



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA ROMA-VITERBO

TRATTA CESANO VIGNA DI VALLE

Muro di protezione lato BD dal km 30+745.6 al km 30+868.6

Relazione di calcolo

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NR1J 01 D 29 CL R10005 005 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F.Serrau	Ott.2018	M.Monda	Ott.2018	T. Paoletti	Ott.2018	F. Arduini 2018 G. Ferrero 2018 M. Arduini 2018 M. Arduini 2018
B	Revisione	F.Serrau	Magg.2020	M.Monda	Magg.2020	T. Paoletti	Magg.2020	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica 2020 M. Arduini 2020 M. Arduini 2020

File: NR1J01D29CLR10005005B.doc

n. Elab.: 213

INDICE

1.	PREMESSA	5
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
2.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	7
2.2	DOCUMENTI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO	8
3.	UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA	9
4.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	11
4.1	CALCESTRUZZO	11
4.1.1	MAGRONE	11
4.1.2	CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER FONDAZIONE ED ELEVAZIONE	11
4.1.3	CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER PALI DI FONDAZIONE	11
4.2	ACCIAIO	12
4.2.1	Acciaio di Armatura - Barre.....	12
5.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO.....	13
6.	CRITERI PROGETTUALI	14
6.1	VITA NOMINALE	14
6.2	CLASSE D'USO	14
6.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	14
7.	ANALISI DEI CARICHI	15
7.1	PESI PROPRI (G_{1k}).....	15
7.2	CARICHI VARIABILI (Q_k).....	15
7.2.1	Sovraccarico laterale	15
7.2.2	Vento.....	15
7.2.3	Azione aerodinamica dovuta al traffico ferroviario.....	21
7.2.4	Termica	22
7.2.5	Ritiro e viscosità del calcestruzzo.....	22

7.2.6	Urti da traffico ferroviario	24
7.3	VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	24
7.3.1	Determinazione dell'azione sismica di Progetto	31
8.	COMBINAZIONE DI CARICO	32
9.	ANALISI STRUTTURALE	36
9.1	DESCRIZIONE MODELLO DI CALCOLO	36
9.2	CARATTERISTICHE DELLE SOLLECITAZIONI	37
10.	CRITERI DI VERIFICA STR	47
10.1	CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.	47
10.2	VERIFICHE PER GLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE-PRESSOFLESSIONE	47
10.3	VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO	47
10.4	VERIFICA AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO	48
11.	VERIFICHE	50
11.1	VERIFICA MURO IN C.A.	50
11.1.1	Parte superiore (s = 84cm)	50
11.1.2	Parte media (s = 54cm)	63
11.1.3	Parte inferiore (s = 74cm)	77
11.1.4	Cordolo	91
11.1.5	Verifica al punzonamento in testa al muro	94
11.2	VERIFICHE PALI DI ESTREMITÀ	94
11.2.1	Verifiche di portanza dei pali	94
11.2.2	Calcolo del carico limite orizzontale del palo	98
11.2.3	Verifica a pressoflessione e taglio del palo	99
11.2.4	Cedimenti della palificata	104
11.3	VERIFICHE PALI TIPICI	105
11.3.1	Verifiche di portanza dei pali	105

11.3.2	Calcolo del carico limite orizzontale del palo.....	106
11.3.3	Verifica a pressoflessione e taglio del palo.....	107
11.3.4	Cedimenti della palificata.....	111
12.	INCIDENZA ARMATURA.....	112
13.	ALLEGATO.....	117
13.1	COMBINAZIONI DI CARICO.....	117

1. PREMESSA

Nella presente relazione sono illustrati i calcoli e le verifiche degli elementi strutturali relativi alla realizzazione del muro di protezione, realizzato dalla progressiva 30+746 alla progressiva 30+870, previsto nell'ambito dell'intervento della realizzazione del raddoppio della ferrovia Roma - Viterbo nella tratta extraurbana tra la stazione di Cesano di Roma e la stazione di Vigna di Valle. La struttura è costituita da un muro in c.a. con cordolo di base in c.a., sostenuto da pali di diametro $\varnothing 800$, ad interasse 2.4 m e lunghezza pari a 15 m. L'opera è costituita da conci di lunghezza pari a 20 m.

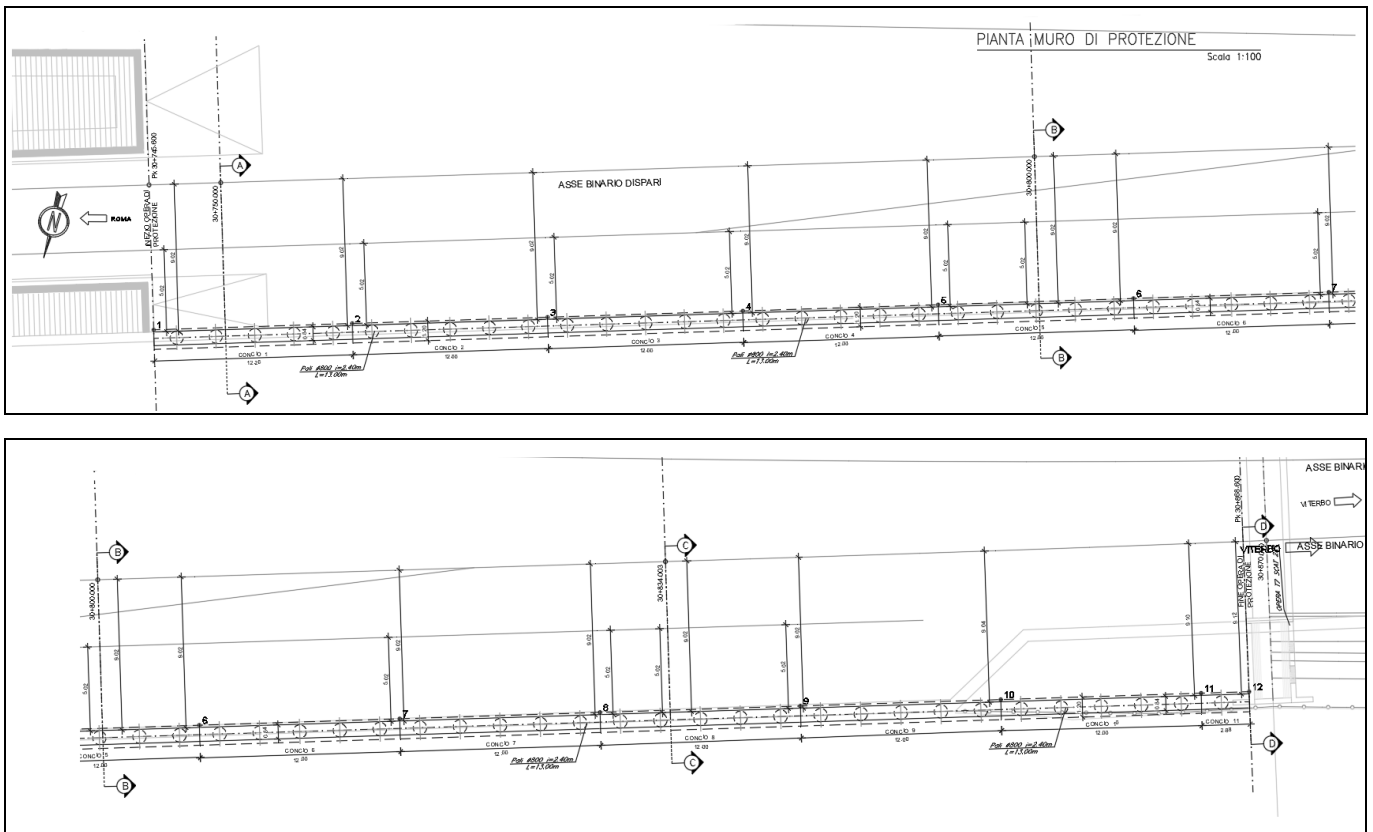


Fig. 1 – Planimetria

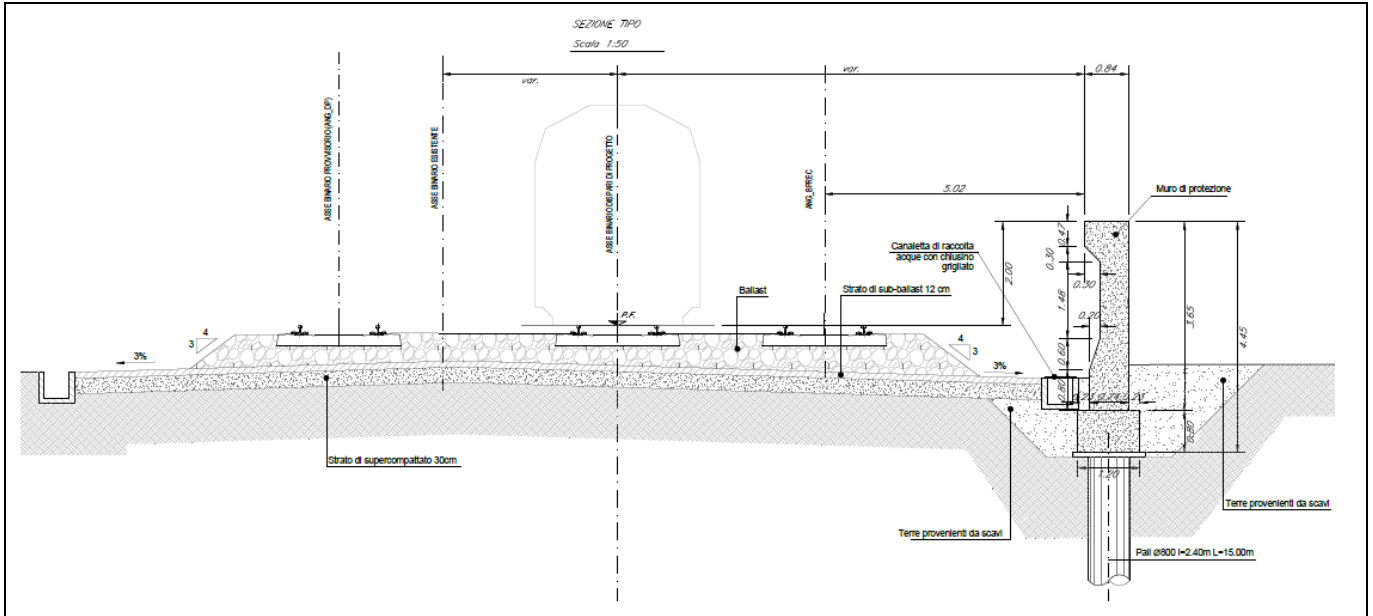



Fig. 2– Sezione tipo

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<p>COMMESSA NR1J</p>	<p>LOTTO 01 D 29</p>	<p>CODIFICA CL</p>	<p>DOCUMENTO RI0005005</p>	<p>REV. B</p>	<p>FOGLIO 7 di 120</p>

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

2.1 **Normative di riferimento**

Di seguito si riportano i riferimenti delle normative prese in considerazione per lo sviluppo delle analisi e delle verifiche in oggetto:

- [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 17 gennaio 2018, «Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni»
- [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- [3] Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 2. Ponti e strutture, e relativi allegati (A, B, C)
- [4] Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 B - Manuale di Progettazione delle Opere Civili – Parte II – Sezione 3. Corpo stradale, e relativi allegati (A, B, C, D, E)
- [5] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- [6] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell’Unione europea
- [7] UNI EN 1998-1:2013 – Strutture in zone sismiche – parte 1: generale ed edifici.
- [8] UNI EN 1998-2:2011 – Strutture in zone sismiche –parte 2: ponti.
- [9] UNI EN 1992-1-1: EUROCODICE 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- [10] DECRETO 31 luglio 2012 Approvazione delle Appendici nazionali recanti i parametri tecnici per l'applicazione degli Eurocodici.

2.2 Documenti progettuali di riferimento

Nella presente relazione, si è fatto riferimento ai seguenti elaborati di progetto:

Muro di protezione lato BD dal km 30+745.6 al 30+868.6 - Planimetria di tracciamento, profilo e sezioni 1	Varie	N	R	1	J	0	1	D	2	9	P	Z	R	I	0	0	0	5	0	1	0	B
Muro di protezione lato BD dal km 30+745.6 al 30+868.6 - Planimetria di tracciamento, profilo e sezioni 2	Varie	N	R	1	J	0	1	D	2	9	P	Z	R	I	0	0	0	5	0	1	1	B
Muro di protezione lato BD dal km 30+745.6 al 30+868.6 - Scavi – pianta e sezioni	Varie	N	R	1	J	0	1	D	2	9	P	Z	R	I	0	0	0	5	0	1	2	A
Muro di protezione lato BD dal km 30+745.6 al 30+868.6- Relazione di calcolo	-	N	R	1	J	0	1	D	2	9	C	L	R	I	0	0	0	5	0	0	5	B

3. UNITÀ DI MISURA E SIMBOLOGIA

Si utilizza il Sistema Internazionale (SI):

unità di misura principali

N	(Newton)	unità di forza
m	(metro)	unità di lunghezza
kg	(kilogrammo-massa)	unità di massa
s	(secondo)	unità di tempo

unità di misura derivate

kN	(kiloNewton)	10^3 N
MN	(megaNewton)	10^6 N
kgf	(kilogrammo-forza)	1 kgf = 9.81 N
cm	(centimetro)	10^{-2} m
mm	(millimetro)	10^{-3} m
Pa	(Pascal)	1 N/m ²
kPa	(kiloPascal)	10^3 N/m ²
MPa	(megaPascal)	10^6 N/m ²
N/m³	(peso specifico)	
g	(accelerazione di gravità)	~ 9.81 m/s ²

Corrispondenze notevoli

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$$

$$1 \text{ MPa} \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$$

$$1 \text{ kN/m}^3 \sim 100 \text{ kgf/m}^3$$

Si utilizzano i seguenti principali simboli con le relative unità di misura normalmente adottate:

γ	(gamma)	peso dell'unità di volume	(kN/m ³)
σ	(sigma)	tensione normale	(N/mm ²)
τ	(tau)	tensione tangenziale	(N/mm ²)

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	10 di 120

ϵ (epsilon) deformazione (m/m - adimensionale)

φ (fi) angolo di resistenza ($^{\circ}$ sessagesimali)

4. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali sono ricavate con riferimento alle indicazioni contenute nei capitoli 4 e 11 del D.M. 17 gennaio 2018. Nelle tabelle che seguono sono indicate le principali caratteristiche e i riferimenti dei paragrafi del D.M. citato.

4.1 CALCESTRUZZO

4.1.1 MAGRONE

– γ_c = peso specifico = 25,00 kN/m³

–Classe di resistenza = C12/15

4.1.2 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER FONDAZIONE ED ELEVAZIONE

– γ_c = peso specifico = 25,00 kN/m³

–Classe di resistenza = C30/37

– R_{ck} = resistenza cubica = 37.00 N/mm²

– f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 30.71 N/mm²

– f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 38.71 N/mm²

– f_{ctm} = resistenza a trazione media = 0.30 x $f_{ck}^{2/3}$ = 2.94 N/mm²

– f_{ctm} = resistenza a traz. per flessione media = 1.20 x f_{ctm} = 3.53 N/mm²

– f_{ctk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = 0.70 x f_{ctm} = 2.47 N/mm²

– E_{cm} = modulo elast. tra 0 e 0.40 f_{cm} = 22000 x ($f_{cm}/10$)^{0.3} = 33019 N/mm²

4.1.3 CONGLOMERATO CEMENTIZIO PER PALI DI FONDAZIONE

– γ_c = peso specifico = 25,00 kN/m³

–Classe di resistenza = C25/30

– R_{ck} = resistenza cubica = 30.00 N/mm²

– f_{ck} = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83 R_{ck} = 24.9 N/mm²

– f_{cm} = resistenza cilindrica media = $f_{ck} + 8$ = 33 N/mm²

– f_{ctm} = resistenza a trazione media = 0.30 x $f_{ck}^{2/3}$ = 2.56 N/mm²

– f_{ctm} = resistenza a traz. per flessione media = 1.20 x f_{ctm} = 3.08 N/mm²

– f_{ctk} = resistenza a traz. per flessione caratt. = 0.70 x f_{ctm} = 2.15 N/mm²

$$-E_{cm} = \text{modulo elast. tra 0 e } 0.40f_{cm} = 22000 \times (f_{cm}/10)^{0.3} = 31476 \text{ N/mm}^2$$

4.2 Acciaio

4.2.1 Acciaio di Armatura - Barre

Tipo = B 450 C

- γ_a = peso specifico = 78,50 kN/m³
- $f_{y \text{ nom}}$ = tensione nominale di snervamento = 450 N/mm²
- $f_{t \text{ nom}}$ = tensione nominale di rottura = 540 N/mm²
- $f_{yk \text{ min}}$ = minima tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm²
- $f_{tk \text{ min}}$ = minima tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm²
- $(f_t/f_y)_{k \text{ min}}$ = minimo rapporto tra i valori caratteristici = 1,15
- $(f_t/f_y)_{k \text{ max}}$ = massimo rapporto tra i valori caratteristici = 1,35
- $(f_y/f_{y \text{ nom}})_k$ = massimo rapporto tra i valori nominali = 1,25
- $(A_{gt})_k$ = allungamento caratteristico sotto carico massimo = 7,5 %
- \varnothing_{min} = minimo diametro consentito delle barre = 10 mm
- \varnothing_{max} = massimo diametro consentito delle barre = 40 mm
- E = modulo di elasticità dell'acciaio = 206000 N/mm²

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:

- $\varnothing < 12 \text{ mm}$ 4 \varnothing
- $12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ 5 \varnothing
- $16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$ 8 \varnothing
- $25 < \varnothing \leq 40 \text{ mm}$ 10 \varnothing .

5. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Il modello geotecnico di calcolo è stato definito sulla base di quanto riportato nella relazione geotecnica, di cui si riporta il paragrafo dedicato:

- Modello geotecnico n° 3, dalla pk 30+600 alla pk 31+200

Unità geotecnica	Descrizione	z iniz (m)	z fin (m)	spessore (m)	z media (m da b.f.)	Peso di volume (kN/m ³)	Tipo di terreno	Densità relativa (%)	Angolo di resistenza al taglio ϕ' picco (°)	Angolo di resistenza al taglio ϕ' cv (°)	C' (kPa)	Cu (kPa)	Modulo elastico E (MPa)	Modulo edometrico M (Mpa)
U2a	Limo argilloso sabbioso	0	4	4	2	17	GG	45	26	26	10	60	15-30	22-39
		4	10.5	6.5	3.25	17	GG	50	25	25				
U3b	PVL-Depositi vulcanici: sabbia limosa molto consistenza con presenza di clasti litici di tufo debolmente litoide	10.5	15.5	5	2.5	20	GG	55	28	25	0	0	35	45
U4a	Roccia basaltica	15.5	18.5	3	1.5	27	R	-	42	-	-	-	4800	-
U3b	PVL-Depositi vulcanici - Sabbia limosa con presenza di ghiaia	18.5	29	3	1.5	16	GG	65	30	25	0	0	30	39
U4b	Roccia debolmente alterata e fratturata con livelli di piroclastite alterata	29	30	10.5	5.25	27	R	-	40	-	-	-	4500	-

La falda è posta a circa 10 m dal p.c.

La categoria di suolo è C.

6. CRITERI PROGETTUALI

6.1 Vita Nominale

Con riferimento invece alla tabella 2.5.1.1.2-1 (RFI DTC SI GE MA IFS 001 A del 22-12-17: "Manuale di Progettazione delle Opere Civili", Parte II - Sezione 2) i muri oggetto di studio rientrano nelle "ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITA' $V < 250$ km/h" e pertanto si considera una vita nominale pari a $V_N = 75$ anni.


6.2 Classe d'uso

Con riferimento invece alla tabella 2.5.1.1.2-1 (RFI DTC SI GE MA IFS 001 A del 22-12-17: "Manuale di Progettazione delle Opere Civili", Parte II - Sezione 2) i muri oggetto di studio rientrano nelle "ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITA' $V < 250$ km/h" e pertanto si considera una **classe d'uso II**, con associato coefficiente $C_u = 1.0$

6.3 Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento V_R ricavato, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_u .

Pertanto $V_R = 75 \times 1.5 = 75$ anni

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005005	REV. B

7. ANALISI DEI CARICHI

Nel seguente paragrafo si descrivono i carichi elementari che agiscono sulla struttura in oggetto. Tali azioni sono definite secondo le normative e sono utilizzate per la generazione delle combinazioni di carico nell'ambito delle verifiche di resistenza, in esercizio ed in presenza dell'evento sismico.

7.1 Pesi propri (G_{1k})

Il peso proprio degli elementi strutturali è computato considerando un peso specifico del c.a. pari a $\gamma_{cls} = 25.00 \text{ kN/m}^3$.

- Spinta del terreno

La spinta statica del terreno è ottenuta considerando un angolo di attrito del rilevato sotto binario pari a 38° e con peso di 20 kN/m^3 , di conseguenza un coefficiente di spinta a riposo (considerato cautamente)

$$k_0 = 1 - \tan(38^\circ) = 0.384;$$

si ottiene quindi una spinta con distribuzione triangolare con valore massimo al piede del muro:

$$S_a(0.70\text{m}) = 0.7 * 0.384 * 20 = \mathbf{5.38 \text{ kN/m}^2}.$$

È applicata anche una spinta concentrata sul cordolo di base pari a $(5.38 + 1.5 * 0.384 * 20) * 0.8 / 2 = \mathbf{6.76 \text{ kN/m}}$.

- Sovraccarico permanente (Ballast)

A causa della distanza tra il ballast e il muro (circa 2.2m), non è considerato un sovraccarico dal ballast.

7.2 Carichi variabili (Q_k)

7.2.1 Sovraccarico laterale

A causa della distanza tra i traversi più vicini e il muro (circa 3.82m), non è considerato un sovraccarico risultante dai treni.

7.2.2 Vento

L'azione del vento, in accordo con le prescrizioni di Normativa (Capitolo 3.3 NTC2018), è stata analizzata mediante un'azione statica equivalente utilizzando le seguenti espressioni:

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_r C_e C_p C_d$$

dove:

q_r è la pressione cinetica di riferimento

c_e è il coefficiente di esposizione

c_p è il coefficiente di pressione;

c_d è il coefficiente dinamico.

Pressione cinetica di riferimento

La pressione cinetica di riferimento q_r (in N/m²) è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \rho V_r^2$$

dove:

v_r è la velocità di riferimento del vento (in m/s);

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1,25 kg/m³

Velocità base di riferimento

La velocità base di riferimento v_b è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II, riferita ad un periodo di ritorno $T_r=50$ anni. Tale velocità è definita dalla relazione:

$$V_b = V_{b,0} * C_a$$

- $V_{b,0}$ è la velocità base di riferimento al livello del mare
- C_a è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$C_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$C_a = 1 + K_s * \left(\frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 \leq a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

- a_s è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione;
- a_0, K_s sono forniti nella seguente tabella:

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_s

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Velocità di riferimento

La velocità di riferimento v_r è il valore medio su 10 minuti, a 10 m di altezza dal suolo su un terreno pianeggiante e omogeneo di categoria di esposizione II (vedi Tab. 3.3.II), riferita ad un periodo di ritorno T_r . Tale velocità è definita dalla relazione:

$$V_r = V_b C_r$$

dove:

- V_b è la velocità base di riferimento;
- C_r è il coefficiente di ritorno, funzione del periodo di ritorno di progetto T_r fornito dalla seguente relazione:

$$C_r = 0.75 \left(1 - 0.2 * \ln \left(-\ln \left(1 + \frac{1}{T_r} \right) \right) \right)^{0.5}$$

dove T_r è il periodo di ritorno espresso in anni.

L'espressione per il calcolo della velocità di riferimento del vento $V_b(T_R)$ riferita a un generico periodo di ritorno è la seguente:

$$v_b(T_R) = \alpha_R v_b$$

Dove:

- V_b è la velocità di riferimento del vento associata a un periodo di ritorno di 50 anni;
- α_R è un coefficiente fornito dalla seguente espressione:

$$\alpha_R = 0.75 \sqrt{1 - 0.2 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right]}$$

Nel caso in esame, essendo in zona 3, con $a_s \approx 168$ m.s.l.m., $v_{b,0} = 27$ [m/s], $a_0 = 500$ [m] e $k_s = 0.37$, per cui risulterà:

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	18 di 120

- $c_a=1$ per $as < a_0$
- $V_b = V_{b,0} * C_a = 27 * 1 = 27$ m/s (con $Tr=50$ anni)

La pressione cinetica di riferimento vale quindi:

- $q_r = 0.5 \rho * V_r^2 = 456$ N/m²

Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione c_e dipende dall'altezza z sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione. In assenza di analisi specifiche, ci si riferisce alla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

dove

k_r , z_0 , z_{\min} sono funzione della categoria di esposizione del sito;

c_t è il coefficiente di topografia.

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	K_r	z_0 [m]	z_{\min} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

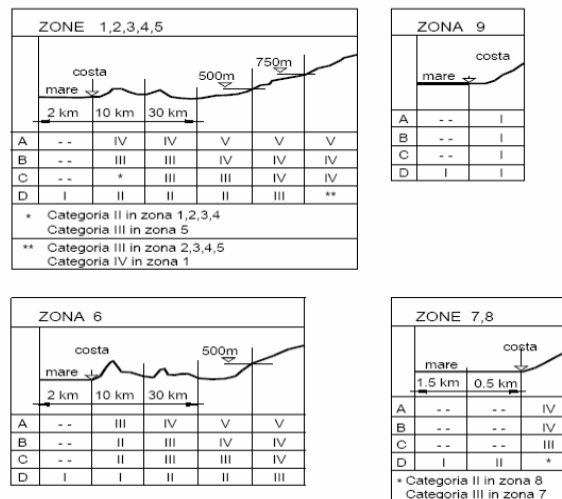
In mancanza di analisi specifiche, la categoria di esposizione è assegnata nella Fig. 3.3.2 in funzione della posizione geografica del sito e della classe di rugosità del terreno definita in Tab. 3.3.III.

Il coefficiente di topografia c_t è posto pari a 1.

Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate,)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).



Essendo la struttura in oggetto in zona 3 e classe di rugosità del terreno C, categoria di esposizione III, si determinano i seguenti parametri:

$$k_r = 0.20, z_0 = 0,10\text{m}, z_{\min} = 5.00\text{ m} \quad (\text{Tab. 3.3.II})$$

Per il calcolo dell'azione del vento sulla struttura si considera come altezza di riferimento z l'altezza massima della costruzione sopra il piano di campagna. Per quanto riguarda la tipologia "RFI" si considera l'altezza della barriera come distanza tra la base dello zoccolo in cemento armato e la sua sommità. Si ottiene quindi:

$$z = 3.65\text{ m} < z_{\min} = 5.00\text{ m}$$

In funzione di z si calcola il coefficiente di esposizione:

$$c_e(z=z_{\min}) = 1.708$$

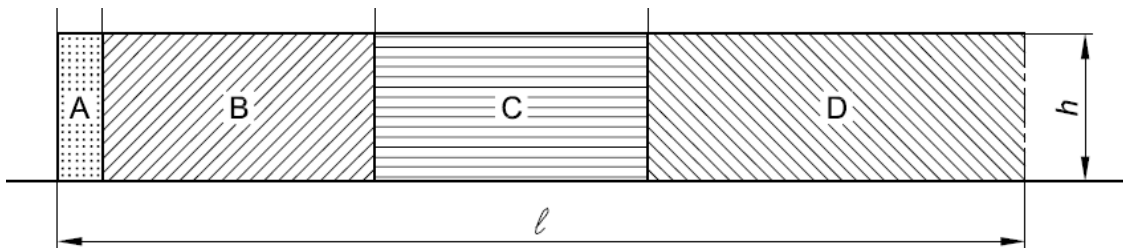
Coefficiente dinamico

Il coefficiente dinamico tiene in conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura.

$$c_d = 1.00$$

Coefficiente di forma

Per la determinazione del coefficiente di forma c_p si fa riferimento a quanto riportato al § 7.4 dell'EC 1. Si assume di ricadere in zona D secondo il seguente schema:



Per la zona D, secondo la tabella 7.9 si ottiene un coefficiente di pressione netta c_p pari a 1.2:

prospetto 7.9 Valori raccomandati dei coefficienti di pressione $c_{p,net}$ per pareti libere e parapetti

Solidità	Zona		A	B	C	D
$\varphi = 1$	Senza angoli di ritorno	$l/h \leq 3$	2,3	1,4	1,2	1,2
		$l/h = 5$	2,9	1,8	1,4	1,2
		$l/h \geq 10$	3,4	2,1	1,7	1,2
		Con angoli di ritorno di lunghezza $\geq h^a$	2,1	1,8	1,4	1,2
$\varphi = 0,8$			1,2	1,2	1,2	1,2

a) Per angoli di ritorno aventi lunghezza compresa tra 0,0 e h si può impiegare l'interpolazione lineare.

La pressione del vento risulta a questo punto:

Pressione cinetica di riferimento – $q_b = 0.456 \text{ kN/m}^2$

Coefficiente dinamico – $C_d = 1.00$

Coefficiente di esposizione – $C_e = 1.708$

Coefficiente di pressione $C_p = 1.20$

E segue: $P_v = q_b * C_e * C_p * C_d = 0.93 \text{ kN/m}^2$

Tale azione deve essere associata all'azione aerodinamica dovuta al traffico ferroviario. Si veda a questo proposito il paragrafo successivo.

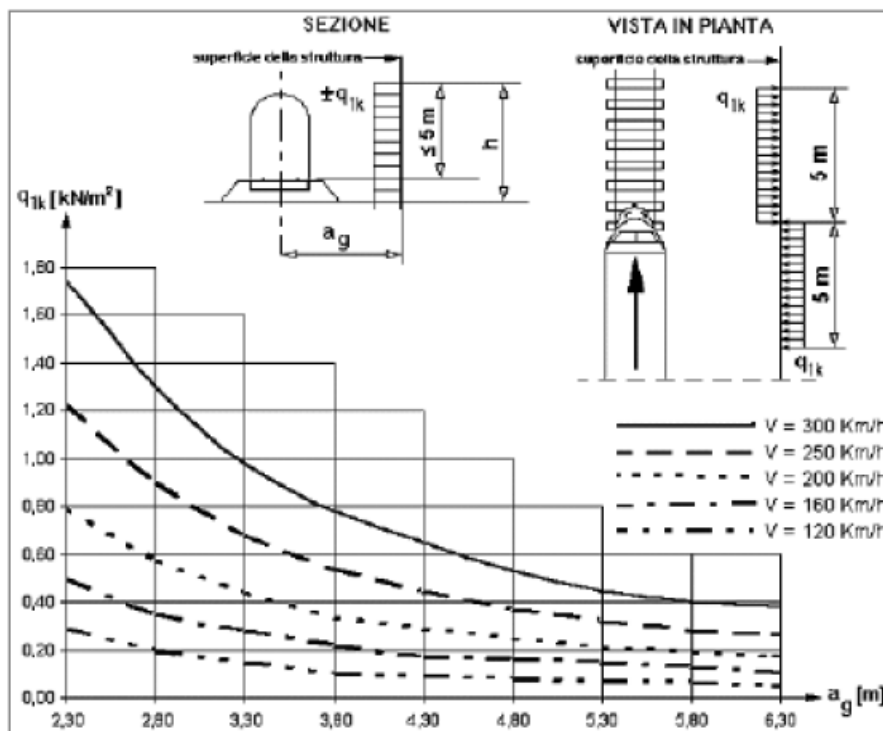
7.2.3 Azione aerodinamica dovuta al traffico ferroviario

Si considerano inoltre gli effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli ferroviari secondo quanto contenuto nel D.M.2018 paragrafo 5.2.2.6 e quanto previsto nella “Specificazione per la progettazione e l’esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario” (RFI DTC SI PS MA IFS 001 B). Si fa riferimento al caso di superfici verticali parallele al binario (§5.2.2.6.1 NTC2018).

Si considerano le seguenti condizioni:


- velocità massima del convoglio ferroviario: $V_{max}=115$ km/h
- distanza tra binario e barriera $a_g = 5.00$ m (valore più critico)

A tale valore di a_g corrisponde il valore dell’azione q_{1k} prodotta dal passaggio del convoglio, calcolata secondo quanto riportato nelle norme e con riferimento a treni con forme aerodinamiche sfavorevoli:



Si assume $q_{1k}=0,1$ kN/m².

Tale azione deve essere cumulata con l’azione del vento in direzione perpendicolare all’asse del binario, tenendo conto che il D.M.2018 al paragrafo 5.2.3.2.2 afferma che in ogni caso l’azione risultante dalla somma dell’azione del vento con le azioni aerodinamiche deve essere maggiore di un valore minimo, funzione della velocità della linea e comunque di $1,5$ kN/m² sia nelle verifiche agli SLE (combinazione caratteristica), che nella verifica agli SLU con $\gamma_Q=1,00$ e $\gamma_{Qi}=1,00$.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005005	REV. B

Pertanto, si ha:

$$p_{\text{tot,RFI}} = p_{v,\text{RFI}} + q_{1k} = 0.93 + 0.1 = 1.03 \text{ kN/m}^2 < 1.5 \text{ kN/m}^2$$

Il valore sarà però aumentato secondo quanto prescritto dalle “Prescrizioni tecniche integrative e provvisorie per la progettazione delle Barriere Antirumore”:

$$Vento + P_{\text{aerod.}} \geq 1.50 \text{ kN/ m}^2 \text{ per tutte le verifiche.}$$

Nel modello di calcolo verranno pertanto considerate le seguenti azioni:

- Vento = 0.93 kN/ m²
- P_{aerod} = 0.57 kN/ m²

7.2.4 Termica

L'azione termica §3.5.5 NTC-18, considerata agente uniformemente sugli elementi esposti della struttura, è pari a ± 15°C.

7.2.5 Ritiro e viscosità del calcestruzzo

Gli effetti del ritiro del calcestruzzo sono valutati impiegando i coefficienti indicati al punto 11.2.10.6 delle NTC2018.

La deformazione totale da ritiro è data dalla somma della deformazione per ritiro da essiccamento e della deformazione da ritiro autogeno. Il ritiro è stato applicato mediante una variazione termica equivalente pari a 9.59°.

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	23 di 120

DATA

Coefficiente di viscosità

$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t, t_0)$	2,0523	creep coefficient
$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0)$	2,1369	nominal creep coefficient

φ_{RH}	1,4261	per $f_{cm} > 35$ Mpa
φ_{RH}		per $f_{cm} \leq 35$ Mpa
RH	80 [%]	
$\beta(f_{cm})$	2,7253	
$\beta(t_0)$	0,5498	
h0	74 [mm]	
Ac	7400 [cm ²]	
u	2000 [cm]	
$\beta_c(t, t_0)$	0,9604	
t	10000 [days]	
t_0	15 [days]	
t-t0	9985 [days]	
β_H	404,16	TRUE per $f_{cm} > 35$ Mpa
β_H		per $f_{cm} \leq 35$ Mpa
α_1	0,9441	
α_2	0,9837	
α_3	0,9597	
f_{cm}	38,00 [MPa]	
f_{ck}	30,00 [MPa]	

se la verifica è falsa allora per β_H considera $1500 \cdot \alpha_3 = 1439,5723$

DEFORMAZIONE TOTALE DA RITIRO

$\epsilon_{rt} = \epsilon_{sd} + \epsilon_{sh} =$	0,0002927	deformazione totale da ritiro
$\epsilon_{sd} =$	0,0002601	deformazione da ritiro per essiccamento
$\epsilon_{sh} =$	3,265E-05	deformazione da ritiro autogeno

DEFORMAZIONE DA RITIRO PER ESSICCAMENTO

$\epsilon_{sd} = k_{sh} \cdot \epsilon_{sd0}$	0,0002607	
$\epsilon_{sd0} =$	0,0003725	appendix B for ϵ_{sd0}
$\alpha_{sh,1} =$	6	CLS class R
$\alpha_{sh,2} =$	0,11	CLS class R
$\beta_{RH} =$	0,7564	
RH ₀ =	100 [%]	
$f_{cm0} =$	10 [MPa]	
$\beta_{sh}(t, t_s) =$	0,9974564	
t	10000	
t _s	15	


h_0	k_{sh}
100	1,00
200	0,85
300	0,75
≥500	0,70

DEFORMAZIONE DA RITIRO AUTOGENO

$\beta_{sh}(t) =$	0,6529549
t	28
$\epsilon_{sh}(-) =$	0,00005

I fenomeni di ritiro vengono applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente agli effetti del ritiro:

$$\Delta T_{rit} = \epsilon_s / [(1+\phi) \times \alpha T] = 9.59 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005005	REV. B

7.2.6 Urti da traffico ferroviario

Come indicato nella normativa di riferimento NTC-18 [3.6.3.4] si considera la possibilità di collisione fra i veicoli deragliati e l'opera in esame; data la distanza d dall'asse del binario maggiore di 5m, si applicano una forza trasversale pari a 750 kN ed una forza parallela alla direzione di marcia pari a 2000kN. Vengono contemplate due configurazioni spaziali dei carichi suddetti, in mezzeria ed all'estremità del concio, in modo da individuare gli effetti più gravosi.

7.3 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sulle costruzioni sono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di opera, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \times 1.00 = 75 \text{ anni (periodo di riferimento)}$$

Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

	STATO LIMITE	P_{VR} : probabilità di superamento nel periodo di riferimento
SLE	SLO - Stato Limite di Operatività	81%
	SLD - Stato Limite di Danno	63%
SLU	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%
	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%

Tab. 1 – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{C_U \cdot V_N}{\ln(1 - P_{VR})} \quad \text{da cui si ottiene la seguente tabella:}$$

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_c^* [s]
SLO	45	0,038	2,654	0,252
SLD	75	0,044	2,669	0,276
SLV	712	0,074	2,941	0,351
SLC	1462	0,086	3,020	0,384

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale. Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle

NTC2018. I terreni di progetto possono essere caratterizzati come appartenenti a terreni di **Categoria C**. In condizioni topografiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tab. 2- Classificazione topografica superfici

L'area interessata risulta classificabile come **T1**.

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC2018 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente $S = S_S \cdot S_T$ e di C_C in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle tabelle di seguito riportate:

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tab. 3 - Tabella espressioni per S_S e C_C

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera dell'intervento	ST
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tab. 4 – Tabella coefficienti di amplificazione topografica S_T

I valori dei coefficienti di amplificazione stratigrafica sono pari a $S_S = 1.5$ e $C_C = 1.483$

Il valore del coefficiente di amplificazione topografica è posto pari a $S_T = 1.0$

Nel rispetto delle NTC2018 l'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X ed Y ed una verticale contrassegnata da Z, da considerare tra loro indipendenti (3.2.3 – NTC2018). Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

Lo spettro di risposta elastico orizzontale è descritto dalle seguenti espressioni, riportate al punto 3.2.3.2.1 – NTC2018:

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Agli stati limite ultimi le capacità dissipative delle strutture possono essere considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche, tenendo conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico

corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule 3.2.4 - NTC2018 η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura.

A favore di sicurezza si sceglie di utilizzare un coefficiente di struttura $q = 1$.

Per gli stati limite di esercizio lo spettro di progetto da utilizzare è lo spettro elastico corrispondente, riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} .

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio (G_1), ai sovraccarichi permanenti (G_2) e a un'aliquota (ψ_{2j}) dei sovraccarichi accidentali (Q_{kj}):

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

Per quanto concerne le aliquote di carico dovute alle azioni accidentali la NTC2008 prevede di utilizzare dei coefficienti di combinazione (ψ_{2j}) che per quanto riguarda la categoria H, il vento, la neve e le azioni termiche risultano pari a 0.0. Il coefficiente di combinazione (ψ_{2j}) per ambienti suscettibili di affollamento è pari a 0.6.

Dal programma 'Spettri NTC - ver. 1.0.3' del Consiglio Superiore LL PP, si ricavano i seguenti parametri dello spettro di risposta relativo al sito più gravoso.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE:

LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE:

PROVINCIA:

COMUNE:

Elaborazioni grafiche


Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



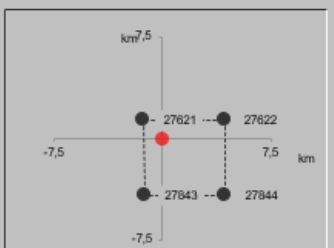
Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

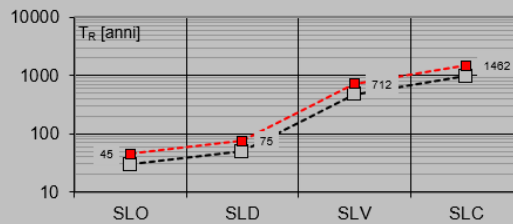
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="45"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="75"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="712"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1462"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- - - Strategia per costruzioni ordinarie
- - - Strategia scelta

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo info

$S_s = 1,500$ $C_C = 1,483$ info

Categoria topografica info

$h/H = 1,000$ $S_T = 1,000$ info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) $\eta = 1,000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_o Regol. in altezza info

Compon. verticale

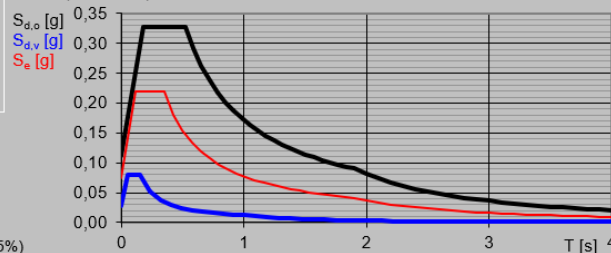
Spettro di progetto

Fattore q $\eta = 1,000$ info

Elaborazioni

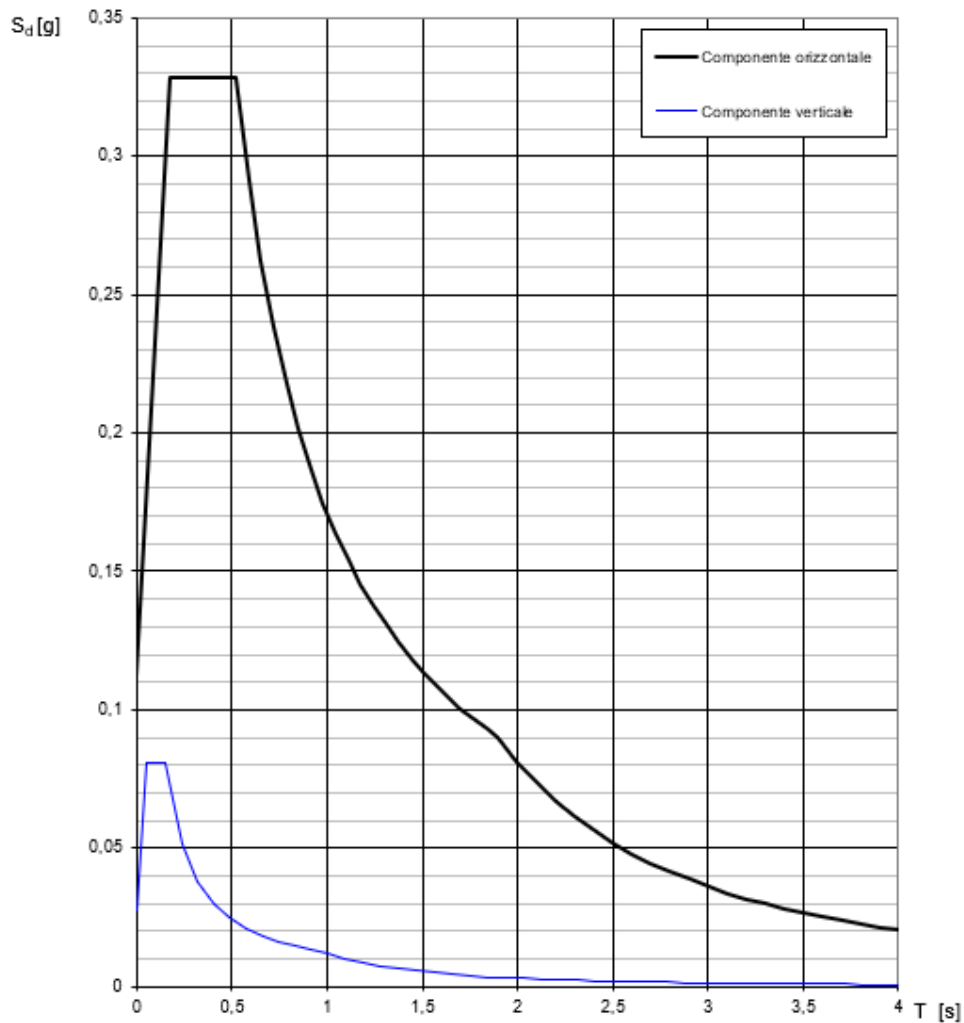
- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



- Spettro di progetto - componente orizzontale
- Spettro di progetto - componente verticale
- Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato li SLV



La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,074 g
F_o	2,941
T_c	0,351 s
S_s	1,500
C_c	1,483
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,174 s
T_C	0,521 s
T_D	1,898 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,112
T_B ←	0,174	0,328
T_C ←	0,521	0,328
	0,587	0,292
	0,652	0,262
	0,718	0,238
	0,783	0,218
	0,849	0,202
	0,914	0,187
	0,980	0,175
	1,046	0,164
	1,111	0,154
	1,177	0,145
	1,242	0,138
	1,308	0,131
	1,373	0,125
	1,439	0,119
	1,504	0,114
	1,570	0,109
	1,636	0,105
	1,701	0,101
	1,767	0,097
	1,832	0,093
T_D ←	1,898	0,090
	1,998	0,081
	2,098	0,074
	2,198	0,067
	2,298	0,061
	2,398	0,056
	2,498	0,052
	2,599	0,048
	2,699	0,045
	2,799	0,041
	2,899	0,039
	2,999	0,036
	3,099	0,034
	3,199	0,032
	3,299	0,030
	3,399	0,028
	3,499	0,027
	3,600	0,025
	3,700	0,024
	3,800	0,022
	3,900	0,021
	4,000	0,020

7.3.1 Determinazione dell'azione sismica di Progetto

In condizione sismica si considera un incremento della spinta del terreno rispetto alla condizione statica in esercizio. La sovraspinta sismica è calcolata con la teoria di Wood, risultando in un valore di spinta al metro, distribuito uniformemente sull'intera altezza del piedritto, da applicare ad una quota pari ad H/2.

Sisma orizzontale			
Stato limite		Salvaguardia della vita - SLU -	SLV
Vita nominale	V _r		75 anni
Classe d'uso	C _u		1
accelerazione orizzontale	a _g /g		0.074
amplificazione spettrale	F _o		2.941
Categoria sottosuolo		A, B, C, D, E	C
Coeff. Amplificazione stratigrafica	S _s		1.500
Coeff. Amplificazione topografica	S _t		1
Coefficiente S	S	=S _s · S _t	1.500
accelerazione orizzontale max	a _{max} /g	=a _g /g · S	0.111
Fattore di struttura	q		1.00
Coefficiente β _m	β _m	Dal NTC2018, 7.11.6.2.1	1
Coeff. sismico orizzontale	k _h	=β _m × a _{max} /g	0.111
Coeff. sismico verticale	k _v	= ±0.5 · k _h	0.056
Forza orizz. Sul muro	F _{Hp}	= β _m (a _{max} /g) · Sp · γ = 0.111 · (0.75 · 3.65) · 25 =	7.60 kN/m ²
Forza ver. Sul muro	F _{Vp}	= 0.5 · F _{Hp}	3.80 kN/m ²
Spinta del terreno in fase sismica (Condizione SPSPDX)			
Risultante della spinta sismica	ΔS _E	= β _m (a _{max} /g) · γ · H ² = 1 · 0.111 · 20 · 0.7 ²	1.09 kN/m
Pressione uniforme, risultante dalla spinta sismica	Δp _E	= ΔS _E / H = 1.09/0.7	1.55 kN/m ²

8. COMBINAZIONE DI CARICO

Il progetto e la verifica di tutti gli elementi strutturali verrà eseguito mediante il Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite. Per quanto concerne le verifiche agli stati limite ultimi (SLU) e quelle agli stati limite d'esercizio (SLE), le condizioni elementari di carico vengono tra loro combinate in modo da determinare le sollecitazioni più sfavorevoli.

Le combinazioni di carico che verranno considerate nel calcolo delle sollecitazioni rispettano le prescrizioni fornite dalle NTC 2008.

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2008 al par.2.5.3:

- Combinazione **fondamentale**, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots;$$

- Combinazione caratteristica **rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots;$$

- Combinazione caratteristica **frequente**, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

- Combinazione **quasi permanente**, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

- Combinazione **sismica**, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

- Combinazione **eccezionale**, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio

– sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi

Tabella 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.
⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.
⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.
⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.
⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.
⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Tab. 5.2.V Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico

Tab. 5.2.VI - Coefficienti di combinazione Ψ delle azioni

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
da traffico	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
	gr_1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
Gruppi di	gr_2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
carico	gr_3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr_4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico del

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

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	γ_c	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi (R3)	Pali trivellati (R3)	Pali ad elica continua (R3)
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,25	1,25	1,25

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

Le combinazioni analizzate sono presenti nella tabella seguente:

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
NR1J 01 D 29 CL RI0005005 B 35 di 120

Combinazione	Tipo di combinazione		DEAD	Spinta terre	Ritiro	Vento e press	Dt_U+	Dt_U-	Urto_1_X	Urto_1_Y	Urto_2_Y	Urto_2_X	Sisma
SLU_01	Fondamentale - statiche	Y	1,35	1,35	1,35	1,5	1,5	0	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0,6	0	0	0	0	0	-
SLU_02	Fondamentale - statiche	Y	1,35	1,35	1,35	1,5	0	1,5	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0	0,6	0	0	0	0	-
SLU_03	Fondamentale - statiche	Y	1,35	1,35	1,35	1,5	1,5	0	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0,6	1	0	0	0	0	0	-
SLU_04	Fondamentale - statiche	Y	1,35	1,35	1,35	1,5	0	1,5	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0,6	0	1	0	0	0	0	-
SLU_05	Fondamentale - statiche	Y	1	1	1	1,5	1,5	0	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0,6	0	0	0	0	0	-
SLU_06	Fondamentale - statiche	Y	1	1	1	1,5	0	1,5	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0,6	0	0	0	0	0	-
SLU_07	Fondamentale - statiche	Y	1	1	1	1,5	1,5	0	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0,6	1	0	0	0	0	0	-
SLU_08	Fondamentale - statiche	Y	1	1	1	1,5	0	1,5	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0,6	0	1	0	0	0	0	-
SLU_09	Eccezionale	Y	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0,5	0	1	0	0	0	-
SLU_10	Eccezionale	Y	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0	0,5	1	0	0	0	-
SLU_11	Eccezionale	Y	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0,5	0	0	1	0	0	-
SLU_12	Eccezionale	Y	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0	0,5	0	1	0	0	-
SLU_13	Eccezionale	Y	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	-
		ψ	1	1	1	0	0,5	0	0	0	1	0	-
SLU_14	Eccezionale	Y	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	-
		ψ	1	1	1	0	0	0,5	0	0	1	0	-
SLU_15	Eccezionale	Y	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	-
		ψ	1	1	1	0	0,5	0	0	0	0	1	-
SLU_16	Eccezionale	Y	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	-
		ψ	1	1	1	0	0	0,5	0	0	0	1	-
SLU_17	Eccezionale	Y	1	1	1	0	1	0	0	0	0	-1	-
		ψ	1	1	1	0	0,5	0	0	0	0	1	-
SLU_18	Eccezionale	Y	1	1	1	0	0	1	0	0	0	-1	-
		ψ	1	1	1	0	0	0,5	0	0	0	1	-
SLV_01	Sismica	Y	1	1	1	0	0	0,5	0	0	0	0	1
		ψ	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1
SLV_02	Sismica	Y	1	1	1	0	0,5	0	0	0	0	0	1
		ψ	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1
SLE_R_01	Caratteristica/Rara	Y	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	1	0,6	0	0	0	0	0	-
SLE_R_02	Caratteristica/Rara	Y	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	1	0	0,6	0	0	0	0	-
SLE_R_03	Caratteristica/Rara	Y	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0,6	1	0	0	0	0	0	-
SLE_R_04	Caratteristica/Rara	Y	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0,6	0	1	0	0	0	0	-
SLE_F_01	Frequente	Y	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0,5	0,5	0	0	0	0	0	-
SLE_F_02	Frequente	Y	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0,5	0	0,5	0	0	0	0	-
SLE_F_03	Frequente	Y	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0,6	0	0	0	0	0	-
SLE_F_04	Frequente	Y	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0	0,6	0	0	0	0	-
SLE_QP_01	Quasi permanente	Y	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0,5	0	0	0	0	0	-
SLE_QP_02	Quasi permanente	Y	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	-
		ψ	1	1	1	0	0	0,5	0	0	0	0	-

9. ANALISI STRUTTURALE

9.1 Descrizione modello di calcolo

Il sistema costruttivo consiste in un muro in c.a. collegato sul cordolo fondato con pali $D = 0.8$ m. Il metodo utilizzato per la determinazione delle caratteristiche di sollecitazione e delle deformazioni per i vari elementi strutturali prevede un approccio preliminare basato sulla modellazione della struttura attraverso un processo di discretizzazione agli elementi finiti con riferimento ad un modello elastico. Il modello utilizzato nell'analisi strutturale è di tipo spaziale, elaborato mediante il software *SAP2000 CSI*, in grado di implementare una struttura tridimensionale.

Gli elementi strutturali del cordolo e dei pali sono schematizzati mediante l'utilizzo di elementi monodimensionali tipo frame mentre il muro è modellato tramite elementi bidimensionali tipo *shell*. Essi presentano caratteristiche meccaniche in accordo con le proprietà dei materiali e delle sezioni che li rappresentano. Il cordolo in c.a., di sezione 120 x 80 cm, si considera incastrato alla base sui pali in c.a.

Il muro, modellato in tre parti (parte in alto di altezza 0.76m e spessore 84cm, parte media con altezza di 1.5m e spessore di 54cm e una parte inferiore con spessore pari a 74cm), si considera incastrato sul cordolo.

I pali sono vincolati tramite molle orizzontali di rigidità variando con la profondità secondo valori indicati in letteratura [J. Bowles].

z[m]	k_h [kN/m ³]	k_h [kN/m]
0	0	0
1	1217	1522
2	2435	3043
3	3652	4565
4	4869	6087
5	6087	7608
6	7304	9130
7	8521	10652
8	9739	12174
9	10956	13695
10	12174	15217
11	26782	33477
12	29216	36521
13	31651	39564

Tab. 5 – Rigidità molle orizzontali

Segue l'immagine rappresentativa della struttura e del modello di calcolo considerato:

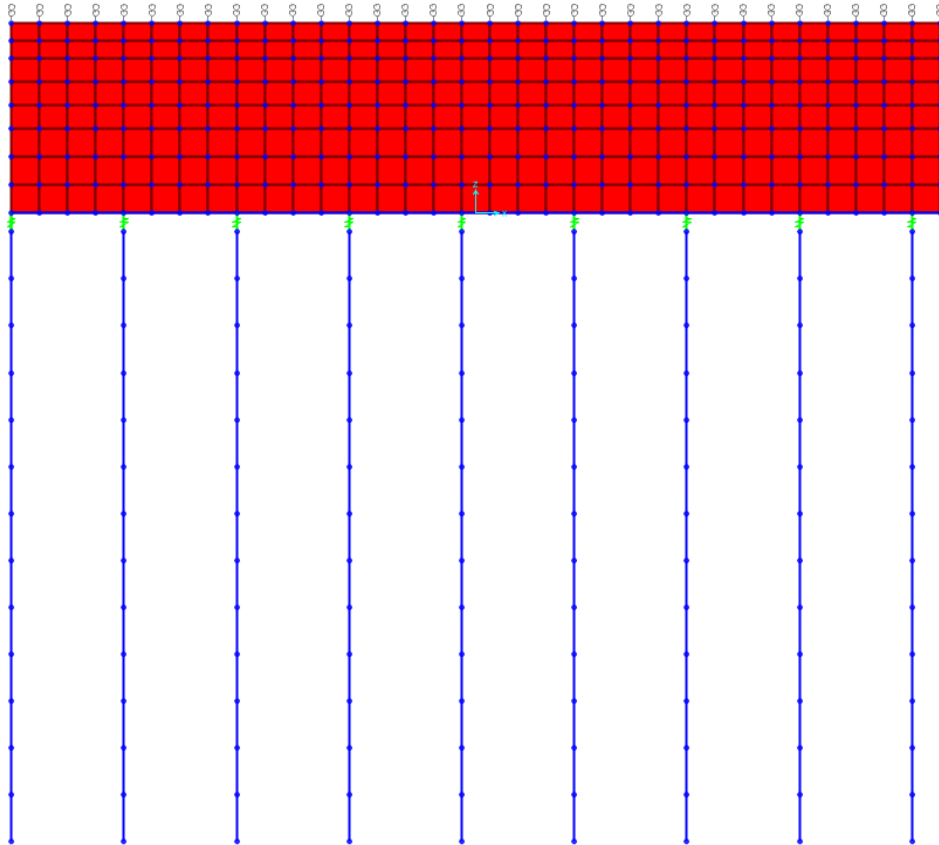


Fig. 3- Geometria struttura

9.2 Caratteristiche delle sollecitazioni

Di seguito sono riportate le caratteristiche delle sollecitazioni in termini di involucro delle combinazioni di carico applicate alla struttura in esame.

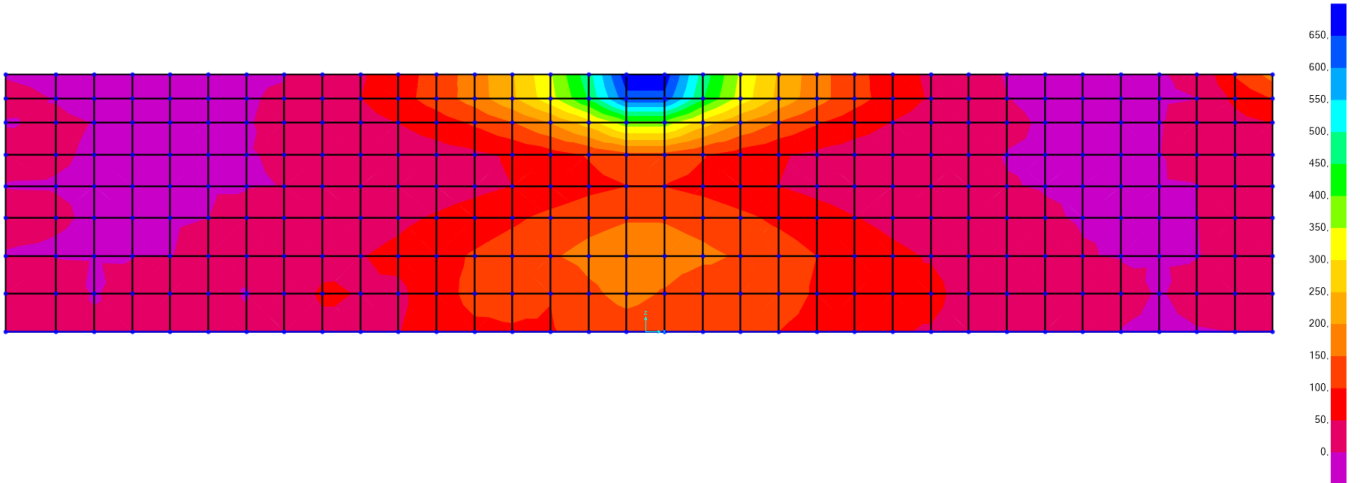


Fig. 4– Sollecitazioni M11 max – INV SLU+SLV [kNm]

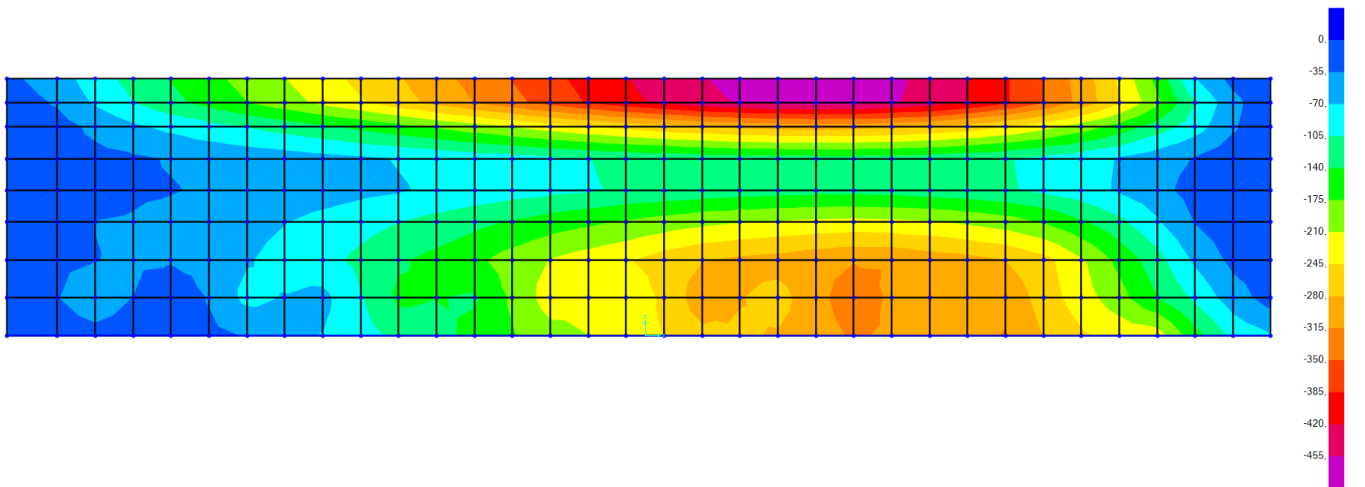


Fig. 5– Sollecitazioni M11 min – INV SLU+SLV [kNm]

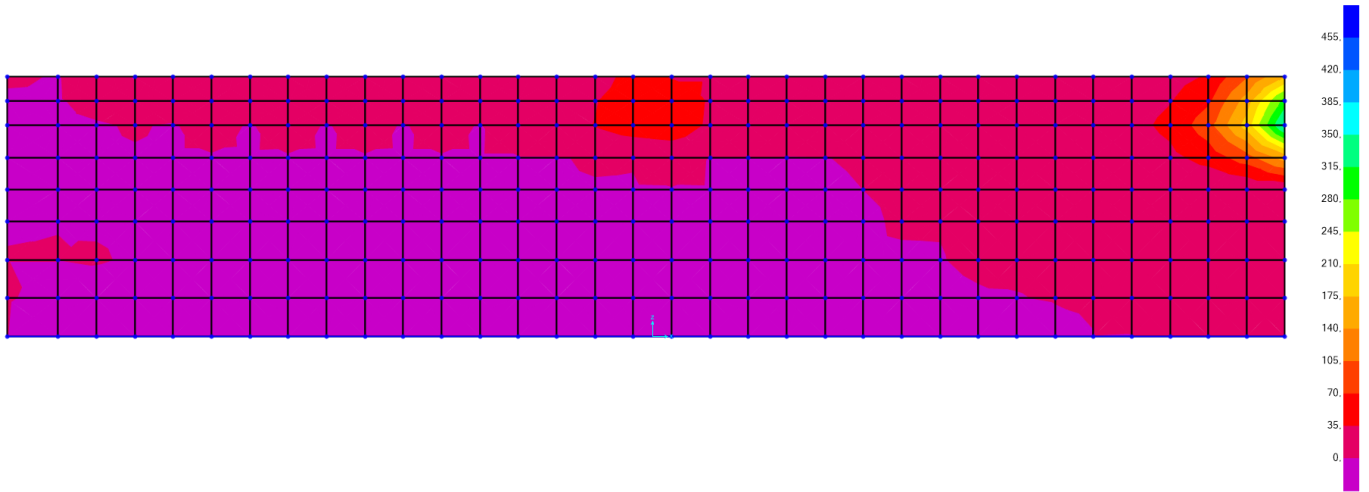


Fig. 6– Sollecitazioni M22 max – INV SLU+SLV [kNm]

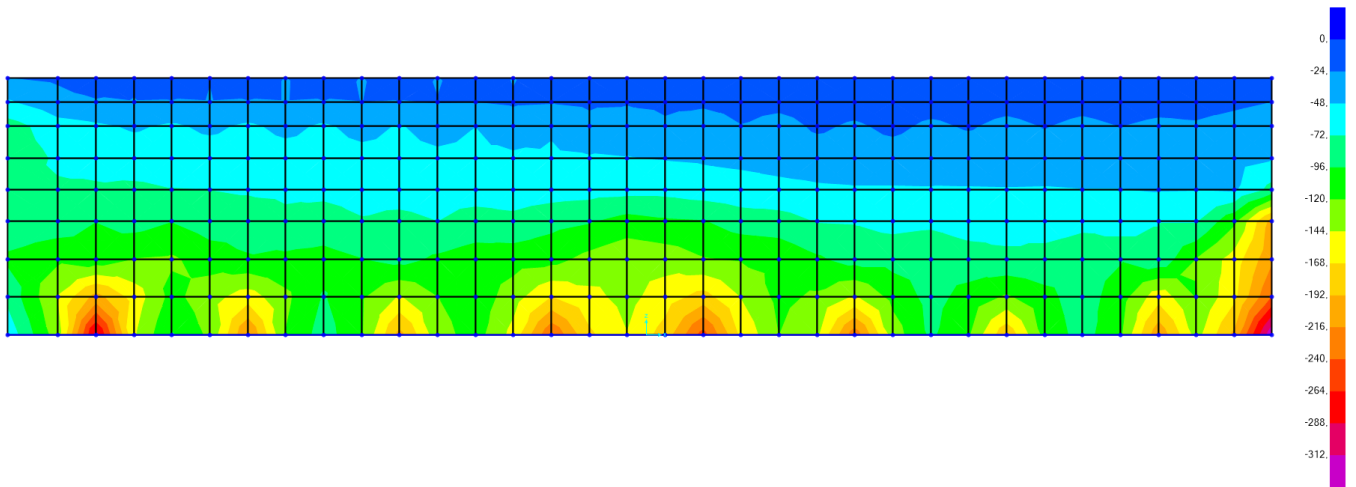


Fig. 7– Sollecitazioni M22 min – INV SLU+SLV [kNm]

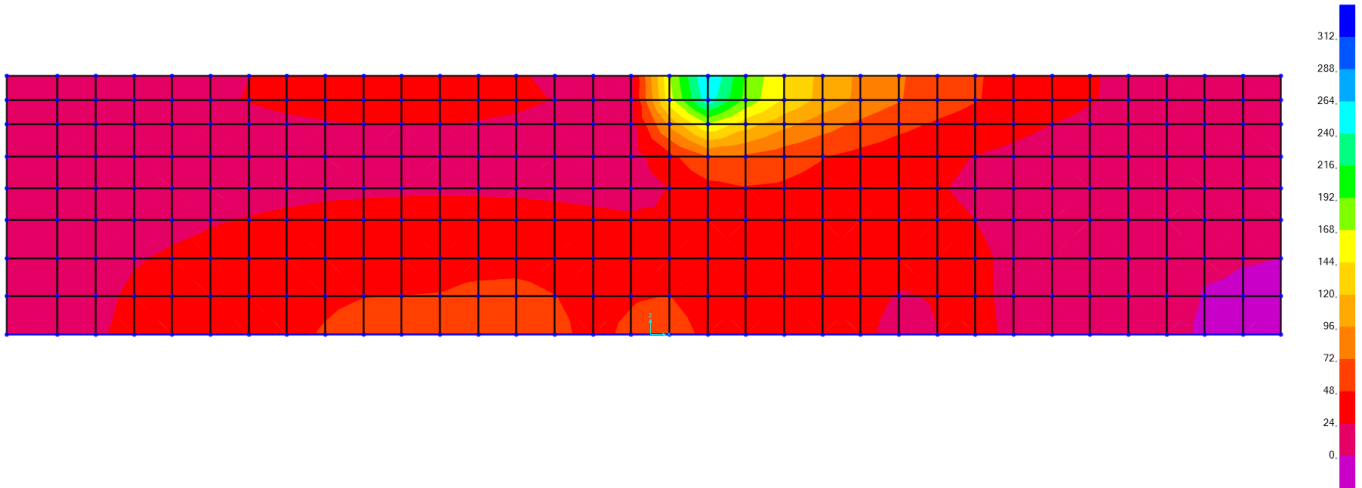


Fig. 8– Sollecitazioni V13 max – INV SLU+SLV [kNm]

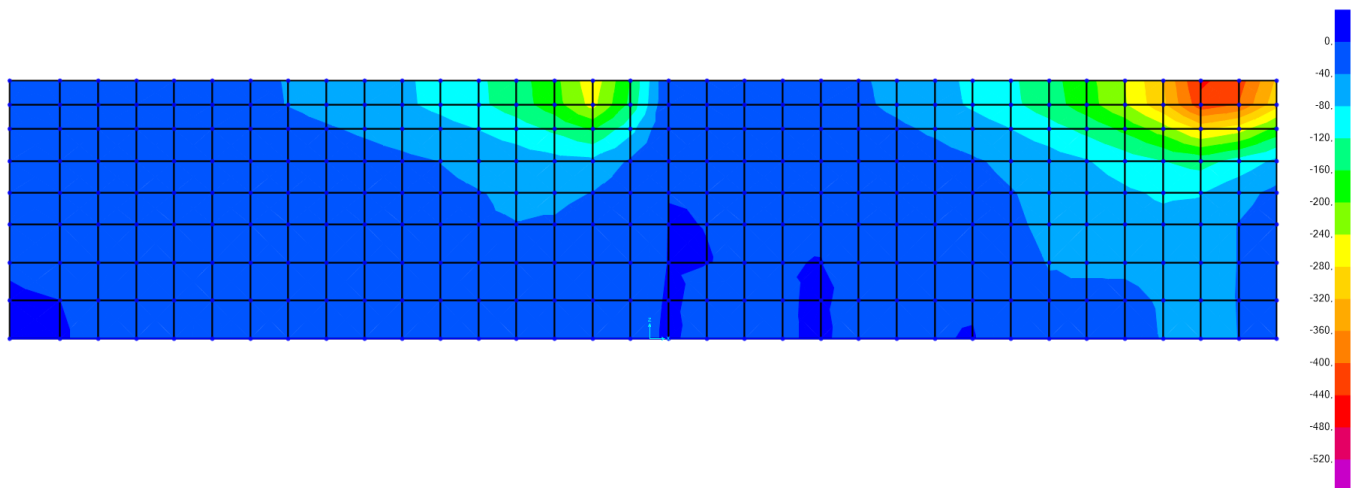


Fig. 9– Sollecitazioni V13 min – INV SLU+SLV [kNm]

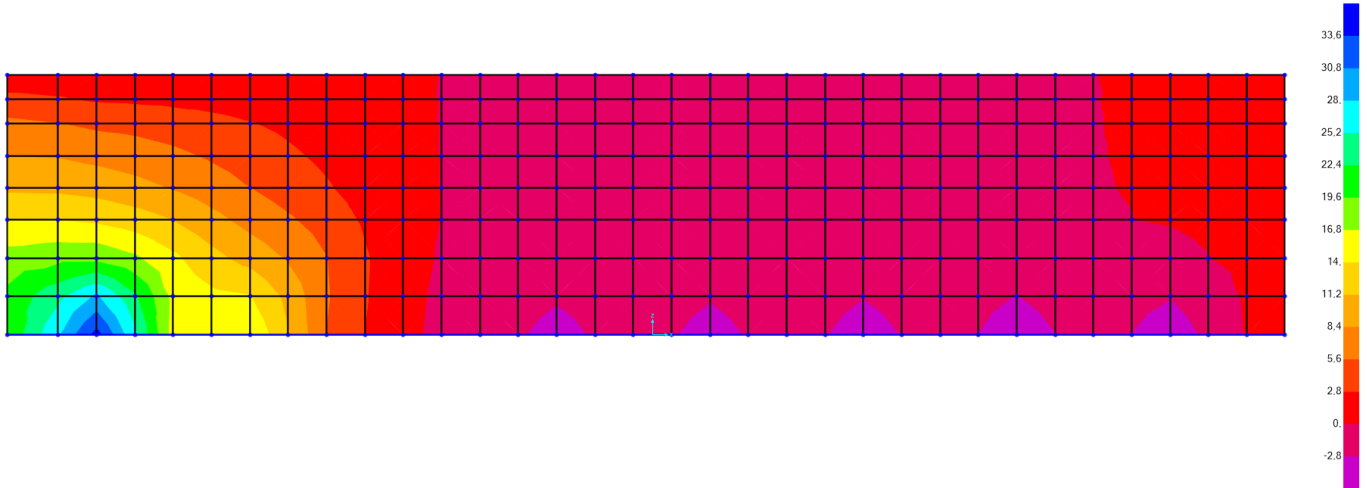


Fig. 10– Sollecitazioni V23 max – INV SLU+SLV [kNm]

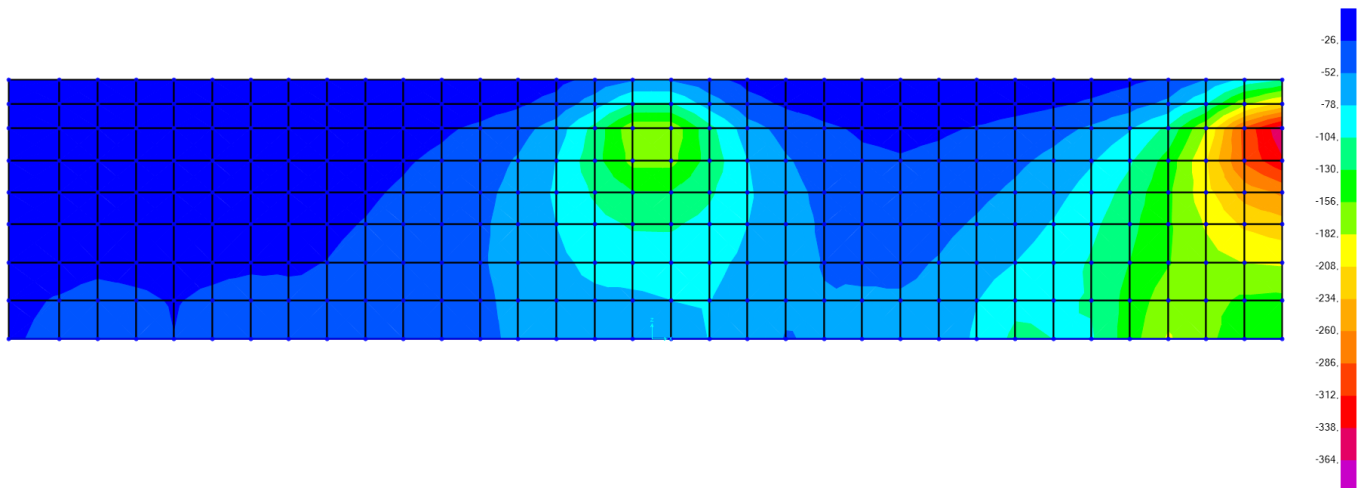


Fig. 11– Sollecitazioni V23 min – INV SLU+SLV [kNm]

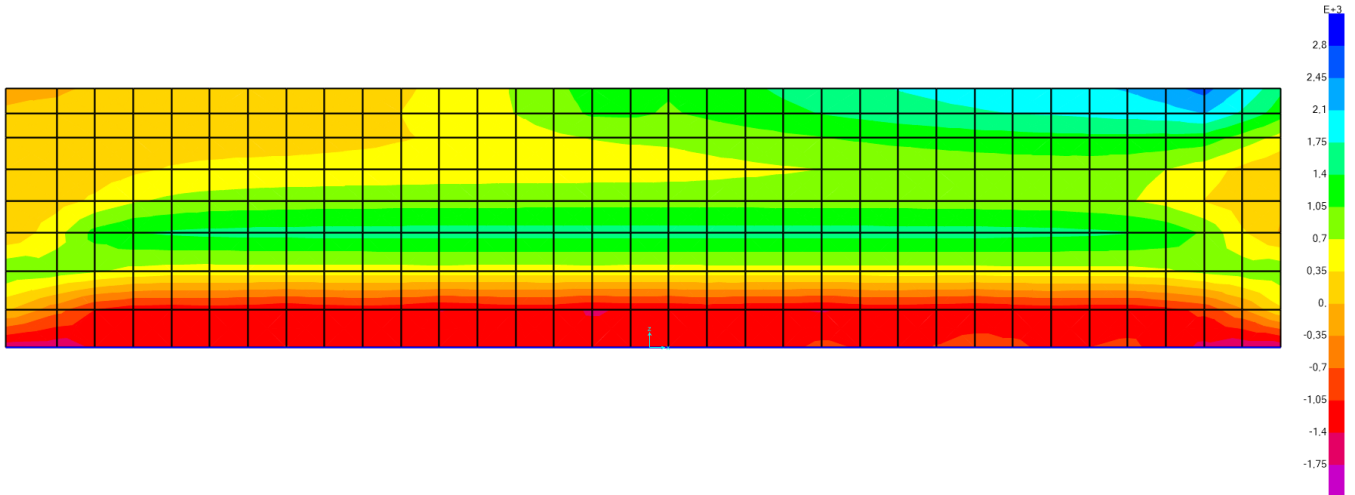


Fig. 12– Sollecitazioni F11 max – INV SLU+SLV [kNm]

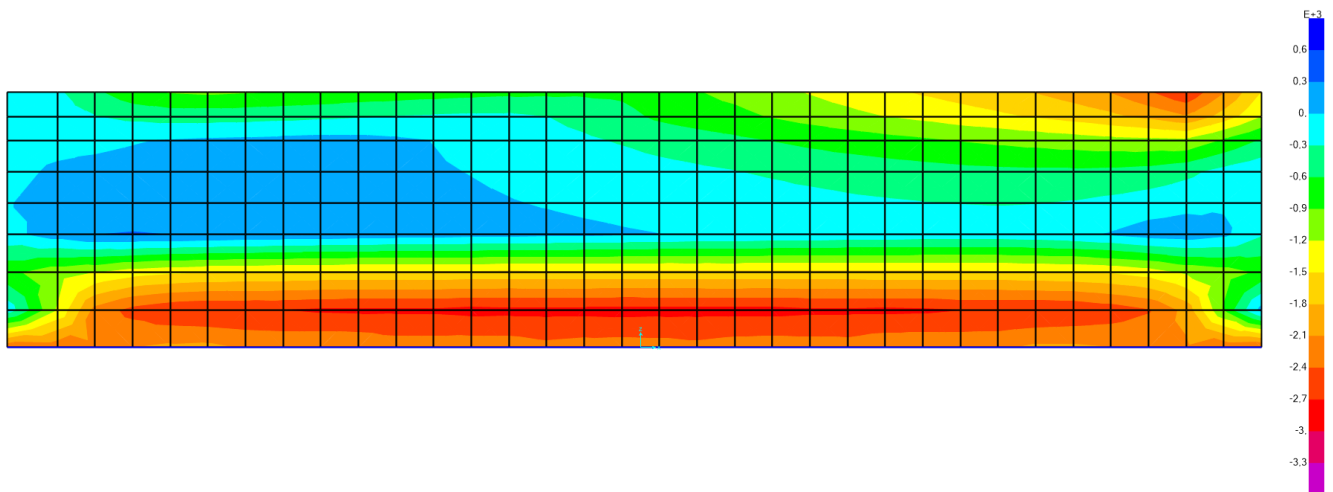


Fig. 13– Sollecitazioni F11 min – INV SLU+SLV [kNm]

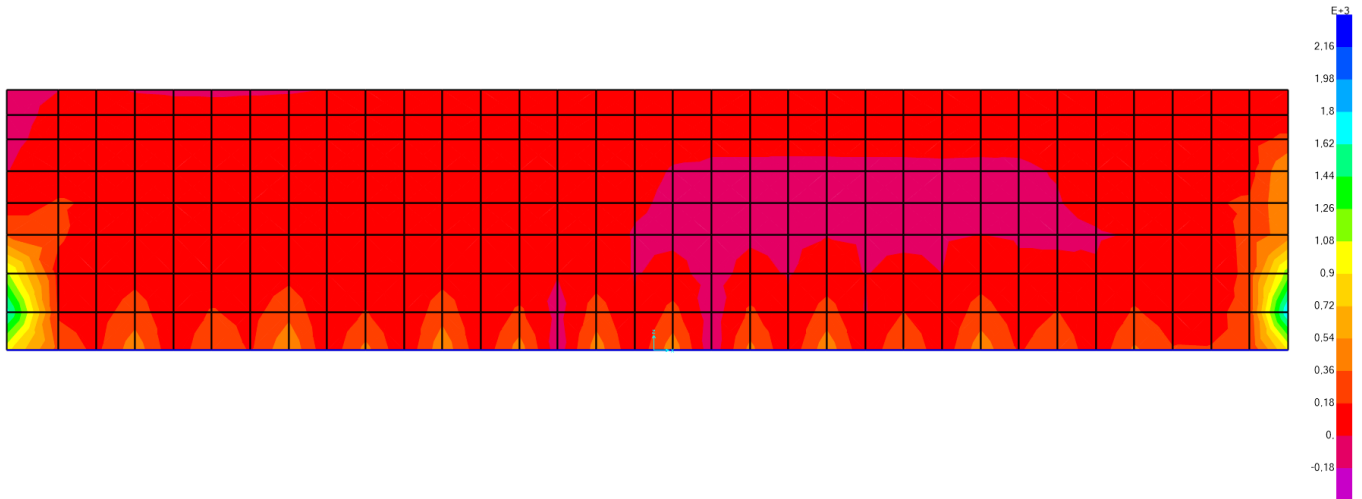


Fig. 14– Sollecitazioni F22 max – INV SLU+SLV [kNm]

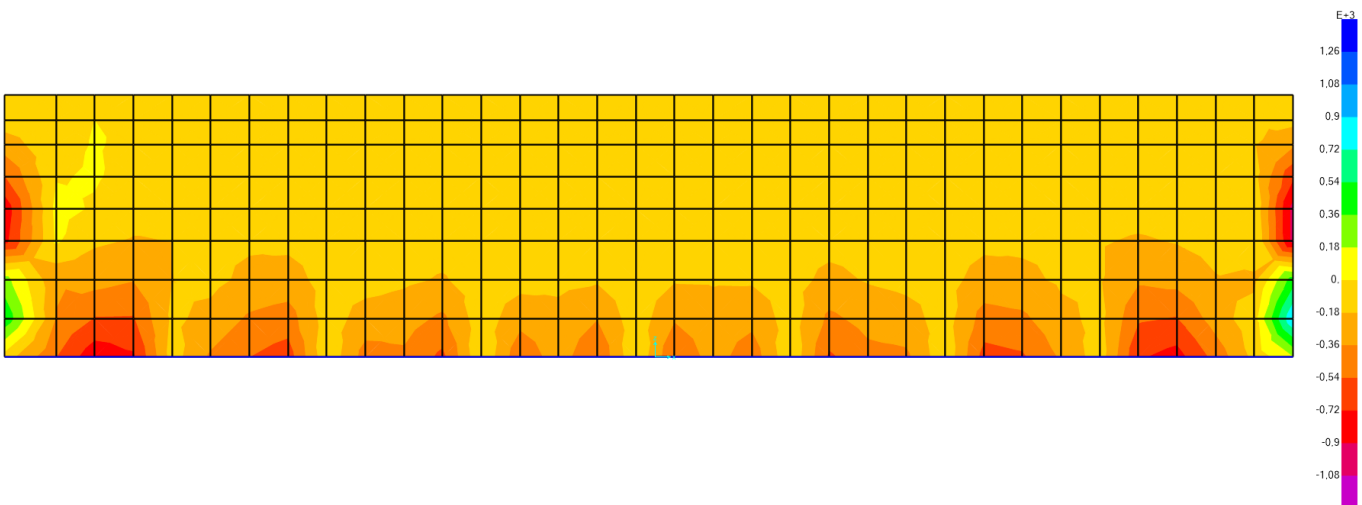


Fig. 15– Sollecitazioni F22 min – INV SLU+SLV [kNm]

Si riportano successivamente le sollecitazioni massime nelle varie parti del muro:

Parte in alto (s = 84cm)

TABELLA: Sollecitazioni in parte superiore									
Area	Joint	OutputCase	F11	F22	M11	M22	V13	V23	
263	305	SLU_15	2730,83	83,17	-0,31	0,03	-0,21	0,04	Max F11
263	305	SLU_18	-2817,17	-100,87	-0,31	0,03	-0,21	0,04	Min F11
231	231	SLU_16	728,09	-270,71	-0,17	0,23	-0,08	0,14	Min F22
231	231	SLU_17	-696,42	264,61	-0,17	0,23	-0,08	0,14	Max F22

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	44 di 120

248	289	SLU_12	174,67	-6,58	683,50	57,03	0,84	-58,58	Max M11
253	294	SLU_13	168,78	-6,88	-483,37	-15,37	-29,56	-3,85	Min M11
199	240	SLU_14	-9,89	-37,82	-20,93	-78,21	3,60	4,91	Min M22
231	272	SLU_13	-8,52	-37,69	121,73	457,43	-276,61	-333,99	Max M22
249	290	SLU_11	175,64	-6,59	674,84	30,52	319,07	-44,80	Max V13
263	270	SLU_13	3,85	5,58	-201,28	-1,26	-527,33	-69,49	Min V13
199	14	SLU_13	14,11	-33,02	-11,74	-76,57	3,60	4,91	Max V23
231	272	SLU_13	-8,52	-37,69	121,73	457,43	-276,61	-333,99	Min V23

Parte media (s = 54cm)

TABELLA: Sollecitazioni in parte media									
Area	Joint	OutputCase	F11	F22	M11	M22	V13	V23	
106	123	SLU_8	1308,26	-13,68	-1,79	-3,26	0,04	-2,11	Max F11
192	224	SLU_17	-932,03	-116,35	-0,12	0,35	-0,14	0,19	Min F11
196	235	SLU_8	-311,03	-1209,04	-0,30	-1,20	-0,13	-1,39	Min F22
197	236	SLU_17	57,36	632,59	0,00	0,63	-0,07	0,32	Max F22
96	119	SLU_12	140,72	-23,01	174,29	76,69	-95,76	-162,79	Max M11
138	160	SLU_13	161,19	-19,06	-132,60	-32,78	-16,41	-21,33	Min M11
196	235	SLU_14	-84,94	-105,89	-11,96	-237,35	-17,84	-243,14	Min M22
198	238	SLU_13	-1,98	-62,74	68,47	389,84	-100,31	-382,44	Max M22
108	126	SLU_11	141,74	-22,89	173,51	71,78	94,98	-162,85	Max V13
192	231	SLU_13	19,05	6,28	62,12	232,62	-183,76	-260,67	Min V13
4	9	SLU_14	67,70	128,54	-17,58	-81,83	3,71	12,21	Max V23
198	238	SLU_13	-1,98	-62,74	68,47	389,84	-100,31	-382,44	Min V23

Parte inferiore (s = 74cm)

TABELLA: Sollecitazioni in parte inferiore									
Area	Joint	OutputCase	F11	F22	M11	M22	V13	V23	
98	122	SLU_4	-3358,02	-168,44	-4,83	-5,72	0,87	-3,75	Min F11
189	227	SLU_7	2813,37	486,39	-1,13	-2,29	-0,91	-1,87	Max F11
13	15	SLU_18	-1945,40	-869,59	-2,53	-3,64	-2,39	-3,78	Min F22
194	233	SLU_3	366,59	2234,80	-0,31	-1,94	-0,94	-1,30	Max F22
99	123	SLU_12	286,44	-51,43	221,61	-81,11	0,15	-100,44	Max M11
127	156	SLU_13	-1471,24	-201,09	-349,61	-196,72	52,03	-60,31	Min M11
181	212	SLU_14	-1228,85	-238,51	-122,36	56,69	-91,67	-190,24	Max M22
193	232	SLU_13	-1835,21	267,33	-73,39	-335,47	-16,18	-130,95	Min M22
79	100	SLU_13	-1477,65	-197,14	-242,00	-208,49	62,08	-13,80	Max V13
181	218	SLU_13	-1547,65	-181,03	-164,19	-143,80	-91,67	-190,24	Min V13

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	45 di 120

7	2	SLU_14	-1587,83	-98,65	2,05	-136,08	7,00	35,24	Max V23
195	227	SLU_14	869,93	253,89	-39,62	-204,63	-23,14	-206,10	Min V23

Cordolo

TABELLA: Sollecitazioni in parte inferiore							
Frame	Station	OutputCase	V2	V3	M2	M3	
3	0	SLU_18	-727,79	-8,49	-6,15	-628,42	Min V2
30	0,6	SLU_9	684,04	8,62	-11,64	-585,32	Max V2
18	0,6	SLU_13	62,28	99,57	-751,35	-24,30	Max V3
31	0	SLU_13	22,09	-194,60	-618,31	-3,06	Min V3
18	0	SLU_11	47,89	51,25	515,05	8,75	Max M2
26	0,6	SLU_13	82,96	93,99	-945,80	-43,00	Min M2
7	0	SLU_15	482,87	-8,68	-7,45	477,12	Max M3
3	0	SLU_17	-727,79	-8,49	-6,15	-628,42	Min M3

Nota: non si riportano sollecitazioni per le combinazioni SLE perché sono modeste.

Sollecitazioni nei pali:

TABELLA: Sollecitazioni nei pali di estremità										
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	V ris	M2	M3	M ris	
55	1	SLU_10	300,87	233,44	24,18	234,69	14,67	-740,90	741,04	Max P
134	0	SLU_15	-1280,57	-54,66	-10,83	55,72	0,00	0,00	0,00	Min P
140	1	SLU_14	-471,69	4,05	-84,57	84,66	1504,47	-0,65	1504,47	Max M ris
146	0	SLU_13	-278,23	12,75	458,03	458,21	388,53	-47,42	391,42	Max F22
Sollecitazioni SLE- Sollecitazioni nei pali di estremità										
55	1	SLE_R_4	-176,65	-37,29	28,68	47,05	29,29	259,77	261,42	SLE Rara
141	1	SLE_F_2	-433,00	5,97	-1,19	6,09	121,83	-6,62	122,01	SLE Freq.
142	0	SLE_QP_1	-433,00	7,88	6,50	10,21	98,04	-6,62	98,27	SLE Q. perm.
121	0	SLE_QP_1	-744,15	-1,388	-10,541	10,63	-4,5E-13	7,11E-14	4,6E-13	SLE Q. perm.
TABELLA: Sollecitazioni nei pali tipici										
Frame	Station	OutputCase	P	V2	V3	V ris	M2	M3	M ris	
68	1	SLU_10	141,76	241,02	23,97	242,21	15,86	-787,70	787,86	Max P
43	0	SLU_17	-1225,84	54,41	-10,03	55,32	0,00	0,00	0,00	Min P
68	1	SLU_18	-586,46	-265,81	23,97	266,89	15,86	937,26	937,39	Max M ris
68	1	SLU_18	-586,46	-265,81	23,97	266,89	15,86	937,26	937,39	Max F22
Sollecitazioni SLE- Sollecitazioni nei pali tipici										
55	1	SLE_R_4	-176,65	-37,29	28,68	47,05	29,29	259,77	261,42	SLE Rara
103	0	SLE_F_2	-432,49	0,74	5,08	5,13	118,94	3,24	118,98	SLE Freq.
103	0	SLE_QP_2	-432,49	0,74	4,98	5,03	95,84	3,24	95,90	SLE Q. perm.




**RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE
PROGETTO DEFINITIVO**

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	46 di 120

95	0	SLE_QP_2	-742,02	-0,52	-10,17	10,18	0,00	0,00	0,00	SLE Q. perm.
----	---	----------	---------	-------	--------	-------	------	------	------	--------------

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO CESANO VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO RI0005005	REV. B

10. CRITERI DI VERIFICA STR

Le verifiche sono condotte nel rispetto di quanto dichiarato nell'istruttoria RFI DTC SI PS MA IFS 001 B.

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15.

Il paragrafo in oggetto illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali e geotecniche condotte nel progetto. Ulteriori dettagli di carattere specifico, laddove impiegati, sono dichiarati e motivati nelle relative risultanze delle verifiche.

10.1 Criteri di verifica delle sezioni in c.a.

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione;
- verifiche per gli stati limite ultimi a taglio;
- verifiche per gli stati limite di esercizio.

10.2 Verifiche per gli stati limite ultimi a flessione-pressoflessione

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione o presso-flessione sono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza.

10.3 Verifica agli stati limite ultimi a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dal DM14/01/2008, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \left[\frac{0.18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right] \cdot b_w \cdot d; (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \right\}, \text{ resistenza di}$$

calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio

$$V_{Rd,s} = 0.9 \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \alpha + \cot \vartheta) \cdot \sin \alpha, \text{ valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere}$$

sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento

$$V_{Rd,max} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} (\cot \alpha + \cot \vartheta) / (1 + \cot^2 \vartheta), \text{ valore di progetto del massimo sforzo di taglio}$$

che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \text{ con } d \text{ in mm;}$$

$$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0.02;$$

A_{sl} è l'area dell'armatura tesa;

b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa;

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0.2 \cdot f_{cd};$$

N_{Ed} è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi;

A_c è l'area della sezione di calcestruzzo;

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2};$$

$1 \leq \cot \vartheta \leq 2.5$ è l'inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave

A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;

s è il passo delle staffe;

f_{ywd} è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio;

$f'_{cd} = 0.5 \cdot f_{cd}$ è la resistenza ridotta a compressione del calcestruzzo d'anima;

$\alpha_{cw} = 1$ è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

10.4 Verifica agli stati limite d'esercizio

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

- stato limite delle tensioni in esercizio;
- stato limite di fessurazione.

Nel primo caso, si esegue il controllo delle tensioni nei materiali supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. In particolare si controlla la tensione massima di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio, verificando che:

- $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$ per combinazione di carico caratteristica (rara);
- $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$ per combinazione di carico quasi permanente;
- $\sigma_s < 0.75 f_{yk}$ per combinazione di carico caratteristica (rara).

Nel secondo caso, si assume che le condizioni ambientali del sito in cui sorge l'opera siano ordinarie e aggressive, rispettivamente per la zattera di fondazione e per il paramento verticale, e si verifica che il valore limite di apertura della fessura, calcolato per armature poco sensibili, sia al più pari ai seguenti valori nominali:

- $w_1 = 0.2 \text{ mm}$ per condizioni ambientali aggressive (comb. Rara e quasi permanente).
- $w_2 = 0.3 \text{ mm}$ per condizioni ambientali ordinarie (comb. Rara e quasi permanente).

11. VERIFICHE

11.1 Verifica Muro in c.a.

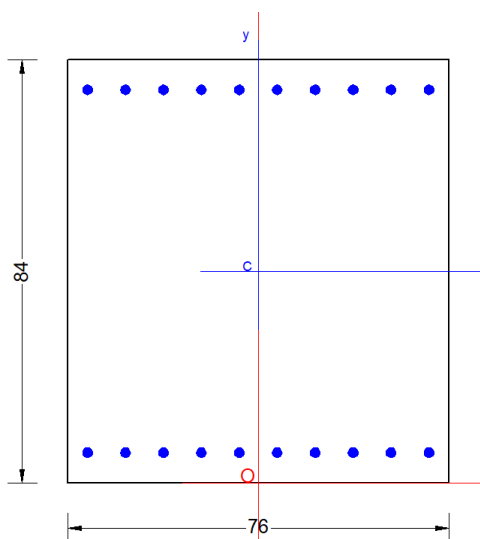
Le verifiche sono effettuate con l'ausilio del software RC-SEC. Si considerano separatamente i tre sezioni con spessori differenti (0.84, 0.54, 0.74m).

11.1.1 Parte superiore ($s = 84\text{cm}$)

Verifiche a flessione e a taglio – direzione orizzontale

Le sollecitazioni già presentate sono moltiplicate per un fattore 0.76 a causa dell'elevazione della parte superiore del muro, appunto uguale 0.76m.

Si dispongono $\Phi 20 / 10$ superiormente ed inferiormente per l'armatura longitudinale e $\Phi 8 / 15$ (con 4 bracci) per l'armatura trasversale.



GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Muro - parte superiore.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\10 Barriera di protezione km 30+746\Report\Muro - parte superiore.secEC)

Section description:	
Reference code:	EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
Exposure Class:	XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Structural member of belonging:	Beam
Section type:	Predefined section
Cross-section shape:	Rectangular
Stress path:	Constant ratio M/N to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes x,y of inertia
Section's position in the member:	In critical region

MATERIALS DATA

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	51 di 120

CONCRETE -	Class:	C30/37	
	Design compressive strength fcd:	17,0	MPa
	Shear reduced compressive strength v1*fcd:	8,5	MPa (6.9)EC2
	Coeff. Crd,c:	0,1200	§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff. K1:	0,1500	§ 6.2.2(1) EC2
	Coeff. v min:	0,0111	Mpa (§ 6.2.2(1) EC2)
	Strain at max strength ec2:	0,0020	
	Ultimate strain ecu:	0,0035	
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle	
	Mean elastic modulus Ecm:	32836,6	MPa
	Mean tensile strength fctm:	2,9	MPa
STEEL -	Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C	
	Characteristic yield stress fyk:	450,0	MPa
	Tensile strength ftk:	540,0	MPa
	Design yield stress fyd:	391,3	MPa
	Design strength ftd:	391,3	MPa
	Design ultimate strain esu:	0,068	
	Mean elastic modulus Es:	200000,0	MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	76,0	cm
Depth:	84,0	cm
Bottom bars:	10∩20	(31,4 cm?)
Top bars:	10∩20	(31,4 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	6,0	cm
Top Cover (from centroid of bar):	6,0	cm
Web Cover (from centroid of bar):	4,0	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
VY	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	-2075,43	0,00	0,00	0,00
2	2141,05	0,00	0,00	0,00
3	-132,75	519,46	0,00	0,00
4	-128,27	-367,36	-22,47	0,00
5	-133,49	512,88	242,49	0,00
6	-2,93	-152,97	-400,77	0,00

CHECKS RESULTS

Min edge cover of longitudinal bars:	3,0	cm
Min edge distance between longitudinal bars:	5,6	cm
Min edge cover of stirrups:	2,2	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check	Result of check
N	Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx	Design bending moment force [kNm] around x axis of reference

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	52 di 120

N ult	Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F.	Safety factor = vectorial ratio of (N ult,Mx ult) to (N,Mx). Check OK if such ratio is >=1.0
Yneutral	Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn.	Yielding bending moment [kNm]
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension	Area bars in tension zone [cm ²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

Comb.N.	Check	N	Mx	N ult	Mx ult	S.F.	Yn	M sn	x/d	D	As Tension
1	OK	-2075,43	0,00	-2458,64	0,00	1,185	154,3	137,96	0,000	0,70	31,4 (9,9)
2	OK	2141,05	0,00	13311,43	0,00	6,217	9999,9	-1489,07	0,000	0,70	0,0 (0,0)
3	OK	-132,75	519,46	-212,42	831,21	1,600	77,1	829,60	0,089	0,70	31,4 (9,9)
4	OK	-128,27	-367,36	-281,53	-806,29	2,195	6,7	-831,07	0,087	0,70	31,4 (9,9)
5	OK	-133,49	512,88	-216,01	829,92	1,618	77,1	829,35	0,089	0,70	31,4 (9,9)
6	OK	-2,93	-152,97	-17,27	-901,47	5,893	7,5	-871,72	0,096	0,70	31,4 (9,9)

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	-0,03200	-0,04838	84,0	-0,03473	78,0	-0,06750	6,0
2	0,00200	0,00200	0,0	0,00200	6,0	0,00200	78,0
3	0,00350	-0,01471	84,0	0,00047	78,0	-0,03595	6,0
4	0,00350	-0,01517	0,0	0,00039	6,0	-0,03696	78,0
5	0,00350	-0,01473	84,0	0,00046	78,0	-0,03600	6,0
6	0,00350	-0,01338	0,0	0,00069	6,0	-0,03308	78,0

COMBINATION OF RESISTANCE N. 1 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Assigned numbers to concrete vertices
Xc, Yc	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O
Sc	Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)
e c	Strain in each vertex

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-38,0	0,0	0,00	-0,0702308
2	-38,0	84,0	0,00	-0,0320000
3	38,0	84,0	0,00	-0,0320000
4	38,0	0,0	0,00	-0,0702308

Longitudinal Bars:

Bar N.	Number assigned to the bars
Xs, Ys	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of single bar in the reference X,Y,O
Ss	Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)
e s	Strain in each bar

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	53 di 120

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-34,0	6,0	-391,30	-0,0675000
2	-26,4	6,0	-391,30	-0,0675000
3	-18,9	6,0	-391,30	-0,0675000
4	-11,3	6,0	-391,30	-0,0675000
5	-3,8	6,0	-391,30	-0,0675000
6	3,8	6,0	-391,30	-0,0675000
7	11,3	6,0	-391,30	-0,0675000
8	18,9	6,0	-391,30	-0,0675000
9	26,4	6,0	-391,30	-0,0675000
10	34,0	6,0	-391,30	-0,0675000
11	-34,0	78,0	-391,30	-0,0347308
12	-26,4	78,0	-391,30	-0,0347308
13	-18,9	78,0	-391,30	-0,0347308
14	-11,3	78,0	-391,30	-0,0347308
15	-3,8	78,0	-391,30	-0,0347308
16	3,8	78,0	-391,30	-0,0347308
17	11,3	78,0	-391,30	-0,0347308
18	18,9	78,0	-391,30	-0,0347308
19	26,4	78,0	-391,30	-0,0347308
20	34,0	78,0	-391,30	-0,0347308

COMBINATION OF RESISTANCE N. 2 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-38,0	0,0	17,00	0,0020029
2	-38,0	84,0	17,00	0,0019961
3	38,0	84,0	17,00	0,0019961
4	38,0	0,0	17,00	0,0020029

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-34,0	6,0	391,30	0,0020024
2	-26,4	6,0	391,30	0,0020024
3	-18,9	6,0	391,30	0,0020024
4	-11,3	6,0	391,30	0,0020024
5	-3,8	6,0	391,30	0,0020024
6	3,8	6,0	391,30	0,0020024
7	11,3	6,0	391,30	0,0020024
8	18,9	6,0	391,30	0,0020024
9	26,4	6,0	391,30	0,0020024
10	34,0	6,0	391,30	0,0020024
11	-34,0	78,0	391,30	0,0019966
12	-26,4	78,0	391,30	0,0019966
13	-18,9	78,0	391,30	0,0019966
14	-11,3	78,0	391,30	0,0019966
15	-3,8	78,0	391,30	0,0019966
16	3,8	78,0	391,30	0,0019966
17	11,3	78,0	391,30	0,0019966
18	18,9	78,0	391,30	0,0019966
19	26,4	78,0	391,30	0,0019966
20	34,0	78,0	391,30	0,0019966

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	54 di 120

COMBINATION OF RESISTANCE N. 3 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-38,0	0,0	0,00	-0,0389810
2	-38,0	84,0	17,00	0,0035000
3	38,0	84,0	17,00	0,0035000
4	38,0	0,0	0,00	-0,0389810

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-34,0	6,0	-391,30	-0,0359466
2	-26,4	6,0	-391,30	-0,0359466
3	-18,9	6,0	-391,30	-0,0359466
4	-11,3	6,0	-391,30	-0,0359466
5	-3,8	6,0	-391,30	-0,0359466
6	3,8	6,0	-391,30	-0,0359466
7	11,3	6,0	-391,30	-0,0359466
8	18,9	6,0	-391,30	-0,0359466
9	26,4	6,0	-391,30	-0,0359466
10	34,0	6,0	-391,30	-0,0359466
11	-34,0	78,0	93,13	0,0004656
12	-26,4	78,0	93,13	0,0004656
13	-18,9	78,0	93,13	0,0004656
14	-11,3	78,0	93,13	0,0004656
15	-3,8	78,0	93,13	0,0004656
16	3,8	78,0	93,13	0,0004656
17	11,3	78,0	93,13	0,0004656
18	18,9	78,0	93,13	0,0004656
19	26,4	78,0	93,13	0,0004656
20	34,0	78,0	93,13	0,0004656

COMBINATION OF RESISTANCE N. 4 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-38,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-38,0	84,0	0,00	-0,0400749
3	38,0	84,0	0,00	-0,0400749
4	38,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-34,0	6,0	77,50	0,0003875
2	-26,4	6,0	77,50	0,0003875
3	-18,9	6,0	77,50	0,0003875
4	-11,3	6,0	77,50	0,0003875
5	-3,8	6,0	77,50	0,0003875
6	3,8	6,0	77,50	0,0003875
7	11,3	6,0	77,50	0,0003875

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	55 di 120

8	18,9	6,0	77,50	0,0003875
9	26,4	6,0	77,50	0,0003875
10	34,0	6,0	77,50	0,0003875
11	-34,0	78,0	-391,30	-0,0369624
12	-26,4	78,0	-391,30	-0,0369624
13	-18,9	78,0	-391,30	-0,0369624
14	-11,3	78,0	-391,30	-0,0369624
15	-3,8	78,0	-391,30	-0,0369624
16	3,8	78,0	-391,30	-0,0369624
17	11,3	78,0	-391,30	-0,0369624
18	18,9	78,0	-391,30	-0,0369624
19	26,4	78,0	-391,30	-0,0369624
20	34,0	78,0	-391,30	-0,0369624

COMBINATION OF RESISTANCE N. 5 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-38,0	0,0	0,00	-0,0390381
2	-38,0	84,0	17,00	0,0035000
3	38,0	84,0	17,00	0,0035000
4	38,0	0,0	0,00	-0,0390381

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-34,0	6,0	-391,30	-0,0359997
2	-26,4	6,0	-391,30	-0,0359997
3	-18,9	6,0	-391,30	-0,0359997
4	-11,3	6,0	-391,30	-0,0359997
5	-3,8	6,0	-391,30	-0,0359997
6	3,8	6,0	-391,30	-0,0359997
7	11,3	6,0	-391,30	-0,0359997
8	18,9	6,0	-391,30	-0,0359997
9	26,4	6,0	-391,30	-0,0359997
10	34,0	6,0	-391,30	-0,0359997
11	-34,0	78,0	92,31	0,0004616
12	-26,4	78,0	92,31	0,0004616
13	-18,9	78,0	92,31	0,0004616
14	-11,3	78,0	92,31	0,0004616
15	-3,8	78,0	92,31	0,0004616
16	3,8	78,0	92,31	0,0004616
17	11,3	78,0	92,31	0,0004616
18	18,9	78,0	92,31	0,0004616
19	26,4	78,0	92,31	0,0004616
20	34,0	78,0	92,31	0,0004616

COMBINATION OF RESISTANCE N. 6 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-38,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-38,0	84,0	0,00	-0,0358976
3	38,0	84,0	0,00	-0,0358976

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	56 di 120

4 38,0 0,0 17,00 0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-34,0	6,0	137,18	0,0006859
2	-26,4	6,0	137,18	0,0006859
3	-18,9	6,0	137,18	0,0006859
4	-11,3	6,0	137,18	0,0006859
5	-3,8	6,0	137,18	0,0006859
6	3,8	6,0	137,18	0,0006859
7	11,3	6,0	137,18	0,0006859
8	18,9	6,0	137,18	0,0006859
9	26,4	6,0	137,18	0,0006859
10	34,0	6,0	137,18	0,0006859
11	-34,0	78,0	-391,30	-0,0330835
12	-26,4	78,0	-391,30	-0,0330835
13	-18,9	78,0	-391,30	-0,0330835
14	-11,3	78,0	-391,30	-0,0330835
15	-3,8	78,0	-391,30	-0,0330835
16	3,8	78,0	-391,30	-0,0330835
17	11,3	78,0	-391,30	-0,0330835
18	18,9	78,0	-391,30	-0,0330835
19	26,4	78,0	-391,30	-0,0330835
20	34,0	78,0	-391,30	-0,0330835

SHEAR REINFORCEMENT (FOR THE ENVELOPE OF ALL ASSIGNED COMBINATIONS)

Stirrup diameter:	8	mm	
Stirrups spacing (pitch):	15,0	cm	< Max distance for code = 27,2 cm
Number of branches of stirrup:	4		
Area stirrups/m:	13,4	cm ² /m	> Area stirr. strictly necessary for shear = 5,5cm ² /m
Shear reforc.ratio Rw:	0,0018		> 0,0010 (min. ratio rule (9.5N)EC2-1)
Mean distance between branches:	23,6	cm	< Max dist.(9.8N)EC2 = 30,0 cm

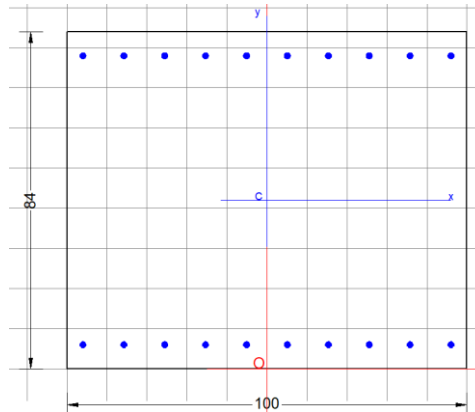
ULTIMATE LIMIT STATE - SHEAR CHECKS

Check	Result of shear/torsion check
Ved	Design applied Shear Vy [kN] (uniaxial force)
Vrd,c	Shear resistance [kN] without shear reinforcement [§6.2.2 EC2]
Vrd,max	Shear resistance [kN] limited by crushing of concrete struts [eq.(6.9)EC2]
Vrd,s	Shear resistance [kN] sustained by yieldin of shear reinforcement [eq.(6.8)EC2]
z	Inner level arm [cm] of resistant cross section (§6.2.3(1) EC2)
bw	Minimum width [cm] of cross section parallel to neutral axis (§6.2.3(1) EC2)
Cot(Th)	Cot of angle Th between the concrete compression struts and the beam axis (§6.2.3(1) EC2)
Aw min	Minimum admissible area of stirrups [cm ² /m] [eq.(9.5N)EC2]
Ast	Area of stirrups/m strictly necessary for shear and torsion [cm ² /m]
Crđ,c=0,120	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.2.a)EC2
k=	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.2.a)EC2
v min =0,111	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.3N)EC2

Comb.N.	Check	Ved	Vrd,c	Vrd,max	Vrd,s	z	bw	Cot(Th)	Aw min	Ast
1	OK	0,00	0,00	1162,81	188,82	36,0	76,0	1,00	7,4	0,0
2	OK	0,00	298,22	1162,81	188,82	36,0	76,0	1,00	7,4	0,0
3	OK	0,00	0,00	2426,27	393,99	75,1	76,0	1,00	7,4	0,0
4	OK	-22,47	0,00	1675,13	986,07	75,2	76,0	2,50	7,4	0,3
5	OK	242,49	0,00	1673,39	985,04	75,1	76,0	2,50	7,4	3,3
6	OK	-400,77	0,00	1668,27	982,02	74,9	76,0	2,50	7,4	5,5

Verifiche a flessione e a taglio – direzione verticale

Si dispongono $\Phi 16 / 10$ superiormente ed inferiormente per l'armatura longitudinale e $\Phi 8 / 20$ (con 5 bracci) per l'armatura trasversale.



GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Muro - parte superiore - vert.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\10 Barriera di protezione km 30+746\Report\Muro - parte superiore - vert.secEC)

Section description:	
Reference code:	EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
Exposure Class:	XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Structural member of belonging:	Beam
Section type:	Predefined section
Cross-section shape:	Rectangular
Stress path:	Constant ratio M/N to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes x,y of inertia
Section's position in the member:	In critical region

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C30/37
	Design compressive strength fcd:	17,0 MPa
	Shear reduced compressive strength v1*fcd:	8,5 MPa (6.9)EC2
	Coeff. Crd,c:	0,1200 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. K1:	0,1500 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. v min:	0,0111 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2)
	Strain at max strength ec2:	0,0020
	Ultimate strain ecu:	0,0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean elastic modulus Ecm:	32836,6 MPa
Mean tensile strength fctm:	2,9 MPa	
STEEL -	Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C
	Characteristic yield stress fyk:	450,0 MPa
	Tensile strength ftk:	540,0 MPa
	Design yield stress fyd:	391,3 MPa
	Design strength ftd:	391,3 MPa
	Design ultimate strain esu:	0,068
	Mean elastic modulus Es:	200000,0 MPa

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	58 di 120

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	100,0	cm
Depth:	84,0	cm
Bottom bars:	10∩16	(20,1 cm?)
Top bars:	10∩16	(20,1 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	6,0	cm
Top Cover (from centroid of bar):	6,0	cm
Web Cover (from centroid of bar):	4,0	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
Vy	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	270,71	0,00	0,00	0,00
2	-264,61	0,00	0,00	0,00
3	9,89	-78,21	4,91	0,00
4	8,52	457,43	-333,99	0,00
5	-14,11	-76,57	4,91	0,00
6	8,52	457,43	-333,99	0,00

CHECKS RESULTS

Checks of section OK

Min edge cover of longitudinal bars:	3,2	cm
Min edge distance between longitudinal bars:	8,6	cm
Min edge cover of strirrups:	2,4	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check	Result of check
N	Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx	Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
N ult	Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F.	Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is >=1.0
Yneutral	Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn.	Yielding bending moment [kNm]
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension	Area bars in tension zone [cm ²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

Comb.N.	Check	N	Mx	N ult	Mx ult	S.F.	Yn	M sn	x/d	D	As Tension
1	OK	270,71	0,00	15853,53	0,00	58,563	9999,9	137,96	0,000	0,70	0,0 (0,0)
2	OK	-264,61	0,00	-1573,53	0,00	5,947	154,3	-1489,07	0,000	0,70	20,1 (13,1)
3	OK	9,89	-78,21	78,90	-623,94	7,978	6,1	829,60	0,078	0,70	20,1 (13,1)
4	OK	8,52	457,43	11,16	599,30	1,310	78,1	-831,07	0,076	0,70	20,1 (13,1)
5	OK	-14,11	-76,57	-102,79	-557,80	7,285	5,6	829,35	0,072	0,70	20,1 (13,1)
6	OK	8,52	457,43	11,16	599,30	1,310	78,1	-871,72	0,076	0,70	20,1 (13,1)

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	59 di 120

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at $ec/2$ of depth (if $ec^* > 0$ then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0,00200	0,00200	0,0	0,00200	6,0	0,00200	78,0
2	-0,03200	-0,04838	84,0	-0,03473	78,0	-0,06750	6,0
3	0,00350	-0,01713	0,0	0,00006	6,0	-0,04120	78,0
4	0,00350	-0,01777	84,0	-0,00004	78,0	-0,04258	6,0
5	0,00350	-0,01886	0,0	-0,00023	6,0	-0,04496	78,0
6	0,00350	-0,01777	84,0	-0,00004	78,0	-0,04258	6,0

COMBINATION OF RESISTANCE N. 1 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Assigned numbers to concrete vertices
Xc, Yc	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O
Sc	Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)
e c	Strain in each vertex

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0020015
2	-50,0	84,0	17,00	0,0019980
3	50,0	84,0	17,00	0,0019980
4	50,0	0,0	17,00	0,0020015

Longitudinal Bars:

Bar N.	Number assigned to the bars
Xs, Ys	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of single bar in the reference X,Y,O
Ss	Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)
e s	Strain in each bar

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	391,30	0,0020012
2	-35,8	6,0	391,30	0,0020012
3	-25,6	6,0	391,30	0,0020012
4	-15,3	6,0	391,30	0,0020012
5	-5,1	6,0	391,30	0,0020012
6	5,1	6,0	391,30	0,0020012
7	15,3	6,0	391,30	0,0020012
8	25,6	6,0	391,30	0,0020012
9	35,8	6,0	391,30	0,0020012
10	46,0	6,0	391,30	0,0020012
11	-46,0	78,0	391,30	0,0019983
12	-35,8	78,0	391,30	0,0019983
13	-25,6	78,0	391,30	0,0019983
14	-15,3	78,0	391,30	0,0019983
15	-5,1	78,0	391,30	0,0019983

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	60 di 120

16	5,1	78,0	391,30	0,0019983
17	15,3	78,0	391,30	0,0019983
18	25,6	78,0	391,30	0,0019983
19	35,8	78,0	391,30	0,0019983
20	46,0	78,0	391,30	0,0019983

COMBINATION OF RESISTANCE N. 2 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	0,00	-0,0702308
2	-50,0	84,0	0,00	-0,0320000
3	50,0	84,0	0,00	-0,0320000
4	50,0	0,0	0,00	-0,0702308

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0675000
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0675000
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0675000
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0675000
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0675000
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0675000
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0675000
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0675000
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0675000
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0675000
11	-46,0	78,0	-391,30	-0,0347308
12	-35,8	78,0	-391,30	-0,0347308
13	-25,6	78,0	-391,30	-0,0347308
14	-15,3	78,0	-391,30	-0,0347308
15	-5,1	78,0	-391,30	-0,0347308
16	5,1	78,0	-391,30	-0,0347308
17	15,3	78,0	-391,30	-0,0347308
18	25,6	78,0	-391,30	-0,0347308
19	35,8	78,0	-391,30	-0,0347308
20	46,0	78,0	-391,30	-0,0347308

COMBINATION OF RESISTANCE N. 3 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-50,0	84,0	0,00	-0,0446391
3	50,0	84,0	0,00	-0,0446391
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	12,30	0,0000615
2	-35,8	6,0	12,30	0,0000615

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	61 di 120

3	-25,6	6,0	12,30	0,0000615
4	-15,3	6,0	12,30	0,0000615
5	-5,1	6,0	12,30	0,0000615
6	5,1	6,0	12,30	0,0000615
7	15,3	6,0	12,30	0,0000615
8	25,6	6,0	12,30	0,0000615
9	35,8	6,0	12,30	0,0000615
10	46,0	6,0	12,30	0,0000615
11	-46,0	78,0	-391,30	-0,0412006
12	-35,8	78,0	-391,30	-0,0412006
13	-25,6	78,0	-391,30	-0,0412006
14	-15,3	78,0	-391,30	-0,0412006
15	-5,1	78,0	-391,30	-0,0412006
16	5,1	78,0	-391,30	-0,0412006
17	15,3	78,0	-391,30	-0,0412006
18	25,6	78,0	-391,30	-0,0412006
19	35,8	78,0	-391,30	-0,0412006
20	46,0	78,0	-391,30	-0,0412006

COMBINATION OF RESISTANCE N. 4 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	0,00	-0,0461300
2	-50,0	84,0	17,00	0,0035000
3	50,0	84,0	17,00	0,0035000
4	50,0	0,0	0,00	-0,0461300

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0425850
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0425850
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0425850
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0425850
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0425850
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0425850
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0425850
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0425850
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0425850
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0425850
11	-46,0	78,0	-9,00	-0,0000450
12	-35,8	78,0	-9,00	-0,0000450
13	-25,6	78,0	-9,00	-0,0000450
14	-15,3	78,0	-9,00	-0,0000450
15	-5,1	78,0	-9,00	-0,0000450
16	5,1	78,0	-9,00	-0,0000450
17	15,3	78,0	-9,00	-0,0000450
18	25,6	78,0	-9,00	-0,0000450
19	35,8	78,0	-9,00	-0,0000450
20	46,0	78,0	-9,00	-0,0000450

COMBINATION OF RESISTANCE N. 5 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	62 di 120

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-50,0	84,0	0,00	-0,0486840
3	50,0	84,0	0,00	-0,0486840
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-45,49	-0,0002274
2	-35,8	6,0	-45,49	-0,0002274
3	-25,6	6,0	-45,49	-0,0002274
4	-15,3	6,0	-45,49	-0,0002274
5	-5,1	6,0	-45,49	-0,0002274
6	5,1	6,0	-45,49	-0,0002274
7	15,3	6,0	-45,49	-0,0002274
8	25,6	6,0	-45,49	-0,0002274
9	35,8	6,0	-45,49	-0,0002274
10	46,0	6,0	-45,49	-0,0002274
11	-46,0	78,0	-391,30	-0,0449566
12	-35,8	78,0	-391,30	-0,0449566
13	-25,6	78,0	-391,30	-0,0449566
14	-15,3	78,0	-391,30	-0,0449566
15	-5,1	78,0	-391,30	-0,0449566
16	5,1	78,0	-391,30	-0,0449566
17	15,3	78,0	-391,30	-0,0449566
18	25,6	78,0	-391,30	-0,0449566
19	35,8	78,0	-391,30	-0,0449566
20	46,0	78,0	-391,30	-0,0449566

COMBINATION OF RESISTANCE N. 6 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	0,00	-0,0461300
2	-50,0	84,0	17,00	0,0035000
3	50,0	84,0	17,00	0,0035000
4	50,0	0,0	0,00	-0,0461300

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0425850
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0425850
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0425850
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0425850
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0425850
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0425850
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0425850
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0425850
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0425850
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0425850
11	-46,0	78,0	-9,00	-0,0000450
12	-35,8	78,0	-9,00	-0,0000450

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	63 di 120

13	-25,6	78,0	-9,00	-0,0000450
14	-15,3	78,0	-9,00	-0,0000450
15	-5,1	78,0	-9,00	-0,0000450
16	5,1	78,0	-9,00	-0,0000450
17	15,3	78,0	-9,00	-0,0000450
18	25,6	78,0	-9,00	-0,0000450
19	35,8	78,0	-9,00	-0,0000450
20	46,0	78,0	-9,00	-0,0000450

SHEAR REINFORCEMENT (FOR THE ENVELOPE OF ALL ASSIGNED COMBINATIONS)

Stirrup diameter:	8	mm	
Stirrups spacing (pitch):	20,0	cm	< Max distance for code = 24,0 cm
Number of branches of stirrup:	5		
Area stirrups/m:	12,6	cm ² /m	> Area stirr. strictly necessary for shear = 4,5cm ² /m
Shear reforc.ratio R _w :	0,0013		> 0,0010 (min. ratio rule (9.5N)EC2-1)
Mean distance between branches:	23,6	cm	< Max dist.(9.8N)EC2 = 30,0 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - SHEAR CHECKS

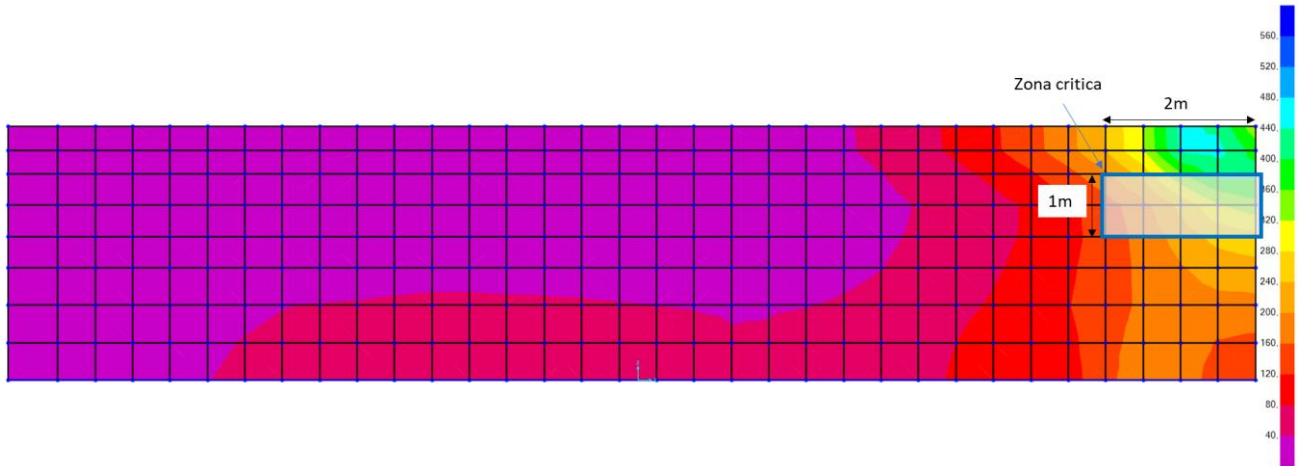
Check	Result of shear/torsion check
Ved	Design applied Shear V _y [kN] (uniaxial force)
Vrd,c	Shear resistance [kN] without shear reinforcement [§6.2.2 EC2]
Vrd,max	Shear resistance [kN] limited by crushing of concrete struts [eq.(6.9)EC2]
Vrd,s	Shear resistance [kN] sustained by yieldin of shear reinforcement [eq.(6.8)EC2]
z	Inner level arm [cm] of resistant cross section (§6.2.3(1) EC2)
bw	Minimum width [cm] of cross section parallel to neutral axis (§6.2.3(1) EC2)
Cot(Th)	Cot of angle Th between the concrete compression struts and the beam axis (§6.2.3(1) EC2)
Aw min	Minimum admissible area of stirrups [cm ² /m] [eq.(9.5N)EC2]
Ast	Area of stirrups/m strictly necessary for shear and torsion [cm ² /m]
Crd,c=0,120	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.2.a)EC2
k=1,506	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.2.a)EC2
v min =0,111	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.3N)EC2

Comb.N.	Check	Ved	Vrd,c	Vrd,max	Vrd,s	z	bw	Cot(Th)	Aw min	Ast
1	OK	0,00	37,71	1530,01	177,02	36,0	100,0	1,00	9,7	0,0
2	OK	0,00	0,00	1530,01	177,02	36,0	100,0	1,00	9,7	0,0
3	OK	4,91	280,20	2211,65	927,59	75,5	100,0	2,50	9,7	0,1
4	OK	-333,99	280,01	2213,83	928,51	75,5	100,0	2,50	9,7	4,5
5	OK	4,91	0,00	2217,45	930,03	75,7	100,0	2,50	9,7	0,1
6	OK	-333,99	280,01	2213,83	928,51	75,5	100,0	2,50	9,7	4,5

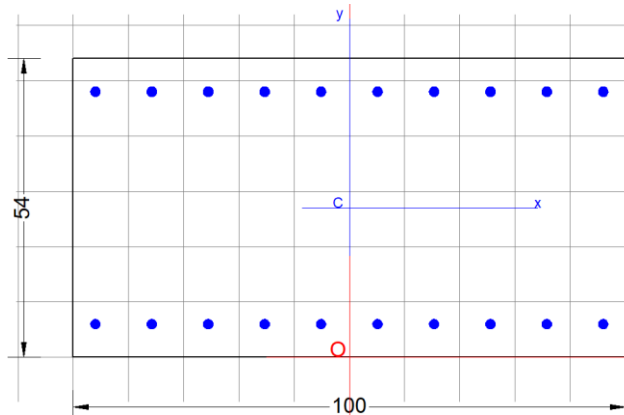
11.1.2 Parte media (s = 54cm)

Verifiche a flessione e a taglio – direzione orizzontale

Si dispongono Φ 16 / 10 superiormente ed inferiormente per l'armatura longitudinale. Si prevede anche armatura trasversale Φ 8 / 20 (con 5 bracci) per le zone critiche alle estremità dei segmenti (20m). Queste armature sono necessarie per assorbire l'azione del urto locale che si può considerare come un punzonamento (zona rappresentata nella figura seguente).



Zona critica (di punzonamento)



GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Muro - parte media- oriz.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\10 Barriera di protezione km 30+746\Report\Muro - parte media- oriz.secEC)

Section description:	
Reference code:	EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
Exposure Class:	XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Structural member of belonging:	Beam
Section type:	Predefined section
Cross-section shape:	Rectangular
Stress path:	Constant ratio M/N to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes x,y of inertia
Section's position in the member:	In critical region

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C30/37
	Design compressive strength fcd:	17,0 MPa
	Shear reduced compressive strength v1*fcd:	8,5 MPa (6.9)EC2
	Coeff. Crd,c:	0,1200 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. K1:	0,1500 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. v min:	0,0111 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0,0020

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	65 di 120

Ultimate strain ϵ_{cu} : 0,0035
 Compression diagram stress-strain: Parabola-Rectangle
 Mean elastic modulus E_{cm} : 32836,6 MPa
 Mean tensile strength f_{ctm} : 2,9 MPa

STEEL - Longitudinal Bars and Stirrups: B450C
 Characteristic yield stress f_{yk} : 450,0 MPa
 Tensile strength f_{tk} : 540,0 MPa
 Design yield stress f_{yd} : 391,3 MPa
 Design strength f_{td} : 391,3 MPa
 Design ultimate strain ϵ_{su} : 0,068
 Mean elastic modulus E_s : 200000,0 MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width: 100,0 cm
 Depth: 54,0 cm
 Bottom bars: 10 Ω 16 (20,1 cm?)
 Top bars: 10 Ω 16 (20,1 cm?)
 Low Cover (from centroid of bar): 6,0 cm
 Top Cover (from centroid of bar): 6,0 cm
 Web Cover (from centroid of bar): 4,0 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
 Mx Design moment force [kNm] around the x axis
 with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
 Vy Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
 T Design torsional Moment [kN m]

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	-1308,26	-1,00	0,00	0,00
2	932,03	-1,00	0,00	0,00
3	-140,72	174,29	-95,76	0,00
4	161,19	-132,60	16,41	0,00
5	-141,74	173,51	94,98	0,00
6	-19,05	62,12	-183,76	0,00

CHECKS RESULTS

Checks of section OK

Min edge cover of longitudinal bars: 3,2 cm
 Min edge distance between longitudinal bars: 8,6 cm
 Min edge cover of stirrups: 2,4 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check Result of check
 N Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
 Mx Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
 N ult Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
 Mx ult Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
 S.F. Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is ≥ 1.0
 Yneutral Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
 Mx sn. Yielding bending moment [kNm]
 x/d Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
 D Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	66 di 120

As Tension Area bars in tension zone [cm?] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

Comb.N.	Check	N	Mx	N ult	Mx ult	S.F.	Yn	M sn	x/d	D	As Tension
1	OK	-1308,26	-1,00	-1569,04	-1,20	1,199	,3	137,96	0,006	0,70	20,1 (8,0)
2	OK	932,03	-1,00	10697,69	-11,48	11,478	362,7	-1489,07	0,000	0,70	0,0 (0,0)
3	OK	-140,72	174,29	-247,20	306,17	1,757	48,7	829,60	0,110	0,70	20,1 (8,0)
4	OK	161,19	-132,60	587,75	-483,50	3,646	7,7	-831,07	0,161	0,70	20,1 (8,0)
5	OK	-141,74	173,51	-249,67	305,64	1,762	48,7	829,35	0,110	0,70	20,1 (8,0)
6	OK	-19,05	62,12	-103,37	337,07	5,426	48,4	-871,72	0,117	0,70	20,1 (8,0)

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0,00041	-0,03233	0,0	-0,00808	6,0	-0,06750	48,0
2	0,00214	0,00200	0,0	0,00210	6,0	0,00185	48,0
3	0,00350	-0,01180	54,0	-0,00047	48,0	-0,02824	6,0
4	0,00350	-0,00699	0,0	0,00078	6,0	-0,01827	48,0
5	0,00350	-0,01182	54,0	-0,00047	48,0	-0,02827	6,0
6	0,00350	-0,01088	54,0	-0,00023	48,0	-0,02633	6,0

COMBINATION OF RESISTANCE N. 1 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Assigned numbers to concrete vertices
Xc, Yc	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O
Sc	Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)
e c	Strain in each vertex

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	6,22	0,0004072
2	-50,0	54,0	0,00	-0,0759884
3	50,0	54,0	0,00	-0,0759884
4	50,0	0,0	6,22	0,0004072

Longitudinal Bars:

Bar N.	Number assigned to the bars
Xs, Ys	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of single bar in the reference X,Y,O
Ss	Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)
e s	Strain in each bar

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0080812
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0080812

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	67 di 120

3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0080812
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0080812
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0080812
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0080812
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0080812
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0080812
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0080812
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0080812
11	-46,0	48,0	-391,30	-0,0675000
12	-35,8	48,0	-391,30	-0,0675000
13	-25,6	48,0	-391,30	-0,0675000
14	-15,3	48,0	-391,30	-0,0675000
15	-5,1	48,0	-391,30	-0,0675000
16	5,1	48,0	-391,30	-0,0675000
17	15,3	48,0	-391,30	-0,0675000
18	25,6	48,0	-391,30	-0,0675000
19	35,8	48,0	-391,30	-0,0675000
20	46,0	48,0	-391,30	-0,0675000

COMBINATION OF RESISTANCE N. 2 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0021363
2	-50,0	54,0	16,86	0,0018182
3	50,0	54,0	16,86	0,0018182
4	50,0	0,0	17,00	0,0021363

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	391,30	0,0021010
2	-35,8	6,0	391,30	0,0021010
3	-25,6	6,0	391,30	0,0021010
4	-15,3	6,0	391,30	0,0021010
5	-5,1	6,0	391,30	0,0021010
6	5,1	6,0	391,30	0,0021010
7	15,3	6,0	391,30	0,0021010
8	25,6	6,0	391,30	0,0021010
9	35,8	6,0	391,30	0,0021010
10	46,0	6,0	391,30	0,0021010
11	-46,0	48,0	370,72	0,0018536
12	-35,8	48,0	370,72	0,0018536
13	-25,6	48,0	370,72	0,0018536
14	-15,3	48,0	370,72	0,0018536
15	-5,1	48,0	370,72	0,0018536
16	5,1	48,0	370,72	0,0018536
17	15,3	48,0	370,72	0,0018536
18	25,6	48,0	370,72	0,0018536
19	35,8	48,0	370,72	0,0018536
20	46,0	48,0	370,72	0,0018536

COMBINATION OF RESISTANCE N. 3 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	68 di 120

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	0,00	-0,0322022
2	-50,0	54,0	17,00	0,0035000
3	50,0	54,0	17,00	0,0035000
4	50,0	0,0	0,00	-0,0322022

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0282353
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0282353
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0282353
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0282353
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0282353
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0282353
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0282353
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0282353
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0282353
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0282353
11	-46,0	48,0	-93,38	-0,0004669
12	-35,8	48,0	-93,38	-0,0004669
13	-25,6	48,0	-93,38	-0,0004669
14	-15,3	48,0	-93,38	-0,0004669
15	-5,1	48,0	-93,38	-0,0004669
16	5,1	48,0	-93,38	-0,0004669
17	15,3	48,0	-93,38	-0,0004669
18	25,6	48,0	-93,38	-0,0004669
19	35,8	48,0	-93,38	-0,0004669
20	46,0	48,0	-93,38	-0,0004669

COMBINATION OF RESISTANCE N. 4 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-50,0	54,0	0,00	-0,0209866
3	50,0	54,0	0,00	-0,0209866
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	155,85	0,0007793
2	-35,8	6,0	155,85	0,0007793
3	-25,6	6,0	155,85	0,0007793
4	-15,3	6,0	155,85	0,0007793
5	-5,1	6,0	155,85	0,0007793
6	5,1	6,0	155,85	0,0007793
7	15,3	6,0	155,85	0,0007793
8	25,6	6,0	155,85	0,0007793
9	35,8	6,0	155,85	0,0007793
10	46,0	6,0	155,85	0,0007793
11	-46,0	48,0	-391,30	-0,0182659
12	-35,8	48,0	-391,30	-0,0182659

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	69 di 120

13	-25,6	48,0	-391,30	-0,0182659
14	-15,3	48,0	-391,30	-0,0182659
15	-5,1	48,0	-391,30	-0,0182659
16	5,1	48,0	-391,30	-0,0182659
17	15,3	48,0	-391,30	-0,0182659
18	25,6	48,0	-391,30	-0,0182659
19	35,8	48,0	-391,30	-0,0182659
20	46,0	48,0	-391,30	-0,0182659

COMBINATION OF RESISTANCE N. 5 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	0,00	-0,0322383
2	-50,0	54,0	17,00	0,0035000
3	50,0	54,0	17,00	0,0035000
4	50,0	0,0	0,00	-0,0322383

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0282673
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0282673
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0282673
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0282673
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0282673
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0282673
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0282673
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0282673
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0282673
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0282673
11	-46,0	48,0	-94,18	-0,0004709
12	-35,8	48,0	-94,18	-0,0004709
13	-25,6	48,0	-94,18	-0,0004709
14	-15,3	48,0	-94,18	-0,0004709
15	-5,1	48,0	-94,18	-0,0004709
16	5,1	48,0	-94,18	-0,0004709
17	15,3	48,0	-94,18	-0,0004709
18	25,6	48,0	-94,18	-0,0004709
19	35,8	48,0	-94,18	-0,0004709
20	46,0	48,0	-94,18	-0,0004709

COMBINATION OF RESISTANCE N. 6 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	0,00	-0,0300557
2	-50,0	54,0	17,00	0,0035000
3	50,0	54,0	17,00	0,0035000
4	50,0	0,0	0,00	-0,0300557

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
--------	----	----	----	-----

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	70 di 120

1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0263273
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0263273
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0263273
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0263273
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0263273
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0263273
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0263273
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0263273
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0263273
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0263273
11	-46,0	48,0	-45,68	-0,0002284
12	-35,8	48,0	-45,68	-0,0002284
13	-25,6	48,0	-45,68	-0,0002284
14	-15,3	48,0	-45,68	-0,0002284
15	-5,1	48,0	-45,68	-0,0002284
16	5,1	48,0	-45,68	-0,0002284
17	15,3	48,0	-45,68	-0,0002284
18	25,6	48,0	-45,68	-0,0002284
19	35,8	48,0	-45,68	-0,0002284
20	46,0	48,0	-45,68	-0,0002284

SHEAR REINFORCEMENT (FOR THE ENVELOPE OF ALL ASSIGNED COMBINATIONS)

Stirrup diameter:	8	mm	
Stirrups spacing (pitch):	20,0	cm	< Max distance for code = 24,0 cm
Number of branches of stirrup:	5		
Area stirrups/m:	12,6	cm ² /m	> Area stirr. strictly necessary for shear = 4,1cm ² /m
Shear reforc.ratio Rw:	0,0013		> 0,0010 (min. ratio rule (9.5N)EC2-1)
Mean distance between branches:	23,6	cm	< Max dist.(9.8N)EC2 = 30,0 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - SHEAR CHECKS

Check	Result of shear/torsion check
Ved	Design applied Shear Vy [kN] (uniaxial force)
Vrd,c	Shear resistance [kN] without shear reinforcement [§6.2.2 EC2]
Vrd,max	Shear resistance [kN] limited by crushing of concrete struts [eq.(6.9)EC2]
Vrd,s	Shear resistance [kN] sustained by yieldin of shear reinforcement [eq.(6.8)EC2]
z	Inner level arm [cm] of resistant cross section (§6.2.3(1) EC2)
bw	Minimum width [cm] of cross section parallel to neutral axis (§6.2.3(1) EC2)
Cot(Th)	Cot of angle Th between the concrete compression struts and the beam axis (§6.2.3(1) EC2)
Aw min	Minimum admissible area of stirrups [cm ² /m] [eq.(9.5N)EC2]
Ast	Area of stirrups/m strictly necessary for shear and torsion [cm ² /m]
Crđ,c=0,120	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.2.a)EC2
k=1,506	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.2.a)EC2
v min =0,111	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.3N)EC2

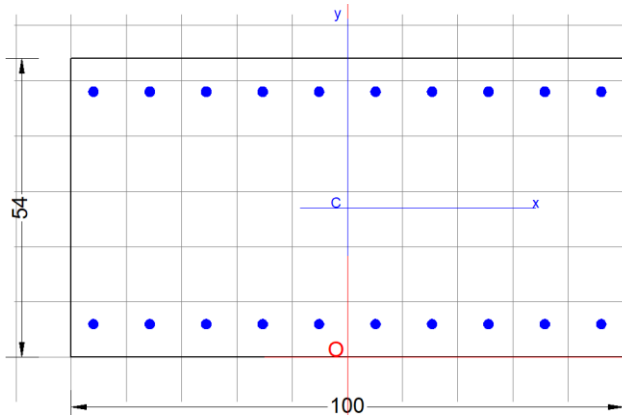
Comb.N.	Check	Ved	Vrd,c	Vrd,max	Vrd,s	z	bw	Cot(Th)	Aw min	Ast
1	OK	0,00	0,00	2029,39	234,80	47,8	100,0	1,00	9,7	0,0
2	OK	0,00	124,27	893,80	103,41	21,0	100,0	1,00	9,7	0,0
3	OK	-95,76	0,00	1342,44	563,03	45,8	100,0	2,50	9,7	2,1
4	OK	16,41	241,85	1312,89	550,64	44,8	100,0	2,50	9,7	0,4
5	OK	94,98	0,00	1342,52	563,07	45,8	100,0	2,50	9,7	2,1
6	OK	-183,76	0,00	1338,16	561,24	45,7	100,0	2,50	9,7	4,1

Verifiche a flessione e a taglio – direzione verticale

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	71 di 120

Si dispongono $\Phi 18 / 10$ superiormente ed inferiormente per l'armatura longitudinale e $\Phi 8 / 20$ (con 5 bracci) per l'armatura trasversale nella zona critica.



GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Muro - parte media- vert.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\10 Barriera di protezione km 30+746\Report\Muro - parte media- vert.secEC)

Section description:	
Reference code:	EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
Exposure Class:	XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Structural member of belonging:	Beam
Section type:	Predefined section
Cross-section shape:	Rectangular
Stress path:	Constant ratio M/N to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes x,y of inertia
Section's position in the member:	In critical region

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C30/37
	Design compressive strength fcd:	17,0 MPa
	Shear reduced compressive strength $v1*fcd$:	8,5 MPa (6.9)EC2
	Coeff. Crd,c:	0,1200 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. K1:	0,1500 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. v min:	0,0111 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
	Strain at max strength ec2:	0,0020
	Ultimate strain ecu:	0,0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean elastic modulus Ecm:	32836,6 MPa
	Mean tensile strength fctm:	2,9 MPa
STEEL -	Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C
	Characteristic yield stress fyk:	450,0 MPa
	Tensile strength ftk:	540,0 MPa
	Design yield stress fyd:	391,3 MPa
	Design strength ftd:	391,3 MPa
	Design ultimate strain esu:	0,068
	Mean elastic modulus Es:	200000,0 MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width: 100,0 cm

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	72 di 120

Depth:	54,0	cm
Bottom bars:	10∩18	(25,4 cm?)
Top bars:	10∩18	(25,4 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	6,0	cm
Top Cover (from centroid of bar):	6,0	cm
Web Cover (from centroid of bar):	4,0	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
VY	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	1209,04	-1,00	0,00	0,00
2	-632,59	-1,00	0,00	0,00
3	105,89	-237,35	-243,14	0,00
4	62,74	389,84	-382,44	0,00
5	-128,54	-81,83	12,21	0,00
6	62,74	389,84	-382,44	0,00

CHECKS RESULTS

Checks of section OK

Min edge cover of longitudinal bars:	3,1	cm
Min edge distance between longitudinal bars:	8,4	cm
Min edge cover of stirrups:	2,3	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check	Result of check
N	Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx	Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
N ult	Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F.	Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is >=1.0
Yneutral	Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn.	Yielding bending moment [kNm]
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension	Area bars in tension zone [cm ²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

Comb.N.	Check	N	Mx	N ult	Mx ult	S.F.	Yn	M sn	x/d	D	As Tension
1	OK	1209,04	-1,00	11126,97	-9,20	9,203	459,9	137,96	0,000	0,70	0,0 (0,0)
2	OK	-632,59	-1,00	-1979,80	-3,13	3,130	,4	-1489,07	0,007	0,70	25,4 (8,0)
3	OK	105,89	-237,35	220,50	-494,24	2,082	7,0	829,60	0,146	0,70	25,4 (8,0)
4	OK	62,74	389,84	74,58	463,42	1,189	47,4	-831,07	0,137	0,70	25,4 (8,0)
5	OK	-128,54	-81,83	-526,53	-335,19	4,096	5,3	829,35	0,110	0,70	25,4 (8,0)
6	OK	62,74	389,84	74,58	463,42	1,189	47,4	-871,72	0,137	0,70	25,4 (8,0)

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
--------	---

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	73 di 120

ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0,00211	0,00200	0,0	0,00208	6,0	0,00189	48,0
2	0,00050	-0,03229	0,0	-0,00800	6,0	-0,06750	48,0
3	0,00350	-0,00808	0,0	0,00050	6,0	-0,02052	48,0
4	0,00350	-0,00877	54,0	0,00032	48,0	-0,02196	6,0
5	0,00350	-0,01191	0,0	-0,00050	6,0	-0,02846	48,0
6	0,00350	-0,00877	54,0	0,00032	48,0	-0,02196	6,0

COMBINATION OF RESISTANCE N. 1 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Assigned numbers to concrete vertices
Xc, Yc	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O
Sc	Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)
e c	Strain in each vertex

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0021060
2	-50,0	54,0	16,92	0,0018587
3	50,0	54,0	16,92	0,0018587
4	50,0	0,0	17,00	0,0021060

Longitudinal Bars:

Bar N.	Number assigned to the bars
Xs, Ys	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of single bar in the reference X,Y,O
Ss	Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)
e s	Strain in each bar

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	391,30	0,0020785
2	-35,8	6,0	391,30	0,0020785
3	-25,6	6,0	391,30	0,0020785
4	-15,3	6,0	391,30	0,0020785
5	-5,1	6,0	391,30	0,0020785
6	5,1	6,0	391,30	0,0020785
7	15,3	6,0	391,30	0,0020785
8	25,6	6,0	391,30	0,0020785
9	35,8	6,0	391,30	0,0020785
10	46,0	6,0	391,30	0,0020785
11	-46,0	48,0	377,24	0,0018862
12	-35,8	48,0	377,24	0,0018862
13	-25,6	48,0	377,24	0,0018862
14	-15,3	48,0	377,24	0,0018862
15	-5,1	48,0	377,24	0,0018862
16	5,1	48,0	377,24	0,0018862
17	15,3	48,0	377,24	0,0018862
18	25,6	48,0	377,24	0,0018862

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	74 di 120

19	35,8	48,0	377,24	0,0018862
20	46,0	48,0	377,24	0,0018862

COMBINATION OF RESISTANCE N. 2 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	7,40	0,0004969
2	-50,0	54,0	0,00	-0,0759996
3	50,0	54,0	0,00	-0,0759996
4	50,0	0,0	7,40	0,0004969

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0080027
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0080027
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0080027
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0080027
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0080027
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0080027
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0080027
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0080027
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0080027
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0080027
11	-46,0	48,0	-391,30	-0,0675000
12	-35,8	48,0	-391,30	-0,0675000
13	-25,6	48,0	-391,30	-0,0675000
14	-15,3	48,0	-391,30	-0,0675000
15	-5,1	48,0	-391,30	-0,0675000
16	5,1	48,0	-391,30	-0,0675000
17	15,3	48,0	-391,30	-0,0675000
18	25,6	48,0	-391,30	-0,0675000
19	35,8	48,0	-391,30	-0,0675000
20	46,0	48,0	-391,30	-0,0675000

COMBINATION OF RESISTANCE N. 3 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-50,0	54,0	0,00	-0,0235265
3	50,0	54,0	0,00	-0,0235265
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	99,41	0,0004971
2	-35,8	6,0	99,41	0,0004971
3	-25,6	6,0	99,41	0,0004971
4	-15,3	6,0	99,41	0,0004971
5	-5,1	6,0	99,41	0,0004971

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	75 di 120

6	5,1	6,0	99,41	0,0004971
7	15,3	6,0	99,41	0,0004971
8	25,6	6,0	99,41	0,0004971
9	35,8	6,0	99,41	0,0004971
10	46,0	6,0	99,41	0,0004971
11	-46,0	48,0	-391,30	-0,0205235
12	-35,8	48,0	-391,30	-0,0205235
13	-25,6	48,0	-391,30	-0,0205235
14	-15,3	48,0	-391,30	-0,0205235
15	-5,1	48,0	-391,30	-0,0205235
16	5,1	48,0	-391,30	-0,0205235
17	15,3	48,0	-391,30	-0,0205235
18	25,6	48,0	-391,30	-0,0205235
19	35,8	48,0	-391,30	-0,0205235
20	46,0	48,0	-391,30	-0,0205235

COMBINATION OF RESISTANCE N. 4 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	0,00	-0,0251403
2	-50,0	54,0	17,00	0,0035000
3	50,0	54,0	17,00	0,0035000
4	50,0	0,0	0,00	-0,0251403

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0219580
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0219580
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0219580
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0219580
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0219580
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0219580
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0219580
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0219580
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0219580
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0219580
11	-46,0	48,0	63,55	0,0003177
12	-35,8	48,0	63,55	0,0003177
13	-25,6	48,0	63,55	0,0003177
14	-15,3	48,0	63,55	0,0003177
15	-5,1	48,0	63,55	0,0003177
16	5,1	48,0	63,55	0,0003177
17	15,3	48,0	63,55	0,0003177
18	25,6	48,0	63,55	0,0003177
19	35,8	48,0	63,55	0,0003177
20	46,0	48,0	63,55	0,0003177

COMBINATION OF RESISTANCE N. 5 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	76 di 120

2	-50,0	54,0	0,00	-0,0324561
3	50,0	54,0	0,00	-0,0324561
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-99,02	-0,0004951
2	-35,8	6,0	-99,02	-0,0004951
3	-25,6	6,0	-99,02	-0,0004951
4	-15,3	6,0	-99,02	-0,0004951
5	-5,1	6,0	-99,02	-0,0004951
6	5,1	6,0	-99,02	-0,0004951
7	15,3	6,0	-99,02	-0,0004951
8	25,6	6,0	-99,02	-0,0004951
9	35,8	6,0	-99,02	-0,0004951
10	46,0	6,0	-99,02	-0,0004951
11	-46,0	48,0	-391,30	-0,0284610
12	-35,8	48,0	-391,30	-0,0284610
13	-25,6	48,0	-391,30	-0,0284610
14	-15,3	48,0	-391,30	-0,0284610
15	-5,1	48,0	-391,30	-0,0284610
16	5,1	48,0	-391,30	-0,0284610
17	15,3	48,0	-391,30	-0,0284610
18	25,6	48,0	-391,30	-0,0284610
19	35,8	48,0	-391,30	-0,0284610
20	46,0	48,0	-391,30	-0,0284610

COMBINATION OF RESISTANCE N. 6 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	0,00	-0,0251403
2	-50,0	54,0	17,00	0,0035000
3	50,0	54,0	17,00	0,0035000
4	50,0	0,0	0,00	-0,0251403

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0219580
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0219580
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0219580
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0219580
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0219580
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0219580
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0219580
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0219580
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0219580
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0219580
11	-46,0	48,0	63,55	0,0003177
12	-35,8	48,0	63,55	0,0003177
13	-25,6	48,0	63,55	0,0003177
14	-15,3	48,0	63,55	0,0003177
15	-5,1	48,0	63,55	0,0003177

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	77 di 120

16	5,1	48,0	63,55	0,0003177
17	15,3	48,0	63,55	0,0003177
18	25,6	48,0	63,55	0,0003177
19	35,8	48,0	63,55	0,0003177
20	46,0	48,0	63,55	0,0003177

SHEAR REINFORCEMENT (FOR THE ENVELOPE OF ALL ASSIGNED COMBINATIONS)

Stirrup diameter:	8	mm	
Stirrup spacing (pitch):	20,0	cm	< Max distance for code = 25,8 cm
Number of branches of stirrup:	5		
Area stirrups/m:	12,6	cm ² /m	> Area stirr. strictly necessary for shear = 8,6cm ² /m
Shear reiforc.ratio Rw:	0,0013		> 0,0010 (min. ratio rule (9.5N)EC2-1)
Mean distance between branches:	23,7	cm	< Max dist.(9.8N)EC2 = 30,0 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - SHEAR CHECKS

Check	Result of shear/torsion check
Ved	Design applied Shear Vy [kN] (uniaxial force)
Vrd,c	Shear resistance [kN] without shear reinforcement [§6.2.2 EC2]
Vrd,max	Shear resistance [kN] limited by crushing of concrete struts [eq.(6.9)EC2]
Vrd,s	Shear resistance [kN] sustained by yieldin of shear reinforcement [eq.(6.8)EC2]
z	Inner level arm [cm] of resistant cross section (§6.2.3(1) EC2)
bw	Minimum width [cm] of cross section parallel to neutral axis (§6.2.3(1) EC2)
Cot(Th)	Cot of angle Th between the concrete compression struts and the beam axis (§6.2.3(1) EC2)
Aw min	Minimum admissible area of stirrups [cm ² /m] [eq.(9.5N)EC2]
Ast	Area of stirrups/m strictly necessary for shear and torsion [cm ² /m]
Crd,c=0,120	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.2.a)EC2
k=1,645	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.2.a)EC2
v min =0,111	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.3N)EC2

Comb.N.	Check	Ved	Vrd,c	Vrd,max	Vrd,s	z	bw	Cot(Th)	Aw min	Ast
1	OK	0,00	161,21	893,29	103,35	21,0	100,0	1,00	9,7	0,0
2	OK	0,00	0,00	2029,39	234,80	47,8	100,0	1,00	9,7	0,0
3	OK	-243,14	252,47	1321,48	554,24	45,1	100,0	2,50	9,7	5,5
4	OK	-382,44	246,72	1326,34	556,28	45,3	100,0	2,50	9,7	8,6
5	OK	12,21	0,00	1343,02	563,28	45,8	100,0	2,50	9,7	0,3
6	OK	-382,44	246,72	1326,34	556,28	45,3	100,0	2,50	9,7	8,6

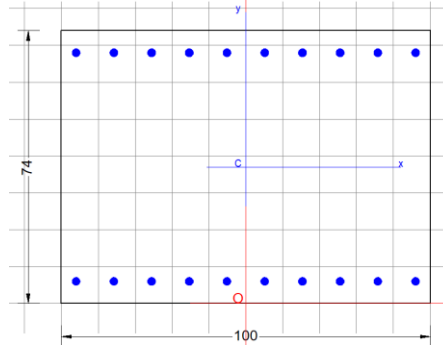
11.1.3 Parte inferiore (s = 74cm)

Verifiche a flessione e a taglio – direzione orizzontale

Si dispongono Φ 22 / 10 superiormente ed inferiormente per l'armatura longitudinale. Non è considerata armatura trasversale.

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	78 di 120



GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Muro - parte inferiore - oriz.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\10 Barriera di protezione km 30+746\Report\Muro - parte inferiore - oriz.secEC)

Section description:	
Reference code:	EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
Exposure Class:	XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Structural member of belonging:	Beam (or slab) without stirrup [§6.2.1(4) EC2]
Section type:	Predefined section
Cross-section shape:	Rectangular
Stress path:	Constant ratio M/N to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes x,y of inertia

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C30/37
	Design compressive strength fcd:	17,0 MPa
	Shear reduced compressive strength v1*fcd:	8,5 MPa (6.9)EC2
	Coeff. Crd,c:	0,1200 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. K1:	0,1500 § 6.2.2(1) EC2
	Coeff. v min:	0,0111 Mpa (§ 6.2.2(1) EC2)
	Strain at max strength ec2:	0,0020
	Ultimate strain ecu:	0,0035
	Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle
	Mean elastic modulus Ecm:	32836,6 MPa
Mean tensile strength fctm:	2,9 MPa	
STEEL -	Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C
	Characteristic yield stress fyk:	450,0 MPa
	Tensile strength ftk:	540,0 MPa
	Design yield stress fyd:	391,3 MPa
	Design strength ftd:	391,3 MPa
	Design ultimate strain esu:	0,068
	Mean elastic modulus Es:	200000,0 MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	100,0	cm
Depth:	74,0	cm
Bottom bars:	10∅22	(38,0 cm?)
Top bars:	10∅22	(38,0 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	6,0	cm
Top Cover (from centroid of bar):	6,0	cm
Web Cover (from centroid of bar):	4,0	cm

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	79 di 120

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
VY	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	3358,02	-4,83	0,00	0,00
2	-2813,37	0,00	0,00	0,00
3	-286,44	221,61	0,00	0,00
4	1417,24	-349,61	52,03	0,00
5	1477,65	-242,00	62,08	0,00
6	1547,65	-164,19	-91,67	0,00

CHECKS RESULTS

Checks of section OK

Min edge cover of longitudinal bars:	2,9 cm
Min edge distance between longitudinal bars:	8,0 cm
Min edge cover of stirrups:	2,9 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check	Result of check
N	Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx	Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
N ult	Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F.	Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is >=1.0
Yneutral	Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn.	Yielding bending moment [kNm]
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension	Area bars in tension zone [cm ²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

As Tension Area bars in tension zone [cm²] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

	OK	N	Mx	N ult	Mx ult	S.F.	Yneutral	Mx sn.	x/d	D	As Tension
1	OK	3358,02	-4,83	15481,28	-22,27	4,610	617,2	-1574,27	---	---	---
2	OK	-2813,37	0,00	-2974,95	0,00	1,057	135,3	-1489,07	---	---	---
3	OK	-286,44	221,61	-877,19	678,66	3,062	68,4	677,65	---	---	---
4	OK	1417,24	-349,61	7527,11	-1856,82	5,311	50,6	-1137,55	---	---	---
5	OK	1477,65	-242,00	9470,45	-1551,01	6,409	60,4	-1152,46	---	---	---
6	OK	1547,65	-164,19	11223,33	-1190,68	7,252	70,2	-1169,66	---	---	---

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	80 di 120

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0,00211	0,00200	0,0	0,00209	6,0	0,00188	68,0
2	-0,03200	-0,04856	74,0	-0,03513	68,0	-0,06750	6,0
3	0,00350	-0,01616	74,0	-0,00022	68,0	-0,03865	6,0
4	0,00350	0,00130	0,0	0,00308	6,0	-0,00121	68,0
5	0,00350	0,00166	0,0	0,00315	6,0	-0,00044	68,0
6	0,00350	0,00192	0,0	0,00320	6,0	0,00011	68,0

COMBINATION OF RESISTANCE N. 1 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N. Assigned numbers to concrete vertices
 Xc, Yc X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O
 Sc Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)
 e c Strain in each vertex

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0021083
2	-50,0	74,0	16,91	0,0018556
3	50,0	74,0	16,91	0,0018556
4	50,0	0,0	17,00	0,0021083

Longitudinal Bars:

Bar N. Number assigned to the bars
 Xs, Ys X-coordinate, Y-coordinate [cm] of single bar in the reference X,Y,O
 Ss Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)
 e s Strain in each bar

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	391,30	0,0020878
2	-35,8	6,0	391,30	0,0020878
3	-25,6	6,0	391,30	0,0020878
4	-15,3	6,0	391,30	0,0020878
5	-5,1	6,0	391,30	0,0020878
6	5,1	6,0	391,30	0,0020878
7	15,3	6,0	391,30	0,0020878
8	25,6	6,0	391,30	0,0020878
9	35,8	6,0	391,30	0,0020878
10	46,0	6,0	391,30	0,0020878
11	-46,0	68,0	375,21	0,0018761
12	-35,8	68,0	375,21	0,0018761
13	-25,6	68,0	375,21	0,0018761
14	-15,3	68,0	375,21	0,0018761
15	-5,1	68,0	375,21	0,0018761
16	5,1	68,0	375,21	0,0018761
17	15,3	68,0	375,21	0,0018761
18	25,6	68,0	375,21	0,0018761
19	35,8	68,0	375,21	0,0018761
20	46,0	68,0	375,21	0,0018761

COMBINATION OF RESISTANCE N. 2 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	81 di 120

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	0,00	-0,0706324
2	-50,0	74,0	0,00	-0,0320000
3	50,0	74,0	0,00	-0,0320000
4	50,0	0,0	0,00	-0,0706324

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0675000
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0675000
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0675000
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0675000
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0675000
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0675000
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0675000
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0675000
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0675000
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0675000
11	-46,0	68,0	-391,30	-0,0351324
12	-35,8	68,0	-391,30	-0,0351324
13	-25,6	68,0	-391,30	-0,0351324
14	-15,3	68,0	-391,30	-0,0351324
15	-5,1	68,0	-391,30	-0,0351324
16	5,1	68,0	-391,30	-0,0351324
17	15,3	68,0	-391,30	-0,0351324
18	25,6	68,0	-391,30	-0,0351324
19	35,8	68,0	-391,30	-0,0351324
20	46,0	68,0	-391,30	-0,0351324

COMBINATION OF RESISTANCE N. 3 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	0,00	-0,0423705
2	-50,0	74,0	17,00	0,0035000
3	50,0	74,0	17,00	0,0035000
4	50,0	0,0	0,00	-0,0423705

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0386513
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0386513
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0386513
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0386513
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0386513
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0386513
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0386513
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0386513
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0386513
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0386513
11	-46,0	68,0	-43,85	-0,0002192
12	-35,8	68,0	-43,85	-0,0002192

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	82 di 120

13	-25,6	68,0	-43,85	-0,0002192
14	-15,3	68,0	-43,85	-0,0002192
15	-5,1	68,0	-43,85	-0,0002192
16	5,1	68,0	-43,85	-0,0002192
17	15,3	68,0	-43,85	-0,0002192
18	25,6	68,0	-43,85	-0,0002192
19	35,8	68,0	-43,85	-0,0002192
20	46,0	68,0	-43,85	-0,0002192

COMBINATION OF RESISTANCE N. 4 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-50,0	74,0	0,00	-0,0016229
3	50,0	74,0	0,00	-0,0016229
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	391,30	0,0030846
2	-35,8	6,0	391,30	0,0030846
3	-25,6	6,0	391,30	0,0030846
4	-15,3	6,0	391,30	0,0030846
5	-5,1	6,0	391,30	0,0030846
6	5,1	6,0	391,30	0,0030846
7	15,3	6,0	391,30	0,0030846
8	25,6	6,0	391,30	0,0030846
9	35,8	6,0	391,30	0,0030846
10	46,0	6,0	391,30	0,0030846
11	-46,0	68,0	-241,51	-0,0012076
12	-35,8	68,0	-241,51	-0,0012076
13	-25,6	68,0	-241,51	-0,0012076
14	-15,3	68,0	-241,51	-0,0012076
15	-5,1	68,0	-241,51	-0,0012076
16	5,1	68,0	-241,51	-0,0012076
17	15,3	68,0	-241,51	-0,0012076
18	25,6	68,0	-241,51	-0,0012076
19	35,8	68,0	-241,51	-0,0012076
20	46,0	68,0	-241,51	-0,0012076

COMBINATION OF RESISTANCE N. 5 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-50,0	74,0	0,00	-0,0007860
3	50,0	74,0	0,00	-0,0007860
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
--------	----	----	----	-----

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	83 di 120

1	-46,0	6,0	391,30	0,0031525
2	-35,8	6,0	391,30	0,0031525
3	-25,6	6,0	391,30	0,0031525
4	-15,3	6,0	391,30	0,0031525
5	-5,1	6,0	391,30	0,0031525
6	5,1	6,0	391,30	0,0031525
7	15,3	6,0	391,30	0,0031525
8	25,6	6,0	391,30	0,0031525
9	35,8	6,0	391,30	0,0031525
10	46,0	6,0	391,30	0,0031525
11	-46,0	68,0	-87,69	-0,0004385
12	-35,8	68,0	-87,69	-0,0004385
13	-25,6	68,0	-87,69	-0,0004385
14	-15,3	68,0	-87,69	-0,0004385
15	-5,1	68,0	-87,69	-0,0004385
16	5,1	68,0	-87,69	-0,0004385
17	15,3	68,0	-87,69	-0,0004385
18	25,6	68,0	-87,69	-0,0004385
19	35,8	68,0	-87,69	-0,0004385
20	46,0	68,0	-87,69	-0,0004385

COMBINATION OF RESISTANCE N. 6 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-50,0	74,0	0,00	-0,0001920
3	50,0	74,0	0,00	-0,0001920
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	391,30	0,0032006
2	-35,8	6,0	391,30	0,0032006
3	-25,6	6,0	391,30	0,0032006
4	-15,3	6,0	391,30	0,0032006
5	-5,1	6,0	391,30	0,0032006
6	5,1	6,0	391,30	0,0032006
7	15,3	6,0	391,30	0,0032006
8	25,6	6,0	391,30	0,0032006
9	35,8	6,0	391,30	0,0032006
10	46,0	6,0	391,30	0,0032006
11	-46,0	68,0	21,47	0,0001074
12	-35,8	68,0	21,47	0,0001074
13	-25,6	68,0	21,47	0,0001074
14	-15,3	68,0	21,47	0,0001074
15	-5,1	68,0	21,47	0,0001074
16	5,1	68,0	21,47	0,0001074
17	15,3	68,0	21,47	0,0001074
18	25,6	68,0	21,47	0,0001074
19	35,8	68,0	21,47	0,0001074
20	46,0	68,0	21,47	0,0001074

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	84 di 120

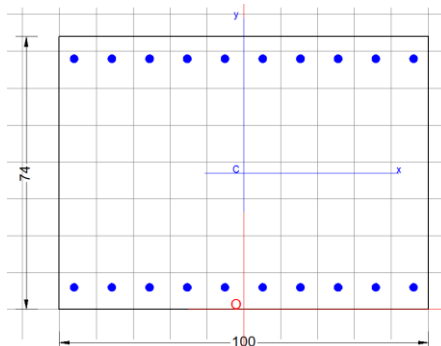
ULTIMATE LIMIT STATE - SHEAR CHECKS WITH NO TRANSVERSE REINFORCEMENT (§ 6.2.2 EC2)

Check	Result of check
Ved	Design value [daN] of applied shear force V_y (uniaxial shear)
Vwct	Design shear resistance [kN] without shear reinforcement [eq.(6.2)EC2]
d	Effective depth of section [cm]
bw	Effective min width of the cross-section [cm]
Ro	Geometrical ratio of longitudinal tension longitudinal reinforcement = $A_s/(b_w d) < 0.02$
Scp	Mean compression stress (NEd/Ac)[Mpa] [$< 0.2 f_{cd}$]
k	Coeff. k in the equation (6.2.a) EC2

Comb.N.	Check	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp	k
1	OK	0,00	346,80	68,0	100,0	0,0000	0,34	1,542
2	OK	0,00	0,00	68,0	100,0	0,0010	0,17	1,645
3	OK	0,00	0,00	68,0	100,0	0,0010	0,02	1,645
4	OK	52,03	517,49	68,0	100,0	0,0000	0,19	1,542
5	OK	62,08	525,82	68,0	100,0	0,0000	0,20	1,542
6	OK	-91,67	213,32	68,0	100,0	0,0000	0,21	1,542

Verifiche a flessione e a taglio – direzione Verticale

Si dispongono $\Phi 20 / 10$ superiormente ed inferiormente per l'armatura longitudinale e $\Phi 8 / 25$ (5 bracci) per l'armatura trasversale



GENERAL DATA OF PREDEFINED RC CROSS-SECTION

Section Name: Muro - parte inferiore - vert.secEC

(File path: S:\Projects\18005_0549D07_Cesano Vigna di Valle\Work\10 Barriera di protezione km 30+746\Report\Muro - parte inferiore - vert.secEC)

Section description:	
Reference code:	EN 1992-1-1 [EC2] Italian Annex
Exposure Class:	XC4 - Carbonation (cyclic wet and dry)
Structural member of belonging:	Beam
Section type:	Predefined section
Cross-section shape:	Rectangular
Stress path:	Constant axial force to achieve bending ULS
Reference of assigned forces:	Principal axes x,y of inertia
Section's position in the member:	In critical region

MATERIALS DATA

CONCRETE -	Class:	C30/37
	Design compressive strength f_{cd} :	17,0 MPa
	Shear reduced compressive strength $v_1 f_{cd}$:	8,5 MPa (6.9)EC2

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	85 di 120

Coeff. Crd,c:	0,1200	§ 6.2.2(1) EC2
Coeff. K1:	0,1500	§ 6.2.2(1) EC2
Coeff. v min:	0,0111	Mpa (§ 6.2.2(1) EC2
Strain at max strength ec2:	0,0020	
Ultimate strain ecu:	0,0035	
Compression diagram stress-strain:	Parabola-Rectangle	
Mean elastic modulus Ecm:	32836,6	MPa
Mean tensile strength fctm:	2,9	MPa

STEEL -	Longitudinal Bars and Stirrups:	B450C
	Characteristic yield stress fyk:	450,0 MPa
	Tensile strength ftk:	540,0 MPa
	Design yield stress fyd:	391,3 MPa
	Design strength ftd:	391,3 MPa
	Design ultimate strain esu:	0,068
	Mean elastic modulus Es:	200000,0 MPa

GEOMETRIC AND REINFORCEMENT DATA

Width:	100,0	cm
Depth:	74,0	cm
Bottom bars:	10 Ω 20	(31,4 cm?)
Top bars:	10 Ω 20	(31,4 cm?)
Low Cover (from centroid of bar):	6,0	cm
Top Cover (from centroid of bar):	6,0	cm
Web Cover (from centroid of bar):	4,0	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - DESIGN INTERNAL FORCES ASSIGNED FOR EACH COMBINATION

N	Design axial force [kN] applied in the concrete centroidal point (+ if compressive)
Mx	Design moment force [kNm] around the x axis with positive direction if such as to compress the upper edge of the section
VY	Design shear [kN] in a direction parallel to the axis Y
T	Design torsional Moment [kN m]

Comb.N.	N	Mx	Vy	MT
1	869,59	-3,64	-3,78	0,00
2	-2234,80	-1,94	-1,30	0,00
3	1228,85	56,69	-190,24	0,00
4	1835,21	-335,47	-130,95	0,00
5	1587,83	-136,08	35,24	0,00
6	-869,93	-204,63	-206,10	0,00

CHECKS RESULTS

Checks of section OK

Min edge cover of longitudinal bars:	3,0	cm
Min edge distance between longitudinal bars:	8,2	cm
Min edge cover of stirrups:	2,2	cm

ULTIMATE LIMIT STATE - CHECKS FOR BENDING AND AXIAL FORCE

Check	Result of check
N	Design axial force applied in the concrete centroid [kN] (+ if compressive)
Mx	Design bending moment force [kNm] around x axis of reference
N ult	Axial capacity [kN] of section (+ if compressive)
Mx ult	Bending moment capacity [kNm] around x axis of reference
S.F.	Safety factor = vectorial ratio of (N ult, Mx ult) to (N, Mx). Check OK if such ratio is ≥ 1.0

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	86 di 120

Yneutral	Ordinate Y [cm] of neutral axis in the reference system
Mx sn.	Yielding bending moment [kNm]
x/d	Ratio of the depth of neutral axis to the effective depth of the section
D	Ratio of redistributed moment to the elastic moment in continuous beams [(5.10)EC2]
As Tension	Area bars in tension zone [cm?] (beam). [Between brackets is shown the min. area from eq.(9.1N) EC2]

Comb.N.	Check	N	Mx	N ult	Mx ult	S.F.	Yn	M sn	x/d	D	As Tension
1	OK	869,59	-3,64	869,29	-1058,58	290,818	9,4	-998,06	0,139	0,70	31,4 (11,4)
2	OK	-2234,80	-1,94	-2235,07	-81,04	41,772	2,0	-69,31	0,029	0,70	31,4 (11,4)
3	OK	1228,85	56,69	1229,15	1165,71	20,563	63,2	1090,41	0,159	0,70	31,4 (11,4)
4	OK	1835,21	-335,47	1835,28	-1338,73	3,991	13,4	-1239,10	0,197	0,70	31,4 (11,4)
5	OK	1587,83	-136,08	1587,83	-1269,41	9,328	12,3	-1179,58	0,181	0,70	31,4 (11,4)
6	OK	-869,93	-204,63	-869,74	-519,93	2,541	5,2	-499,57	0,076	0,70	31,4 (11,4)

ULTIMATE LIMIT STATE - STRAINS AT ULTIMATE STATE

ec max	Ultimate compressive strain in concrete
ec*	Strain in the concrete fiber at ec2/ecu of depth (if ec*>0 then the section is all compressed)
Yc max	Ordinate in [cm] of the fiber corresponding to ec max
es max	Max strain in steel bars (+ if compressive)
Ys max	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es max
es min	Min strain in steel bars (+ if compressive)
Ys min	Ordinate [cm] of the bar corresponding to es min

Comb.N.	ec max	ec *	Yc max	es max	Ys max	es min	Ys min
1	0,00350	-0,00827	0,0	0,00127	6,0	-0,02173	68,0
2	0,00200	-0,03041	0,0	-0,00413	6,0	-0,06750	68,0
3	0,00350	-0,00679	74,0	0,00155	68,0	-0,01857	6,0
4	0,00350	-0,00477	0,0	0,00194	6,0	-0,01423	68,0
5	0,00350	-0,00553	0,0	0,00179	6,0	-0,01586	68,0
6	0,00350	-0,01796	0,0	-0,00056	6,0	-0,04251	68,0

COMBINATION OF RESISTANCE N. 1 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Assigned numbers to concrete vertices
Xc, Yc	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of vertices in the reference X,Y,O
Sc	Stress [Mpa] in each vertex (+ if compressive)
e c	Strain in each vertex

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-50,0	74,0	0,00	-0,0239609
3	50,0	74,0	0,00	-0,0239609
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Number assigned to the bars
Xs, Ys	X-coordinate, Y-coordinate [cm] of single bar in the reference X,Y,O
Ss	Stress [Mpa] in each bar (+ if compressive)
e s	Strain in each bar

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	87 di 120

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	254,69	0,0012734
2	-35,8	6,0	254,69	0,0012734
3	-25,6	6,0	254,69	0,0012734
4	-15,3	6,0	254,69	0,0012734
5	-5,1	6,0	254,69	0,0012734
6	5,1	6,0	254,69	0,0012734
7	15,3	6,0	254,69	0,0012734
8	25,6	6,0	254,69	0,0012734
9	35,8	6,0	254,69	0,0012734
10	46,0	6,0	254,69	0,0012734
11	-46,0	68,0	-391,30	-0,0217344
12	-35,8	68,0	-391,30	-0,0217344
13	-25,6	68,0	-391,30	-0,0217344
14	-15,3	68,0	-391,30	-0,0217344
15	-5,1	68,0	-391,30	-0,0217344
16	5,1	68,0	-391,30	-0,0217344
17	15,3	68,0	-391,30	-0,0217344
18	25,6	68,0	-391,30	-0,0217344
19	35,8	68,0	-391,30	-0,0217344
20	46,0	68,0	-391,30	-0,0217344

COMBINATION OF RESISTANCE N. 2 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0020006
2	-50,0	74,0	0,00	-0,0736324
3	50,0	74,0	0,00	-0,0736324
4	50,0	0,0	17,00	0,0020006

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0041318
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0041318
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0041318
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0041318
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0041318
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0041318
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0041318
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0041318
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0041318
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0041318
11	-46,0	68,0	-391,30	-0,0675000
12	-35,8	68,0	-391,30	-0,0675000
13	-25,6	68,0	-391,30	-0,0675000
14	-15,3	68,0	-391,30	-0,0675000
15	-5,1	68,0	-391,30	-0,0675000
16	5,1	68,0	-391,30	-0,0675000
17	15,3	68,0	-391,30	-0,0675000
18	25,6	68,0	-391,30	-0,0675000
19	35,8	68,0	-391,30	-0,0675000
20	46,0	68,0	-391,30	-0,0675000

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	88 di 120

COMBINATION OF RESISTANCE N. 3 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	0,00	-0,0205212
2	-50,0	74,0	17,00	0,0035000
3	50,0	74,0	17,00	0,0035000
4	50,0	0,0	0,00	-0,0205212

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-391,30	-0,0185735
2	-35,8	6,0	-391,30	-0,0185735
3	-25,6	6,0	-391,30	-0,0185735
4	-15,3	6,0	-391,30	-0,0185735
5	-5,1	6,0	-391,30	-0,0185735
6	5,1	6,0	-391,30	-0,0185735
7	15,3	6,0	-391,30	-0,0185735
8	25,6	6,0	-391,30	-0,0185735
9	35,8	6,0	-391,30	-0,0185735
10	46,0	6,0	-391,30	-0,0185735
11	-46,0	68,0	310,47	0,0015523
12	-35,8	68,0	310,47	0,0015523
13	-25,6	68,0	310,47	0,0015523
14	-15,3	68,0	310,47	0,0015523
15	-5,1	68,0	310,47	0,0015523
16	5,1	68,0	310,47	0,0015523
17	15,3	68,0	310,47	0,0015523
18	25,6	68,0	310,47	0,0015523
19	35,8	68,0	310,47	0,0015523
20	46,0	68,0	310,47	0,0015523

COMBINATION OF RESISTANCE N. 4 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-50,0	74,0	0,00	-0,0157894
3	50,0	74,0	0,00	-0,0157894
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	387,20	0,0019360
2	-35,8	6,0	387,20	0,0019360
3	-25,6	6,0	387,20	0,0019360
4	-15,3	6,0	387,20	0,0019360
5	-5,1	6,0	387,20	0,0019360
6	5,1	6,0	387,20	0,0019360
7	15,3	6,0	387,20	0,0019360
8	25,6	6,0	387,20	0,0019360

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	89 di 120

9	35,8	6,0	387,20	0,0019360
10	46,0	6,0	387,20	0,0019360
11	-46,0	68,0	-391,30	-0,0142254
12	-35,8	68,0	-391,30	-0,0142254
13	-25,6	68,0	-391,30	-0,0142254
14	-15,3	68,0	-391,30	-0,0142254
15	-5,1	68,0	-391,30	-0,0142254
16	5,1	68,0	-391,30	-0,0142254
17	15,3	68,0	-391,30	-0,0142254
18	25,6	68,0	-391,30	-0,0142254
19	35,8	68,0	-391,30	-0,0142254
20	46,0	68,0	-391,30	-0,0142254

COMBINATION OF RESISTANCE N. 5 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-50,0	74,0	0,00	-0,0175677
3	50,0	74,0	0,00	-0,0175677
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	358,36	0,0017918
2	-35,8	6,0	358,36	0,0017918
3	-25,6	6,0	358,36	0,0017918
4	-15,3	6,0	358,36	0,0017918
5	-5,1	6,0	358,36	0,0017918
6	5,1	6,0	358,36	0,0017918
7	15,3	6,0	358,36	0,0017918
8	25,6	6,0	358,36	0,0017918
9	35,8	6,0	358,36	0,0017918
10	46,0	6,0	358,36	0,0017918
11	-46,0	68,0	-391,30	-0,0158595
12	-35,8	68,0	-391,30	-0,0158595
13	-25,6	68,0	-391,30	-0,0158595
14	-15,3	68,0	-391,30	-0,0158595
15	-5,1	68,0	-391,30	-0,0158595
16	5,1	68,0	-391,30	-0,0158595
17	15,3	68,0	-391,30	-0,0158595
18	25,6	68,0	-391,30	-0,0158595
19	35,8	68,0	-391,30	-0,0158595
20	46,0	68,0	-391,30	-0,0158595

COMBINATION OF RESISTANCE N. 6 : STRESS AND STRAIN AT ULTIMATE STATE

Concrete vertices:

Vertex N.	Xc	Yc	Sc	e c
1	-50,0	0,0	17,00	0,0035000
2	-50,0	74,0	0,00	-0,0465712
3	50,0	74,0	0,00	-0,0465712
4	50,0	0,0	17,00	0,0035000

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	90 di 120

Longitudinal Bars:

Bar N.	Xs	Ys	Ss	e s
1	-46,0	6,0	-111,96	-0,0005598
2	-35,8	6,0	-111,96	-0,0005598
3	-25,6	6,0	-111,96	-0,0005598
4	-15,3	6,0	-111,96	-0,0005598
5	-5,1	6,0	-111,96	-0,0005598
6	5,1	6,0	-111,96	-0,0005598
7	15,3	6,0	-111,96	-0,0005598
8	25,6	6,0	-111,96	-0,0005598
9	35,8	6,0	-111,96	-0,0005598
10	46,0	6,0	-111,96	-0,0005598
11	-46,0	68,0	-391,30	-0,0425113
12	-35,8	68,0	-391,30	-0,0425113
13	-25,6	68,0	-391,30	-0,0425113
14	-15,3	68,0	-391,30	-0,0425113
15	-5,1	68,0	-391,30	-0,0425113
16	5,1	68,0	-391,30	-0,0425113
17	15,3	68,0	-391,30	-0,0425113
18	25,6	68,0	-391,30	-0,0425113
19	35,8	68,0	-391,30	-0,0425113
20	46,0	68,0	-391,30	-0,0425113

SHEAR REINFORCEMENT (FOR THE ENVELOPE OF ALL ASSIGNED COMBINATIONS)

Stirrup diameter:	8	mm	
Stirrups spacing (pitch):	25,0	cm	< Max distance for code = 25,8 cm
Number of branches of stirrup:	5		
Area stirrups/m:	10,1	cm ² /m	> Area stirr. strictly necessary for shear = 3,2cm ² /m
Shear reforc.ratio R _w :	0,0010		> 0,0010 (min. ratio rule (9.5N)EC2-1)
Mean distance between branches:	23,7	cm	< Max dist.(9.8N)EC2 = 30,0 cm

ULTIMATE LIMIT STATE - SHEAR CHECKS

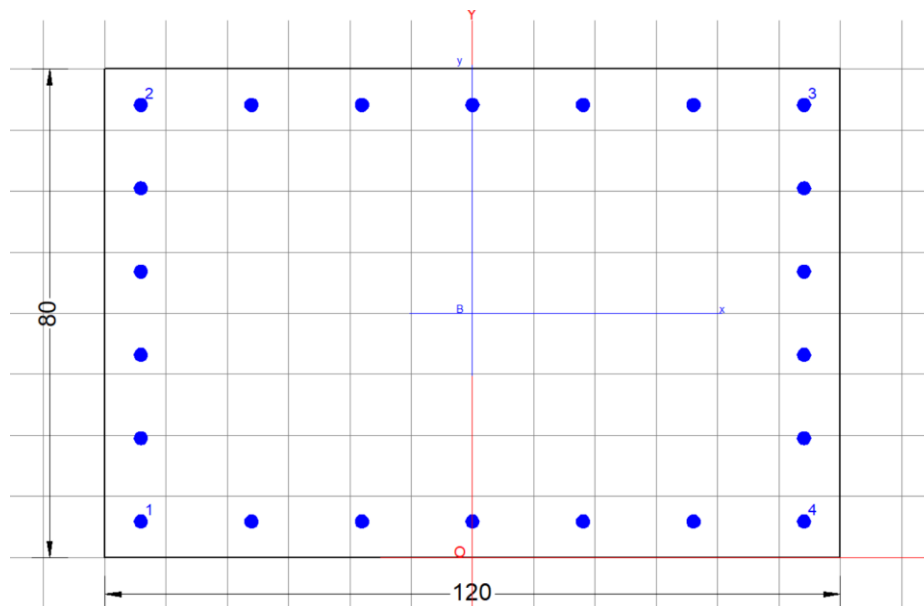
Check	Result of shear/torsion check
V _{ed}	Design applied Shear V _y [kN] (uniaxial force)
V _{rd,c}	Shear resistance [kN] without shear reinforcement [§6.2.2 EC2]
V _{rd,max}	Shear resistance [kN] limited by crushing of concrete struts [eq.(6.9)EC2]
V _{rd,s}	Shear resistance [kN] sustained by yieldin of shear reinforcement [eq.(6.8)EC2]
z	Inner level arm [cm] of resistant cross section (§6.2.3(1) EC2)
bw	Minimum width [cm] of cross section parallel to neutral axis (§6.2.3(1) EC2)
Cot(Th)	Cot of angle Th between the concrete compression struts and the beam axis (§6.2.3(1) EC2)
A _{w min}	Minimum admissible area of stirrups [cm ² /m] [eq.(9.5N)EC2]
A _{st}	Area of stirrups/m strictly necessary for shear and torsion [cm ² /m]
C _{rd,c} =0,120	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.2.a)EC2
k=1,542	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.2.a)EC2
v _{min} =0,111	Coeff. for shear resistance without shear reinforcement in eq.(6.3N)EC2

Comb.N.	Check	V _{ed}	V _{rd,c}	V _{rd,max}	V _{rd,s}	z	bw	Cot(Th)	A _{w min}	A _{st}
1	OK	-3,78	422,17	1878,02	630,13	64,1	100,0	2,50	9,7	0,1
2	OK	-1,30	0,00	1971,07	661,35	67,2	100,0	2,50	9,7	0,0
3	OK	-190,24	471,69	1861,71	624,66	63,5	100,0	2,50	9,7	3,1
4	OK	-130,95	555,27	1829,34	613,80	62,4	100,0	2,50	9,7	2,1
5	OK	35,24	521,17	1843,26	618,47	62,9	100,0	2,50	9,7	0,6
6	OK	-206,10	0,00	1930,05	647,59	65,8	100,0	2,50	9,7	3,2

11.1.4 Cordolo

Verifiche a flessione e a taglio

Si dispongono barre $\Phi 22$ disposte come in figura. Per l'armatura trasversale si considerano staffe di $\Phi 12$ / 12.5. L'armatura rispetta l'armatura minima costituita dal 0.2 % dell'area di calcestruzzo in entrambe le direzioni.



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto f_{cd} :	14.160 MPa
	Resis. compr. ridotta f_{cd}' :	7.080 MPa
	Def.unit. max resistenza $ec2$:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu :	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale E_c :	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione f_{ctm} :	2.560 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. f_{yk} :	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura f_{tk} :	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto f_{yd} :	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto f_{td} :	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto E_{pu} :	0.068
	Modulo Elastico E_f :	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C25/30	
N° vertice:	X [cm]	Y [cm]

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	92 di 120

1	-60.0	0.0
2	-60.0	80.0
3	60.0	80.0
4	60.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-54.1	6.1	22
2	-54.1	73.9	22
3	54.1	73.9	22
4	54.1	6.1	22

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	4	22
2	2	3	5	22
3	3	4	4	22
4	1	4	5	22

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	12 mm
Passo staffe:	12.5 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	628.42	6.15	727.79	8.49
2	0.00	3.06	618.31	22.09	194.60
3	0.00	43.00	945.80	82.96	93.99

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	93 di 120

N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0.00	628.42	6.15	0.00	1135.17	11.55	1.81	57.0(13.2)
2	S	0.00	3.06	618.31	0.00	7.16	1754.51	2.84	60.8(13.5)
3	S	0.00	43.00	945.80	0.00	75.60	1741.46	1.84	60.8(13.8)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.144	60.0	80.0	0.00150	54.1	73.9	-0.02080	-54.1	6.1
2	0.00350	0.141	60.0	80.0	0.00221	54.1	73.9	-0.02139	-54.1	6.1
3	0.00350	0.161	60.0	80.0	0.00235	54.1	73.9	-0.01830	-54.1	6.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000794	0.000327637	-0.022758608	0.144	0.700
2	0.000217430	0.00001076	-0.009631876	0.141	0.700
3	0.000183291	0.000011943	-0.008452908	0.161	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	12.5 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	94 di 120

Ctg E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Acw Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Ast Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 A.Eff Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	727.81	2270.05	944.44	74.1	120.2	2.000	1.000	13.9	18.1(0.0)
2	S	194.71	2309.98	1451.67	113.9	79.6	2.000	1.000	2.4	18.1(0.0)
3	S	99.19	2232.31	1431.69	112.3	78.0	2.000	1.000	1.3	18.1(0.0)

11.1.5 Verifica al punzonamento in testa al muro

La zona critica della muro di protezione in cui si svolgono le verifiche al punzonamento e si dimensiona la necessaria armatura trasversale è stata definita nella sezione 11.1.2 della presente relazione.

11.2 VERIFICHE PALI DI ESTREMITÀ

Essendo molto più sollecitati i pali posti alle estremità del muro di protezione, a causa delle forze eccezionali in caso di urto alle a quelle locazioni, si svolgono verifiche strutturali separate per i 3 pali estremali posti a ciascuna estremità del muro di protezione. Gli esiti di tali verifiche sono presentati nei paragrafi che seguono.

11.2.1 Verifiche di portanza dei pali

La falda è posta a 10m dal piano campagna. Lo sforzo assiale massimo da analisi (peso del palo incluso) è pari a $Q_v = 1280,57\text{kN}$.

I pali sono posti a -1.5 m dal p.c. e hanno diametro $\phi = 0,80$ m e lunghezza $L = 15,00$ m.

Si riporta successivamente il calcolo di capacità portante:

CALCOLO DELLA CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO TRIVELLATO DI MEDIO DIAMETRO

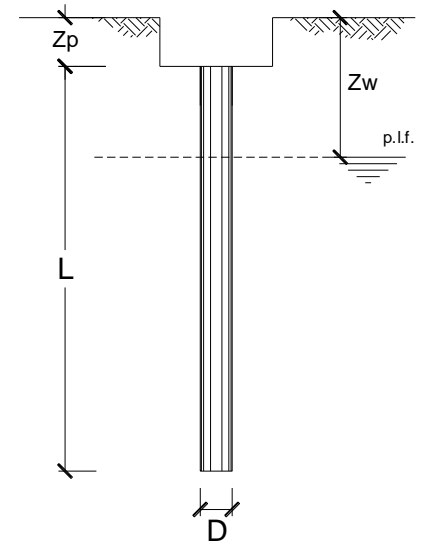
CANTIERE:

OPERA:

DATI DI INPUT:

Diametro del Palo (D): **0.80** (m) Area del Palo (A_p): **0.503** (m²)
 Quota testa Palo dal p.c. (z_p): **1.50** (m) Quota falda dal p.c. (z_w): **10.00** (m)
 Carico Assiale Permanente (G): **1280.57** (kN) Carico Assiale variabile (Q): **0** (kN)
 Numero di strati **4** L_{palo} = **15.00** (m)

coefficienti parziali		azioni		resistenza laterale e di base		
Metodo di calcolo		permanenti	variabili	γ _b	γ _s	γ _s traz
		γ _G	γ _Q			
SLU	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	1.00	1.30	1.70	1.45	1.60
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.35	1.15	1.25
	SISMA	1.00	1.00	1.35	1.15	1.25
DM88		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		1.00	1.00	1.35	1.15	1.25



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ ₃	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ ₄	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

PARAMETRI MEDI

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Parametri del terreno			
			γ (kN/m ³)	c' med (kPa)	φ' med (°)	c _u med (kPa)
1	2.50	Limo argilloso sabbioso	17.00	0.0	26.0	
2	6.50	Limo argilloso sabbioso	17.00	0.0	25.0	
3	5.00	Depositi vulcanici	20.00	0.0	28.0	
4	1.00	Roccia	27.00	0.0	42.0	

Coefficienti di Calcolo			
k	μ	a	α
(-)	(-)	(-)	(-)
0.56	0.49		
0.58	0.47		
0.53	0.53		
0.33	0.90		

(n.b.: lo spessore degli strati è computato dalla quota di intradosso del plinto)

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	96 di 120

Strato	Spess (m)	Tipo di terreno	Qsi
			(kN)
1	2.50	Limo argilloso sabbioso	80.5
2	6.50	Limo argilloso sabbioso	541.2
3	5.00	Depositi vulcanici	703.6
4	1.00	Roccia	173.7
			1499.1

$$R_{s, \text{cal}} = 1499.1 \text{ kN}$$

Portanza di base

$\phi = 42^\circ$ si assume a favore di sicurezza un angolo pari a $\phi = 42 - 3 = 39^\circ$

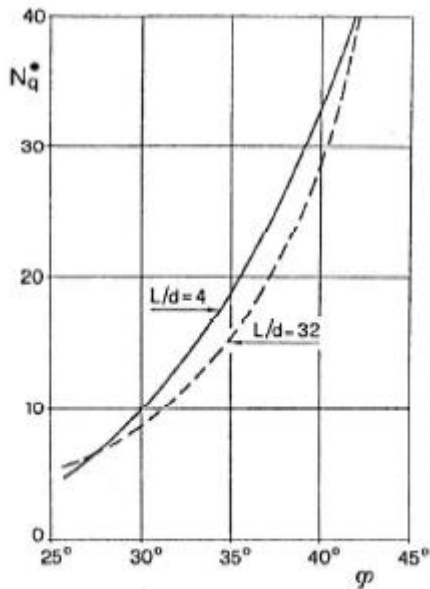


Fig. 5 - COEFFICIENTI N_q^* (BEREZANTZEV, 1965),
CORRISPONDENTI ALL'INSORGERE DELLE DEFORMAZIONI PLASTICHE ALLA PUNTA

$$N_q = 30$$

Tensione effettiva alla base del palo = 240.5 kPa

$$Q_{\text{base}} = 30 \times 240.5 = 7215 \text{ kPa}$$

Si limita tale valore a 4000 kPa

$$Q_{\text{base}} = 4000 \times 0.4^2 \times 3.14 = 2009.6 \text{ kN}$$

$$R_{b, \text{cal}} = 2009.6 \text{ kN}$$

$$R_d = 1499.1 / (1.7 \times 1.15) + 2009.6 / (1.7 \times 1.35) = 1642.44 \text{ kN} > 1280.57 \text{ kN}$$

Portata laterale limite = 1499.1 kN

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	97 di 120

Carico in esercizio = 744.2 kN

Verifica SLE

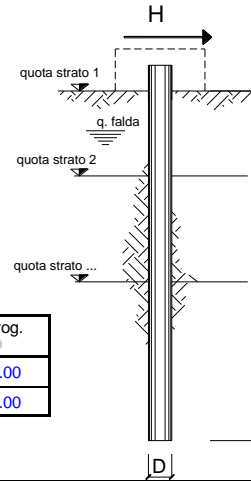
$1499.1/1.25 = 1199.3 \text{ kN} > 744.2 \text{ kN}$ (verifica soddisfatta)

11.2.2 Calcolo del carico limite orizzontale del palo

opera **Pali muro di protezione**

coefficienti parziali Metodo di calcolo			A		M		R
			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_{ef}	γ_{cu}	γ_T
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30

n	1	2	3	4	5	7	≥ 10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00



strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		0.00	17	7	26	2.56		26	2.56	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2		-2.50	17	7	25	2.46		25	2.46	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3		-9.00	20	10	28	2.77		28	2.77	
<input type="checkbox"/> strato 4		-14.00	27	17	42	5.04		42	5.04	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda -10 (m)
 Diametro del palo D 0.80 (m)
 Lunghezza del palo L 15.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y 1515.70 (kNm)
 Step di calcolo 0.01 (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	H medio		H minimo	
Palo lungo	1019.0 (kN)		1019.0 (kN)	
Palo intermedio	3132.5 (kN)		3132.5 (kN)	
Palo corto	11748.4 (kN)		11748.4 (kN)	
H_{med}	1019.0 (kN)	Palo lungo	H_{min}	1019.0 (kN)

$$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4) = 599.38 \text{ (kN)}$$

$$H_d = H_k / \gamma_T = 461.06 \text{ (kN)}$$

Carico Assiale Permanente (G): G = 458.21 (kN)

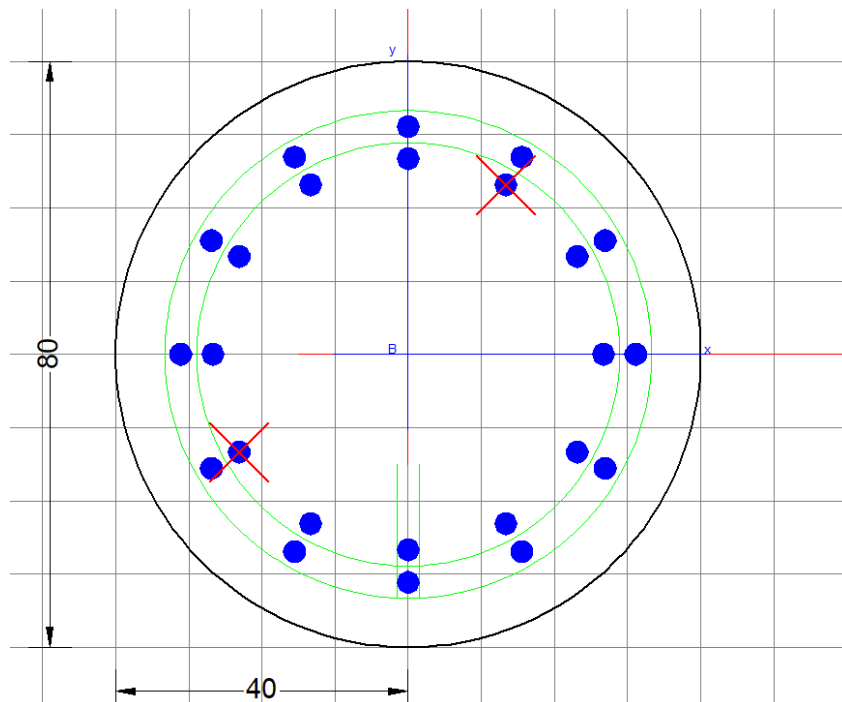
Carico Assiale variabile (Q): Q = 0 (kN)

$$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q = 458.21 \text{ (kN)}$$

$$FS = H_d / F_d = 1.01$$

11.2.3 Verifica a pressoflessione e taglio del palo

Viene adottata per il palo una armatura longitudinale composta da una corona di 12+12 Φ 30. Per l'armatura trasversale si distribuiscono staffe Φ 14/15 (copriferro 6 cm).



CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	100 di 120

Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
 Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$: 1.00
 Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$: 0.50
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 360.00 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 40.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonf. lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	31.1	12	30
2	0.0	0.0	26.7	12	30

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
 Passo staffe: 15.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	-300.87	741.04	234.69
2	1280.57	0.10	55.74
3	471.69	1504.47	84.66
4	278.23	391.42	458.21
5	278.23	391.42	1018.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	101 di 120

1 176.65 261.42 0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	433.00	122.00 (308.37)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	433.00	98.27 (357.06)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-300.87	741.04	-301.10	1449.69	1.96	99.0(7.0)
2	S	1280.57	0.10	1280.86	1609.32	999.00	99.0(7.4)
3	S	471.69	1504.47	471.83	1535.08	1.02	99.0(7.4)
4	S	278.23	391.42	278.19	1515.70	3.87	99.0(7.4)
5	S	278.23	391.42	278.19	1515.70	3.87	99.0(7.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
--------	--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	102 di 120

1	0.00350	0.394	0.0	40.0	0.00239	0.0	31.1	-0.00537	0.0	-31.1
2	0.00350	0.485	0.0	40.0	0.00260	0.0	31.1	-0.00371	0.0	-31.1
3	0.00350	0.435	0.0	40.0	0.00249	0.0	31.1	-0.00454	0.0	-31.1
4	0.00350	0.424	0.0	40.0	0.00247	0.0	31.1	-0.00476	0.0	-31.1
5	0.00350	0.424	0.0	40.0	0.00247	0.0	31.1	-0.00476	0.0	-31.1

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000124802	-0.001492062	0.394	0.933
2	0.000000000	0.000101439	-0.000557558	0.485	1.000
3	0.000000000	0.000113124	-0.001024956	0.435	0.984
4	0.000000000	0.000116125	-0.001145011	0.424	0.970
5	0.000000000	0.000116125	-0.001145011	0.424	0.970

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 15.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L =lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	234.69	948.39	2003.92	59.7	72.3	2.500	1.000	4.5	38.1(0.0)
2	S	55.74	1127.81	1990.26	59.3	73.4	2.500	1.180	1.1	38.1(0.0)
3	S	84.66	1019.18	1990.26	59.3	73.4	2.500	1.066	1.6	38.1(0.0)
4	S	458.21	993.20	1990.26	59.3	73.4	2.500	1.039	8.8	38.1(0.0)
5	S	1018.00	1018.00	1922.87	59.3	73.4	2.415	1.039	20.2	38.1(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	103 di 120

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.87	0.0	0.0	-81.2	0.0	-31.1	684	28.3

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.43	0.0	0.0	-17.6	0.0	-31.1	361	7.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
Cf	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC] Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max	Massima distanza tra le fessure [mm]
wk	Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
My fess.	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00012	0	0.500	30.0	74	0.00005 (0.00005)	512	0.027 (0.20)	308.37	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.00	0.0	0.0	-10.4	0.0	-31.1	297	7.1

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00008	0	0.500	30.0	74	0.00003 (0.00003)	466	0.014 (0.20)	357.06	0.00

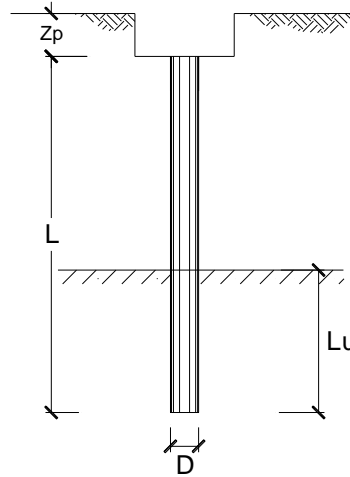
11.2.4 Cedimenti della palificata

CALCOLO DEL CEDIMENTO DELLA PALIFICATA

OPERA: 0

DATI DI IMPUT:

Diametro del Palo (D): 0.80 (m)
 Carico sul palo (P): 744.2 (kN)
 Lunghezza del Palo (L): 15.00 (m)
 Lunghezza Utile del Palo (Lu): 15.00 (m)
 Modulo di Deformazione (E): 15.00 (MPa)
 Numero di pali della Palificata (n): 1 (-)
 Spaziatura dei pali (s): 2.4 (m)



CEDIMENTO DEL PALO SINGOLO:

$$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{utile}$$

Coefficiente di forma

$$\beta = 0,5 + \text{Log}(L_{utile} / D): 1.77 (-)$$

Cedimento del palo

$$\delta = \beta \cdot P / E \cdot L_{utile} = 5.86 \text{ (mm)}$$

11.3 VERIFICHE PALI TIPICI

Nel presente capitolo si presentano le verifiche strutturali dei muri di protezione svolte per i pali tipici, ossia “non estremali”, collocati nelle sezioni intermedie del muro di protezione. Come menzionato al paragrafo §10.2 della presente relazione, si definiscono “pali di estremità” i primi tre pali collocati a ciascuna estremità del muro. I restanti pali, detti “tipici”, sono verificati nel presente capitolo.

11.3.1 Verifiche di portanza dei pali

La falda è posta a 10m dal piano campagna. Lo sforzo assiale massimo da analisi (peso del palo incluso) è pari a $Q_v = 1225,84\text{kN}$.

I pali sono posti a -1.5 m dal p.c. e hanno diametro $\varnothing = 0,80$ m e lunghezza $L = 15,00$ m.

Essendo il carico verticale di poco inferiore al carico dei pali d'estremità per la verifica di capacità portante verticale vedasi capitolo 11.2.1.

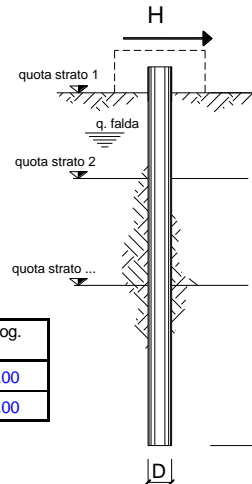
RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA: NR1J LOTTO: 01 D 29 CODIFICA: CL DOCUMENTO: RI0005005 REV.: B FOGLIO: 106 di 120

11.3.2 Calcolo del carico limite orizzontale del palo

opera **Pali muro di protezione**

coefficienti parziali			A		M		R
Metodo di calcolo			permanenti γ_G	variabili γ_Q	γ_{ψ}	γ_{cu}	γ_T
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.00	1.00	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00	1.30
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30
DM88		<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista		<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	1.30



n	1	2	3	4	5	7	≥10	T.A.	prog.
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

strati terreno	descrizione	quote (m)	γ (kN/m ³)	γ' (kN/m ³)	φ (°)	Parametri medi		Parametri minimi		
						k_p	c_u (kPa)	φ (°)	k_p	c_u (kPa)
p.c.=strato 1		0.00	17	7	26	2.56		26	2.56	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 2		-2.50	17	7	25	2.46		25	2.46	
<input checked="" type="checkbox"/> strato 3		-9.00	20	10	28	2.77		28	2.77	
<input type="checkbox"/> strato 4		-14.00	27	17	42	5.04		42	5.04	
<input type="checkbox"/> strato 5						1.00			1.00	
<input type="checkbox"/> strato 6						1.00			1.00	

Quota falda: -10 (m)
 Diametro del palo D: 0.80 (m)
 Lunghezza del palo L: 15.00 (m)
 Momento di plasticizzazione palo M_y : 1033.00 (kNm)
 Step di calcolo: 0.01 (m)

palo impedito di ruotare
 palo libero

Calcolo
(ctrl+r)

	<u>H medio</u>		<u>H minimo</u>	
Palo lungo	790.7 (kN)		790.7 (kN)	
Palo intermedio	3081.6 (kN)		3081.6 (kN)	
Palo corto	11748.4 (kN)		11748.4 (kN)	
H_{med}	790.7 (kN)	Palo lungo	H_{min}	790.7 (kN) Palo lungo
$H_k = \text{Min}(H_{med}/\xi_3 ; R_{min}/\xi_4)$			465.11 (kN)	
$H_d = H_k/\gamma_T$			357.78 (kN)	
Carico Assiale Permanente (G):	G =	266.89 (kN)		
Carico Assiale variabile (Q):	Q =	0 (kN)		
$F_d = G \cdot \gamma_G + Q \cdot \gamma_Q =$		266.89 (kN)		
$FS = H_d / F_d =$		1.34		

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	107 di 120

11.3.3 Verifica a pressoflessione e taglio del palo

Viene adottata per il palo una armatura longitudinale composta da una corona di 20 Φ 24 (copriferro 6 cm). Per l'armatura trasversale si distribuiscono Φ 12/15.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	150.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	360.00	MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Circolare
Classe Conglomerato:	C25/30

Raggio circ.:	40.0 cm
X centro circ.:	0.0 cm
Y centro circ.:	0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre				
Xcentro	Ascissa [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate				
Raggio	Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate				
N°Barre	Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonferenza				
\emptyset	Diametro [mm] della singola barra generata				

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	\emptyset
--------	---------	---------	--------	---------	-------------

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	108 di 120

1 0.0 0.0 31.6 20 24

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 15.0 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N°Comb.	N	Mx	Vy
1	-141.76	787.86	242.21
2	1225.84	0.10	55.32
3	586.46	937.39	266.89
4	586.46	937.39	790.70

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	176.65	261.42	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	432.49	118.98 (278.70)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	432.49	95.90 (327.57)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	109 di 120

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	-141.76	787.86	-141.82	913.37	1.16	58.8(7.4)
2	S	1225.84	0.10	1226.06	1115.69	999.00	49.8(7.4)
3	S	586.46	937.39	586.31	1033.22	1.10	49.8(7.4)
4	S	586.46	937.39	586.31	1033.22	1.10	49.8(7.4)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
x/d	Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xs min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xs max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.315	0.0	40.0	0.00220	0.0	31.6	-0.00762	0.0	-31.6
2	0.00350	0.433	0.0	40.0	0.00255	0.0	31.6	-0.00458	0.0	-31.6
3	0.00350	0.378	0.0	40.0	0.00241	0.0	31.6	-0.00575	0.0	-31.6
4	0.00350	0.378	0.0	40.0	0.00241	0.0	31.6	-0.00575	0.0	-31.6

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000155277	-0.002711076	0.315	0.834
2	0.000000000	0.000112885	-0.001015393	0.433	0.981
3	0.000000000	0.000129171	-0.001666822	0.378	0.913
4	0.000000000	0.000129171	-0.001666822	0.378	0.913

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	12 mm
Passo staffe:	15.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [kN] = Vy ortogonale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	110 di 120

I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallele. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	242.21	934.77	811.47	61.1	69.6	2.500	1.000	4.5	15.1(0.0)
2	S	55.32	1129.91	793.41	59.8	73.4	2.500	1.172	1.1	15.1(0.0)
3	S	266.89	1035.14	798.81	60.2	72.3	2.500	1.082	5.0	15.1(0.0)
4	S	790.70	1035.14	798.81	60.2	72.3	2.500	1.082	14.9	15.1(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	6.18	0.0	0.0	-126.9	0.0	-31.6	748	22.6

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.83	0.0	0.0	-22.1	0.0	-31.6	417	13.6

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00015	0	0.500	24.0	72	0.00007 (0.00007)	370	0.025 (0.20)	278.70	0.00

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	111 di 120

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.30	0.0	0.0	-12.1	0.0	-31.6	259	4.5

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00009	0	0.500	24.0	72	0.00004 (0.00004)	479	0.017 (0.20)	327.57	0.00

11.3.4 Cedimenti della palificata

CALCOLO DEL CEDIMENTO DELLA PALIFICATA

OPERA: 0

DATI DI IMPUT:

Diametro del Palo (D):	0.80	(m)
Carico sul palo (P):	742.0	(kN)
Lunghezza del Palo (L):	15.00	(m)
Lunghezza Utile del Palo (Lu):	15.00	(m)
Modulo di Deformazione (E):	15.00	(MPa)
Numero di pali della Palificata (n):	1	(-)
Spaziatura dei pali (s)	2.4	(m)

CEDIMENTO DEL PALO SINGOLO:

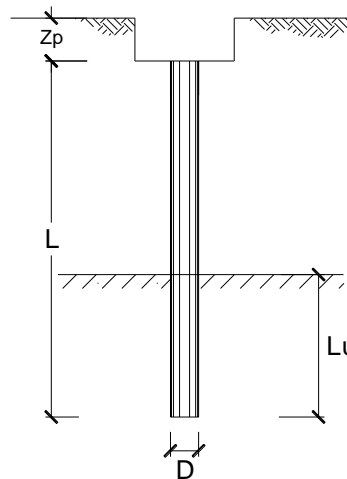
$$\delta = \beta * P / E * L_{utile}$$

Coefficiente di forma

$$\beta = 0,5 + \text{Log}(L_{utile} / D): 1.77 (-)$$

Cedimento del palo

$$\delta = \beta * P / E * L_{utile} = 5.85 \text{ (mm)}$$



12. INCIDENZA ARMATURA

La struttura presenta un'incidenza per gli elementi strutturali come segue:

- Muro parte superiore = 150 kg/m³;
- Muro parte media = 145 kg/m³;
- Muro parte inferiore = 205 kg/m³;
- Incidenza pesata sezione trasversale = 170 kg/m³
- Cordolo = 135 kg/m³;
- Pali = $(45 \times 191 + 6 \times 377) / (45 + 6) \sim 213 \text{ kg/m}^3$

Pertanto nel calcolo è stato considerato un incremento del 15% per tener conto della presenza di legature, spille e sovrapposizioni. Si incrementa l'incidenza dell'armatura con 20kg/m³ per tener conto dei distanziatori.

Geometria muro

Muro parte superiore

H _{sez1}	0,84	m
B _{sez}	1	m
L _{sez1}	1	m
Volume unitario	0,84	m ³

Muro parte media

H _{sez}	0,54	m
B _{sez}	1	m
L _{sez}	1	m
Volume unitario	0,54	m ³

Muro parte inferiore

H _{sez}	0,74	m
B _{sez}	1	m
L _{sez}	1	m
Volume unitario	0,74	m ³

Cordolo

H _{sez}	0,8	m
B _{sez}	1,2	m
L _{sez}	1	m

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	113 di 120

Volume unitario 0,96 m³

Pali

D_{sez} 0,8 m

L_{sez} 1 m

Volume unitario 0,503 m³

Peso acciaio 7850 kg/m³

Idennità di legature 0,15

Muro parte superiore

	φ mm	A m ²	n° barre -	peso kg/m
Lati interni, arm. Orizzontale	20	0,000314	10	24,662
Lato esterni arm. Orizzontale	20	0,000314	10	24,662
Lato interni, arm. Verticale	16	0,000201	10	15,783
Lato esterni arm. Verticale	16	0,000201	10	15,783
Staffe	8	5,03E-05	7	14,142
Incidenza muro frontale		130,10		kg/m³

Muro parte media

	φ mm	A m ²	n° barre -	peso kg/m
Lati interni, arm. Orizzontale	16	0,000201	10	15,783
Lato esterni arm. Orizzontale	16	0,000201	10	15,783
Lato interni, arm. Verticale	18	0,000254	10	19,976
Lato esterni arm. Verticale	18	0,000254	10	19,976
Staffe - zone critiche (4m totale)	8	5,03E-05	5	8,720
Incidenza muro paraghiaia		125,56		kg/m³

Muro parte inferiore

	φ mm	A m ²	n° barre -	peso kg/m
Lati interni, arm. Orizzontale	22	0,00038	10	29,840
Lato esterni arm. verticale	22	0,00038	10	29,840

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	114 di 120

Lato interni, arm. orizzontale	20	0,000314	10	24,662
Lato esterni arm. Orizzontale	20	0,000314	10	24,662
Staffe	8	5,03E-05	4	8,555
Incidenza Soletta di fond.	182,69	kg/m³		

Cordolo

	ϕ mm	A m ²	n° barre -	peso kg/m
Armatura orizzontale	22	0.00038	22	65.649
Staffe	12	0.000113	8	27,103
Incidenza Soletta di fond.	111.11+20=131.11	kg/m³		

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	115 di 120

Ferri di Pali di estremità (n°6)

Armatura longitudinale

n. barre	24
diametro (mm)	30
peso barre (kg/m)	5.549
peso barre gabbia (kg)	133.2

Palo

diametro (m)	0.8
area sezione (m ²)	0.503
volume cls (m ³ /m)	0.503

Incidenza armatura long. (kg/m³) 264.9

Staffe

diametro (mm)	14
peso barre (kg/m)	1.208
passo (m)	0.15
copriferro (cm)	6.7
peso barre gabbia (kg)	16.8

Incidenza staffe (kg/m³) 33.5

Incidenza totale (kg/m³) 327.6

Incidenza totale (kg/m³) compreso sovrapposizioni 15% 377

Staffe

diametro (mm)	14
peso barre (kg/m)	1.208
passo (m)	0.15
copriferro (cm)	11.1
peso barre gabbia (kg)	14.6

Incidenza staffe (kg/m³) 29.1

Ferri di Pali tipici (n°45)

Armatura longitudinale

n. barre	20
diámetro (mm)	24
peso barre (kg/m)	3.551
peso barre gabbia (kg)	71.0

Palo

diámetro (m)	0.8
area sezione (m ²)	0.503
volume cls (m ³ /m)	0.503

Incidenza armatura long. (kg/m³) 141.3

Staffe

diámetro (mm)	12
peso barre (kg/m)	0.888
passo (m)	0.15
copriferro (cm)	6.6
peso barre gabbia (kg)	12.4

Incidenza staffe (kg/m³) 24.7

Incidenza totale (kg/m³) 166.0

**Incidenza totale (kg/m³) compreso
sovrapposizioni 15%** 191

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	117 di 120

13. ALLEGATO

13.1 Combinazioni di carico

TABLE: Combination Definitions				SLU_4	Ritiro	1,35	
ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor	SLU_4	Vento e press	0,9	
Text	Text	Text	Unitless	SLU_4	Dt_U+	0	
SLU_1	Linear Add	DEAD	1,35	SLU_4	Dt_U-	1,5	
SLU_1		Spinta_terre	1,35	SLU_4	Urto_1_X	0	
SLU_1		Ritiro	1,35	SLU_4	Urto_1_Y	0	
SLU_1		Vento e press	1,5	SLU_4	Urto_2_Y	0	
SLU_1		Dt_U+	0,9	SLU_4	Urto_2_X	0	
SLU_1		Dt_U-	0	SLU_5	Linear Add	DEAD	1
SLU_1		Urto_1_X	0	SLU_5	Spinta_terre	1	
SLU_1		Urto_1_Y	0	SLU_5	Ritiro	1	
SLU_1		Urto_2_Y	0	SLU_5	Vento e press	1,5	
SLU_1		Urto_2_X	0	SLU_5	Dt_U+	0,9	
SLU_2	Linear Add	DEAD	1,35	SLU_5	Dt_U-	0	
SLU_2		Spinta_terre	1,35	SLU_5	Urto_1_X	0	
SLU_2		Ritiro	1,35	SLU_5	Urto_1_Y	0	
SLU_2		Vento e press	1,5	SLU_5	Urto_2_Y	0	
SLU_2		Dt_U+	0	SLU_5	Urto_2_X	0	
SLU_2		Dt_U-	0,9	SLU_6	Linear Add	DEAD	1
SLU_2		Urto_1_X	0	SLU_6	Spinta_terre	1	
SLU_2		Urto_1_Y	0	SLU_6	Ritiro	1	
SLU_2		Urto_2_Y	0	SLU_6	Vento e press	1,5	
SLU_2		Urto_2_X	0	SLU_6	Dt_U+	0	
SLU_3	Linear Add	DEAD	1,35	SLU_6	Dt_U-	0,9	
SLU_3		Spinta_terre	1,35	SLU_6	Urto_1_X	0	
SLU_3		Ritiro	1,35	SLU_6	Urto_1_Y	0	
SLU_3		Vento e press	0,9	SLU_6	Urto_2_Y	0	
SLU_3		Dt_U+	1,5	SLU_6	Urto_2_X	0	
SLU_3		Dt_U-	0	SLU_7	Linear Add	DEAD	1
SLU_3		Urto_1_X	0	SLU_7	Spinta_terre	1	
SLU_3		Urto_1_Y	0	SLU_7	Ritiro	1	
SLU_3		Urto_2_Y	0	SLU_7	Vento e press	0,9	
SLU_3		Urto_2_X	0	SLU_7	Dt_U+	1,5	
SLU_4	Linear Add	DEAD	1,35	SLU_7	Dt_U-	0	
SLU_4		Spinta_terre	1,35	SLU_7	Urto_1_X	0	

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	118 di 120

SLU_7		Urto_1_Y	0	SLU_11		Urto_1_Y	1
SLU_7		Urto_2_Y	0	SLU_11		Urto_2_Y	0
SLU_7		Urto_2_X	0	SLU_11		Urto_2_X	0
SLU_8	Linear Add	DEAD	1	SLU_12	Linear Add	DEAD	1
SLU_8		Spinta_terre	1	SLU_12		Spinta_terre	1
SLU_8		Ritiro	1	SLU_12		Ritiro	1
SLU_8		Vento e press	0,9	SLU_12		Vento e press	0
SLU_8		Dt_U+	0	SLU_12		Dt_U+	0
SLU_8		Dt_U-	1,5	SLU_12		Dt_U-	0,5
SLU_8		Urto_1_X	0	SLU_12		Urto_1_X	0
SLU_8		Urto_1_Y	0	SLU_12		Urto_1_Y	1
SLU_8		Urto_2_Y	0	SLU_12		Urto_2_Y	0
SLU_8		Urto_2_X	0	SLU_12		Urto_2_X	0
SLU_9	Linear Add	DEAD	1	SLU_13	Linear Add	DEAD	1
SLU_9		Spinta_terre	1	SLU_13		Spinta_terre	1
SLU_9		Ritiro	1	SLU_13		Ritiro	1
SLU_9		Vento e press	0	SLU_13		Vento e press	0
SLU_9		Dt_U+	0,5	SLU_13		Dt_U+	0,5
SLU_9		Dt_U-	0	SLU_13		Dt_U-	0
SLU_9		Urto_1_X	1	SLU_13		Urto_1_X	0
SLU_9		Urto_1_Y	0	SLU_13		Urto_1_Y	0
SLU_9		Urto_2_Y	0	SLU_13		Urto_2_Y	1
SLU_9		Urto_2_X	0	SLU_13		Urto_2_X	0
SLU_10	Linear Add	DEAD	1	SLU_14	Linear Add	DEAD	1
SLU_10		Spinta_terre	1	SLU_14		Spinta_terre	1
SLU_10		Ritiro	1	SLU_14		Ritiro	1
SLU_10		Vento e press	0	SLU_14		Vento e press	0
SLU_10		Dt_U+	0	SLU_14		Dt_U+	0
SLU_10		Dt_U-	0,5	SLU_14		Dt_U-	0,5
SLU_10		Urto_1_X	1	SLU_14		Urto_1_X	0
SLU_10		Urto_1_Y	0	SLU_14		Urto_1_Y	0
SLU_10		Urto_2_Y	0	SLU_14		Urto_2_Y	1
SLU_10		Urto_2_X	0	SLU_14		Urto_2_X	0
SLU_11	Linear Add	DEAD	1	SLU_15	Linear Add	DEAD	1
SLU_11		Spinta_terre	1	SLU_15		Spinta_terre	1
SLU_11		Ritiro	1	SLU_15		Ritiro	1
SLU_11		Vento e press	0	SLU_15		Vento e press	0
SLU_11		Dt_U+	0,5	SLU_15		Dt_U+	0,5
SLU_11		Dt_U-	0	SLU_15		Dt_U-	0
SLU_11		Urto_1_X	0	SLU_15		Urto_1_X	0

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	119 di 120

SLU_15		Urto_1_Y	0	SLE_R_1		Urto_1_Y	0
SLU_15		Urto_2_Y	0	SLE_R_1		Urto_2_Y	0
SLU_15		Urto_2_X	1	SLE_R_1		Urto_2_X	0
SLU_16	Linear Add	DEAD	1	SLE_R_2	Linear Add	DEAD	1
SLU_16		Spinta_terre	1	SLE_R_2		Spinta_terre	1
SLU_16		Ritiro	1	SLE_R_2		Ritiro	1
SLU_16		Vento e press	0	SLE_R_2		Vento e press	1
SLU_16		Dt_U+	0	SLE_R_2		Dt_U+	0
SLU_16		Dt_U-	0,5	SLE_R_2		Dt_U-	0,6
SLU_16		Urto_1_X	0	SLE_R_2		Urto_1_X	0
SLU_16		Urto_1_Y	0	SLE_R_2		Urto_1_Y	0
SLU_16		Urto_2_Y	0	SLE_R_2		Urto_2_Y	0
SLU_16		Urto_2_X	1	SLE_R_2		Urto_2_X	0
SLU_17	Linear Add	DEAD	1	SLE_R_3	Linear Add	DEAD	1
SLU_17		Spinta_terre	1	SLE_R_3		Spinta_terre	1
SLU_17		Ritiro	1	SLE_R_3		Ritiro	1
SLU_17		Vento e press	0	SLE_R_3		Vento e press	0,6
SLU_17		Dt_U+	0,5	SLE_R_3		Dt_U+	1
SLU_17		Dt_U-	0	SLE_R_3		Dt_U-	0
SLU_17		Urto_1_X	0	SLE_R_3		Urto_1_X	0
SLU_17		Urto_1_Y	0	SLE_R_3		Urto_1_Y	0
SLU_17		Urto_2_Y	0	SLE_R_3		Urto_2_Y	0
SLU_17		Urto_2_X	-1	SLE_R_3		Urto_2_X	0
SLU_18	Linear Add	DEAD	1	SLE_R_4	Linear Add	DEAD	1
SLU_18		Spinta_terre	1	SLE_R_4		Spinta_terre	1
SLU_18		Ritiro	1	SLE_R_4		Ritiro	1
SLU_18		Vento e press	0	SLE_R_4		Vento e press	0,6
SLU_18		Dt_U+	0	SLE_R_4		Dt_U+	0
SLU_18		Dt_U-	0,5	SLE_R_4		Dt_U-	1
SLU_18		Urto_1_X	0	SLE_R_4		Urto_1_X	0
SLU_18		Urto_1_Y	0	SLE_R_4		Urto_1_Y	0
SLU_18		Urto_2_Y	0	SLE_R_4		Urto_2_Y	0
SLU_18		Urto_2_X	-1	SLE_R_4		Urto_2_X	0
SLE_R_1	Linear Add	DEAD	1	SLE_F_1	Linear Add	DEAD	1
SLE_R_1		Spinta_terre	1	SLE_F_1		Spinta_terre	1
SLE_R_1		Ritiro	1	SLE_F_1		Ritiro	1
SLE_R_1		Vento e press	1	SLE_F_1		Vento e press	0,5
SLE_R_1		Dt_U+	0,6	SLE_F_1		Dt_U+	0,5
SLE_R_1		Dt_U-	0	SLE_F_1		Dt_U-	0
SLE_R_1		Urto_1_X	0	SLE_F_1		Urto_1_X	0

RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NR1J	01 D 29	CL	RI0005005	B	120 di 120

SLE_F_1		Urto_1_Y	0	SLE_QP_1		Urto_1_X	0
SLE_F_1		Urto_2_Y	0	SLE_QP_1		Urto_1_Y	0
SLE_F_1		Urto_2_X	0	SLE_QP_1		Urto_2_Y	0
SLE_F_2	Linear Add	DEAD	1	SLE_QP_1		Urto_2_X	0
SLE_F_2		Spinta_terre	1	SLE_QP_2	Linear Add	DEAD	1
SLE_F_2		Ritiro	1	SLE_QP_2		Spinta_terre	1
SLE_F_2		Vento e press	0,5	SLE_QP_2		Ritiro	1
SLE_F_2		Dt_U+	0	SLE_QP_2		Vento e press	0
SLE_F_2		Dt_U-	0,5	SLE_QP_2		Dt_U+	0
SLE_F_2		Urto_1_X	0	SLE_QP_2		Dt_U-	0,5
SLE_F_2		Urto_1_Y	0	SLE_QP_2		Urto_1_X	0
SLE_F_2		Urto_2_Y	0	SLE_QP_2		Urto_1_Y	0
SLE_F_2		Urto_2_X	0	SLE_QP_2		Urto_2_Y	0
SLE_F_3	Linear Add	DEAD	1	SLE_QP_2		Urto_2_X	0
SLE_F_3		Spinta_terre	1	SLV_1	Linear Add	DEAD	1
SLE_F_3		Ritiro	1	SLV_1		Spinta_terre	1
SLE_F_3		Vento e press	0	SLV_1		Ritiro	1
SLE_F_3		Dt_U+	0,6	SLV_1		Vento e press	0
SLE_F_3		Dt_U-	0	SLV_1		Dt_U+	0
SLE_F_3		Urto_1_X	0	SLV_1		Dt_U-	0,5
SLE_F_3		Urto_1_Y	0	SLV_1		Urto_1_X	0
SLE_F_3		Urto_2_Y	0	SLV_1		Urto_1_Y	0
SLE_F_3		Urto_2_X	0	SLV_1		Urto_2_Y	0
SLE_F_4	Linear Add	DEAD	1	SLV_1		Urto_2_X	0
SLE_F_4		Spinta_terre	1	SLV_1		Sisma	1
SLE_F_4		Ritiro	1	SLV_2	Linear Add	DEAD	1
SLE_F_4		Vento e press	0	SLV_2		Spinta_terre	1
SLE_F_4		Dt_U+	0	SLV_2		Ritiro	1
SLE_F_4		Dt_U-	0,6	SLV_2		Vento e press	0
SLE_F_4		Urto_1_X	0	SLV_2		Dt_U+	0,5
SLE_F_4		Urto_1_Y	0	SLV_2		Dt_U-	0
SLE_F_4		Urto_2_Y	0	SLV_2		Urto_1_X	0
SLE_F_4		Urto_2_X	0	SLV_2		Urto_1_Y	0
SLE_QP_1	Linear Add	DEAD	1	SLV_2		Urto_2_Y	0
SLE_QP_1		Spinta_terre	1	SLV_2		Urto_2_X	0
SLE_QP_1		Ritiro	1	SLV_2		Sisma	1
SLE_QP_1		Vento e press	0				
SLE_QP_1		Dt_U+	0,5				
SLE_QP_1		Dt_U-	0				