B450C, di cui al § 11.3.2.1, possono essere impiegati in barre di diametro \varnothing compreso tra 6 e 40 mm.

Per gli acciai B450A, di cui al § 11.3.2.2 il diametro \varnothing delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

L'uso di acciai forniti in rotolo è ammesso, esclusivamente per impieghi strutturali, per diametri \varnothing non superiori a 16 mm per gli acciai B450C e diametri \varnothing non superiori a 10 mm per gli acciai B450A.

L'acciaio in rotoli deve essere utilizzato direttamente per sagomatura e assemblaggio ed esclusivamente da un Centro di Trasformazione di cui al §11.3.1.7 oppure da un fabbricante per la produzione di reti o tralicci elettrosaldati di cui al § 11.3.2.5. Non è consentito altro impiego di barre d'acciaio provenienti dal raddrizzamento di rotoli.

Per quanto riguarda le tolleranze dimensionali si fa riferimento a quanto previsto nella UNI EN 10080:2005.

11.3.2.5 RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI

Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare, nelle due direzioni, 330 mm.

I tralicci e le reti sono prodotti reticolari assemblati in stabilimento mediante elettrosaldature, eseguite da macchine automatiche in tutti i punti di intersezione.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C, gli elementi base devono avere diametro \varnothing che rispetta la limitazione: $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$.

Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A, gli elementi base devono avere diametro \varnothing che rispetta la limitazione: $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 10 \text{ mm}$.

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:

$$\varnothing_{\min} / \varnothing_{\max} \geq 0,6 \quad [11.3.1]$$

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2010 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm².

Oltre a quanto sopra citato, con riferimento ai procedimenti di saldatura non automatizzati ed ai saldatori di reti e tralicci elettrosaldati, si applicano la norma UNI EN ISO 17660-1:2007 per i giunti saldati destinati alla trasmissione dei carichi ed UNI EN 17660-2:2007 per i giunti saldati non destinati alla trasmissione dei carichi.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono essere della stessa classe di acciaio. Nel caso dei tralicci è ammesso l'uso di elementi di collegamento fra correnti superiori ed inferiori aventi superficie liscia purché realizzate con acciaio B450A oppure B450C.

In ogni caso il fabbricante deve procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio, secondo le procedure di cui al §11.3.2.11.

11.3.2.5.1 Identificazione delle reti e dei tralicci elettrosaldati

La produzione di reti e tralicci elettrosaldati deve essere effettuata a partire da materiale di base qualificato.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con quella dell'elemento base.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, deve essere apposta su ogni confezione di reti o tralicci un'apposita etichettatura con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del fabbricante delle reti e dei tralicci stessi. Il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.

11.3.2.6 SALDABILITÀ

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito devono soddisfare le limitazioni riportate nella Tab. 11.3.II dove il calcolo del carbonio equivalente C_{eq} è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad [11.3.2]$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

Tab. 11.3.II – Massimo contenuto di elementi chimici in %

		Analisi di prodotto	Analisi di colata
Carbonio	C	0,24	0,22
Fosforo	P	0,055	0,050
Zolfo	S	0,055	0,050
Rame	Cu	0,85	0,80
Azoto	N	0,014	0,012
Carbonio equivalente	C_{eq}	0,52	0,50

È possibile eccedere il valore massimo di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C_{eq} sia ridotto dello 0,02% in massa.

Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

11.3.2.7 TOLLERANZE DIMENSIONALI

La deviazione ammissibile per la massa nominale per metro deve essere come riportato nella Tab. 11.3.III seguente.

Tab. 11.3.III

Diametro nominale, (mm)	$5 \leq \varnothing \leq 8$	$8 < \varnothing \leq 40$
Tolleranza in % sulla massa nominale per metro	± 6	$\pm 4,5$

11.3.2.10.1 Controlli sistematici in stabilimento

11.3.2.10.1.1 Generalità

Le prove di qualificazione e di verifica periodica, di cui ai successivi punti, devono essere ripetute per ogni prodotto avente caratteristiche differenti o realizzato con processi produttivi differenti, anche se provenienti dallo stesso stabilimento.

I rotoli devono essere soggetti a qualificazione separata dalla produzione in barre e dotati di marchiatura differenziata.

11.3.2.10.1.2 Prove di qualificazione

Il laboratorio incaricato deve effettuare, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 75 campioni, ricavati da tre diverse colate o lotti di produzione, 25 per ogni colata o lotto di produzione, scelti su 3 diversi diametri opportunamente differenziati, nell'ambito della gamma prodotta. Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sui campioni devono essere determinati, a cura del laboratorio incaricato, i valori delle tensioni di snervamento e carico massimo f_y e f_t e l'allungamento A_{gt} e devono essere effettuate le prove di piegamento e la verifica della saldabilità.

11.3.2.10.1.3 Procedura di valutazione

Valutazione dei risultati

Le grandezze caratteristiche f_y , f_t , A_{gt} ed il valore caratteristico inferiore di f_t/f_y devono soddisfare la seguente relazione:

$$x - k s \geq C_v \quad [11.3.3]$$

La grandezza caratteristica $(f_y/f_{ynom})k$ ed il valore caratteristico superiore di f_t/f_y devono soddisfare la seguente relazione:

$$x + k s \leq C_v \quad [11.3.4]$$

dove:

C_v = valore prescritto per le singole grandezze nelle tabelle di cui ai §§ 11.3.2.1 e 11.3.2.2

x = valore medio

s = deviazione standard della popolazione

k = coefficiente riportato in Tab. 11.3.IV per f_t ed f_y e in Tab. 11.3.V per A_{gt} , f_t/f_y ed (f_y/f_{ynom}) e che deve essere stabilito in base al numero dei campioni.

In ogni caso il coefficiente k assume, in funzione di n , i valori riportati nelle Tab. 11.3.IV e 11.3.V.

Su almeno un campione per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura di cui al § 11.3.2.10.4.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di qualificazione non soddisfi i requisiti di resistenza o duttilità di cui al § 11.3.2 delle presenti norme tecniche, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi va ripetuto ed il nuovo prelievo sostituisce a tutti gli effetti quello precedente. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della prova di qualificazione.

Tab. 11.3.IV - f_y - f_t - Coefficiente k in funzione del numero n di campioni (per una probabilità di insuccesso attesa del 5% [$p = 0.95$] con una probabilità del 90%)

n	k	n	K
5	3,40	30	2,08
6	3,09	40	2,01
7	2,89	50	1,97
8	2,75	60	1,93
9	2,65	70	1,90
10	2,57	80	1,89
11	2,50	90	1,87
12	2,45	100	1,86
13	2,40	150	1,82
14	2,36	200	1,79
15	2,33	250	1,78
16	2,30	300	1,77
17	2,27	400	1,75
18	2,25	500	1,74
19	2,23	1000	1,71
20	2,21	—	1,64

Tab. 11.3.V - A_{gt} - f_t/f_y - f_y/f_{ynom} - Coefficiente k in funzione del numero n di campioni (per una probabilità di insuccesso attesa del 10% [$p = 0.90$] con una probabilità del 90%)

n	k	n	K
5	2,74	30	1,66
6	2,49	40	1,60
7	2,33	50	1,56
8	2,22	60	1,53
9	2,13	70	1,51
10	2,07	80	1,49
11	2,01	90	1,48
12	1,97	100	1,47
13	1,93	150	1,43
14	1,90	200	1,41
15	1,87	250	1,40
16	1,84	300	1,39
17	1,82	400	1,37
18	1,80	500	1,36
19	1,78	1000	1,34
20	1,77	—	1,282

11.3.2.10.1.4 Prove periodiche di verifica della qualità

Ai fini della verifica della qualità il laboratorio incaricato deve effettuare controlli saltuari, ad intervalli non superiori a tre mesi, prelevando 3 serie di 5 campioni di barre di uno stesso diametro, scelte con le medesime modalità contemplate nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.3.2.10.1.2, e provenienti da una stessa colata.

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti qualificati ai sensi delle presenti norme, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica. Su tali serie sono effettuate le prove di resistenza e di duttilità. La serie dei 15 valori della tensione di snervamento e della tensione a carico massimo ottenute nelle prove è aggiunta a quelli dei precedenti prelievi e sostituisce i 15 valori della prima serie in ordine di tempo. I nuovi valori delle medie e degli scarti quadratici così ottenuti sono quindi utilizzati per la determinazione delle nuove tensioni caratteristiche, sostitutive delle precedenti (ponendo $n = 75$).

Ove i valori caratteristici riscontrati risultino inferiori ai minimi di cui ai §§ 11.3.2.1 e 11.3.2.2, il laboratorio incaricato ne deve dare comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripetere le prove di qualificazione solo dopo che il fabbricante ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prova di verifica della qualità non soddisfi i requisiti di duttilità di cui ai citati §§ 11.3.2.1 e 11.3.2.2, il prelievo relativo al diametro di cui trattasi va ripetuto. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione della qualificazione.

Le tolleranze dimensionali di cui al § 11.3.2.7 vanno riferite alla media delle misure effettuate su tutti i campioni di ciascuna colata o lotto di produzione.

Su almeno un campione per colata o lotto di produzione è calcolato il valore dell'area relativa di nervatura o di dentellatura e la composizione chimica.

11.3.2.10.2 Controlli su singole colate o lotti di produzione

Oltre a quanto già prescritto riguardo ai controlli sistematici in stabilimento, i produttori già qualificati possono richiedere, di loro iniziativa, di sottoporsi a controlli su singole colate o lotti di produzione, che devono essere anch'essi eseguiti a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001. Le colate o lotti di produzione sottoposti a controllo devono essere cronologicamente ordinati nel quadro della produzione globale. I controlli consistono nel prelievo, per ogni colata e lotto di produzione e per ciascun gruppo di diametri da essi ricavato, di un numero n di campioni, non inferiore a 10, sui quali si effettuano le prove previste al § 11.3.2.10.1.2. Le tensioni caratteristiche di snervamento e carico massimo vengono calcolate a mezzo delle espressioni di cui al § 11.3.2.10.1.3 nelle quali n è il numero dei campioni prelevati dalla colata.

11.3.2.10.3 Controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei Centri di trasformazione, da effettuarsi, prima dell'invio in cantiere, a cura di un laboratorio di cui all'articolo 59 del DPR 380/2001 sul prodotto lavorato, sono obbligatori e devono essere eseguiti:

- in caso di utilizzo di barre, un controllo ogni 90 t della stessa classe di acciaio proveniente dallo stesso stabilimento, anche se con forniture successive, su cui si effettuano prove di trazione e piegamento;
- in caso di utilizzo di rotoli, un controllo ogni 30 t per ogni tipologia di macchina e per ogni diametro lavorato della stessa classe di acciaio proveniente dallo stesso stabilimento, anche se con forniture successive, su cui si effettuano prove di trazione e piegamento ed una verifica dell'area relativa di nervatura o di dentellatura, secondo il metodo geometrico di cui alla seconda parte del § 11.3.2.10.4; il campionamento deve garantire che, nell'arco temporale di 3 mesi, vengano controllati tutti i fornitori e tutti i diametri per ogni tipologia di acciaio utilizzato e tutte le macchine raddrizzatrici presenti nel Centro di trasformazione.

Ogni controllo è costituito da 1 prelievo, ciascuno costituito da 3 campioni di uno stesso diametro sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento nonché la stessa classe di acciaio.

Qualora non si raggiungano le quantità sopra riportate deve essere effettuato almeno un controllo per ogni giorno di lavorazione.

Tutte le prove suddette, che vanno eseguite dopo le lavorazioni e le piegature, devono riguardare la resistenza, l'allungamento, il piegamento e l'aderenza.

I risultati delle prove devono essere conformi a quanto indicato nella Tabella seguente.

Tab. 11.3.VI a) – Valori di accettazione nei centri di trasformazione – barre e rotoli dopo la raddrizzatura

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
A_{gt} minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento / Raddrizzamento	Assenza di cricche	per acciai B450A e B450C
f_t / f_p	per $5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 6 \text{ mm}$ $\geq 0,035$ per $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ $\geq 0,040$ per $\varnothing \geq 12 \text{ mm}$ $\geq 0,056$	per acciai B450A e B450C provenienti da rotolo

Qualora il risultato di una delle suddette prove non sia conforme, il direttore tecnico dispone la ripetizione della prova su 6 ulteriori campioni dello stesso diametro.

Ove anche da tale accertamento i limiti dichiarati non risultino rispettati, il controllo deve estendersi, previo avviso al fabbricante, a 25 campioni, applicando ai dati ottenuti la formula generale valida per i controlli sistematici in stabilimento (si faccia anche riferimento al 11.3.2.10.1.3).

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al fabbricante, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione. Analoghe norme si applicano ai controlli di duttilità, aderenza e distacco al nodo saldato: un singolo risultato negativo sul primo prelievo comporta l'esame di 6 nuovi campioni dello stesso diametro, un ulteriore singolo risultato negativo comporta l'inidoneità della partita.

Inoltre il direttore tecnico deve comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato dal Servizio tecnico centrale del controllo in stabilimento, sia al Servizio tecnico centrale stesso.

Il Direttore tecnico di stabilimento cura la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui deve essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore Tecnico, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del Centro di Trasformazione;
- l'identificazione della fornitura cui le prove si riferiscono e l'indicazione dei giorni in cui è stata lavorata;
- il nominativo del Direttore Tecnico che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di prelievo dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo di cui al §11.3.1.4, rilevato sui campioni da sottoporre a prova a cura del laboratorio incaricato dei controlli. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, di ciò deve essere riportata specifica annotazione sul certificato stesso; detti certificati, pertanto, non sono validi ai sensi delle presenti norme. Il lotto deve essere, quindi, respinto e tale non conformità deve essere segnalata al Servizio Tecnico Centrale.

11.3.2.10.4 Prove di aderenza

Ai fini della qualificazione, i prodotti in barre e in rotolo devono superare con esito positivo prove di aderenza conformemente al metodo *Beam-test* da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001, con le modalità specificate nella norma UNI EN 10080:2005.

Le tensioni di aderenza ricavate devono soddisfare le seguenti relazioni:

$$\tau_m \geq 0,098 (80 - 1,2 \varnothing) \quad [11.3.5]$$

$$\tau_r \geq 0,098 (130 - 1,9 \varnothing) \quad [11.3.6]$$

essendo:

\varnothing il diametro nominale del campione in mm;

τ_m il valor medio della tensione di aderenza in MPa calcolata in corrispondenza di uno scorrimento pari a 0,01, 0,1 ed 1 mm;

τ_r la tensione di aderenza massima al collasso.

Le prove devono essere estese ad almeno 3 diametri, come segue:

- uno nell'intervallo $5 \leq \varnothing \leq 10$ mm (barre) e $5 \leq \varnothing \leq 8$ mm (rotoli);
- uno nell'intervallo $12 \leq \varnothing \leq 18$ mm (barre) e $10 \leq \varnothing \leq 14$ mm (rotoli);
- uno pari al diametro massimo (barre e rotoli).

Per le verifiche periodiche della qualità e per le verifiche delle singole partite, non è richiesta la ripetizione delle prove di aderenza quando se ne possa determinare la rispondenza nei riguardi delle caratteristiche e delle misure geometriche, con riferimento alla serie di barre che hanno superato le prove stesse con esito positivo.

Con riferimento sia all'acciaio nervato che all'acciaio dentellato, per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si valuteranno su 3 campioni per ciascun diametro considerato, conformemente alle procedure riportate nella norma UNI EN ISO 15630-1:2010:

- il valore dell'area relativa di nervatura f_r , per l'acciaio nervato;
- il valore dell'area relativa di dentellatura f_p , per l'acciaio dentellato.

Il valore minimo di tali parametri è di seguito riportato:

Tab. 11.3.VI b)

		Barre	Rotoli
per $5 \leq \varnothing \leq 6$ mm	f_r oppure $f_p \geq$	0.035	0.037
per $6 < \varnothing \leq 12$ mm	f_r oppure $f_p \geq$	0.040	0.042
per $\varnothing > 12$ mm	f_r oppure $f_p \geq$	0.056	0.059

Nel certificato di prova, oltre agli esiti delle verifiche di cui sopra, devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature o delle dentellature.

11.3.2.11 PROCEDURE DI CONTROLLO PER ACCIAI DA CALCESTRUZZO ARMATO NORMALE – RETI E TRALICCI ELETTROSALDATI

11.3.2.11.1 Controlli sistematici in stabilimento

11.3.2.11.1.1 Prove di qualificazione

Il laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 effettua, presso lo stabilimento di produzione, il prelievo di una serie di 80 campioni, ricavati da 40 diversi pannelli, 2 per ogni elemento.

Per le reti si preleverà un campione per ognuna delle due direzioni ortogonali del pannello. Per i tralicci si preleveranno i campioni da uno dei correnti inferiori e dal corrente superiori.

Ogni campione deve consentire due prove:

- prova di trazione su un campione di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione a carico massimo, della tensione di snervamento e dell'allungamento;
- prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo, determinata forzando con idoneo dispositivo il filo trasversale nella direzione di quello longitudinale posto in trazione (secondo la norma UNI EN 10080:2005 per i tralicci e secondo la norma UNI EN ISO 15630-2:2010 per le reti elettrosaldate).

Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti che portano il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Per la determinazione delle tensioni caratteristiche di snervamento ed al carico massimo, determinate in accordo con il § 11.3.2.3, valgono le medesime formule di cui al § 11.3.2.10.1.3 dove n , numero dei campioni considerati, va assunto nel presente caso pari a 80, ed il coefficiente k assume, in funzione di n , i valori riportati nelle tabelle di cui al § 11.3.2.10.1.3.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di qualificazione non soddisfi i requisiti previsti nelle Norme Tecniche relativamente ai valori di allungamento o resistenza al distacco, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. Un ulteriore risultato negativo comporta la ripetizione delle prove di qualificazione.

11.3.2.11.1.2 Prove di verifica della qualità

Il laboratorio incaricato, di cui all'articolo 59 del DPR 380/01, deve effettuare controlli saltuari ad intervalli non superiori a tre mesi, su una serie di 20 campioni, ricavati da 10 diversi elementi, 2 per ogni elemento. Il prelievo deve essere effettuato su tutti i prodotti recanti il marchio depositato in Italia, indipendentemente dall'etichettatura o dalla destinazione specifica.

Sulla suddetta serie il laboratorio effettua la prova di trazione e di distacco. I corrispondenti risultati vengono aggiunti a quelli dei precedenti prelievi dopo aver eliminato la prima serie in ordine di tempo.

Si determinano così le nuove tensioni caratteristiche sostitutive delle precedenti sempre ponendo $n = 80$.

Ove i valori caratteristici riscontrati risultino inferiori ai minimi di cui ai §§ 11.3.2.1 e 11.3.2.2, il laboratorio incaricato sospende le prove di verifica della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione solo dopo che il fabbricante ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Qualora uno dei campioni sottoposti a prove di verifica non soddisfi i valori previsti al § 11.3.2, il prelievo relativo all'elemento di cui trattasi va ripetuto su un altro elemento della stessa partita. Il nuovo prelievo sostituisce quello precedente a tutti gli effetti. In caso di ulteriore risultato negativo, il laboratorio incaricato sospende le prove di verifica della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione dopo che il fabbricante ha ovviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

11.3.2.11.2 Controlli su singoli lotti di produzione

Negli stabilimenti soggetti ai controlli sistematici, i produttori qualificati possono sottoporre a ulteriori controlli singoli lotti di produzione a cura del laboratorio incaricato.

I controlli consistono nel prelievo per ogni lotto di un numero n di campioni, non inferiore a 20 e ricavati da almeno 10 diversi elementi, sui quali si effettuano le prove previste al § 11.3.2.11.1.2.

Le tensioni caratteristiche di snervamento e carico massimo devono essere calcolate a mezzo delle formule di cui al § 11.3.2.10.1.3 nelle quali n è il numero dei saggi prelevati.

11.3.2.12 CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere effettuati, entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale, a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001.

Essi devono essere eseguiti in ragione di 3 campioni ogni 30 t di acciaio impiegato della stessa classe proveniente dallo stesso stabilimento o Centro di trasformazione, anche se con forniture successive.

Il prelievo dei campioni va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo ed alla identificazione dei provini mediante sigle, etichettature indelebili, ecc.; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali deve riportare il riferimento a tale verbale. La richiesta di prove al laboratorio incaricato deve essere sempre firmata dal Direttore dei Lavori, che rimane anche responsabile della trasmissione dei campioni.

Il laboratorio incaricato di effettuare le prove provvede all'accettazione dei campioni accompagnati dalla lettera di richiesta sottoscritta dal direttore dei lavori. Il laboratorio verifica lo stato dei provini e la documentazione di riferimento ed in caso di anomalie riscontrate sui campioni oppure di mancanza totale o parziale degli strumenti idonei per la identificazione degli stessi, deve sospendere l'esecuzione delle prove e darne notizia al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il prelievo potrà anche essere eseguito dallo stesso laboratorio incaricato della esecuzione delle prove. I laboratori devono conservare i campioni sottoposti a prova per almeno trenta giorni dopo l'emissione dei certificati di prova, in modo da consentire l'identificabilità e la rintracciabilità.

I campioni devono essere ricavati da barre di uno stesso diametro o della stessa tipologia (in termini di diametro e dimensioni) per reti e tralicci, e recare il marchio di provenienza.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati in accordo con il § 11.3.2.3, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi fra i valori massimi e minimi riportati nelle Tabelle seguenti, rispettivamente per barre e reti e tralicci:

Tab. 11.3.VII a) – Valori di accettazione in cantiere – barre

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
A_{gt} minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Piegamento/raddrizzamento	assenza di cricche	per acciai B450A e B450C

Tab. 11.3.VII b) – Valori di accettazione in cantiere – reti e tralicci

Caratteristica	Valore limite	Note
f_y minimo	425 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
f_y massimo	572 N/mm ²	per acciai B450A e B450C
A_{gt} minimo	$\geq 6,0\%$	per acciai B450C
A_{gt} minimo	$\geq 2,0\%$	per acciai B450A
f_t / f_y	$1,13 \leq f_t / f_y \leq 1,37$	per acciai B450C
f_t / f_y	$f_t / f_y \geq 1,03$	per acciai B450A
Distacco del nodo	\geq Sez. nom. Ø maggiore $\times 450 \times 25\%$	per acciai B450A e B450C

Qualora il risultato non sia conforme a quello dichiarato dal fabbricante, il direttore dei lavori dispone la ripetizione della prova su 6 ulteriori campioni dello stesso diametro.

Ove anche da tale accertamento i limiti dichiarati non risultino rispettati, il controllo deve estendersi, previo avviso al fabbricante nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un centro di trasformazione, o al centro di trasformazione, a 25 campioni, applicando ai dati ottenuti la formula generale valida per controlli sistematici in stabilimento (Cfr. § 11.3.2.10.1.3).

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al fabbricante, nel caso di fornitura di acciaio non lavorato presso un centro di trasformazione, o al centro di trasformazione, che sarà tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione. Analoghe norme si applicano ai controlli di duttilità, aderenza e distacco al nodo saldato: un singolo risultato negativo sul primo prelievo comporta l'esame di sei nuovi campioni dello stesso diametro, un ulteriore singolo risultato negativo comporta l'inidoneità della partita.

Inoltre il direttore dei lavori deve comunicare il risultato anomalo al Servizio tecnico centrale.

I certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai devono riportare l'indicazione del marchio identificativo di cui al § 11.3.1.4 delle presenti Norme tecniche, rilevato sui campioni da sottoporre a prova a cura del laboratorio incaricato dei controlli. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, di ciò deve essere riportata specifica annotazione sul certificato di prova.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori o di un tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati, provenga da un Centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato preliminarmente che il suddetto Centro di trasformazione sia in possesso dei requisiti previsti al § 11.3.1.7, può recarsi presso il medesimo Centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli di accettazione prescritti al presente paragrafo. In tal caso il prelievo dei campioni viene effettuato dal Direttore Tecnico del Centro di trasformazione secondo le disposizioni del Direttore dei Lavori; quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc., che i campioni inviati per le prove da effettuarsi presso il laboratorio di cui all'art. 59 del DPR n. 380/2001 incaricato delle prove di accettazione in cantiere, siano effettivamente quelli prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove contenente l'indicazione delle strutture cui si riferisce ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del Direttore dei Lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori delle grandezze misurate e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle presenti norme e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

4. ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI

4.1. ELABORATI GRAFICI GENERALI

VEDI ELABORATI GRAFICI.

4.2. PARTICOLARI COSTRUTTIVI

VEDI ELABORATI GRAFICI.

5. PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA

Si veda elaborato allegato

6.RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI: INDAGINI SPECIALISTICHE

6.1. RELAZIONE GEOLOGICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Relazione geologica geotecnica e sismica a firma del geologo

6.2. RELAZIONE GEOTECNICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DI TERRENO

Si veda capitoli precedenti ed elaborati allegati

6.3. RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE "LA PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE" DEL SITO DI COSTRUZIONE

Lat./Long. [WGS84]

44,221914/10,77685

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie
Classe d'uso: Classe II
Vita nominale: 50,0 [anni]
Vita di riferimento: 50,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,58	2,48	0,25
S.L.D.	50,0	0,74	2,45	0,26
S.L.V.	475,0	1,75	2,46	0,29
S.L.C.	975,0	2,19	2,47	0,3

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Classe II

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,8352	1,0	0,0852	0,0426
S.L.D.	1,0656	0,47	0,0511	0,0255
S.L.V.	2,52	0,38	0,0977	0,0488
S.L.C.	3,0993	1,0	0,3161	0,158

7. ELABORATI GRAFICI DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE

7.1. ES RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE

Non pertinente

7.2. ES QUADRO FESSURATIVO E/O DI DEGRADO

Non pertinente

8. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

8.1. ES ANALISI STORICO-CRITICA ED ESITO DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE

8.1.1. ANALISI STORICO-CRITICA

Non pertinente

8.1.2. ESITO DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE

Non pertinente

8.2. ES LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA

Non pertinente

8.3. ES RELAZIONE SULLA VERIFICA DELLA STRUTTURA PRIMA DELL'INTERVENTO

8.3.1. RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE

Non pertinente

8.3.2. VERIFICA SISMICA DELL'EDIFICIO

Non pertinente

8.3.3. VERIFICHE DEI MECCANISMI LOCALI DI COLLASSO

Non pertinente

8.4. ES RELAZIONE SULLA VERIFICA DELLA STRUTTURA DOPO L'INTERVENTO

8.4.1. RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE

Non pertinente

8.4.2. VERIFICA SISMICA DELL'EDIFICIO

Non pertinente

8.4.3. VERIFICHE DEI MECCANISMI LOCALI DI COLLASSO

Non pertinente

9. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Si veda elaborato allegato

Il Progettista
ING. CHIARA PEDRONI