

18/10/2010		PRIMA EMISSIONE	
 D B A PROGETTI	Sede Legale: Piazza Roma, 19 32045 S.Stefano di Cadore (BL) Tel. 0435/62518 - Fax 0435/429027 Sede secondaria: Viale Felissent, 20/D 31050 Villorba (TV) Tel. 0422/318811-Fax 0422/31888	PROGETTISTA: ING. ALESSANDRO BERTINO	
		REDATTO: ING. DIEGO MENUZZO	
		VERIFICATO: ING. ALESSANDRO BERTINO	
		APPROVATO: ING. ALESSANDRO BERTINO	

NUMERO E DATA ORDINE : L. A. 3000034653 del 28.06.2010					
REVISIONI					
	00	18/10/2010	E. FARCI	SRI-FRI RM	MAIL TERNA DEL 27/01/2011
	N.	DATA	VERIFICA RISPONDERIA	UNITAI TERNA	RIFERIMENTO BENESTARE
TIPOLOGIA DELL'ELABORATO		CODIFICA DELL'ELABORATO			
RELAZIONE		RCFR10014CER01857			
PROGETTO		TITOLO			
TE-FR-10-014		STAZIONE 380/150kV di MONTESANO RELAZIONE DI CALCOLO MURO PARAFIAMMA			
RICAVATO DAL DOC. TERNA					
CLASSIFICAZIONE DI SICUREZZA					
RCFR10014CER01857		SCALA CAD	FORMATO A4	SCALA	FOGLIO
RCFR10014CER01857_00.doc					
Questo documento contiene informazioni di proprietà terna S.p.A. e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Terna S.p.A. This document contains information proprietary to Terna S.p.A. and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been furnished. Whichever shape of spreading or reproduction without the written permission of Terna S.p.A. is prohibited.					



Azienda certificata **ISO 9001:2008**

RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

DBA PROGETTI

INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	4
3	METODO DI VERIFICA	5
4	AZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO	5
4.1	STATI LIMITE ULTIMI	5
4.2	STATI LIMITE DI ESERCIZIO	7
4.3	COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	7
5	PARAMETRI DI CALCOLO PER I MATERIALI	8
5.1	RESISTENZE DI CALCOLO C.A.	8
5.2	Calcestruzzo:	8
5.3	Acciaio per c.a. :	8
5.4	TERRENO DI FONDAZIONE	9
6	ANALISI DEI CARICHI	10
6.1	DATI RELATIVI ALLA LOCALITA'	10
6.2	CARICO DA NEVE	10
6.3	AZIONE DEL VENTO	10
6.4	PESO PROPRIO CALCESTRUZZO	11
6.5	AZIONE DEL SISMA	11
7	VERIFICHE	13
7.1	GEOMETRIA DEL MURO	13
7.2	SCHEMI DI CARICO	14
7.3	VERIFICHE A RIBALTAMENTO	14
7.4	VERIFICHE A SCORRIMENTO	14
7.5	VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO	15
7.6	VERIFICA DI RESISTENZA DELLA PARETE DEL MURO	16
7.7	VERIFICA DI RESISTENZA DEI RINFORZI DEL MURO	17
7.8	VERIFICA DI RESISTENZA DELLA SOLETTA	20
8	CONCLUSIONI	21



Azienda certificata **ISO 9001:2008**
RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

1 PREMESSA

La seguente relazione tecnica ha lo scopo di verificare le strutture in elevazione e di fondazione del muro paraframma relative al progetto di realizzazione di una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150 kV di Montesano sulla Marcellana, ubicata in Via Tempa San Pietro del Comune di Montesano sulla Marcellana (SA), individuata catastalmente al foglio N°22 particelle n° 74, 78, 79, 80, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 285, 286, 287, 288, 507, 512, 616 dell'ufficio catastale di Montesano sulla Marcellana.

Il sito in cui ricade l'opera in oggetto è dichiarato zona sismica di 1^a categoria ai sensi dell'Ordinanza del O.P.C.M. 3274 e successive modifiche.

Le verifiche sono state eseguite con riferimento alle normative in vigore secondo il metodo degli SLU previsto dal DM 14.01.2008.

La procedura di calcolo si sviluppa secondo i passi elencati:

- Verifica del muro
- Verifica della fondazione
- A sintesi della relazione si riportano le conclusioni delle verifiche condotte.



Azienda certificata **ISO 9001:2008**

RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Nella presente relazione i calcoli degli elementi strutturali sono eseguiti in osservanza delle seguenti leggi o decreti:

- Legge 5.11.1971 n.1086: "Norme per la disciplina delle opere di c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche"
- Legge 2.2.1974 n.64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- Ordinanza n.3274 del 20.3.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- Ordinanza n.3316 del 2.10.2003 "Modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274 del 20 Marzo 2003"
- DM 14.01.2008 "Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni"
- CEI 11.1 (1999-01) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata"

I calcoli degli elementi costruttivi sono eseguiti in conformità alle vigenti Norme Tecniche sopra riportate tenendo presenti le caratteristiche, le qualità e le dosature dei materiali da impiegarsi nelle opere da costruire.



Azienda certificata **ISO 9001:2008**
RINA n. 5923/01/s IQNet n. IT-19510

Sede legale:
Piazza Roma, 19
32045 S. Stefano di Cadore (BL)
tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:
Viale Felissent, 20/D
31050 Villorba (TV)
tel 0422.318811 fax 0422.318888

3 METODO DI VERIFICA

Il metodo di verifica adottato è il "metodo agli Stati Limite" secondo il testo unico delle norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/2008).

Secondo il metodo agli stati limite, la sicurezza nei riguardi delle condizioni ritenute pregiudizievoli (stati limite) viene garantita, per quanto possibile, su basi statistiche.

Si definisce "stato limite" uno stato raggiunto il quale, la struttura o uno dei suoi elementi costitutivi, non può più assolvere la sua funzione o non soddisfa più le condizioni per cui è stata concepita.

Gli stati limite si suddividono in due categorie:

- a) stati limite ultimi, corrispondenti al valore estremo, della capacità portante o comunque al raggiungimento di condizioni estreme;
- b) stati limite di esercizio, legati alle esigenze di impiego normale e di durata.

Nel seguito si indicherà con "E" un generico effetto indotto dalle "azioni" sulla struttura, quali le sollecitazioni interne, momento flettente, forza normale, taglio, le deformazioni, ecc.) e con "F" una generica azione (intesa come ogni causa o insieme di cause-carichi permanenti, carichi variabili, deformazioni impresse, agenti chimico-fisici - capaci di indurre stati limite in una struttura).

4 AZIONI E COMBINAZIONI DI CARICO

4.1 STATI LIMITE ULTIMI

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: **EQU**
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: **STR**
- lo stato limite di resistenza del terreno: **GEO**

Le tabelle seguenti, forniscono i valori dei coefficienti parziali delle azioni da assumere per la determinazione degli effetti delle azioni nelle verifiche agli stati limite ultimi.

Per le verifiche nei confronti dello stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) si utilizzano i coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni riportati nella colonna EQU.

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali.

Nell'Approccio 1 si impiegano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti parziali, rispettivamente definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale del sistema (R).

Nella *Combinazione 1* dell'Approccio 1, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1 delle Tabelle sopra citate.

Nella *Combinazione 2* dell'Approccio 1, si impiegano invece i coefficienti γ_F riportati nella colonna A2.

Nell'Approccio 2 si impiega un'unica combinazione dei gruppi di coefficienti parziali definiti per le azioni (A), per la resistenza dei materiali (M) e, eventualmente, per la resistenza globale (R). In tale approccio, per le azioni si impiegano i coefficienti γ_F riportati nella colonna A1.



Azienda certificata **ISO 9001:2008**

RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

DBA PROGETTI

I coefficienti parziali γ_M per i parametri geotecnici e i coefficienti γ_R che operano direttamente sulla resistenza globale di opere e sistemi geotecnici sono definiti nel successivo paragrafo 5.

Per le combinazioni di carico (in breve indicate con "CdC") agli stati limite ultimi, si adottano le combinazioni espresse simbolicamente come segue:

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_P P_k + \gamma_{Qi} Q_{k1} + \sum_i (\psi_i \cdot \gamma_{Qi} \cdot Q_{ki})$$

dove i segni + e Σ significano l'applicazione concomitante dei rispettivi addendi ed il coefficiente γ_q va applicato a ciascun carico Q_{ik} con il valore appropriato.

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

ed essendo:

G_1 il valore caratteristico delle azioni permanenti strutturali (ivi compresi il terreno e l'acqua quando pertinenti);

G_2 il valore caratteristico delle azioni permanenti non strutturali;

P_k il valore caratteristico della forza di precompressione;

Q_{1k} il valore caratteristico dell'azione di base di ogni combinazione;

Q_{ik} i valori caratteristici delle azioni variabili tra loro indipendenti;

Ψ_{0i} coefficiente di combinazione allo stato limite ultimo, da determinarsi sulla base di considerazioni statistiche; in assenza di queste si assume Ψ_{0i} , come di seguito.



Azienda certificata **ISO 9001:2008**

RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

DBA PROGETTI

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

4.2 STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Per le combinazioni di carico agli stati limite di esercizio, si adottano le combinazioni espresse simbolicamente come segue:

- CdC rara:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_i (\Psi_{0i} \cdot Q_{ki})$$

- CdC frequenti:

$$G_1 + G_2 + P + \sum_i (\Psi_{1i} \cdot Q_{ki})$$

- CdC quasi permanenti:

$$G_1 + G_2 + P + \sum_i (\Psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

4.3 COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle opere di fondazione deve essere combinata con le seguenti azioni come segue:

$$1,1 \cdot E + G_{k1} + G_{k2} + P_k + 1,1 \sum_i (\Psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$

E il valore caratteristico dell'azione sismica;

L'azione sismica viene valutata con riferimento ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i (\Psi_{2i} \cdot Q_{ki})$$



Azienda certificata **ISO 9001:2008**

RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

Il coefficiente 1,1 deriva dalle considerazioni di cui al punto 7.2.5 del D.M. 14/01/2008 sulla sovra resistenza richiesta per le fondazioni.

5 PARAMETRI DI CALCOLO PER I MATERIALI

5.1 RESISTENZE DI CALCOLO C.A.

Per le opere di fondazione e platea saranno utilizzati dei calcestruzzi classe di resistenza minima C20/25 e acciaio per armatura classe B450C

5.2 Calcestruzzo:

Rck	fck	γ_c	fcd	Ec	fctd
classe e resistenza cubica caratt.	resistenza cilindrica caratt.	coeff. Parziale resist. Cls	resistenza cilindrica di calcolo (progetto)	modulo elastico	resistenza a traz. di calcolo
	$0,83 \cdot R_{ck}$		$\alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$	$22000 (f_{cm}/10)^{0,3}$	$0,3 \cdot 0,7 \cdot f_{ck}^{2/3}$
MPa	MPa		MPa	MPa	MPa
25	20,8	1,5	11,8	30.200	1,59
30	24,9	1,5	14,1	31.447	1,79
35	29,1	1,5	16,5	32.588	1,98

5.3 Acciaio per c.a. :

tipo	f _{yk}	γ_s	f _{yd}	E _s
acciaio a.m. in barre	resistenza caratt. snerv.	coeff. parziale resist.	resistenza di calcolo (progetto)	modulo elastico
			f_{yk} / γ_s	
	N/mm ²		N/mm ²	N/mm ²
B450C	450	1,15	391	200.000
B450A	450	1,15	391	200.000



Azienda certificata **ISO 9001:2008**

RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

5.4 TERRENO DI FONDAZIONE

Per il terreno di fondazione le "Norme tecniche per le costruzioni" (D.M. 14.01.2008) prevedono due differenti possibilità per definire i parametri del terreno :

parametro	parametro al quale applicare il coefficiente parziale	coeff.parziale γ_m	
		M1	M2
tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$1.00 \varphi'$	$1.25 \varphi'$
Coesione efficace	c'_k	$1.00 \varphi'$	$1.25 \varphi'$
Resistenza non drenata	c_{uk}	$1.00 \varphi'$	$1.40 \varphi'$
Peso dell'unità di volume	γ	$1.00 \varphi'$	$1.00 \varphi'$

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa
- stabilità globale

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali,

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata secondo l'Approccio 1:

- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tabella 6.8.I per le resistenze globali.

La rimanenti verifiche devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I, seguendo almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

- (A1+M1+R3).

Nelle verifiche effettuate con l'approccio 2 che siano finalizzate al dimensionamento strutturale, il coefficiente γ_R non deve essere portato in conto.

Tabella 6.4.I - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,8$	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,0$	$\gamma_R = 1,1$	$\gamma_R = 1,1$



Azienda certificata ISO 9001:2008

RINA n. 5923/01/s IQNet n. IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

In base a quanto riportato nella relazione geologica redatta dal geologo Dott. Alessandro Amato, risultano i seguenti parametri geotecnici caratteristici per il terreno di riporto del rilevato:

$$\phi = 30^\circ \text{ e } c_u = 0 \text{ kPa}$$

e i seguenti parametri geotecnici caratteristici per il terreno di fondazione:

$$\phi = 27^\circ \text{ e } c' = 13 \text{ kPa}$$

6 ANALISI DEI CARICHI

6.1 DATI RELATIVI ALLA LOCALITA'

- Località: Montesano sulla Marcellana (SA)
- altezza sul mare 488-498m.s.l.m. > as = 200 m
- azione della neve: Zona 3- $C_E = 1$
- azione del vento: Zona 3- rugosità D – categoria di esposizione II

6.2 CARICO DA NEVE

Con riferimento alla Normativa Italiana (D.M. 14.01.08), il carico neve è pari a:

$$q_{sk} = 1.06 \text{ kN/m}^2$$

Con un angolo di inclinazione delle falde di copertura pari a 0° risulta il seguente coefficiente:

$$\mu_1 = 0.80 \quad q = 0.85 \text{ kN/m}^2$$

Questo carico è trascurabile per l'opera in esame

6.3 AZIONE DEL VENTO

Con riferimento alla Normativa Italiana (D.M. 14.01.08), le azioni del vento sono schematizzate con pressioni e depressioni, ricondotte ad azioni statiche equivalenti, agenti ortogonalmente alle superfici investite.

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_{ref} * c_e * c_p * c_d \quad (\text{N/m}^2)$$

Dove:

$$q_{ref} = \text{pressione cinetica (punto 7.1)} = \frac{(v_{ref})^2}{1.6} = (27)^2 / 1.6 = 456 \text{ Pa}$$

fino a 4 m: c_e = coefficiente di esposizione = 1.801

agli 8.5 m: c_e = coefficiente di esposizione = 2.250

avendo assunto $H = 8.5 \text{ m} > z_{min}$

c_p = coefficiente di forma = 0.8/-0.4 per pareti verticali stagne sopravvento e sottovento

c_d = coefficiente dinamico = 1

La pressione cinetica di riferimento si individua dalla velocità di riferimento, considerando la **zona climatica** in cui ricade l'opera (zone 1-9), opportunamente incrementata per tenere conto dell'altezza del sito sul livello del mare.

Il coefficiente di esposizione c_e si ricava in funzione dell'altezza **z** dell'installazione dal suolo, tenendo conto della **classe di rugosità del terreno (A-B-C-D)** e della posizione geografica del sito.



Azienda certificata **ISO 9001:2008**

RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

$$P_{4m} = 456 \times 1.801 = 821 \text{ Pa}$$

$$P_{8m} = 456 \times 2.250 = 1025 \text{ Pa}$$

La spinta di **calcolo** dovuta al vento agente in direzione perpendicolare ad una faccia del muro è perciò:

$$P_v = 1.5 \times 821 \times 1.2 \times 4.0 + (821 + 1025) / 2 \times 1.5 \times 1.2 \times 4.5 = 13392 \text{ N/m} = 13.40 \text{ kN/m}$$

Il momento sul piano di posa della fondazione risulta:

$$M = 821 \times 1.5 \times 1.2 \times 8.5 \times (8.5/2 + 1) + (1025 - 821) \times 1.5 \times 1.2 \times 4.5 \times (1 + 4 + 4.5/2) = 77985 \text{ Nm/m} \\ = 78.00 \text{ kNm/m}$$

In corrispondenza dello spiccatto del muro invece:

$$M = 821 \times 1.5 \times 1.2 \times 8.5 \times (8.5/2 + 1.5) + (1025 - 821) \times 1.5 \times 1.2 \times 4.5 \times (1.5 + 4 + 4.5/2) = 85096 \text{ Nm/m} \\ = 85.10 \text{ kNm/m}$$

6.4 PESO PROPRIO CALCESTRUZZO

Si assume per il calcestruzzo un valore della densità del materiale di 25.0 kN/m^3

6.5 AZIONE DEL SISMA

Il sito in cui ricade l'opera in oggetto è dichiarato zona sismica di 1^a categoria ai sensi dell'Ordinanza del O.P.C.M. 3274 e successive modifiche.

Vita Nominale: 100 anni

Classe d'uso: IV

Valori dei parametri a_g , F_0 , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	120	0,112	2,355	0,329
SLD	201	0,147	2,345	0,343
SLV	1898	0,396	2,415	0,419
SLC	2475	0,437	2,447	0,428

Come si può notare dalla immagine di pagina precedente per la zona in esame risulta:

$$a_g = 0.396g \quad F_0 = 2,415 \quad T_C^* = 0.419$$

In base ai risultati della relazione geologica redatta dal dott. Amato si fa riferimento ad una categoria C per il suolo:

$$S_S = 1,7 - 0.6 \times F_0 \times a_g / g = 1.126 < 1.5$$

$$T_C = 1.05 \times 0.419^{(1-0.33)} = 0.586 \text{ s}$$

$$T_B = 0.521/3 = 0.195 \text{ s}$$

Il coefficiente di amplificazione topografica è pari a $S_T = 1.0$ in quanto il sito si trova in pianura e quindi nella categoria topografica T1.

Essendo presenti tre irrigidimenti strutturali in 9.00 m di lunghezza del manufatto, la struttura si può considerare rigida e a favore di sicurezza si considera il periodo proprio della struttura principale ricadente fra T_B e T_C con la massima accelerazione.

Nel calcolo delle sollecitazioni facciamo riferimento alla fascia di 1.00 m.



Azienda certificata **ISO 9001:2008**

RINA n. 5923/01/s IQNet n. IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

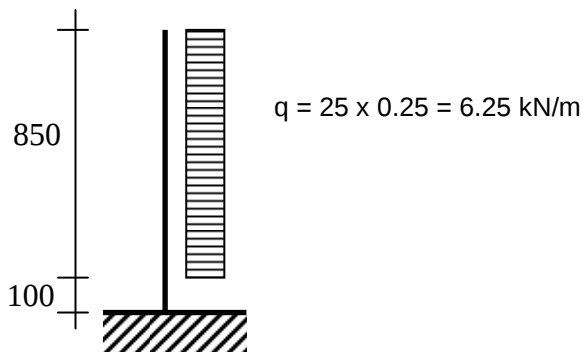
Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

Per strutture a mensola o a pendolo invertito e CD "B" $q_0 = 1.5$
 $S_d(T) = 0.396 \times 1.126 \times 1 / 1.5 \times 2.415 = 0.718 \text{ g} = 7.05 \text{ m/s}^2$



Risulta un taglio alla base pari a $6.25 \times 0.718 \times 8.50 = 38.17 \text{ kN/m} > 13.40 \text{ kN/m}$

e il momento alla base risulta pari a $6.25 \times 0.718 \times 8.50 \times (1 + 4.5/2) = 200.37 \text{ kNm/m} > 78.00 \text{ kNm/m}$

Perciò le verifiche di resistenza delle strutture dovranno essere condotte tenendo conto del carico dovuto al sisma che porta a delle sollecitazioni superiori.



Azienda certificata **ISO 9001:2008**
RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

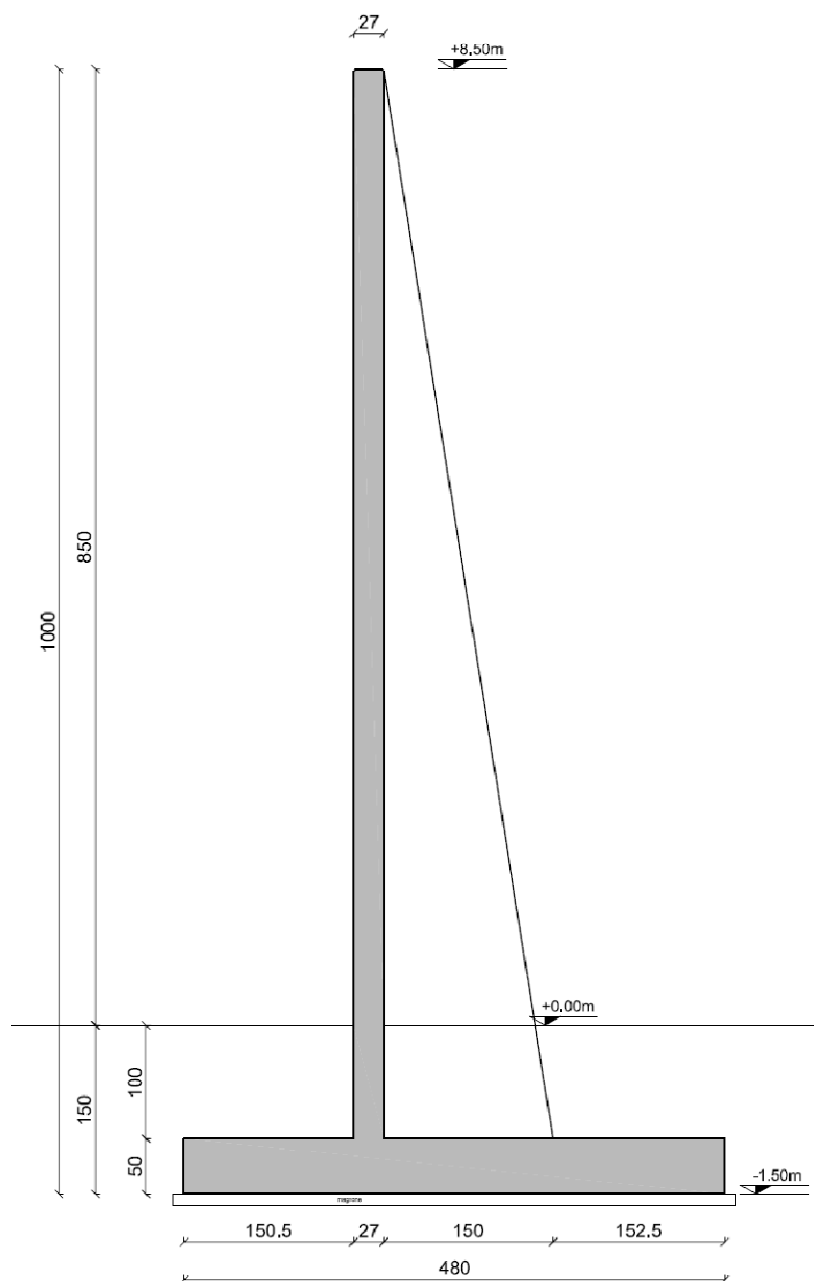
Sede legale:
Piazza Roma, 19
32045 S. Stefano di Cadore (BL)
tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:
Viale Felissent, 20/D
31050 Villorba (TV)
tel 0422.318811 fax 0422.318888

7 VERIFICHE

7.1 GEOMETRIA DEL MURO

SEZIONE TRASVERSALE A-A
scala 1:20





Azienda certificata **ISO 9001:2008**
RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:
Piazza Roma, 19
32045 S. Stefano di Cadore (BL)
tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:
Viale Felissent, 20/D
31050 Villorba (TV)
tel 0422.318811 fax 0422.318888

7.2 SCHEMI DI CARICO

In base alle azioni definite nelle pagine precedenti sono riportate le combinazioni di carico ipotizzate con i relativi coefficienti parziali di amplificazione.

In tutto sono state considerate 3 combinazioni di carico di cui 1 appartenenti alla famiglia EQU, 1 alla famiglia A1 e 1 alla famiglia A2.

7.3 VERIFICHE A RIBALTAMENTO

Di seguito si riporta il calcolo del momento stabilizzante del manufatto in esame con una lunghezza complessiva di 9.00 m lineari comprensivo di fondazione e rinforzi:

elemento	superficie	peso	e	Ms
	mq/m	kN	m	kNm/m
basamento+1m terreno	2,4	1980	2,4	4752,000
muro	2,565	961,875	1,65	1587,094
rinforzi	2,1375	213,75	2,275	486,281
TOTALI	4,965	2941,875		6825,375

Mrib	Mstab
3841,77	6142,84

La combinazione EQU prevede che i carichi permanenti favorevoli vengano fattorizzati per 0,9.

Momento in condizioni sismiche amplificato per la gerarchia delle resistenze < Momento ribaltante ridotto, verifica soddisfatta.

7.4 VERIFICHE A SCORRIMENTO

La condizione più gravosa risulta quella sismica in A2+M2+R2.

Per questa combinazione risultano le seguenti sollecitazioni di calcolo:

$$T_{Ed} = 1.1 \times 38.17 = 41.99 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = 1.1 \times 200.37 = 220.41 \text{ kNm/m}$$

$$N_{Ed} = N_{plinto} + N_{terr}$$

$$R_d = N_{Ed} * \tan(2/3\phi) / \gamma_R$$

A2-M2-R2	Nrecinz+Nterr	forza di attrito resistente		coeff sicurezza>1,0
(2/3 fi)/1,25	Nrecinz+(B-Sp)*0,2*18	Rd (A1-M1-R1)	Rd (A2-M2-R2)	Rresist/Tsoll
14,78	4102,875	1333,10	1082,84	1,59



Azienda certificata **ISO 9001:2008**

RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

7.5 VERIFICHE CAPACITA' PORTANTE DEL TERRENO

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE LIMITE				
FORMULA GENERALE DI BRINCH-HANSEN (1970)				
Metodo eurocode 7				
Formula generale:				
$Q_{lim} = 1/2 \cdot g' \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma} + c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q$				
Dati d'ingresso:				
Terreno di fondazione				
Coesione (c')	10,4	kPa		
Angolo di attrito (ϕ')	22,2	°		
Peso di volume terreno di fondazione (γ_1)	18,0	kN/m ³		
Peso di volume terreno sopra fondazione (γ_2)	18,0	kN/m ³		
Inclinazione piano campagna (β)	16,0	°		
Fondazione				
Larghezza (B)	4,80	m		
Lunghezza (L)	15,00	m		
Profondità piano di posa (D)	0,55	m		
Eccentricità dei carichi in dir B (eb)	1,300	m		
Eccentricità dei carichi in dir L (el)	0,00	m		
Inclinazione piano di posa (α)	0	°		
Carichi inclinati				
Componente orizzontale (H)	6,370	t		
angolo di H con dir di L (ψ)	90,000	°		
Componente verticale (N)	295,200	t		
Larghezza equivalente (B')	2,20	m		
Lunghezza equivalente (L')	15,00	m		
Fattori capacità portante				
N_{γ}	7,31			
N_c	17,09			
N_q	7,97			
Fattori forma della fondazione				
s_{γ}	0,96			
s_c	1,06			
s_q	1,06			
Fattori inclinazione del carico				
i_{γ}	0,96	m	1,127907	
i_c	0,98	mB	1,872093	
i_q	0,98	mL	1,127907	
Fattori inclinazione piano di posa				
b_{γ}	1,00			
b_c	1,00			
b_q	1,00			
Fattori inclinazione piano campagna				
g_{γ}	0,51			
g_c	0,44			
g_q	0,51			
Fattori profondità piano di posa				
d_c	1,09			
d_q	1,08			
Risultato:				
Pressione limite (Q_{lim})	201,1	kPa	6635,04	kN
Coefficiente di sicurezza	1,8			
Pressione ammissibile (Q_{amm})	116,1	kPa	3686,14	kN

Si è considerato il manufatto complessivo.

L'eccentricità indicata è stata ottenuta considerando: $e = 3842/2952 = 1.30$

3686 kN > 2952 kN VERIFICATO



Azienda certificata ISO 9001:2008

RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

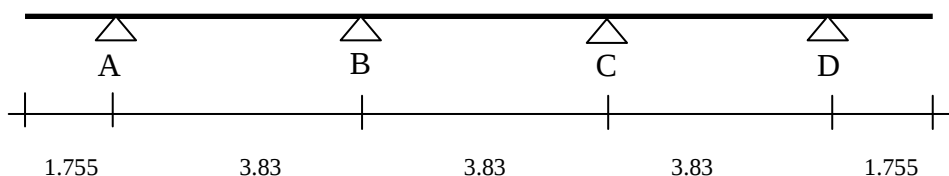
tel 0422.318811 fax 0422.318888

D B A PROGETTI

7.6 VERIFICA DI RESISTENZA DELLA PARETE DEL MURO

Per il calcolo della parete si considera una fascia di un metro di altezza sottoposta a carico sismico con uno schema di calcolo di trave su tre appoggi (i rinforzi), con le seguenti luci di calcolo:

$$q_{\text{sism}} = \gamma_{\text{cls}} \cdot s_p \cdot S_d = 25 \cdot 0.25 \cdot 0.718 \cdot 1 = 4.49 \text{ kN/m}$$



A favore di sicurezza considero: $M_{\min} = -1/8 q_{\text{sism}} \cdot l^2$
 $M_{\max} = 1/10 q_{\text{sism}} \cdot l^2$

Momento sollecitante in condizioni sismiche: $M = 1/8 \cdot 4.49 \cdot 3.83^2 = -8.24 \text{ kNm}$.

Adotto un'armatura simmetrica su tutta la parete, una rete Ø8 20x20.

Tale momento deve essere amplificato del 10% per tenere conto della gerarchia delle resistenze

$$23.15 \text{ kNm/m} > 1.1 \cdot 8.24 = 9.06 \text{ kNm/m}$$



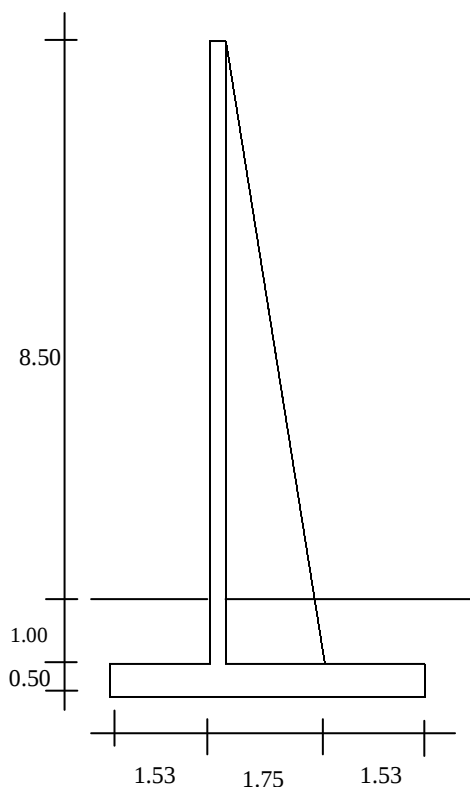
Azienda certificata **ISO 9001:2008**
RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:
Piazza Roma, 19
32045 S. Stefano di Cadore (BL)
tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:
Viale Felissent, 20/D
31050 Villorba (TV)
tel 0422.318811 fax 0422.318888

7.7 VERIFICA DI RESISTENZA DEI RINFORZI DEL MURO

Per il calcolo dei rinforzi considero l'area di influenza del rinforzo centrale soggetto alla reazione della parete, adotto lo schema di calcolo di mensola incastrata alla base con le seguenti luci di calcolo:



A favore di sicurezza considero: $T = T_{sism} * 1.25 * l = 38.17 * 1.25 * 3.83 = 183.74 \text{ kN}$
 $M = M_{sism} * 1.25 * l = 219.45 * 1.25 * 3.83 = 1050.62 \text{ kNm}$



Azienda certificata ISO 9001:2008

RINA n.5923/01/s I QNet n.IT-19510

Sede legale:

Piazza Roma, 19

32045 S. Stefano di Cadore (BL)

tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:

Viale Felissent, 20/D

31050 Villorba (TV)

tel 0422.318811 fax 0422.318888

Verifica C.A. S.L.U. - File: rinforzo arm vert

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: parafiamma-rinf arm vert

N° figure elementari: 1 **Zoom** **N° strati barre:** 4 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	40	175

N°	As [cm²]	d [cm]
1	18,85	5
2	0	20
3	0	155
4	18,85	170

Sollecitazioni
S.L.U. **Metodo n**

N_{Ed} 0 **0** kN
M_{xEd} 1051 **0** kNm
M_{yEd} 0 **0**

P.to applicazione N
☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato acciaio - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C25/30**
 ε_{su} 67,5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ε_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
 ε_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6
 τ_{c1} 1,829

M_{xRd} 1.223 kN m
 σ_c -14,17 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_c 3,134 ‰
 ε_s 67,5 ‰
d 170 cm
x 7,543 x/d 0,04437
 δ 0,7

Metodo di calcolo
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-
☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100
Calcola MRd **Dominio M-N**
L₀ 0 cm **Col. modello**
☐ Precompresso

Tale momento deve essere amplificato del 10% per tenere conto della gerarchia delle resistenze
 $1223 \text{ kNm/m} > 1.1 \times 1051 = 1156 \text{ kNm}$

Considerando un ambiente aggressivo con apertura limite delle fessure pari a: $W = 3 \text{ mm}$

4.1.2.2.4.1 Definizione degli stati limite di fessurazione

In ordine di severità decrescente si distinguono i seguenti stati limite:

- stato limite di decompressione nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale è ovunque di compressione ed al più uguale a 0;
- stato limite di formazione delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, la tensione normale di trazione nella fibra più sollecitata è:

$$\sigma_t = \frac{f_{ctm}}{1,2} \quad (4.1.37)$$

dove f_{ctm} è definito nel § 11.2.10.2;

- stato limite di apertura delle fessure, nel quale, per la combinazione di azioni prescelta, il valore limite di apertura della fessura calcolato al livello considerato è pari ad uno dei seguenti valori nominali:

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

Lo stato limite di fessurazione deve essere fissato in funzione delle condizioni ambientali e della sensibilità delle armature alla corrosione, come descritto nel seguito.

Tabella 4.1.IV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

w_1 , w_2 , w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo w_d , è definito al § 4.1.2.2.4.6.

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	1750 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	400 [mm]
Copriferro	d'	50 [mm]
Altezza utile della sezione	d	1700 [mm]
Area dell'armatura tesa	A_s	1885 [mm ²]
Area dell'armatura compressa	A'_s	1885 [mm ²]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	40 [mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	50 [mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	250 [mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente	$M_{Ed,q.p.}$	0 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	375,72 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	0,00 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	2,6 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_1	0,4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	125 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	50000 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,03770 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6,35 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	-0,000169 [-] 0,000000 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0,5 [-]
	k_3	3,4 [-]
	k_4	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	226,19 [mm] 226,19 [mm]

Ampiezza delle fessure	w_k	0,0000 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,2 [mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente

Momento sollecitante per la combinazione Frequente	$M_{Ed,freq.}$	160 [kNm]
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	375,72 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ_s	53,28 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	2,6 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k_1	0,4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	125 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	50000 [mm ²]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,03770 [-]
Rapporto tra E_s/E_{cm}	α_e	6,35 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000098 [-] 0,000160 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	ϕ_{eq}	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k_1	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k_2	0,5 [-]
	k_3	3,4 [-]
	k_4	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	226,19 [mm] 226,19 [mm]

Ampiezza delle fessure	w_k	0,0362 [mm]
Ampiezza massima delle fessure	w_{max}	0,2 [mm]

7.8 VERIFICA DI RESISTENZA DELLA SOLETTA

$$M = (M_{\text{sism}} + N_{\text{muro}} \cdot e_{\text{muro}}) \cdot 1.1 = (78.00 + (25 \cdot 0.25 \cdot 9.5) \cdot 0.75) \cdot 1.1 = 135 \text{ kNm/m}$$

Verifica C.A. S.L.U. - File:

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: parafiamma-soletta

N° strati barre: 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	50

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	4
2	10,05	46

Sollecitazioni

S.L.U. **Metodo n**

N_{Ed} 0 **0** kN
M_{Ed} 0 **0** kNm
M_{yEd} 0 **0**

P.to applicazione N

☒ Centro ☐ Baricentro cls
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☐ Metodo n

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

Materiali

B450C **C25/30**

ϵ_{su} 67,5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391,3 N/mm² ϵ_{cu} 3,5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14,17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
 ϵ_{syd} 1,957 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9,75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0,6
 τ_{c1} 1,829

M_{xRd} 175,7 kNm

σ_c -14,17 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ϵ_c 3,5 ‰
 ϵ_s 39,12 ‰
d 46 cm
x 3,778 x/d 0,08212
 δ 0,7

N° rett. 100

Calcola MRd **Dominio M-N**

L₀ 0 cm **Col. modello**

☐ Precompresso

135 kNm/m > 175.7kNm/m verificato.



Azienda certificata **ISO 9001:2008**
RINA n.5923/01/s IQNet n.IT-19510

Sede legale:
Piazza Roma, 19
32045 S. Stefano di Cadore (BL)
tel 0435.62518 fax 0435.429027

Sede secondaria:
Viale Felissent, 20/D
31050 Villorba (TV)
tel 0422.318811 fax 0422.318888

8 CONCLUSIONI

Viste le verifiche di cui sopra la struttura è idonea.

IL COMMITTENTE

TERNA S.p.A.

IL PROGETTISTA

DBA Progetti S.p.A.

Ing. Alessandro Bertino