

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J81H02000000001

S.O. ENERGIA E IMPIANTI TE

PROGETTO DEFINITIVO

COMPLETAMENTO RADDOPPIO LINEA PARMA - LA SPEZIA (PONTREMOLESE)

OPERE CIVILI PIAZZALE

Fabbricato CTE Parma Ovest - Relazione di calcolo delle strutture fabbricato

SCALA:

-

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

IP00 00 D 18 CL FA0100 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	M. Laurini 	Mar. 2022	M. Salepolini 	Mar. 2022	G. Fadda 	Mar. 2022	G. Guidi Buffarini Mar. 2022

File: IP0000D18CLFA0100001A

n. Elab.:

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	2 di 217

Sommario

1	Premessa	5
2	descrizione delle strutture	8
3	Documenti di riferimento	12
3.1	Norme di Riferimento	12
3.2	Elaborati di Riferimento.....	12
3.3	Documenti Correlati	13
4	caratteristiche dei materiali	14
4.1	Opere in Calcestruzzo armato	14
4.1.1	Magrone	14
4.1.2	Calcestruzzo.....	15
4.1.3	Acciaio d’armatura in barre tonde ad aderenza migliorata	17
4.2	Copriferro.....	18
4.3	Ancoraggio e sovrapposizione delle barre	19
4.4	Pannelli di tamponatura	19
4.5	Solaio in lastre predalles.....	19
4.6	Prove sui materiali	19
5	Analisi dei carichi	20
5.1	Peso proprio strutture	20
5.1.1	Struttura principale in c.a.	20
5.2	Carichi permanenti non strutturali	21
5.3	Sovraccarichi variabili	25
5.4	Azione della neve	26
5.5	Azione del vento	29
5.6	Variazione Termica.....	37
5.7	Azione sismica.....	38

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	3 di 217

5.8	Azioni Eccezionali – Urti da Traffico Ferroviario	49
6	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO	50
6.1	Caratteristiche del terreno.....	50
7	Modellazione della Struttura.....	53
7.1	Ripartizione dei Carichi.....	59
8	Analisi Modale	64
9	Combinazioni delle azioni	67
10	Principali Diagrammi delle Sollecitazioni	98
11	VERIFICHE STRUTTURALI.....	107
11.1	Dimensionamento Traliccio in copertura in fase di getto	107
11.2	Solaio di copertura.....	109
11.3	Trave Longitudinale (30x62,6)	124
11.3.1	Verifica di resistenza allo SLU	125
11.3.2	Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE	133
11.4	Trave di colmo (60x33)	138
11.4.1	Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE	142
11.5	Travi Trasversali (30x26 & 40x26)	147
11.5.1	Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE	154
11.6	TIRANTI TRASVERSALI (30x30 & 40x30)	158
11.6.1	Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE	166
11.7	Pilastri (30x40).....	171
11.7.1	Verifica di resistenza allo SLU	174
11.7.2	Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE	177
12	VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO).....	181
12.1	Verifica di rigidezza (RIG)	181
12.2	Verifiche degli elementi non strutturali e degli impianti	183

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	4 di 217

13	FONDAZIONI	188
13.1	Travi di fondazione	188
13.1.1	Verifica di resistenza allo SLU	189
13.1.2	Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE	193
13.2	Travi di collegamento 40x80	198
13.2.1	Verifica di resistenza allo SLU	198
13.2.2	Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE	202
15	Verifiche agli stati limite di esercizio – Verifica dei cedimenti	206
16	Verifica di capacità portante Travi di Fondazione	210
17	ARMATURA	215
18	Conclusioni.....	217
19	Allegati	217
19.1	Tabulato di Calcolo Software SAP2000	217

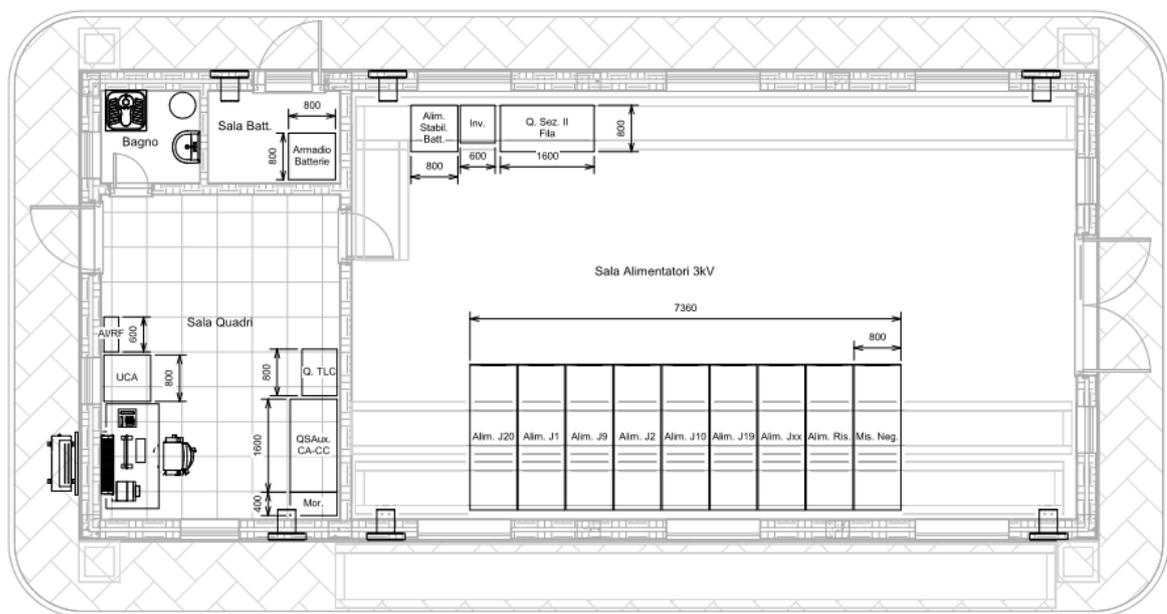
PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	5 di 217

1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo riguarda le strutture in elevazione e le relative fondazioni in calcestruzzo armato del fabbricato di Cabina ubicato nel comune di Parma (PR), nell'ambito della Progettazione Definitiva del raddoppio della linea Parma-La Spezia nella tratta Parma-Vicofertile.



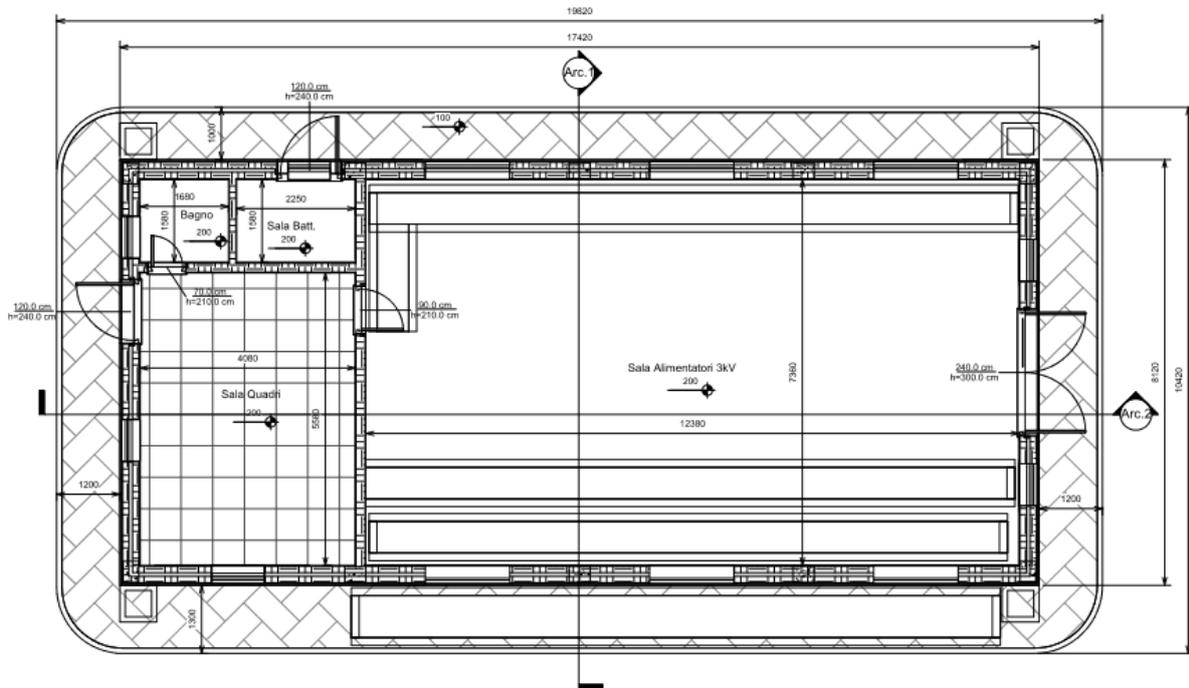
① Disposizione apparecchiature (Layout)
1 : 50

Figura 1- CTE - Disposizione Apparecchiature

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	6 di 217



① Pianta piano Terra
1 : 50

Figura 2- TIPOLOGICO: Pianta progetto Architettonico

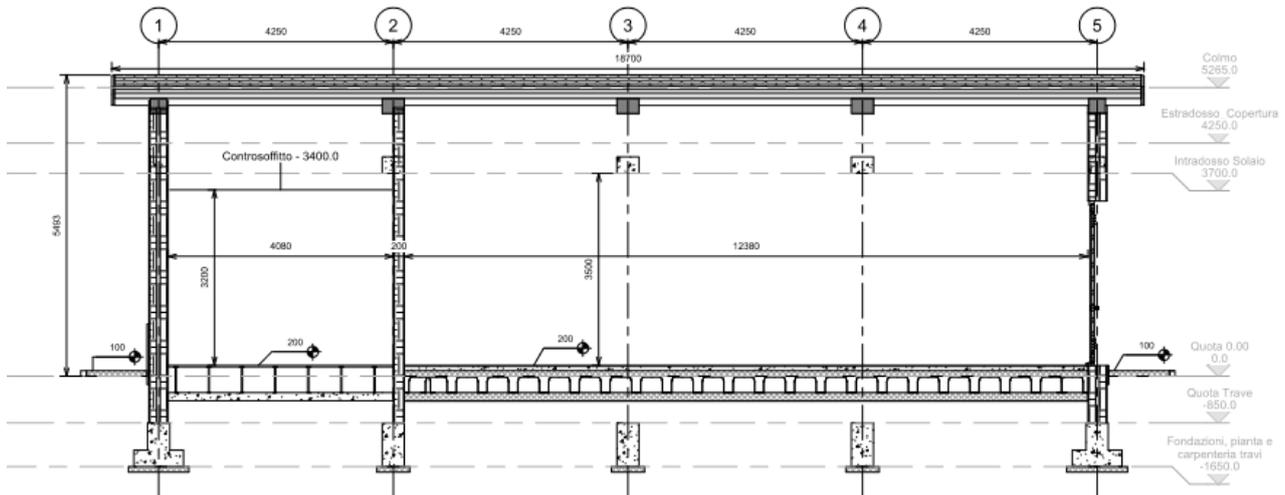
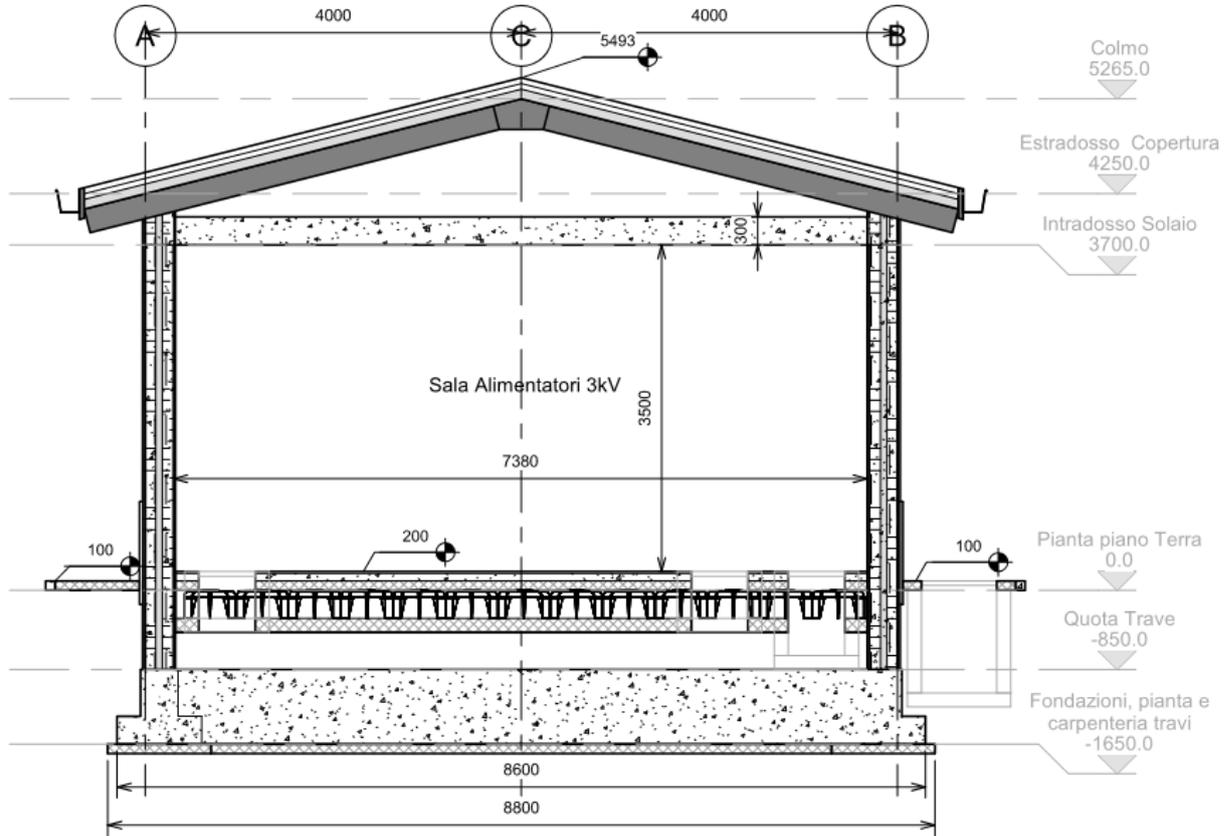


Figura 3- TIPOLOGICO: Sezioni Fabbricato 1/2

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	7 di 217



3 Arc.1
1 : 50

Figura 4- TIPOLOGICO: Sezioni Fabbricato di 2/2

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	8 di 217

2 DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

L'edificio in oggetto, ubicato nel piazzale della sottostazione sopra riportata, è concepito con struttura fondale e in elevazione totalmente in calcestruzzo armato gettato in opera.

Dal punto di vista geometrico, il fabbricato, che si sviluppa per un solo piano fuori terra, si presenta con un corpo avente le seguenti caratteristiche:

- Navate longitudinali: $n1 = 4;$
- Campate trasversali $n2 = 1$
- Lunghezza totale (asse pilastri) $L = 17,0 \text{ m}$
- Lunghezza totale (esterno pilastri) $L1 = 17,3 \text{ m}$
- Larghezza totale (asse pilastri) $B = 7,7 \text{ m}$
- Larghezza totale (esterno pilastri) $B = 8,0 \text{ m}$
- Quota piano posa fondazioni (filo magrone): $H1 = -1,65 \text{ m}$
- Quota estradosso fondazioni: $H2 = -0,85 \text{ m}$
- Quota marciapiedi $H3 = 0,10 \text{ m}$
- Quota piano terra: $H4 = +0,20 \text{ m}$
- Quota gronda copertura: $H5 = +4.25 \text{ m}$
- Quota colmo copertura: $H6 = +5,26 \text{ m}$

Va notato che l'estradosso delle travi di fondazione è stato impostato a $-0,85 \text{ m}$ dal piano finito di calpestio interno al fabbricato CTE in modo da consentire la realizzazione di canalette portacavi ispezionabili di idonee dimensioni, ma tali da non richiedere locali interferenze con le travi medesime.

Dal punto di vista strutturale, il fabbricato, nel suo complesso, è costituito dai seguenti sottosistemi:

1. Un sistema fondale: formato da un reticolo di travi di fondazione in calcestruzzo armato con travi longitudinali con sezione a T rovescia (Suola $B \times H = 90 \times 30 \text{ cm}$ e nervatura $B' \times H' = 40 \times 50 \text{ cm}$) e cordoli di collegamento interno, con sezione rettangolare di dimensioni $B \times H = 40 \times 80 \text{ cm}$.
2. Un reticolo spaziale: realizzato con travi e pilastri in calcestruzzo armato, a costituire telai a maglie rettangolari, idonei a sopportare sia i carichi verticali che quelli orizzontali.

In particolare, tutti i pilastri hanno sezione $B \times L = 30 \times 40 \text{ cm}$, le travi principali longitudinali, sono emergenti con dimensioni massime aventi sezione $B \times H = 30 \times 62 \text{ cm}$, e trave di colmo con dimensioni massime aventi $B2 \times H = 60 \times 33 \text{ cm max.}$, mentre le travi secondarie sono di sezione $B1 \times L1 = 30 \times 26 \text{ cm}$ e $B2 \times L2 = 40 \times 26 \text{ cm}$ a spessore di solaio. Per ridurre le spinte trasversali della struttura sono presenti tiranti nei telai trasversali in cemento armato di sezione $B1 \times L1 = 30 \times 30 \text{ cm}$ e $B2 \times L2 = 40 \times 30 \text{ cm}$.

3. Un Impalcato rigido: costituito dal solaio di copertura di altezza totale 26 cm (4+18+4 soletta) previsto del tipo a predalles e soletta gettata in opera, in grado di creare un piano rigido. Per quanto concerne la soletta di ripartizione del solaio di calpestio è prevista scollegata dalla struttura portante a mezzo di un giunto elastico.

Per la definizione della Vita Nominale da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di un'infrastruttura ferroviaria si rimanda alla Tabella 2.5.1.1.1-1 Vita Nominale delle infrastrutture ferroviarie contenuta nel "MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI – PARTE 2 SEZIONE II – Ponti e Strutture" (RFI DTC SI PS MA IFS 001 E) e di seguito riportata.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	9 di 217

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale V_N [Anni] ⁽¹⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
(1) – La stessa V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Tab. 2.5.1.1.1-1 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

L'oggetto della presente relazione rientra nell'ambito di "opere nuove su infrastrutture ferroviarie progettate con le norme vigenti prima del Dm 14/01/2008 a velocità convenzionale $v < 250$ km/h", dunque le strutture di progetto avranno vita nominale $V_N = 75$ anni.

Il valore del Coefficiente d'Uso CU varia in relazione alla Classe d'Uso dell'edificio, come riportato nella Tabella 2.4.11 delle NTC 2018. Le NTC 2018 prevedono quattro diverse Classi d'Uso; per i fabbricati tecnologici si fa riferimento alla Classe IV "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità", alla quale corrisponde un Coefficiente d'Uso CU pari a 2.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	10 di 217

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

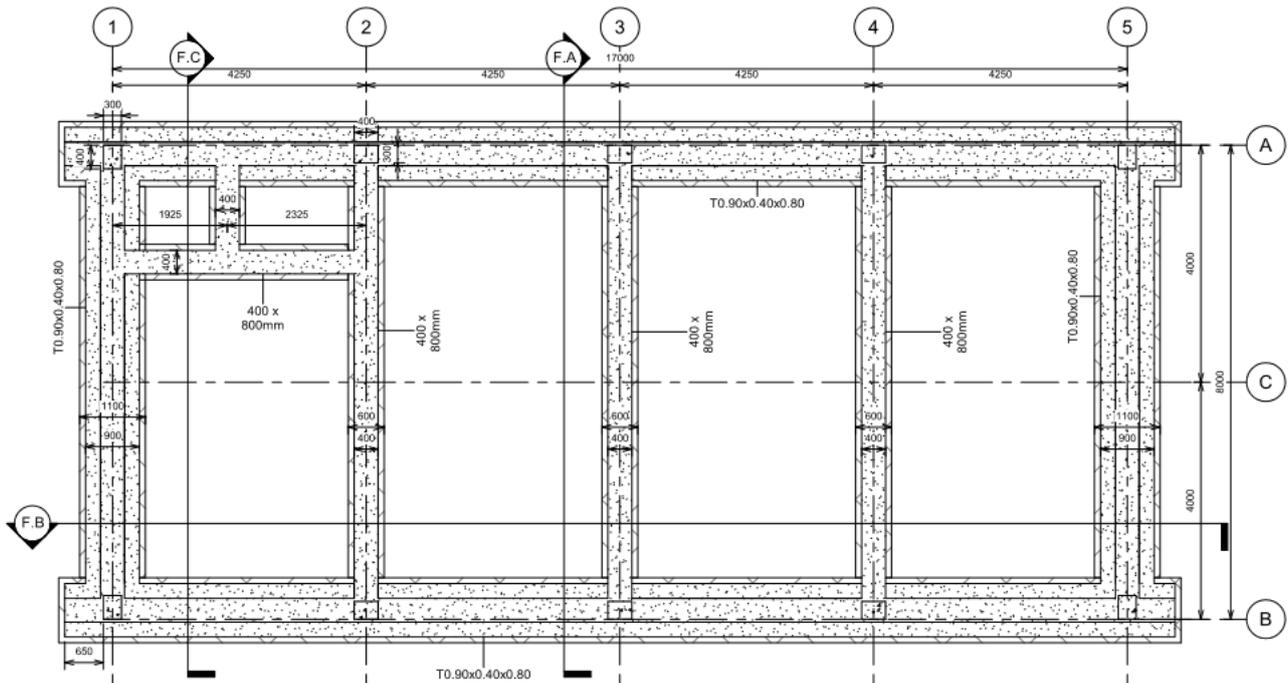
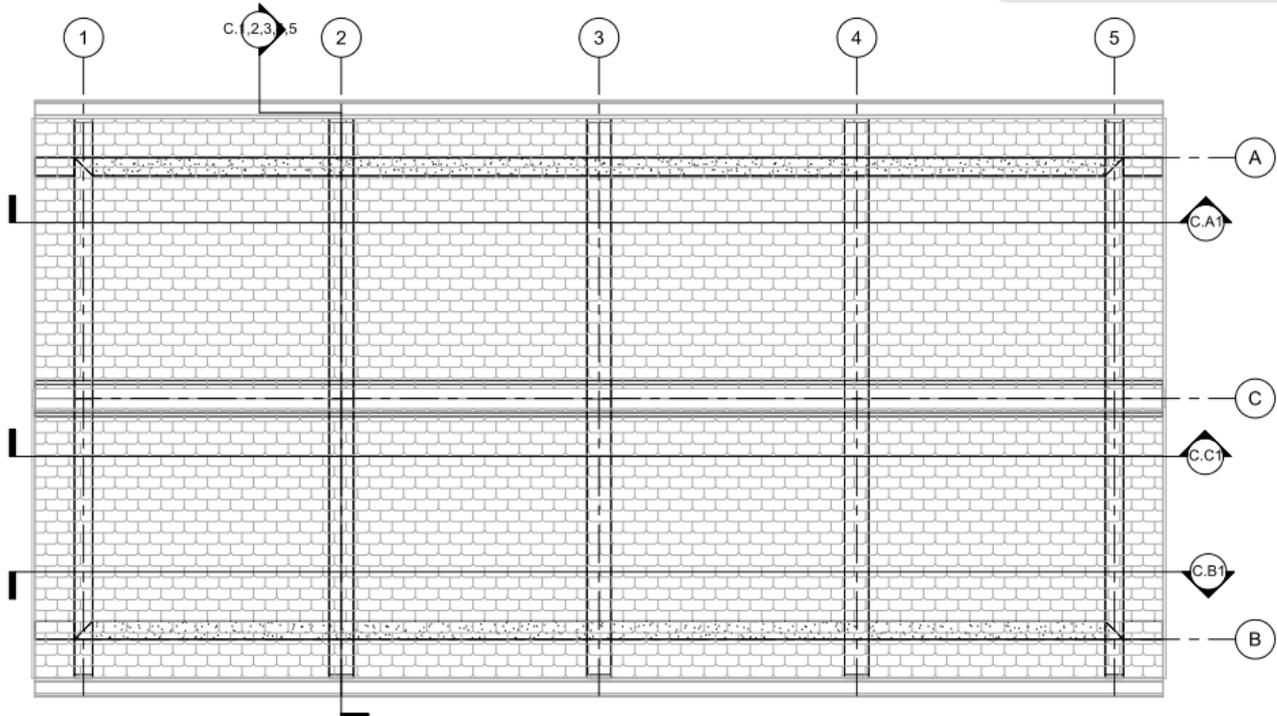


Figura 5 - pianta carpenterie di fondazione

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	11 di 217



SEZIONE TIPO SOLAIO IN PREDALLES H=26mm

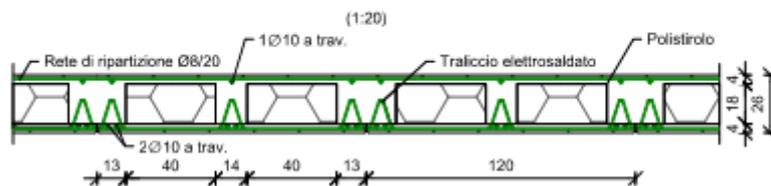


Figura 6- : pianta carpenterie di copertura

Per maggiori approfondimenti sulle geometrie delle diverse parti dell'opera si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	12 di 217

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 NORME DI RIFERIMENTO

La progettazione, il dimensionamento e l'esecuzione delle opere saranno, in generale, conformi alle prescrizioni tecniche e normative vigenti e di seguito riportate:

- D.M. 17 gennaio 2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Circolare 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
- RFI DTC SI MA IFS 001 E del 31.12.2020 - Manuale di progettazione delle opere civili .
- RFI DTC SI PS MA IFS 001 E del 31.12.2020 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture.
- RFI DTC SI CS MA IFS 001 E del 31.12.2020 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale.
- RFI DTC SI SP IFS 001 E del 31.12.2020 - "Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili".
- 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, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 776/2019 della Commissione del 16 maggio 2019.
- Regolamento (UE) N. 1300/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 772/2019 della Commissione del 16 maggio 2019.
- Regolamento di Esecuzione (UE) 776/2019 della Commissione del 16 maggio 2019 che modifica i regolamenti (UE) n. 321/2013, (UE) n. 1299/2014, (UE) n. 1301/2014, (UE) n. 1302/2014, (UE) n. 1303/2014 e (UE) 2016/919 della Commissione e la decisione di esecuzione 2011/665/UE della Commissione per quanto riguarda l'allineamento alla direttiva (UE) 2016/797 del Parlamento europeo e del Consiglio e l'attuazione di obiettivi specifici stabiliti nella decisione delegata (UE) 2017/1474 della Commissione.
- Regolamento di Esecuzione (UE) 2019/772 DELLA COMMISSISONE del 16 maggio 2019 che modifica il regolamento (UE) n. 1300/2014 per quanto riguarda l'inventario delle attività al fine di individuare le barriere all'accessibilità, fornire informazioni agli utenti e monitorare e valutare i progressi compiuti in materia di accessibilità.

3.2 ELABORATI DI RIFERIMENTO

IP00D26RGGE0000001A-Relazione Geotecnica Generale

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	13 di 217

3.3 DOCUMENTI CORRELATI

La documentazione di Progetto Definitivo relativa all'intervento in questione è la seguente:

-IP0000D18PBFA0100001A - Fabbricato CTE Parma Ovest - Pianta Fondazione

-IP0000D18PBFA0100002A - Fabbricato CTE Parma Ovest - Pianta Elevazione 1 di 2

-IP0000D18PBFA0100003A - Fabbricato CTE Parma Ovest - Pianta Elevazione 2 di 2

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	14 di 217

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

È previsto l'utilizzo dei seguenti materiali, dei quali, di seguito, si riportano le caratteristiche meccaniche:

4.1 OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO

Per i calcestruzzi si fa riferimento alle normative UNI EN 206-1 (Specificazione, prestazione, produzione e conformità) e UNI 11104 (Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1).

4.1.1 Magrone

- Classe di resistenza: C12/15
- Resistenza caratteristica cubica: $R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$
- Resistenza caratteristica cilindrica: $f_{ck} = 12 \text{ N/mm}^2$
- Classe di esposizione: X0
- Classe di consistenza slump: S3
- Contenuto minimo di cemento: 150 Kg/m³
- Rapporto A/C: ≤ 0.55
- Acqua: Conforme a UNI EN 1008
- Cemento: CEM II/B-M 32.5 R
(Conf. UNI-EN 197/1)

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	15 di 217

4.1.2 Calcestruzzo

Si riportano di seguito due tabelle riepilogative del tipo e delle caratteristiche del calcestruzzo adottato per i diversi elementi strutturali:

	Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
Classe di resistenza	C30/37	C30/37	C25/30
Classe di esposizione	XC3	XC3	XC2
Condizioni ambientali	ordinarie	ordinarie	ordinarie
Rapporto acqua/cemento		0,50	0,55

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
R _{ck}	(N/mm ²)	37	37	30
f _{ck}	(N/mm ²)	30	30	25
f _{cm}	(N/mm ²)	38	38	33
α _{cc}	(-)	0,85	0,85	0,85
γ _c	(-)	1,5	1,5	1,5
f _{cd}	(N/mm ²)	17,4	17,4	14,17
f _{ctm}	(N/mm ²)	2,94	2,94	2,56
f _{ctk}	(N/mm ²)	2,06	2,06	1,79
f _{ctd}	(N/mm ²)	1,37	1,37	1,19
f _{cfm}	(N/mm ²)	3,528	3,528	3,07
f _{cfk}	(N/mm ²)	2,47	2,47	2,15
E _c	(N/mm ²)	33019	33019	31476
E _{c-model}	(N/mm ²)	16510	16510	15738

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	16 di 217

Dove:

R_{ck} = Resistenza cubica caratteristica a compressione

$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck}$ = Resistenza cilindrica caratteristica

$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ = Resistenza cilindrica media a compressione

α_{cc} = Coefficiente per effetti a lungo termine e sfavorevoli: $\alpha_{cc} \text{ (t > 28gg)} = 0.85$

$\gamma_c = 1.5$; viene ridotto a 1.4 per produzioni continuative di elementi o strutture soggette a controllo continuativo del calcestruzzo dal quale risulti un coefficiente di variazione (rapporto tra scarto

quadratico medio e valore medio della resistenza) non superiore al 10%. $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c}$ = Resistenza

di calcolo a compressione

$f_{ctm} = 0.3 \cdot (f_{ck})^{2/3}$ [per classi \leq C50/60] = Resistenza cilindrica media a trazione

$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$ = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c}$ = Resistenza di calcolo a trazione

$f_{ctm} = 1.2 \cdot f_{ctm}$ = Resistenza media a trazione per flessione

$f_{ctk} = 0.7 \cdot f_{ctm}$ = Resistenza cilindrica caratteristica a trazione

$E_{cm} = 22000 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10} \right)^{0.3}$ = Modulo Elastico

Coefficiente di Poisson:

Secondo quanto prescritto al punto 11.2.10.4 della NTC2018, per il coefficiente di Poisson può adottarsi, a seconda dello stato di sollecitazione, un valore compreso tra 0 (calcestruzzo fessurato) e 0.2 (calcestruzzo non fessurato).

Coefficiente di dilatazione termica:

In sede di progettazione, o in mancanza di una determinazione sperimentale diretta, per il coefficiente di dilatazione termica del calcestruzzo può assumersi un valore medio pari a 10×10^{-6} °C⁻¹ (NTC2018 – 11.2.10.5).

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	17 di 217

4.1.3 Acciaio d'armatura in barre tonde ad aderenza migliorata

Si adotta acciaio tipo B450C come previsto al punto 11.3.2.1 delle NTC2018, per il quale si possono assumere le seguenti caratteristiche:

Resistenza a trazione – compressione:

$$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza caratteristica di rottura}$$

$$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza caratteristica a snervamento}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 391.3 \text{ N/mm}^2 = \text{Resistenza di calcolo}$$

dove:

$$\gamma_s = 1.15 = \text{Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio.}$$

Modulo Elastico:

$$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$$

Tensione tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo:

		Solaio in lastre predalles	Struttura in elevazione	Fondazioni
f_{bk}	(N/mm ²)	4.36	4,36	4,36
f_{bd}	(N/mm ²)	2.90	2,90	2,90

dove:

$$f_{bk} = 2.25 \cdot \eta \cdot f_{ctk} = \text{Resistenza tangenziale caratteristica di aderenza}$$

$$f_{bd} = \frac{f_{bk}}{\gamma_c} = \text{Resistenza tangenziale di aderenza di calcolo}$$

$$\eta = 1.0 \text{ – per barre di diametro } \Phi \leq 32 \text{ mm;}$$

$$\gamma_c = 1.5 \text{ – Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo.}$$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	18 di 217

4.2 COPRIFERRO

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare quanto indicato nella tabella C4.1.IV della Circolare 21.01.2019, riportata di seguito, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p elementi a piastra		cavi da c.a.p altri elementi	
Cmin	Co	ambiente	C≥C o	Cmin≤C<C o	C≥C o	Cmin≤C<C o	C≥C o	Cmin≤C<C o	C≥C o	Cmin≤C<C o
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Ai valori riportati nella tabella vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm. Si riportano di seguito i copriferri adottati, determinati in funzione della classe del cls e delle condizioni ambientali.

	Ambiente	Copriferro minimo	Tolleranza di posa	Copriferro nominale
Struttura in elevazione	Ordinario	25	10	35
Lastre predalles	Ordinario	25	5	30
Fondazioni	Ordinario	25	10	35

In definitiva si prescrive che in fondazione e in elevazione, tranne che per le lastre predalles, il copriferro netto non deve essere inferiore a 35mm.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	19 di 217

4.3 ANCORAGGIO E SOVRAPPOSIZIONE DELLE BARRE

Con riferimento al punto 4.1.6.1.4 delle NTC 2018, si evince che le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o meno sollecitate. La continuità delle barre, nel caso in esame, sarà effettuata per sovrapposizione. La norma prevede che la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo non deve essere mai minore di 20 volte il diametro della barra. In alcuni casi, come alle estremità delle travi continue, l'ancoraggio delle barre va eseguito con una piega a 90°: in questo caso la lunghezza della piega deve essere almeno pari a 5 volte il diametro della barra e comunque per motivazioni pratiche non inferiore a 10 cm.

Tenendo conto delle indicazioni riportate dalla norma e delle pratiche di buona progettazione, si assumono lunghezze di ancoraggio e di sovrapposizioni almeno pari a 40 volte il diametro della barra.

4.4 PANNELLI DI TAMPONATURA

Per quanto riguarda i pannelli di tamponatura, questi saranno prefabbricati in blocchi di laterizio poroton alleggeriti con polistirene espanso e saranno connessi alla struttura principale mediante giunti che consentono uno spostamento orizzontale nel piano del pannello congruente con i limiti da normativa NTC18 al punto 7.3.6.1. I medesimi giunti dovranno altresì sopportare le azioni verticali e orizzontali fuori dal piano del pannello dovute al peso proprio, al vento e al sisma.

4.5 SOLAIO IN LASTRE PREDALLES

È realizzato con lastre predalles in cemento armato di altezza 26 cm alleggerite con polistirene espanso.

Le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo e dell'acciaio adottate sono riportate nei paragrafi precedenti.

4.6 PROVE SUI MATERIALI

La costruzione delle strutture dovrà essere eseguita nel rispetto del Capitolato Generale Tecnico di Appalto delle Opere Civili, RFI DTC SI SP IFS 001 E, e delle normative nazionali citate.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	20 di 217

5 ANALISI DEI CARICHI

Come prescritto dalle NTC2018, sono state considerate agenti sulla struttura le seguenti condizioni di carico elementari, combinate tra loro in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali:

- peso proprio strutture;
- carichi permanenti non strutturali;
- sovraccarico variabile;
- azione sismica;
- azione del vento;
- azione della neve;
- variazioni termiche.

Nel progetto strutturale in esame, al fine di una progettazione tipologica che consenta l'impiego del fabbricato su tutta la linea oggetto dell'intervento, le azioni esterne, quali vento e neve, sono state valutate considerando le condizioni più gravose in accordo con la dislocazione delle sottostazioni. Seguendo la stessa logica, l'azione sismica è stata calcolata in corrispondenza del sito di Parma (PR)

5.1 PESO PROPRIO STRUTTURE

5.1.1 Struttura principale in c.a.

Solaio di copertura

È realizzato con lastre predalles in cemento armato di altezza 26 cm alleggerite con polistirene espanso.

Solaio in lastre Predalles ($H = 4+18+4=26\text{cm}$) lastra larga 1,20 m

Predalles ($s = 4\text{cm}$) $25 \times 0,04 \times 1,20 = 1,2 \text{ kN}$;

Nervatura centrale ($h=18 \text{ cm}$, $s=14 \text{ cm}$) $25 \times 0,18 \times 0,14 = 0,63 \text{ kN}$;

Nervature laterali ($h=18 \text{ cm}$, $s=13 \text{ cm}$) $2 \times 25 \times 0,18 \times 0,13 = 1,17 \text{ kN}$;

Soletta superiore ($s=4 \text{ cm}$) $25 \times 0,04 \times 1,20 = 1,2 \text{ kN}$;

Alleggerimento in polistirene espanso ($h=18 \text{ cm}$, $s=40 \text{ cm}$) $2 \times 0,15 \times 0,4 \times 0,18 = 0,0216 \text{ kN}$;

Peso totale di una lastra larga 1,20 m: $G = 1,2 + 0,63 + 1,17 + 1,2 + 0,0216 = 4,22 \text{ kN}$;

Peso totale a metro quadrato = $4,22 / 1,20 = 3,52 \text{ kN/m}^2$.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	21 di 217

Cornicioni

È realizzato in cemento armato di altezza 26 cm gettato in opera

Peso totale di un cornicione 0,8 m: $Ca (s = 26\text{cm}) 25 \times 0,26 \times 0,8 = 5,2 \text{ kN/m}$;

Peso totale a metro quadrato = $5,2/0,8 = 6,5 \text{ kN/m}^2$.

Il peso proprio delle travi e dei pilastri indicati a seguire, viene calcolato automaticamente dal programma di calcolo SAP 2000 considerando il peso specifico del calcestruzzo armato pari a:

$$\gamma_{c.a.} = 25 \text{ kN/m}^3$$

5.2 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

- Tamponamenti esterni

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Intonaco e tinteggiatura	2,0	1.400	0,28
Blocco in Termolaterizio tipo Poroton	12,0	760	0,91
Blocco in Termolaterizio tipo Poroton	12,0	760	0,91
Intonaco civile liscio	2	1.400	0,28
Isolamento XPS	3,0	20	0,01
TOTALE			2,39

La densità del laterizio utilizzata nel calcolo è cautelativamente utilizzata quella del poroton, valore maggiore rispetto ai laterizi forati degli elaborati grafici di riferimento.

Il peso per unità di superficie moltiplicato per l'altezza media del singolo pannello $h=5,5 \text{ m}$, trascurando le eventuali aperture, è pari a $13,14 \text{ kN/m}$, che è il peso a metro lineare del pannello.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	22 di 217

Considerando che il pannello viene fissato alle travi di elevazione e al cordolo in c.a. posto al di sopra della trave rovescia, il peso viene ripartito in due parti uguali tra le travi perimetrali di elevazione e a quelle di fondazione è pari a **6,6 kN/m**.

- Tamponamenti interni con spessore massimo

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Intonaco e tinteggiatura	2,0	1.400	0,28
Blocco in Termolaterizio tipo Poroton	20,0	760	1,52
Intonaco civile liscio	2	1.400	0,28
TOTALE	24		1,52

Il carico delle tamponature interne da 15-25 cm di spessore è considerato pari a 1,52 KN/m²*5,5m=8,36 KN/m

- Solaio di Fondazione (non gravanti sulle travi in fondazione)

Sulla platea di fondazione sono previste due tipologie di pacchetti di finitura, in funzione delle diverse destinazioni d'uso dei locali, come descritto nelle tabelle seguenti:

– PAVIMENTO GALLEGGIANTE –SALA QUADRI

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Pavimento Galleggiante	55		0,80
Soletta in c.a.	5	2.500	1,25
Foglio separatore in polietilene			

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	23 di 217

Isolamento XPS	8	50	0,04
Soletta c.a.	7	2.500	1,75
Intercapedine cupolex	40		0,06
Magrone in cls	10	2.500	2,50
TOTALE	105		6,40

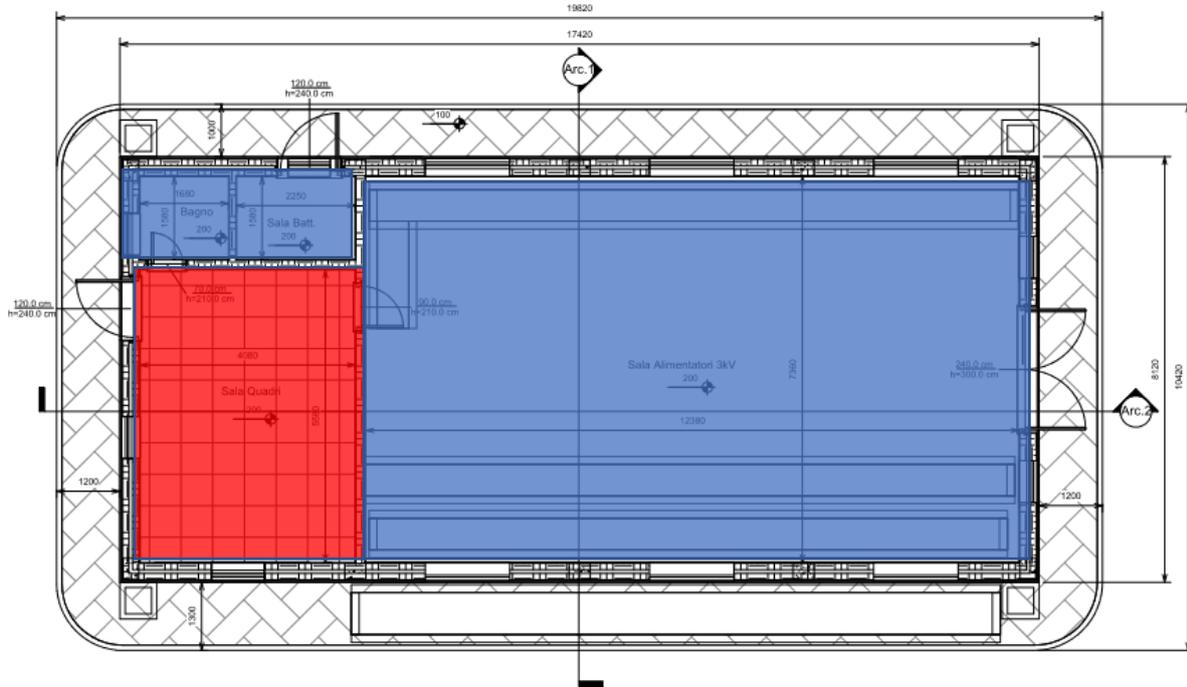
– SALA ALIMENTATORI, S. BATTERIE E WC – GRES PORCELLANATO SU IGLOO

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Pavimento in Gres Porcellanato	2	2.300	0,46
Massetto di posa Pavimentazione	1	1.200	0,12
Soletta c.a.	5	2.500	1,25
Massetto alleggerito in argilla espansa o perlite	12	1.200	1,44
Foglio separatore in polietilene			
Isolamento XPS	8	50	0,04
Soletta c.a.	7	2.500	1,75
Intercapedine cupolex	20		0,05
Magrone in cls	10	2.500	2,50
TOTALE	105		7,61

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	24 di 217



① Pianta piano Terra
1 : 50

- zone in rosso: pavimentazione con pavimento galleggiante;
- zone in blu: pavimentazione su igloo.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	25 di 217

- Carichi permanenti non strutturali agenti in copertura

Descrizione	Spessore [cm]	Densità [kg/m ³]	Carico – G ₂ [kN/m ²]
Manto di copertura in tegole di laterizio	1,5		0,52
Guaina Impermeabilizzante	0,2	219	0,00
Massetto in cls alleggerito	4	1.200	0,48
Isolamento in EPS	12	50	0,06
TOTALE	17,7		1,07

- Apparecchiature piano calpestio

Il peso delle apparecchiature ubicate al piano di calpestio del fabbricato è stato assunto pari ad un carico distribuito pari a 10 kN/m².

5.3 SOVRACCARICHI VARIABILI

Il sovraccarico variabile in copertura è assunto pari a 0,50 kN/m² in quanto copertura accessibile per sola manutenzione.

	Categoria	Denominazione	Q _k [kN/m ²]
Solaio di Copertura	Categoria H1 - Coperture Accessibili per sola Manutenzione	Q_H	0,5
	Cat. E2 - Ambienti ad uso industriale da valutarsi caso per caso – SALA ALIMENTATORI, CELLE RADDRIZZATORI	Q_E	15
Solaio di Fondazione	Cat. E2 - Ambienti ad uso industriale da valutarsi caso per caso – SALA QUADRI e WC	Q_E	4

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	26 di 217

5.4 AZIONE DELLA NEVE

Il carico della neve sulla copertura è valutato secondo il §3.4.1 delle NTC2018 mediante la seguente espressione:

$$q_s = q_{SN} \times \mu_1 \times C_E \times C_T$$

dove:

q_{SN} è il valore di riferimento del carico della neve al suolo con periodo di ritorno assunto pari a 100 anni

μ_1 è il coefficiente di forma della copertura

C_E è il coefficiente di esposizione

C_T è il coefficiente termico

Valore di riferimento del carico della neve al suolo

I fabbricati oggetto di verifica sorgono nei comuni in provincia di Parma e pertanto ubicati in Zona I secondo la zonazione nazionale esposta al §3.4.2 delle NTC2018.

○	Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
●	Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.	$q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.	$q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$
○	Zona III Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Olgiastro, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.	$q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$	$a_s \leq 200 \text{ m}$ $a_s > 200 \text{ m}$

Per i siti in esame aventi altitudine di quota 60m m s.l.m. il valore di calcolo del carico della neve al suolo risulta $q_{sk} = 1,5 \text{ kN/m}^2$.

Coefficiente di forma della copertura

Per copertura a falde con inclinazione compresa fra 0 e 30° il valore di μ_1 è 0.8.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	27 di 217

α (inclinazione falda [°])

0

μ

0.8

Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C_E
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

Coefficiente di esposizione

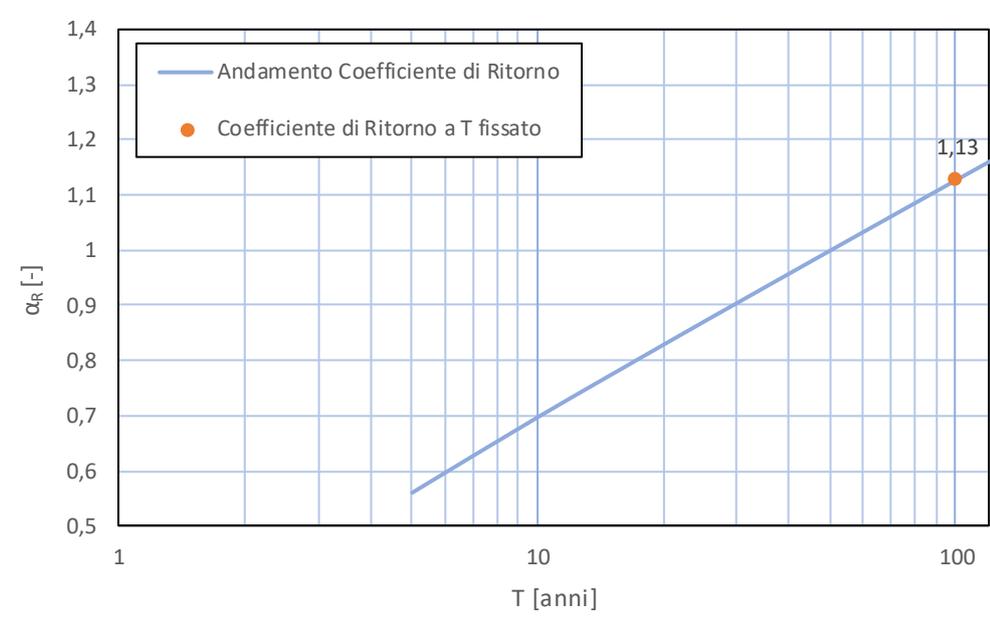
Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato **Ct = 1**.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	28 di 217

AZIONE DELLA NEVE (NTC2018)

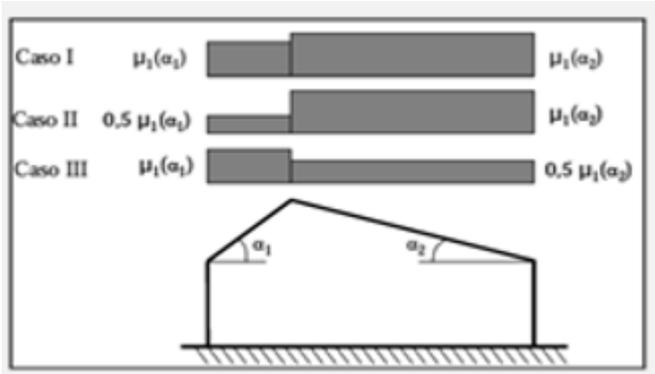
Comune di realizzazione dell'opera:	PARMA		
Zona di carico della neve:	Zona I		
Altitudine del sito di realizzazione opera	60 m s.l.m.		
$q_{sk} =$	1,50	kN/m^2	Valore carico della neve al suolo
$v =$	0,60	[-]	Coefficiente di variazione
$T =$	100,00	anni	Periodo di ritorno
$P_n =$	0,01	[-]	Probabilità Annuale di superamento
Coefficiente Amplificativo			
			
$\alpha_R =$	1,13	[-]	Coefficiente amplificativo funzione di T
$q_{sn} =$	1,69	kN/m^2	Valore Carico da neve funzione del periodo di ritorno
$\mu_1 =$	0,80	[-]	Coefficiente di forma
$C_t =$	1,00	[-]	Coefficiente termico
$C_E =$	1,00	[-]	Coefficiente di esposizione
$q_s = q_{sn} \times C_t \times C_E =$	1,35	kN/m^2	Carico da Neve

Risulta dunque $q_s = q_{sn} \times \mu_1 \times C_E \times C_T = 1,69 \times 0,8 \times 1 \times 1 = 1,35 \text{ kN/m}^2$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	29 di 217



Carico Neve $Q_k_{\text{Neve}} = \mu_1(\alpha) q_{sk} c_E c_t = 1,35 \text{ kN/m}^2$ Caso I – Caso II Falda II – Caso III Falda I
 $Q_k_{\text{Neve}} = 0,5 \mu_1(\alpha) q_{sk} c_E c_t = 0,68 \text{ kN/m}^2$ Caso II Falda I - Caso III Falda II

5.5 AZIONE DEL VENTO

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici. Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte alle azioni statiche equivalenti definite al punto 3.3.3 – NTC2018. Per il calcolo dell'azione statica equivalente dovuta al vento, si è fatto riferimento ad un sito posto in zona 1, con altezza sul livello del mare pari $a_s < a_0 = 750 \text{ m}$.

Pressione del vento:

La pressione del vento, considerata come azione statica agente normalmente alle superfici, è data dall'espressione:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove

- q_r - Pressione cinetica di riferimento
- c_e - Coefficiente di esposizione
- c_p - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)
- c_d - Coefficiente dinamico che si assume unitario.

Pressione cinetica di riferimento:

La pressione cinetica di riferimento q_b in (N/m^2) è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2$$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	30 di 217

dove:

- v_r - Velocità di riferimento del vento;

- ρ – Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m^3 .

In mancanza di indagini statistiche adeguate, la velocità di riferimento del vento $v_b(T_R)$ riferita ad un generico periodo di ritorno T_R può essere valutata, nel campo compreso tra 10 e 500 anni, con l'espressione:

$$V_b(T_R) = \alpha \cdot v_b$$

dove:

v_b – Velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 150 anni;

α_R – Coefficiente posto in un diagramma in funzione di T_R espresso in anni;

Il periodo di ritorno T_R al quale si è fatto affidamento per la valutazione della velocità di riferimento del vento risulta pari a 150 anni (in accordo con il periodo di riferimento V_R della struttura).

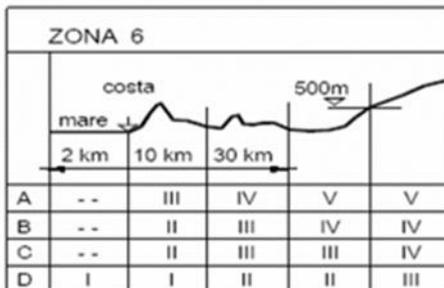
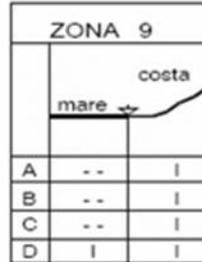
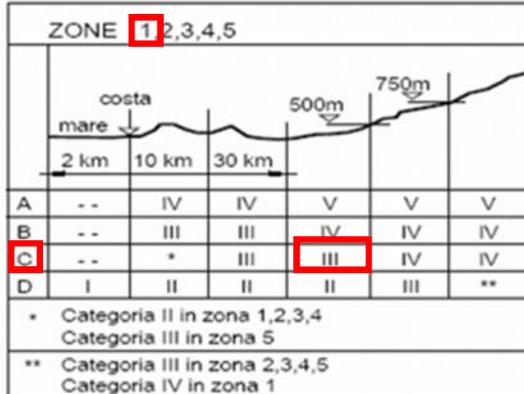
Coefficiente di esposizione:

Il coefficiente d'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. Per il caso in esame considerando zona 2, classe di rugosità del terreno C e categoria d'esposizione del sito III, il coefficiente di esposizione, per un'altezza massima del fabbricato di 5 m circa, risulta pari ad 1,71.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	31 di 217



Coefficiente dinamico:

Il coefficiente dinamico tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alla risposta dinamica della struttura. Esso è assunto cautelativamente pari ad 1.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	32 di 217

AZIONE DEL VENTO (NTC2018)

Comune di realizzazione dell'opera:	PARMA	
Altitudine del sito di realizzazione opera:	60	m s.l.m.
Zona di suddivisione territorio italiano:	Zona 1	
$v_{b,0} =$	25	m/s
Velocità di base di riferimento livello del mare		
$a_0 =$	750	m
Parametro funzione della zona del sito		
$k_s =$	0,45	[-]
Parametro funzione della zona del sito		
$c_a =$	1	[-]
Coefficiente di altitudine		
$v_b =$	25	m/s
Velocità di base di riferimento		
$T_r =$	150	anni
Periodo di ritorno		
$c_r =$	1,061	[-]
Coefficiente di ritorno		
$v_r =$	26,526	m/s
Velocità di riferimento		
$\rho =$	1,25	kg/m ³
Densità dell'aria		
$q_r =$	439,77	N/m ²
Pressione cinetica di riferimento		
Classe di rugosità del terreno:	C	
Categoria di esposizione del sito:	III	
$k_r =$	0,20	[-]
Parametro per definizione C_E		
$z_0 =$	0,10	m
Parametro per definizione C_E		
$z_{min} =$	5,00	m
Parametro per definizione C_E		
$Z =$	5,00	m
Altezza		
$c_t =$	1,00	[-]
Coefficiente di topografia		
$c_d =$	1,00	[-]
Coefficiente Dinamico		
$c_E =$	1,71	[-]
Coefficiente di esposizione		

$p = q_r C_e C_d$	752	N/mq
	0,75	kN/mq

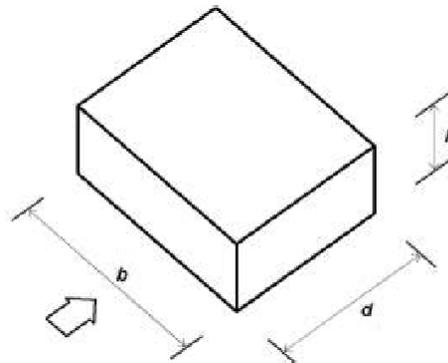
PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	33 di 217

Coefficiente aerodinamico:

Per considerare le condizioni più gravose indotte dal carico vento sui diversi elementi strutturali, si fa riferimento alle configurazioni riportate nella figura seguente (Fig. C3.3.2 Circolare 21 gennaio 2019), che considerano 4 scenari a seconda che il vento spiri in direzione $\pm X$ o $\pm Y$ e per ciascuno di essi valutano le differenti combinazioni possibili di Coefficiente di forma interno e esterno su ogni facciata lambita.



Il **coefficiente di pressione esterno** è valutato secondo la tabella G.I della CNR-DT-207-R1 di seguito riportata, dove si intendono positive le pressioni dirette verso l'interno delle costruzioni.

Faccia sopravento	Facce laterali	Faccia sottovento
$h/d \leq 1: c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$ $h/d > 1: c_{pe} = 0,8$	$h/d \leq 0,5: c_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d$ $h/d > 0,5: c_{pe} = -0,9$	$h/d \leq 1: c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$ $1 < h/d \leq 5: c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

In accordo al par. C.3.3.8.5 della circolare ministeriale del 2019 la struttura in esame ricade nella casistica 3, pertanto, il **coefficiente di pressione interno** è invece assunto pari a +0.2 e -0.3, considerando le combinazioni maggiormente gravose.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	34 di 217

$L_x =$	17,00	m	Lato Parallelo Direzione X
$L_y =$	8,00	m	Lato Parallelo Direzione Y
$h =$	5,00	m	Altezza
Coefficiente di forma direzione X			
$c_{p-sopr.} =$	0,73	[-]	Coefficiente Aerodinamico sopravento
$c_{p-sott.} =$	-0,36	[-]	Coefficiente Aerodinamico sottovento

Coefficiente di forma direzione Y			
$c_{p-sopr.} =$	0,76	[-]	Coefficiente Aerodinamico sopravento
$c_{p-sott.} =$	-0,43	[-]	Coefficiente Aerodinamico sottovento

Per ciò che concerne la copertura, questa viene classificata come copertura a due falde secondo il par. C3.3.8.1.4.

Si riportano nella tabella sottostante i valori di cpe con azione del vento piu' gravosa (direzione y e perpendicolare al colmo) previsti nel caso in analisi.

Tabella C3.3.XI - Coefficienti di pressione per coperture a doppia falda: vento in direzione ortogonale al colmo.

α	Direzione del vento $\Theta = 0^\circ$									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0,6		-0,6		-0,8		-0,7		-1,0	-1,5
-30°	-1,1	-2,0	-0,8	-1,5	-0,8		-0,6		-0,8	-1,4
-15°	-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2	-0,5		-0,7	-1,2
-5°	-2,3	-2,5	-1,2	-2,0	-0,8	-1,2	-0,6		-0,6	
							+0,2		+0,2	
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-0,6		-0,6	
	0		0		0				-0,2	
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-0,4		-1,0	-1,5
	+0,2		+0,2		+0,2		0		0	
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-0,4		-0,5	
	+0,7		+0,7		+0,4		0		0	
45°	0		0		0		-0,2		-0,3	
	+0,7		+0,7		+0,6		0		0	
60°	+0,7		+0,7		+0,7		-0,2		-0,3	
75°	+0,8		+0,8		+0,8		-0,2		-0,3	

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	35 di 217

In copertura il vento agisce sia come azione di sollevamento che di schiacciamento, ma l'entità dell'azione è molto bassa e perciò trascurabile.

Tuttavia, in via cautelativa, si è deciso di considerare il massimo c_{pe} per le facce sopravento e sottovento, indipendente dalla direzione del vento.

Pressioni interne:

Le pressioni interne agli edifici dipendono dalla superficie delle aperture che questi presentano verso l'esterno. Si possono verificare tre differenti casi, come riportato al § C3.3.8.5 "PRESSIONI INTERNE" delle N.T.C. 2018.

Caso 1

Se per almeno due facce dell'edificio l'area totale delle aperture presenti su ciascuna faccia supera il 30% della superficie totale della faccia stessa si applicano le prescrizioni riportate nel § C3.3.8.2 (tettoie).

Caso 2

Se l'edificio non rientra nel caso precedente, ma presenta una superficie dotata di un'area totale di aperture pari ad almeno il doppio della somma delle aree delle aperture presenti sulle rimanenti superfici, il coefficiente di pressione interna c_{pi} è pari a $0,75 \cdot c_{pe}$; se invece l'area delle aperture presenti su detta superficie è pari ad almeno il triplo dell'area delle aperture presenti sulle rimanenti superfici, il coefficiente di pressione interna c_{pi} è pari a $0,90 \cdot c_{pe}$.

L'altezza di riferimento z_i è pari all'altezza di riferimento z_e relativa alla superficie dominante.

Caso 3

Se l'edificio non rientra in nessuno dei casi precedenti, ma è dotato di porosità distribuita in maniera circa uniforme, in assenza di determinazioni più dettagliate, per le quali si farà riferimento a documenti di comprovata validità, si possono assumere i valori $c_{pi} = +0,2$ e $c_{pi} = -0,3$, considerando il caso che di volta in volta conduce alla situazione maggiormente gravosa.

L'altezza di riferimento z_i è pari all'altezza massima dell'edificio.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	36 di 217

Azione tangenziale del vento:

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$p_f = q_b \cdot c_e \cdot c_f$$

dove:

q_b , c_e sono stati definiti precedentemente;

c_f - Coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

Dati i coefficienti d'attrito riportati in Tabella C3.3.XIX (C3.3.8.8 della Circolare 2019) si assume un valore di 0.02, relativo a superficie scabra (cemento a faccia scabra, catrame...). Pertanto, sviluppando l'espressione relativa all'azione tangenziale del vento si ottiene un valore ampiamente trascurabile rispetto alle altre azioni in gioco.

<u>Azione Tangenziale Vento</u>		
q_b	0.44	kN/m ²
c_e	1.71	
c_f	0.02	
p_f	0.015	kN/m ²

Nel caso in esame, risulta pertanto che:

$$- p_2 = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 0,44 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,71 \cdot (0,76+0,2) \cdot 1 = 0,72 \text{ kN/m}^2 \text{ (Sopravento);}$$

$$- p_3 = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d = 0,44 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,71 \cdot (-0,43-0,3) \cdot 1 = -0,57 \text{ kN/m}^2 \text{ (Sottovento).}$$

L'azione del vento sui pannelli di tamponamento viene trasmessa alle travi perimetrali e alle travi di fondazione come una forza a metro lineare pari alla pressione del vento precedentemente calcolata (p_2 e p_3) per la metà dell'altezza media dei pannelli ($5,5 \times 0,50 = 2,75 \text{ m}$):

$$- p_2 \cdot h/2 = +0,72 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,75 \text{ m} = 1,98 \text{ kN/m} \text{ (Pressione vento elementi verticali - Sopravento);}$$

$$- p_3 \cdot h/2 = -0,57 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,75 \text{ m} = 1,57 \text{ kN/m} \text{ (Pressione vento elementi verticali - Sottovento);}$$

L'azione del vento (depressione) sul solaio viene trascurata in favore di sicurezza.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	37 di 217

5.6 VARIAZIONE TERMICA

Negli edifici in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per l'efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto della sola componente uniforme di variazione termica $\Delta T_u = T - T_0$ pari alla differenza tra la temperatura media attuale T e quella iniziale alla data della costruzione T_0 . Nelle modellazioni sono stati considerati i seguenti carichi termici uniformi:

strutture in c.a. protette $\Delta T_u = \pm 10^\circ \text{C}$

strutture in c.a. esposte $\Delta T_u = \pm 15^\circ \text{C}$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	38 di 217

5.7 AZIONE SISMICA

Per la definizione dell'azione sismica sono necessarie delle valutazioni preliminari relative alle seguenti caratteristiche proprie della costruzione (2.4 – NTC2018):

- Vita Nominale (V_N);
- Classe d'uso (C_u);
- Periodo di Riferimento (V_R).

Si attribuisce una vita nominale $V_N = 75$ anni e la classe d'uso IV con coefficiente d'uso $C_u=2$, in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- DM 17/01/2018 par. 2.4;
- Circ. 21/01/2019, n. 7 par. C2.4.1 e C2.4.2;
- Decreto 21/10/2003 Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile;
- "Istruzione per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari" (rif. RFI-DTC-ICI-PO-SP-INF-001-A)
- Manuale di progettazione delle opere civili Parte II – Sezione 2 - Ponti e strutture (rif. RFI-DTC-SI-PS-MA-IFS-001-D) - Par. 2.5.1.1 "VITA NOMINALE E CLASSI D'USO" e Par. 2.12.3.1 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA".

Il periodo di riferimento da considerare per il calcolo dell'azione sismica sarà quindi $V_R = C_u \times V_N = 150$ anni.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g , nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissata probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R (3.2 – NTC2018).

La normativa NTC2018 definisce le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g – Accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 – Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* - Periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche si definiscono due stati limite di esercizio e due ultimi, che sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso (3.2.1 – NTC2018), ai quali corrispondono i seguenti valori dei parametri precedentemente definiti:

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	39 di 217

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può far riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Il terreno su cui insiste la costruzione è stato considerato un sottosuolo di *categoria C* come riportato nelle "Relazione Geotecnica" di riferimento.

Nel caso in esame si può assumere una categoria topografica T_1 (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

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:

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

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

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

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

Poiché il fabbricato è dotato di solai che presentano luce inferiore a 8 m, non è stata considerata la componente verticale dell'azione sismica, come stabilito al punto 7.2.2 delle NTC2018:

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 3.2.2 - NTC2018 η con

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	40 di 217

$1/q$, dove q è il fattore di struttura.

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione dell'azione sismica dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato mediante la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

q_0 è il valore massimo del fattore di struttura

K_R è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione.

Un problema importante è la scelta del valore base del coefficiente di comportamento q_0 , che risulta legato alla tipologia strutturale ed al livello di duttilità attesa. Osservando le tipologie strutturali riportate al punto 7.4.3.1 – NTC2018 si evince che l'edificio in esame può essere riconducibile ad un sistema a telaio.

Per quanto riguarda il livello di duttilità attesa, si stabilisce di progettare il fabbricato in accordo con un comportamento strutturale non dissipativo.

Dato che il fabbricato tecnologico in progetto è un tipologico, gli spettri di risposta di progetto agli stati limite SLD, SLV e SLO sono stati pertanto determinati facendo riferimento alla CTE sita nel comune di Parma (PR), come riportato nella tabella in seguito.

Si osserva che tali valori sono in accordo con quanto riportato nelle relazioni di caratterizzazione Sismica nei documenti geotecnici di riferimento.

Le NTC 2018 forniscono i seguenti valori massimi per il valore di q da assumere per ogni stato limite, in funzione del comportamento strutturale assunto.

Tab. 7.3.1 – Limiti su q e modalità di modellazione dell'azione sismica

STATI LIMITE		Lineare (Dinamica e Statica)		Non Lineare	
		Dissipativo	Non Dissipativo	Dinamica	Statica
SLE	SLO	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	$q = 1.0$ § 3.2.3.4	§ 7.3.4.1	§ 7.3.4.2
	SLD	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
SLU	SLV	$q \geq 1,5$ § 3.2.3.5	$q \leq 1,5$ § 3.2.3.5		
	SLC	---	---		

Per il caso in esame si decide di assumere q_{SLV} e $q_{SLD} = 1,5$,

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	41 di 217

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE	LATITUDINE
10,33	44,8036

Ricerca per comune

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE
Emilia-Romagna	Parma	Parma

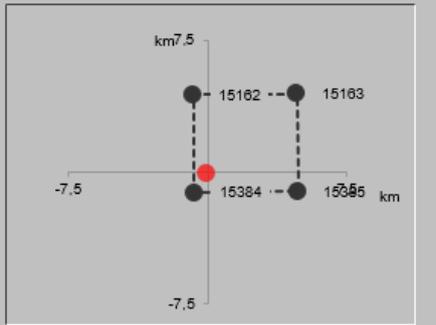
Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

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

Interpolazione

superficie rigata

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".

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	42 di 217

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

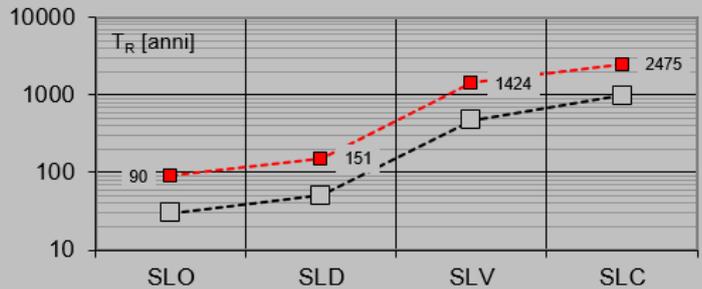
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	Valore
SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="90"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="151"/>
Stati limite ultimi - SLU	Valore
SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1424"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2475"/>

Elaborazioni

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

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	43 di 217

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info

$S_S =$ **1,402**

$C_C =$ **1,570** info

Categoria topografica **T1** 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 (%) **5**

$\eta =$ **1,000** info

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_s **1,5**

Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1**

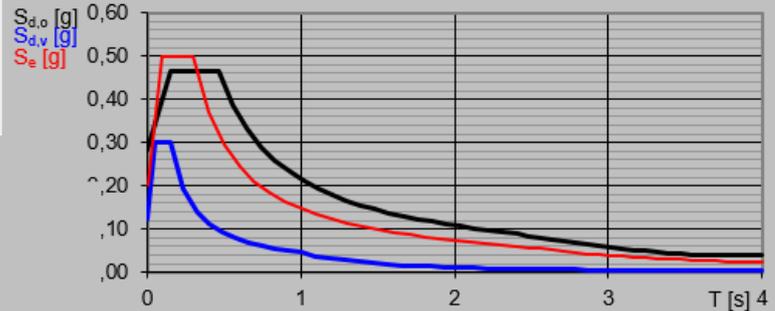
$\eta =$ **1,000** info

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, $\xi = 5\%$)

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	44 di 217

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

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,201 g
F_o	2,475
T_C^*	0,296 s
S_S	1,402
C_C	1,570
S_T	1,000
q	1,500

Parametri dipendenti

S	1,402
η	0,667
T_B	0,155 s
T_C	0,464 s
T_D	2,403 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-18 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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-18 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,282
$T_B \leftarrow$	0,155	0,464
$T_C \leftarrow$	0,464	0,464
	0,557	0,387
	0,649	0,332
	0,741	0,291
	0,834	0,259
	0,926	0,233
	1,018	0,212
	1,111	0,194
	1,203	0,179
	1,295	0,166
	1,388	0,155
	1,480	0,146
	1,572	0,137
	1,665	0,130
	1,757	0,123
	1,849	0,117
	1,942	0,111
	2,034	0,106
	2,126	0,101
	2,219	0,097
	2,311	0,093
$T_D \leftarrow$	2,403	0,090
	2,479	0,084
	2,555	0,079
	2,631	0,075
	2,707	0,071
	2,784	0,067
	2,860	0,063
	2,936	0,060
	3,012	0,057
	3,088	0,054
	3,164	0,052
	3,240	0,049
	3,316	0,047
	3,392	0,045
	3,468	0,043
	3,544	0,041
	3,620	0,040
	3,696	0,040
	3,772	0,040
	3,848	0,040
	3,924	0,040
	4,000	0,040

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	45 di 217

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLO
Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0,072 g
F_o	2,491
T_C^*	0,270 s
S_S	1,500
C_C	1,618
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,145 s
T_C	0,436 s
T_D	1,888 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-18 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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-18 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,108
$T_B \leftarrow$	0,145	0,269
$T_C \leftarrow$	0,436	0,269
	0,505	0,233
	0,575	0,205
	0,644	0,183
	0,713	0,165
	0,782	0,150
	0,851	0,138
	0,920	0,128
	0,989	0,119
	1,059	0,111
	1,128	0,104
	1,197	0,098
	1,266	0,093
	1,335	0,088
	1,404	0,084
	1,474	0,080
	1,543	0,076
	1,612	0,073
	1,681	0,070
	1,750	0,067
	1,819	0,065
$T_D \leftarrow$	1,888	0,062
	1,989	0,056
	2,090	0,051
	2,190	0,046
	2,291	0,042
	2,391	0,039
	2,492	0,036
	2,592	0,033
	2,693	0,031
	2,793	0,028
	2,894	0,027
	2,995	0,025
	3,095	0,023
	3,196	0,022
	3,296	0,020
	3,397	0,019
	3,497	0,018
	3,598	0,017
	3,698	0,016
	3,799	0,015
	3,899	0,015
	4,000	0,014

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	46 di 217

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD
Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,089 g
F_o	2,476
T_C^*	0,277 s
S_S	1,500
C_C	1,605
S_T	1,000
q	1,500

Parametri dipendenti

S	1,500
η	0,667
T_B	0,148 s
T_C	0,444 s
T_D	1,957 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-18 Eq. 3.2.4)

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_e(T)$ 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-18 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

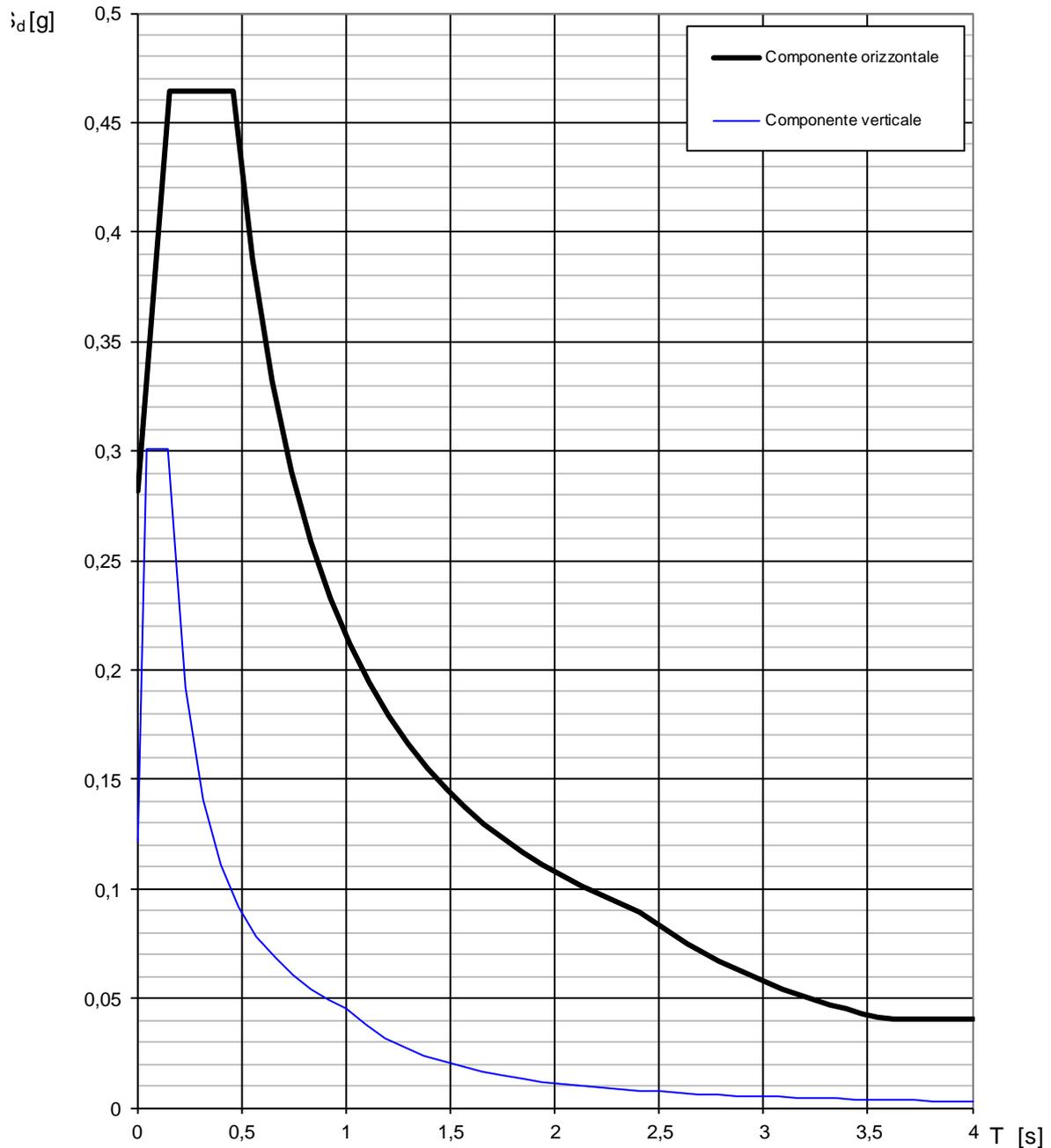
	T [s]	Se [g]
	0,000	0,134
$T_B \leftarrow$	0,148	0,221
$T_C \leftarrow$	0,444	0,221
	0,516	0,190
	0,588	0,167
	0,660	0,149
	0,732	0,134
	0,804	0,122
	0,876	0,112
	0,948	0,103
	1,020	0,096
	1,092	0,090
	1,164	0,084
	1,237	0,079
	1,309	0,075
	1,381	0,071
	1,453	0,068
	1,525	0,064
	1,597	0,061
	1,669	0,059
	1,741	0,056
	1,813	0,054
	1,885	0,052
$T_D \leftarrow$	1,957	0,050
	2,054	0,046
	2,152	0,041
	2,249	0,038
	2,346	0,035
	2,444	0,032
	2,541	0,030
	2,638	0,028
	2,735	0,026
	2,833	0,024
	2,930	0,022
	3,027	0,021
	3,125	0,020
	3,222	0,019
	3,319	0,017
	3,416	0,016
	3,514	0,016
	3,611	0,015
	3,708	0,014
	3,805	0,013
	3,903	0,013
	4,000	0,012

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	47 di 217

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



I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.I – NTC2018. Nel caso in esame i sovraccarichi accidentali che possono essere sottoposti ad eccitazione sismica sono:

- per il solaio di copertura, la neve ed il vento per copertura presentano $\psi_{2j} = 0$;
- per il solaio di copertura, il sovraccarico variabile agente presenta $\psi_{2j} = 0$.

Per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	48 di 217

localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per gli edifici, gli effetti dell'eccentricità accidentale del centro di massa possono essere determinati mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo. In assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0.05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica.

Gli effetti delle forze equivalenti dovute all'eccentricità accidentale, vengono portati in conto nella combinazione sismica, sommandoli al contributo delle sollecitazioni che si ottengono a valle dell'analisi dinamica lineare con spettro di risposta.

Come metodo di analisi per determinare gli effetti dell'azione sismica si è scelto di utilizzare l'analisi dinamica lineare o analisi modale con spettro di risposta, nella quale l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto.

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale);
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- nella combinazione di questi effetti.

Come prescritto dalle NTC 2018 al paragrafo 7.3.3.1, devono essere considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi, deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa (CQC) degli effetti relativi a ciascun modo, secondo quanto definito al punto 7.3.3.1 delle NTC2018.

La risposta della struttura viene calcolata dal SAP2000 per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni:

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y$$

$$1.00 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_x$$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	49 di 217

5.8 AZIONI ECCEZIONALI – URTI DA TRAFFICO FERROVIARIO

Secondo quanto riportato dalle NTC 2018 al § 3.6.3.4, all’occorrenza di un deragliamento può verificarsi il rischio di collisione fra i veicoli deragliati e le strutture adiacenti la ferrovia. Queste ultime dovranno essere progettate in modo da resistere alle azioni conseguenti ad una tale evenienza.

Dette azioni devono determinarsi sulla base di una specifica analisi di rischio, tenendo conto della presenza di eventuali elementi protettivi o sacrificali (respingenti) ovvero di condizioni di impianto che possano ridurre il rischio di accadimento dell’evento (marciapiedi, controrotaie, ecc.).

In mancanza di specifiche analisi di rischio possono assumersi le seguenti azioni statiche equivalenti, in funzione della distanza d degli elementi esposti dall’asse del binario:

- per $d \leq 5$ m:
 - 4000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
 - 1500 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- per $5 \text{ m} < d \leq 15$ m:
 - 2000 kN in direzione parallela alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
 - 750 kN in direzione perpendicolare alla direzione di marcia dei convogli ferroviari;
- per $d > 15$ m pari a zero in entrambe le direzioni.

Queste forze devono essere applicate a 1,80 m dal piano del ferro e non devono essere considerate agenti simultaneamente.

Tuttavia, è comunque bene precisare che, secondo le disposizioni contenute nel Manuale di Progettazione delle Opere Civili (RFI DTC SI MA IFS 001 E, Parte II, Sezione 3, § 3.12.3.5), trattandosi di un Fabbricato Tecnologico lungo linea con recinzioni protettive, ove non è normalmente prevista la presenza di persone, non è necessario adottare azioni mitigative e pertanto nel dimensionamento degli elementi strutturali non dovrebbe comunque essere considerato il contributo dell’azione in oggetto.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	50 di 217

6 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

6.1 CARATTERISTICHE DEL TERRENO

In accordo alla Relazione geotecnica (documento di riferimento IP00D26RGGE0000001A) relativa ai siti in oggetto, al fine di eseguire le verifiche geotecniche relative alle fondazioni, sono stati assunti i seguenti parametri caratteristici del terreno di seguito riportati in tabella:

TRATTA 1 - dal km 0+000 al km 1+034 - PR3																
UNITA'	DA	A	Nspt	γ_n	φ'	c'	C_u	G_0	E_0	E_{op2}	E_{op1}	OCR	CR	RR	kh	H falda da p.c. (***)
(-)	(m pc)	(m pc)	(colpi/30c m)	(°)	(kPa)	(kPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(-)	(-)	(-)	[m/s]	[m]
G	0.00	13.00	ott-67	19.0	37	0	-	50-110	100-250	20-50	ott-25	-	-	-	2.03E-04	9,1
L	13.00	25.00	20-25	19	27	12	70-110	60-80	140-190	28-38	14-19	3.50-6.80	0.024	0.021	9.62E-07	
G	25.00	29.00	-	19	37	0	-	150	350	70	35	-	-	-	2.03E-04	
L	29.00	32.00	-	19	27	8	150	85	190	38	19	3.50-6.80	0.024	0.021	9.62E-07	
G	>32	-	-	19	37	0	-	150	350	70	35	-	-	-	2.03E-04	

Nota: I moduli Eop1 ed Eop2 sono da adottarsi rispettivamente Eop1 per problemi di "primo carico" (esempio fondazioni dirette, profonde e rilevati) ed Eop2 per problemi di scarico e/o di scarico-ricarico (esempio: fronti di scavo sostenuti con opere di sostegno tipo paratie tirantate e non).

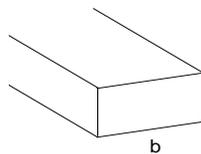
Tabella 1-Stratigrafia terreno e parametri meccanici

Sulla base dei sondaggi effettuati si ha evidenza che la falda e' posta a 9,1 m da piano campagna.

L'interazione tra terreno e struttura è stata studiata ipotizzando un comportamento elastico del terreno. L'intera struttura è poggiata a terra su un letto di molle alla Winkler la cui rigidezza viene assegnata per unità di lunghezza di elemento. Il coefficiente di fondazione (Winkler) adottato per le travi rovesce nel modello è pari a $K = 14106 \text{ kN/m}^3$.

Si utilizza la seguente relazione (Vesic, 1965):

Per cui risulta:



$$K = \frac{0.65E}{1-\nu^2} \sqrt[12]{\frac{Eb^4}{(EJ)_{fond}}}$$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	51 di 217

COSTANTE DI WINKLER (VESIC 1961)			
E_s	Modulo Elastico Terreno	15	N/mm^2
ν_s	Modulo Poisson	0,3	-
R_{ck}	Resistenza a compressione cubica CLS	30	N/mm^2
f_{ck}	Resistenza a compressione cilindrica CLS	24,9	N/mm^2
f_{cm}	Resistenza media a compressione CLS	32,9	N/mm^2
E_{cm}	Modulo Elastico CLS	31447,16144	N/mm^2
B	Lunghezza della base della fondazione	900	mm
H	Altezza della fondazione	800	mm
J	Momento di inerzia della Fondazione	3,84E+10	mm^4
K	Costante di Sottofondo	7,97E-03	N/mm^3
K	Costante di Sottofondo	7973,51	kN/m^3
k	Costante di Sottofondo	7176,16	kN/m^2

Per le verifiche geotecniche le molle lineari applicate al modello in della fondazione sono le seguenti:

-trave rovescia $B=0,9m$: $7176 Kn/m^2$

Per le travi $40*80$ cm si assumono costanti di winkler pari al valore di calcolo di seguito:

-trave $40X80$: $5860Kn/m^2$

COSTANTE DI WINKLER (VESIC 1961)			
E_s	Modulo Elastico Terreno	15	N/mm^2
ν_s	Modulo Poisson	0,3	-
R_{ck}	Resistenza a compressione cubica CLS	30	N/mm^2
f_{ck}	Resistenza a compressione cilindrica CLS	24,9	N/mm^2
f_{cm}	Resistenza media a compressione CLS	32,9	N/mm^2
E_{cm}	Modulo Elastico CLS	31447,16144	N/mm^2
B	Lunghezza della base della fondazione	400	mm
H	Altezza della fondazione	800	mm
J	Momento di inerzia della Fondazione	1,71E+10	mm^4
K	Costante di Sottofondo	1,46E-02	N/mm^3
K	Costante di Sottofondo	14648,28	kN/m^3
K	Costante di Sottofondo	5859,31	kN/m^2

La risposta sismica del terreno granulare sollecitato da azioni sismiche si risolve nel campo delle piccole deformazioni, in corrispondenza delle quali il valore secante del modulo elastico è 2- 5 volte superiore rispetto alle altre sollecitazioni.

Per le verifiche strutturali delle travi di fondazione si è scelto di considerare per semplicità un modulo

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	52 di 217

elastico alla Winkler pari 3 volte superiore per tutte le combinazioni di carico:

Per le verifiche strutturali delle travi di fondazione le molle lineari applicate al modello in della fondazione sono le seguenti:

-trave rovescia B=0,9m: 21530 KN/m²

-trave 40X80 : 17580 KN/m²

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	53 di 217

7 MODELLAZIONE DELLA STRUTTURA

L'analisi della struttura è condotta con il programma agli elementi finiti SAP2000 versione 23.2.0, seguendo quanto specificato dalle NTC 2018 al § 7.2.6.

In particolare, vengono realizzati due distinti modelli agli elementi finiti per l'individuazione delle sollecitazioni che interessano rispettivamente la struttura in elevazione e le fondazioni del fabbricato.

Per individuare le sollecitazioni che interessano gli elementi della struttura in elevazione, viene realizzato un modello tridimensionale in cui sono inseriti gli elementi strutturali principali (travi e pilastri modellati con elementi finiti monodimensionali tipo *frame*). In questo modello la fondazione non è rappresentata e i pilastri sono vincolati alla base con un vincolo di tipo incastro. Le tamponature e i solai non vengono modellati direttamente, ma sono rappresentati unicamente in termini di massa; corrispondenza del solaio di copertura viene inserito un vincolo di piano rigido (*Diaphragm Constraint*) (vedi NTC 2018 al § 7.2.6).

Secondo quanto suggerito dalle NTC 2018 al § 7.2.6, per tener conto della fessurazione dei materiali fragili, la rigidità flessionale e a taglio degli elementi in cemento armato può essere abbattuta fino al 50%. Nel modello realizzato su SAP2000, si abbatte dunque il modulo di rigidità di tutti gli elementi strutturali della metà ($E_{prog} = 0,50 \cdot E_{cls}$).

Data la natura monodimensionale degli elementi *frame*, nei collegamenti non viene tenuto conto degli effettivi ingombri degli elementi strutturali, che hanno una lunghezza reale inferiore alla distanza fra i loro nodi estremali nello schema di calcolo. È possibile risolvere questo problema assegnando a questi elementi dei *End (Length) Offset* che consentono di identificare un tratto di rigidità infinita intorno a ogni nodo, la cui lunghezza è calcolata in automatico dal software, sulla base della geometria degli elementi che si intersecano nel nodo stesso. In questo modo i valori massimi delle sollecitazioni delle travi in corrispondenza degli appoggi non vengono letti esattamente in asse al nodo ma a una distanza che corrisponde a metà dell'altezza della sezione del pilastro convergente nel nodo stesso.

Nel secondo modello vengono invece rappresentate le travi di fondazione con i cordoli di collegamento, modellate con elementi tipo *beam* e poggiate su suolo elastico, in analogia con le indicazioni contenute nella "Relazione Geotecnica" relativa al Fabbricato.

Su tali travi di fondazione vengono applicate le reazioni di base dei pilastri ottenute dal modello della struttura in elevazione per ognuna delle combinazioni di carico considerate, cambiate di segno. Tenendo conto delle indicazioni riportate al § 7.2.5 delle NTC 2018, le azioni trasmesse dalla

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	54 di 217

struttura in elevazione in combinazione sismica non sono amplificate, assumendo che la struttura sia non dissipativa.

Una volta lanciata l'analisi, si eseguono eseguite le verifiche di resistenza agli stati limite ultimi e il controllo tensione e fessurazione per gli stati limite di esercizio.

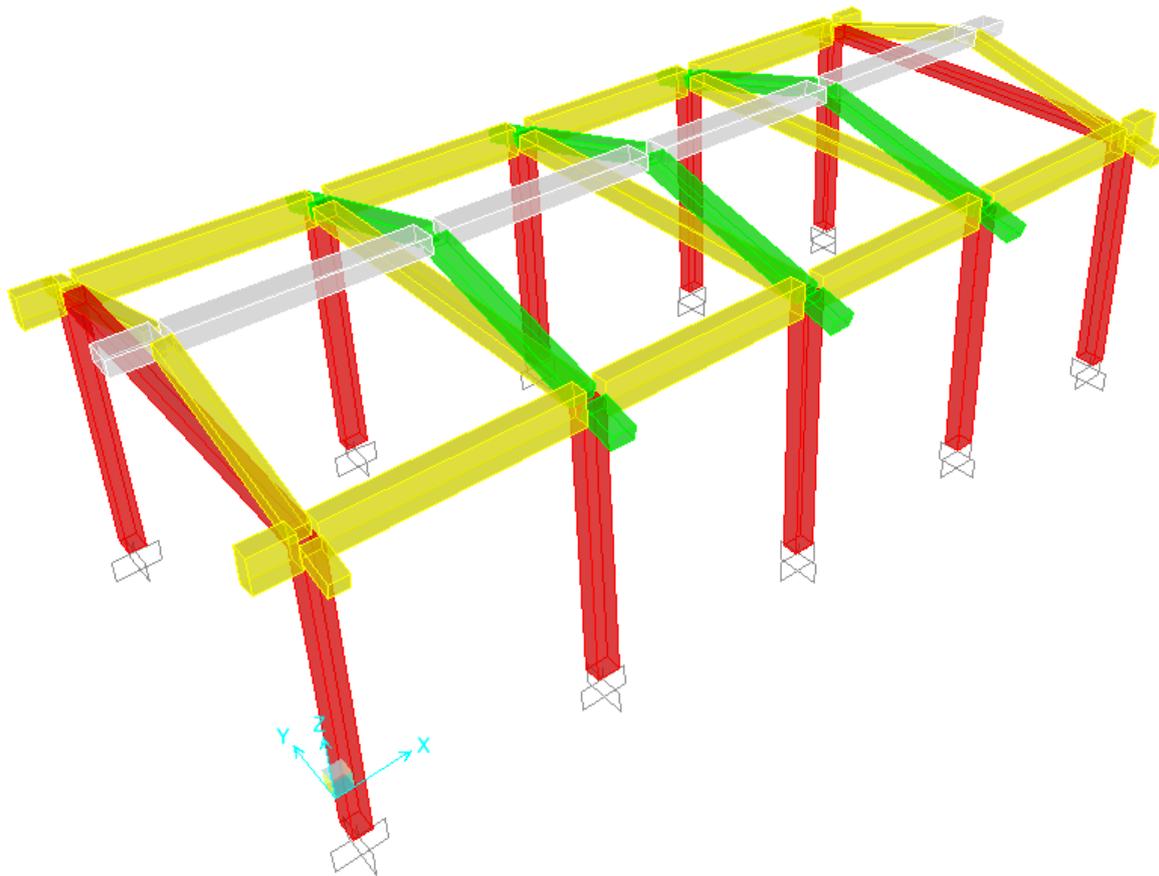


Figura 7 Vista assometrica modello struttura in elevazione - elementi estrusi

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	55 di 217

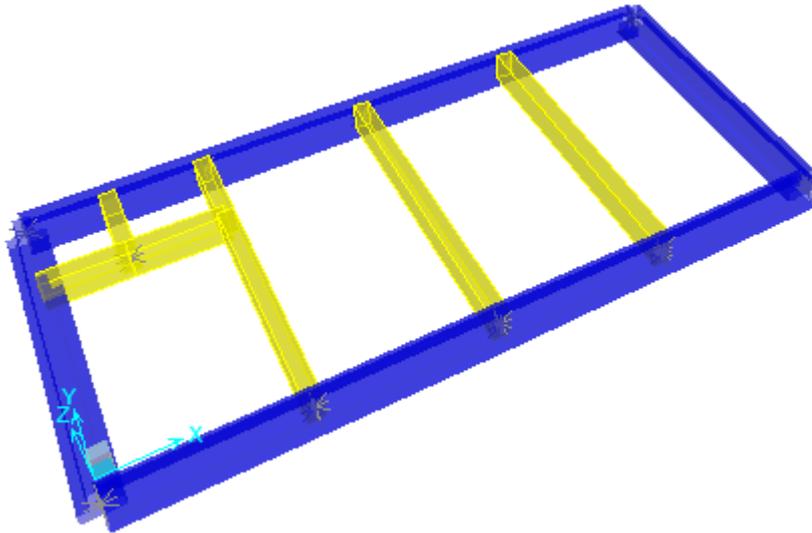


Figura 8 – Vista assonometrica modello della struttura di fondazione

L'assegnazione dei carichi alle travi è stata effettuata sulla base della tessitura dei solai secondo il criterio della larghezza d'influenza.

Agli elementi in elevazione è stato assegnato un carico termico, pari a quello riportato nell'analisi dei carichi.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	56 di 217

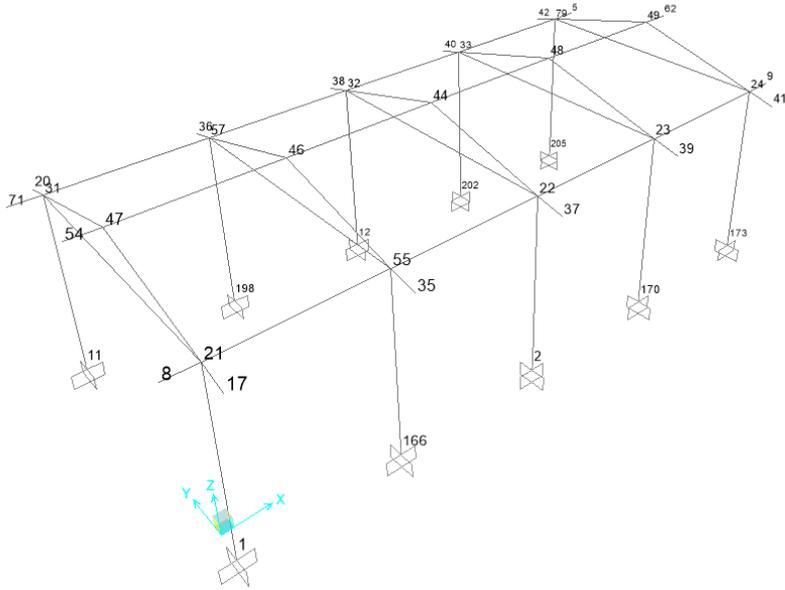


Figura 9 – numerazione nodes modello elevazione .

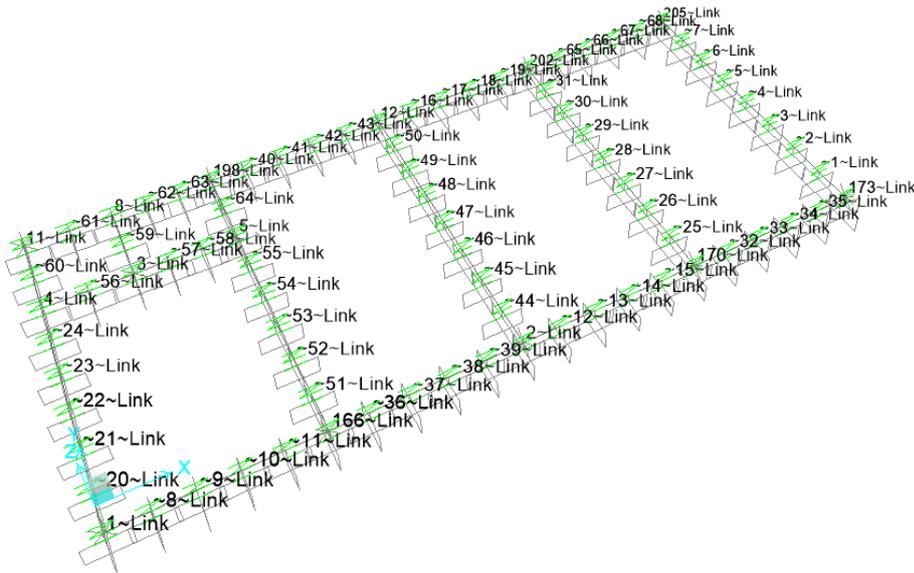


Figura 10- Modelli di calcolo – numerazione nodes modello fondazione (con automatic frame mesh)

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	57 di 217

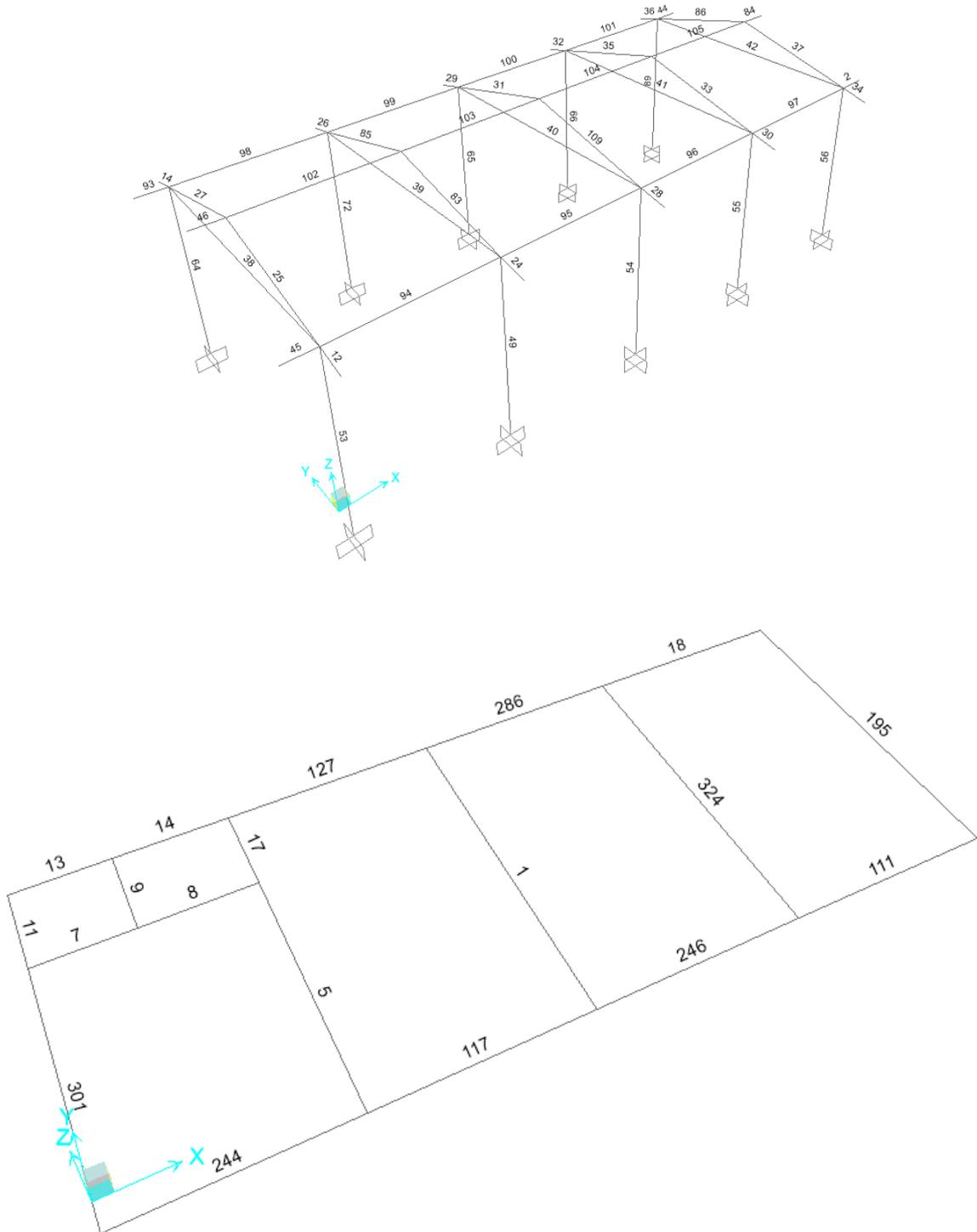


Figura 11- Modelli di calcolo – numerazione frameframe modello fondazione+elevazione.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	58 di 217

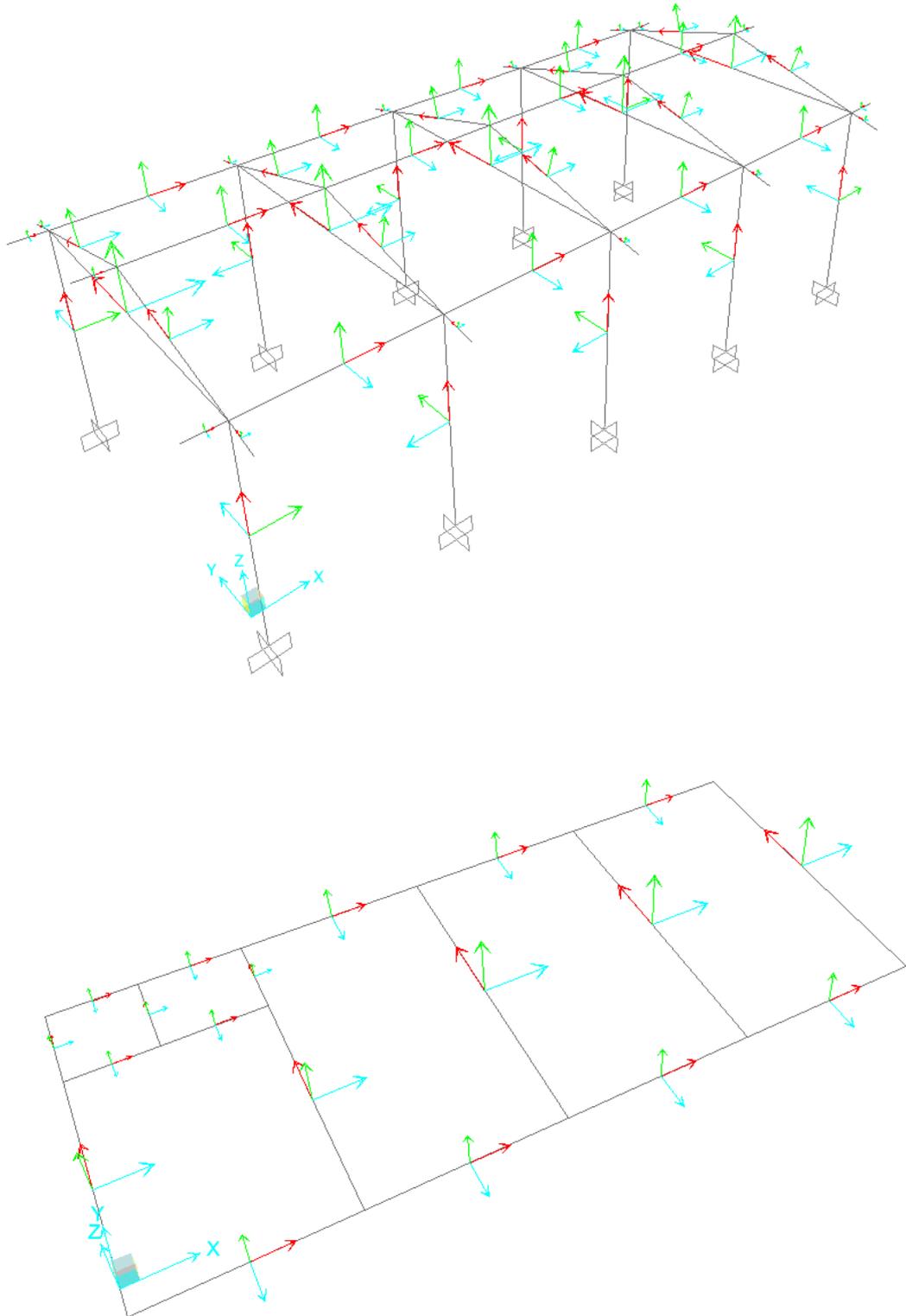


Figura 12-Modelli di calcolo –frame local axes modello fondazione+elevazione.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	61 di 217

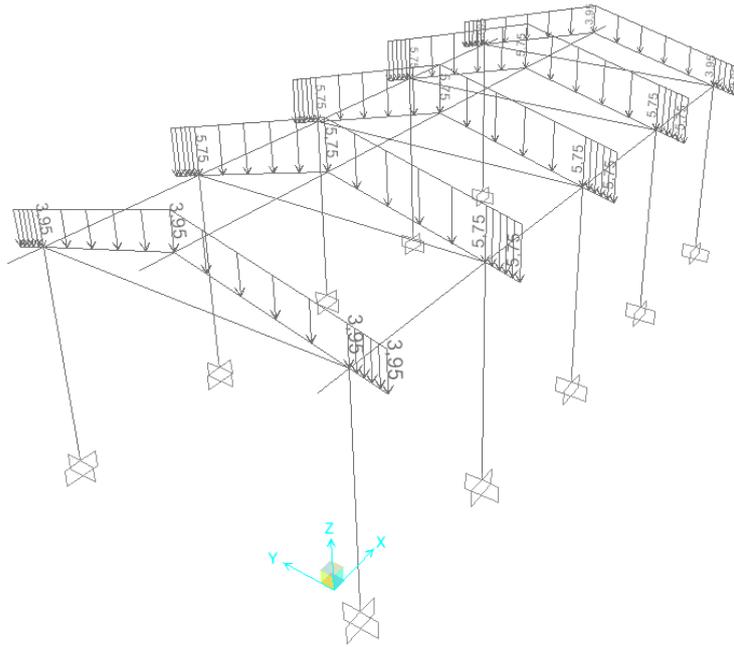


Figura 15--Azione Neve (kn/m) modello elevazione

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	62 di 217

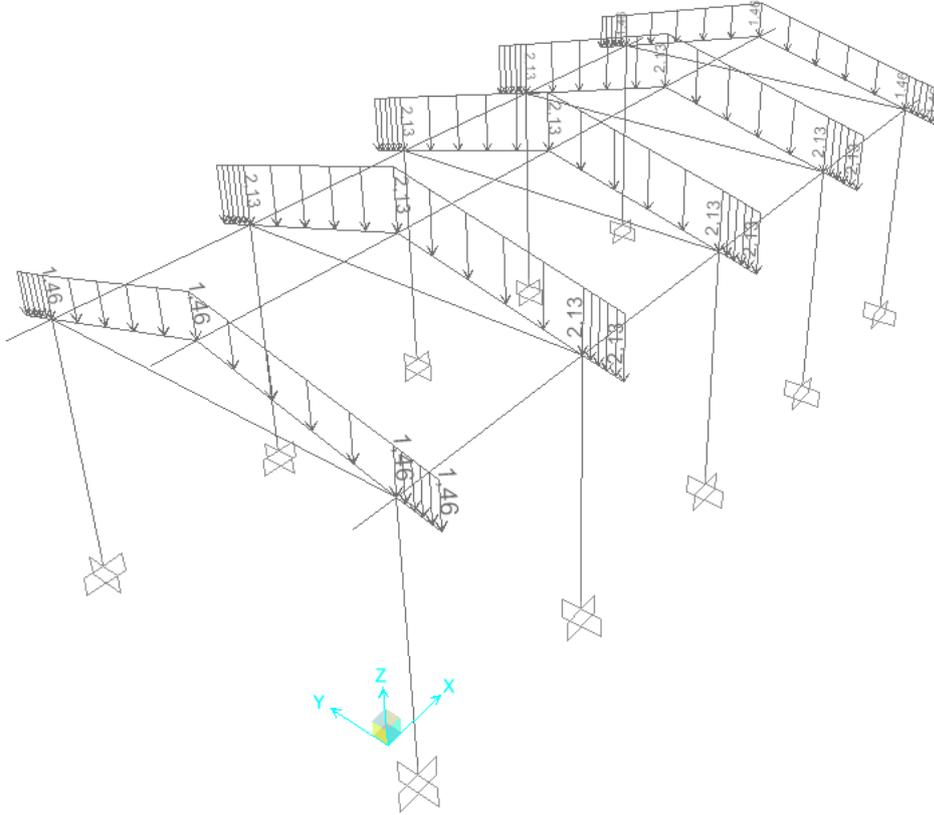


Figura 8-Carico Accidentale (kn/m) modello elevazione

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	63 di 217

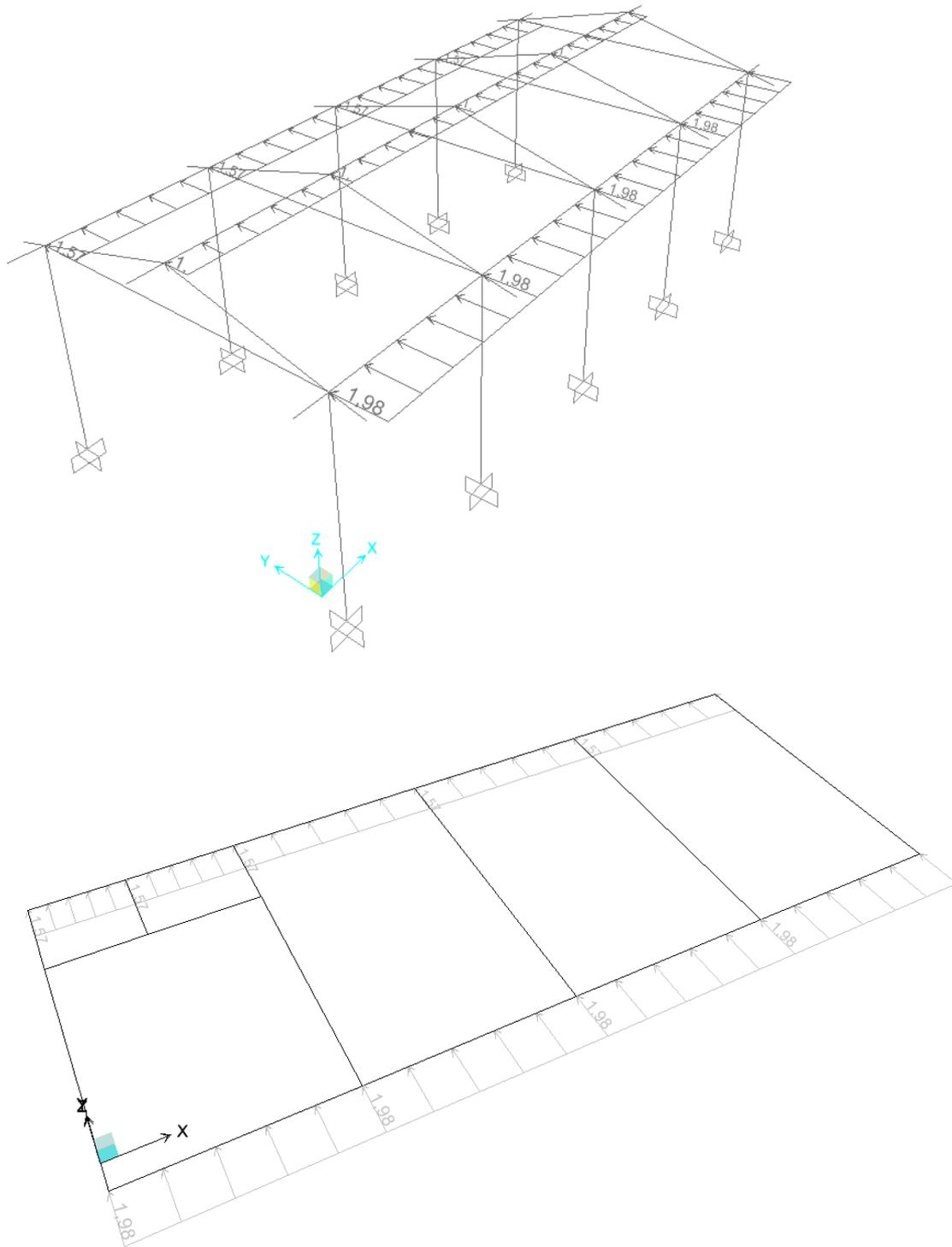


Figura 17-Azione Vento significativa (kN/m) modello fondazione+elevazione

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	64 di 217

8 ANALISI MODALE

L'analisi modale consente di individuare i modi propri di vibrare della struttura, indipendentemente dalle forzanti che agiscano sulla stessa. Essa permette inoltre di conoscere, per ogni modo di vibrare della struttura, il periodo e la massa partecipante, ovvero la percentuale di massa attivata nella *i*-esima forma modale. Per una corretta progettazione sismica sono desiderabili periodi di vibrazione piuttosto bassi (tra 0,4 e 2 secondi); inoltre, è auspicabile che le prime tre forme modali siano quanto più possibile "pure": in particolare, idealmente, le prime forme modali dovrebbero essere di traslazione, e di rotazione. La condizione di forma traslazionale in direzione Ux o Uy si realizza quando si ha una massa partecipante nella data direzione Ux o Uy maggiore del 70% e una massa attivata nella rotazione Rz pressoché nulla. Al contrario, la condizione di forma puramente rotazionale si verifica quando le masse attivate nella traslazione Ux e Uy sono trascurabili e si ha una percentuale superiore al 70% di massa attivata nella rotazione Rz.

Secondo quanto riportato al § 7.3.3 delle NTC 2018, devono essere considerati tutti i modi con massa partecipante significativa. È opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

Si riportano di seguito la tabella riassuntiva di periodo e masse partecipanti relative ai primi 12 modi di vibrare e le immagini relative ai primi tre modi di vibrare della struttura.

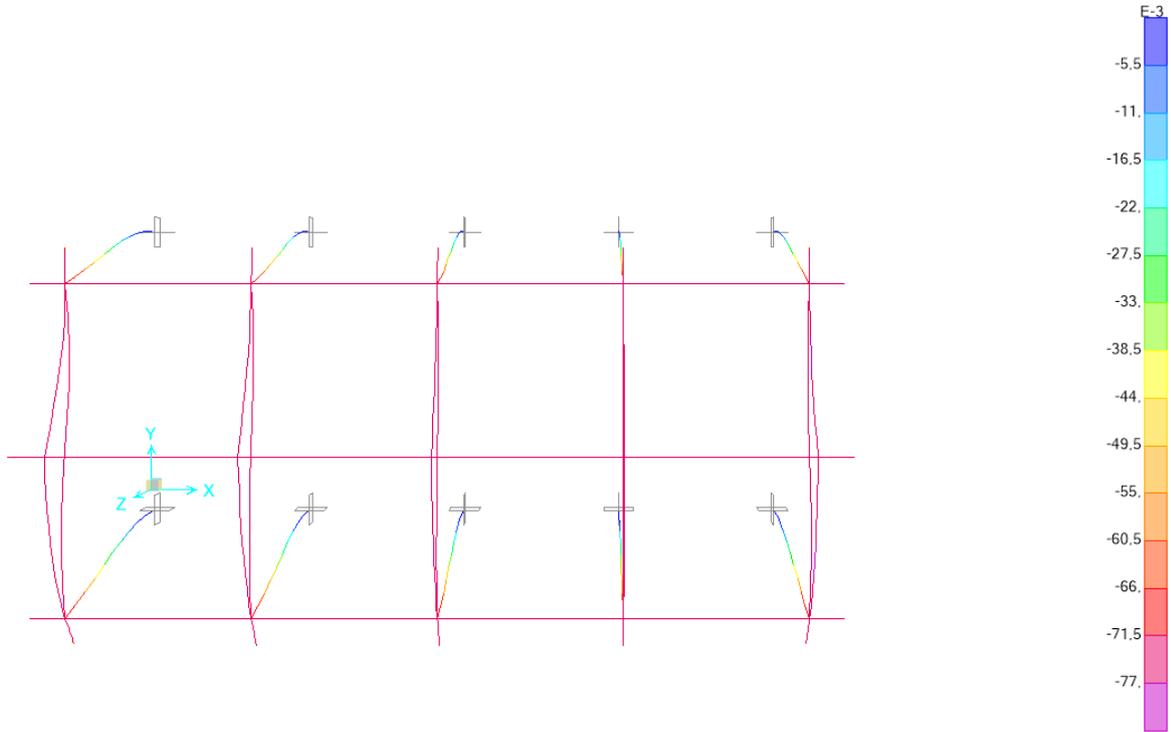
TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,649463	3,658E-12	0,99896	1,368E-08	3,658E-12	0,99896	0,000001002	0,000001002
MODAL	Mode	2	0,515373	0,00008887	0,000001006	1,567E-09	0,00008887	0,99896	0,99905	0,99905
MODAL	Mode	3	0,490537	0,99989	5,71E-11	4,319E-13	0,99998	0,99896	0,00008812	0,99914
MODAL	Mode	4	0,098169	1,739E-07	4,891E-13	0,15461	0,99998	0,99896	3,953E-11	0,99914
MODAL	Mode	5	0,098148	0,00004739	1,277E-10	0,00544	0,99999	0,99896	1,153E-11	0,99914
MODAL	Mode	6	0,089809	1,588E-09	4,715E-08	0,22725	0,99999	0,99896	4,219E-09	0,99914
MODAL	Mode	7	0,087596	1,158E-07	1,178E-08	0,00185	0,99999	0,99896	6,607E-09	0,99914
MODAL	Mode	8	0,082639	1,543E-10	1,189E-09	0,00318	0,99999	0,99896	0,000000003	0,99914
MODAL	Mode	9	0,043054	9,324E-12	8,307E-07	0,25387	0,99999	0,99897	2,265E-08	0,99914
MODAL	Mode	10	0,041952	8,395E-12	0,00043	0,00039	0,99999	0,9994	2,594E-09	0,99914
MODAL	Mode	11	0,041359	2,932E-08	2,003E-08	0,00008826	0,99999	0,9994	3,89E-08	0,99914
MODAL	Mode	12	0,040715	3,151E-13	1,094E-08	0,00002103	0,99999	0,9994	0,00017	0,99931

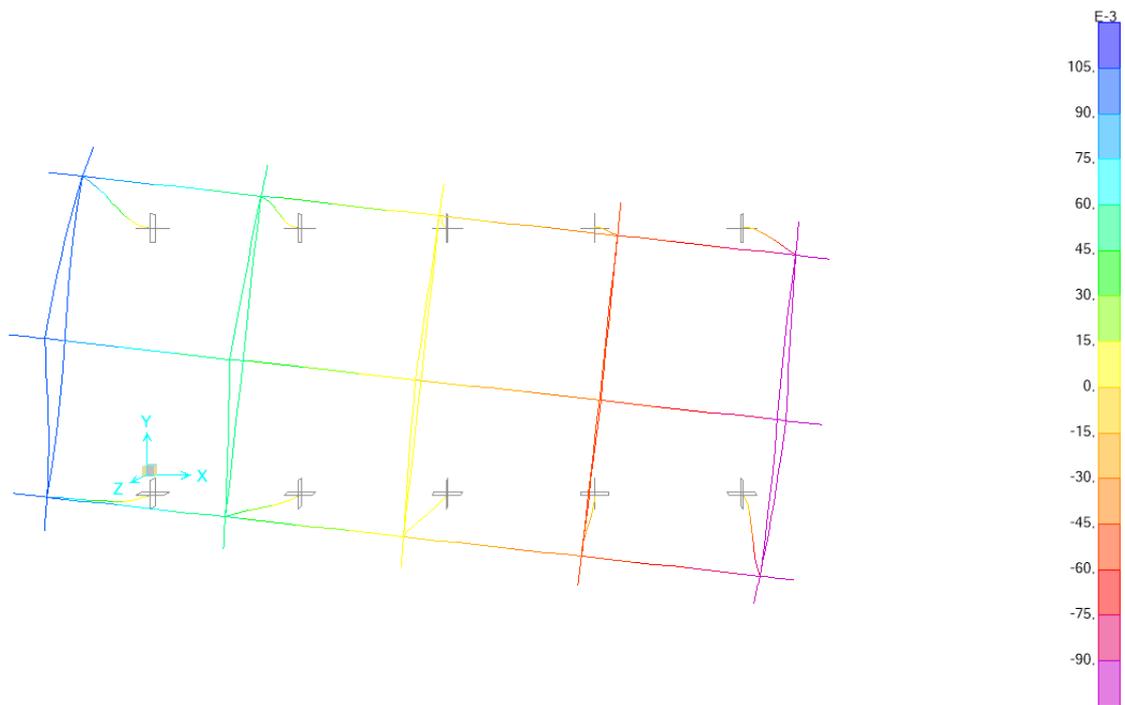
PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	65 di 217



Mode 1 (m)

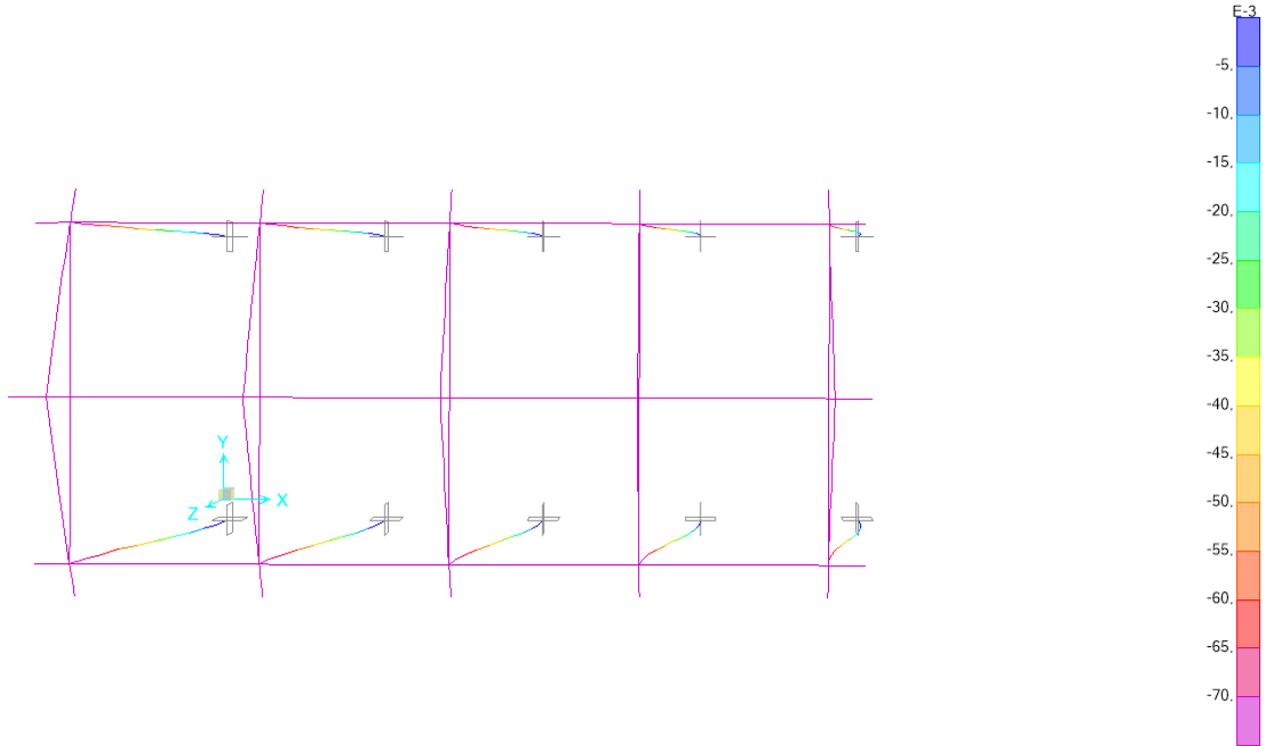


Mode 2 (m)

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	66 di 217



Mode 3 (m)

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	67 di 217

9 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

- Combinazione fondamentale, generalmente 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), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

- Combinazione caratteristica (frequente), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione caratteristica (quasi permanente), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE):

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

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

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

Dove:

- Azioni Permanenti (G);
- Azioni Variabili (Q);
- Azioni di Precompressione (P);
- Azioni Eccezionali (A);
- Azioni Sismiche (E);

Le combinazioni delle azioni che sono state adottate per lo SLU sono riportate nelle tabelle seguenti, indicando nella casella, corrispondente all'azione coinvolta, il moltiplicatore dei carichi in funzione della combinazione considerata. Per quanto riguarda le azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli, sono stati utilizzati coefficienti di combinazione Ψ riportati nella tabella 5.2.VI delle NTC2018.

Per quanto concerne la combinazione delle altre azioni con l'azione sismica è necessario garantire il rispetto degli stati limite, quali definiti al punto 3.2.1 – NTC2018, effettuando opportune verifiche di sicurezza. Ciascuna di esse garantisce, per ogni stato limite, quindi per il corrispettivo livello di azione sismica, il raggiungimento di una data prestazione da parte della costruzione nel suo

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	68 di 217

complesso.

Le verifiche di sicurezza da effettuare sono riepilogate in funzione della classe d'uso nella tabella C7.3.6.I – Circolare 2019. A riguardo, si evidenzia che le verifiche allo stato limite di collasso (SLC) devono essere eseguite necessariamente sulle sole costruzioni provviste di isolamento sismico.

- Combinazioni di carico allo SLU:

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
COMB1 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB1 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB1 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB1 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,5
COMB1 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB1 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB1 - SLU			Linear Static	Aerodinamica A	1,2
COMB1 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,9
COMB2 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB2 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB2 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB2 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB2 - SLU			Linear Static	Azione neve	1,5
COMB2 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB2 - SLU			Linear Static	Aerodinamica A	1,2
COMB2 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,9
COMB3 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB3 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB3 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB3 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB3 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB3 - SLU			Linear Static	Azione vento	1,5
COMB3 - SLU			Linear Static	Aerodinamica A	1,2
COMB3 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,9
COMB4 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB4 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB4 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB4 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB4 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB4 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	69 di 217

COMB4 - SLU			Linear Static	Aerodinamica A	1,5
COMB4 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,9
COMB5 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB5 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB5 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB5 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB5 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB5 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB5 - SLU			Linear Static	Aerodinamica A	1,2
COMB5 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	1,5
COMB6 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB6 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB6 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB6 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,5
COMB6 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB6 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB6 - SLU			Linear Static	Aerodinamica B	1,2
COMB6 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,9
COMB7 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB7 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB7 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB7 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB7 - SLU			Linear Static	Azione neve	1,5
COMB7 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB7 - SLU			Linear Static	Aerodinamica B	1,2
COMB7 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,9
COMB8 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB8 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB8 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB8 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB8 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB8 - SLU			Linear Static	Azione vento	1,5
COMB8 - SLU			Linear Static	Aerodinamica B	1,2
COMB8 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,9
COMB9 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB9 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB9 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB9 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB9 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB9 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB9 - SLU			Linear Static	Aerodinamica B	1,5

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	70 di 217

COMB9 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,9
COMB10 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB10 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB10 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB10 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB10 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB10 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB10 - SLU			Linear Static	Aerodinamica B	1,2
COMB10 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	1,5
COMB11 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB11 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB11 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB11 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,5
COMB11 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB11 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB11 - SLU			Linear Static	Aerodinamica A	1,2
COMB11 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,9
COMB12 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB12 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB12 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB12 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB12 - SLU			Linear Static	Azione neve	1,5
COMB12 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB12 - SLU			Linear Static	Aerodinamica A	1,2
COMB12 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,9
COMB13 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB13 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB13 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB13 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB13 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB13 - SLU			Linear Static	Azione vento	1,5
COMB13 - SLU			Linear Static	Aerodinamica A	1,2
COMB13 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,9
COMB14 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB14 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB14 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB14 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB14 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB14 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB14 - SLU			Linear Static	Aerodinamica A	1,5
COMB14 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,9

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	71 di 217

COMB15 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB15 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB15 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB15 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB15 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB15 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB15 - SLU			Linear Static	Aerodinamica A	1,2
COMB15 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	1,5
COMB16 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB16 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB16 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB16 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,5
COMB16 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB16 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB16 - SLU			Linear Static	Aerodinamica B	1,2
COMB16 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,9
COMB17 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB17 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB17 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB17 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB17 - SLU			Linear Static	Azione neve	1,5
COMB17 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB17 - SLU			Linear Static	Aerodinamica B	1,2
COMB17 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,9
COMB18 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB18 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB18 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB18 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB18 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB18 - SLU			Linear Static	Azione vento	1,5
COMB18 - SLU			Linear Static	Aerodinamica B	1,2
COMB18 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,9
COMB19 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3
COMB19 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB19 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB19 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB19 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB19 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB19 - SLU			Linear Static	Aerodinamica B	1,5
COMB19 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,9
COMB20 - SLU	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1,3

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	72 di 217

COMB20 - SLU			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1,3
COMB20 - SLU			Linear Static	Carico Permanente	1,3
COMB20 - SLU			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1,05
COMB20 - SLU			Linear Static	Azione neve	0,75
COMB20 - SLU			Linear Static	Azione vento	0,9
COMB20 - SLU			Linear Static	Aerodinamica B	1,2
COMB20 - SLU			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	1,5

- Combinazioni di carico allo SLV – SLD – SLO (32 combinazioni sismiche coma da NTC2018):

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
COMB_32_SLV_1	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_1			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_1			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_1			Response Spectrum	SismaY_SLV	0,3
COMB_32_SLV_1			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_1			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLV_1			Response Spectrum	SismaX_SLV	1
COMB_32_SLV_1			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLV_2	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_2			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_2			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_2			Response Spectrum	SismaY_SLV	0,3
COMB_32_SLV_2			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_2			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLV_2			Response Spectrum	SismaX_SLV	1
COMB_32_SLV_2			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLV_7	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_7			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_7			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_7			Response Spectrum	SismaY_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_7			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_7			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLV_7			Response Spectrum	SismaX_SLV	1
COMB_32_SLV_7			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLV_4	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_4			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	73 di 217

COMB_32_SLV_4			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_4			Response Spectrum	SismaY_SLV	0,3
COMB_32_SLV_4			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_4			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLV_4			Response Spectrum	SismaX_SLV	1
COMB_32_SLV_4			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLV_5	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_5			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_5			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_5			Response Spectrum	SismaY_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_5			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_5			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLV_5			Response Spectrum	SismaX_SLV	1
COMB_32_SLV_5			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLV_6	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_6			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_6			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_6			Response Spectrum	SismaY_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_6			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_6			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLV_6			Response Spectrum	SismaX_SLV	1
COMB_32_SLV_6			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLV_8	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_8			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_8			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_8			Response Spectrum	SismaY_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_8			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_8			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLV_8			Response Spectrum	SismaX_SLV	1
COMB_32_SLV_8			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLV_3	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_3			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_3			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_3			Response Spectrum	SismaY_SLV	0,3
COMB_32_SLV_3			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_3			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLV_3			Response Spectrum	SismaX_SLV	1
COMB_32_SLV_3			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLV_9	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_9			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_9			Linear Static	Carico Permanente	1

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	74 di 217

COMB_32_SLV_9			Response Spectrum	SismaY_SLV	0,3
COMB_32_SLV_9			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_9			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLV_9			Response Spectrum	SismaX_SLV	-1
COMB_32_SLV_9			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLV_10	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_10			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_10			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_10			Response Spectrum	SismaY_SLV	0,3
COMB_32_SLV_10			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_10			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLV_10			Response Spectrum	SismaX_SLV	-1
COMB_32_SLV_10			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLV_11	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_11			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_11			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_11			Response Spectrum	SismaY_SLV	0,3
COMB_32_SLV_11			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_11			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLV_11			Response Spectrum	SismaX_SLV	-1
COMB_32_SLV_11			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLV_12	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_12			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_12			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_12			Response Spectrum	SismaY_SLV	0,3
COMB_32_SLV_12			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_12			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLV_12			Response Spectrum	SismaX_SLV	-1
COMB_32_SLV_12			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLV_13	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_13			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_13			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_13			Response Spectrum	SismaY_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_13			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_13			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLV_13			Response Spectrum	SismaX_SLV	-1
COMB_32_SLV_13			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLV_14	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_14			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_14			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_14			Response Spectrum	SismaY_SLV	-0,3

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	75 di 217

COMB_32_SLV_14			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_14			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLV_14			Response Spectrum	SismaX_SLV	-1
COMB_32_SLV_14			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLV_15	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_15			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_15			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_15			Response Spectrum	SismaY_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_15			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_15			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLV_15			Response Spectrum	SismaX_SLV	-1
COMB_32_SLV_15			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLV_16	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_16			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_16			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_16			Response Spectrum	SismaY_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_16			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_16			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLV_16			Response Spectrum	SismaX_SLV	-1
COMB_32_SLV_16			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLV_21	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_21			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_21			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_21			Response Spectrum	SismaY_SLV	1
COMB_32_SLV_21			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_21			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLV_21			Response Spectrum	SismaX_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_21			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLV_18	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_18			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_18			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_18			Response Spectrum	SismaY_SLV	1
COMB_32_SLV_18			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_18			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLV_18			Response Spectrum	SismaX_SLV	0,3
COMB_32_SLV_18			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLV_19	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_19			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_19			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_19			Response Spectrum	SismaY_SLV	1
COMB_32_SLV_19			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	76 di 217

COMB_32_SLV_19			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLV_19			Response Spectrum	SismaX_SLV	0,3
COMB_32_SLV_19			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLV_20	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_20			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_20			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_20			Response Spectrum	SismaY_SLV	1
COMB_32_SLV_20			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_20			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLV_20			Response Spectrum	SismaX_SLV	0,3
COMB_32_SLV_20			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLV_22	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_22			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_22			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_22			Response Spectrum	SismaY_SLV	1
COMB_32_SLV_22			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_22			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLV_22			Response Spectrum	SismaX_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_22			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLV_23	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_23			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_23			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_23			Response Spectrum	SismaY_SLV	1
COMB_32_SLV_23			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_23			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLV_23			Response Spectrum	SismaX_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_23			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLV_24	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_24			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_24			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_24			Response Spectrum	SismaY_SLV	1
COMB_32_SLV_24			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_24			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLV_24			Response Spectrum	SismaX_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_24			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLV_26	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_26			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_26			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_26			Response Spectrum	SismaY_SLV	-1
COMB_32_SLV_26			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_26			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-0,3

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	77 di 217

COMB_32_SLV_26			Response Spectrum	SismaX_SLV	0,3
COMB_32_SLV_26			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLV_17	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_17			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_17			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_17			Response Spectrum	SismaY_SLV	1
COMB_32_SLV_17			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_17			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLV_17			Response Spectrum	SismaX_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_17			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLV_25	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_25			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_25			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_25			Response Spectrum	SismaY_SLV	-1
COMB_32_SLV_25			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_25			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLV_25			Response Spectrum	SismaX_SLV	0,3
COMB_32_SLV_25			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLV_27	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_27			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_27			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_27			Response Spectrum	SismaY_SLV	-1
COMB_32_SLV_27			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_27			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLV_27			Response Spectrum	SismaX_SLV	0,3
COMB_32_SLV_27			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLV_28	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_28			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_28			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_28			Response Spectrum	SismaY_SLV	-1
COMB_32_SLV_28			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_28			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLV_28			Response Spectrum	SismaX_SLV	0,3
COMB_32_SLV_28			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLV_30	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_30			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_30			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_30			Response Spectrum	SismaY_SLV	-1
COMB_32_SLV_30			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_30			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLV_30			Response Spectrum	SismaX_SLV	-0,3

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	78 di 217

COMB_32_SLV_30			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLV_31	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_31			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_31			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_31			Response Spectrum	SismaY_SLV	-1
COMB_32_SLV_31			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_31			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLV_31			Response Spectrum	SismaX_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_31			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLV_32	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_32			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_32			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_32			Response Spectrum	SismaY_SLV	-1
COMB_32_SLV_32			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_32			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLV_32			Response Spectrum	SismaX_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_32			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLV_29	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLV_29			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLV_29			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLV_29			Response Spectrum	SismaY_SLV	-1
COMB_32_SLV_29			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLV_29			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLV_29			Response Spectrum	SismaX_SLV	-0,3
COMB_32_SLV_29			Linear Static	Forze SLV - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLD_1	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_1			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_1			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_1			Response Spectrum	SismaY_SLD	0,3
COMB_32_SLD_1			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_1			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLD_1			Response Spectrum	SismaX_SLD	1
COMB_32_SLD_1			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLD_2	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_2			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_2			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_2			Response Spectrum	SismaY_SLD	0,3
COMB_32_SLD_2			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_2			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLD_2			Response Spectrum	SismaX_SLD	1
COMB_32_SLD_2			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	0,3

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	79 di 217

COMB_32_SLO_1	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_1			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_1			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_1			Response Spectrum	SismaY_SLO	0,3
COMB_32_SLO_1			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_1			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	1
COMB_32_SLO_1			Response Spectrum	SismaX_SLO	1
COMB_32_SLO_1			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	0,3
COMB_32_SLD_3	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_3			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_3			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_3			Response Spectrum	SismaY_SLD	0,3
COMB_32_SLD_3			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_3			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLD_3			Response Spectrum	SismaX_SLD	1
COMB_32_SLD_3			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLD_4	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_4			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_4			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_4			Response Spectrum	SismaY_SLD	0,3
COMB_32_SLD_4			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_4			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLD_4			Response Spectrum	SismaX_SLD	1
COMB_32_SLD_4			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLD_5	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_5			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_5			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_5			Response Spectrum	SismaY_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_5			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_5			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLD_5			Response Spectrum	SismaX_SLD	1
COMB_32_SLD_5			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLD_6	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_6			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_6			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_6			Response Spectrum	SismaY_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_6			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_6			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLD_6			Response Spectrum	SismaX_SLD	1
COMB_32_SLD_6			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLD_7	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	80 di 217

COMB_32_SLD_7			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_7			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_7			Response Spectrum	SismaY_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_7			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_7			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLD_7			Response Spectrum	SismaX_SLD	1
COMB_32_SLD_7			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLD_8	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_8			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_8			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_8			Response Spectrum	SismaY_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_8			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_8			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLD_8			Response Spectrum	SismaX_SLD	1
COMB_32_SLD_8			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLD_9	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_9			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_9			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_9			Response Spectrum	SismaY_SLD	0,3
COMB_32_SLD_9			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_9			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLD_9			Response Spectrum	SismaX_SLD	-1
COMB_32_SLD_9			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLD_10	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_10			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_10			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_10			Response Spectrum	SismaY_SLD	0,3
COMB_32_SLD_10			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_10			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLD_10			Response Spectrum	SismaX_SLD	-1
COMB_32_SLD_10			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLD_11	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_11			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_11			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_11			Response Spectrum	SismaY_SLD	0,3
COMB_32_SLD_11			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_11			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLD_11			Response Spectrum	SismaX_SLD	-1
COMB_32_SLD_11			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLD_12	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_12			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	81 di 217

COMB_32_SLD_12			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_12			Response Spectrum	SismaY_SLD	0,3
COMB_32_SLD_12			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_12			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLD_12			Response Spectrum	SismaX_SLD	-1
COMB_32_SLD_12			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLD_13	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_13			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_13			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_13			Response Spectrum	SismaY_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_13			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_13			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLD_13			Response Spectrum	SismaX_SLD	-1
COMB_32_SLD_13			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLD_14	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_14			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_14			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_14			Response Spectrum	SismaY_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_14			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_14			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLD_14			Response Spectrum	SismaX_SLD	-1
COMB_32_SLD_14			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	0,3
COMB_32_SLD_15	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_15			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_15			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_15			Response Spectrum	SismaY_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_15			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_15			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	1
COMB_32_SLD_15			Response Spectrum	SismaX_SLD	-1
COMB_32_SLD_15			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLD_16	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_16			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_16			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_16			Response Spectrum	SismaY_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_16			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_16			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-1
COMB_32_SLD_16			Response Spectrum	SismaX_SLD	-1
COMB_32_SLD_16			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-0,3
COMB_32_SLD_17	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_17			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_17			Linear Static	Carico Permanente	1

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	82 di 217

COMB_32_SLD_17			Response Spectrum	SismaY_SLD	1
COMB_32_SLD_17			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_17			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLD_17			Response Spectrum	SismaX_SLD	0,3
COMB_32_SLD_17			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLD_18	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_18			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_18			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_18			Response Spectrum	SismaY_SLD	1
COMB_32_SLD_18			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_18			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLD_18			Response Spectrum	SismaX_SLD	0,3
COMB_32_SLD_18			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLD_19	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_19			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_19			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_19			Response Spectrum	SismaY_SLD	1
COMB_32_SLD_19			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_19			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLD_19			Response Spectrum	SismaX_SLD	0,3
COMB_32_SLD_19			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLD_20	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_20			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_20			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_20			Response Spectrum	SismaY_SLD	1
COMB_32_SLD_20			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_20			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLD_20			Response Spectrum	SismaX_SLD	0,3
COMB_32_SLD_20			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLD_21	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_21			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_21			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_21			Response Spectrum	SismaY_SLD	1
COMB_32_SLD_21			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_21			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLD_21			Response Spectrum	SismaX_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_21			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLD_22	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_22			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_22			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_22			Response Spectrum	SismaY_SLD	1

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	83 di 217

COMB_32_SLD_22			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_22			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLD_22			Response Spectrum	SismaX_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_22			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLD_23	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_23			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_23			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_23			Response Spectrum	SismaY_SLD	1
COMB_32_SLD_23			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_23			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLD_23			Response Spectrum	SismaX_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_23			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLD_24	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_24			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_24			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_24			Response Spectrum	SismaY_SLD	1
COMB_32_SLD_24			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_24			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLD_24			Response Spectrum	SismaX_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_24			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLD_25	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_25			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_25			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_25			Response Spectrum	SismaY_SLD	-1
COMB_32_SLD_25			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_25			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLD_25			Response Spectrum	SismaX_SLD	0,3
COMB_32_SLD_25			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLD_26	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_26			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_26			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_26			Response Spectrum	SismaY_SLD	-1
COMB_32_SLD_26			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_26			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLD_26			Response Spectrum	SismaX_SLD	0,3
COMB_32_SLD_26			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLD_27	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_27			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_27			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_27			Response Spectrum	SismaY_SLD	-1
COMB_32_SLD_27			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	84 di 217

COMB_32_SLD_27			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLD_27			Response Spectrum	SismaX_SLD	0,3
COMB_32_SLD_27			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLD_28	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_28			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_28			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_28			Response Spectrum	SismaY_SLD	-1
COMB_32_SLD_28			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_28			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLD_28			Response Spectrum	SismaX_SLD	0,3
COMB_32_SLD_28			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLD_29	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_29			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_29			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_29			Response Spectrum	SismaY_SLD	-1
COMB_32_SLD_29			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_29			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLD_29			Response Spectrum	SismaX_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_29			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLD_30	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_30			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_30			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_30			Response Spectrum	SismaY_SLD	-1
COMB_32_SLD_30			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_30			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-0,3
COMB_32_SLD_30			Response Spectrum	SismaX_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_30			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	1
COMB_32_SLD_31	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_31			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_31			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_31			Response Spectrum	SismaY_SLD	-1
COMB_32_SLD_31			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_31			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	0,3
COMB_32_SLD_31			Response Spectrum	SismaX_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_31			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLD_32	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLD_32			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLD_32			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLD_32			Response Spectrum	SismaY_SLD	-1
COMB_32_SLD_32			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLD_32			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleX	-0,3

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	85 di 217

COMB_32_SLD_32			Response Spectrum	SismaX_SLD	-0,3
COMB_32_SLD_32			Linear Static	Forze SLD - Ecc. AccidentaleY	-1
COMB_32_SLO_2	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_2			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_2			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_2			Response Spectrum	SismaY_SLO	0,3
COMB_32_SLO_2			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_2			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-1
COMB_32_SLO_2			Response Spectrum	SismaX_SLO	1
COMB_32_SLO_2			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	0,3
COMB_32_SLO_3	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_3			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_3			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_3			Response Spectrum	SismaY_SLO	0,3
COMB_32_SLO_3			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_3			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	1
COMB_32_SLO_3			Response Spectrum	SismaX_SLO	1
COMB_32_SLO_3			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-0,3
COMB_32_SLO_4	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_4			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_4			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_4			Response Spectrum	SismaY_SLO	0,3
COMB_32_SLO_4			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_4			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-1
COMB_32_SLO_4			Response Spectrum	SismaX_SLO	1
COMB_32_SLO_4			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-0,3
COMB_32_SLO_5	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_5			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_5			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_5			Response Spectrum	SismaY_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_5			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_5			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	1
COMB_32_SLO_5			Response Spectrum	SismaX_SLO	1
COMB_32_SLO_5			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	0,3
COMB_32_SLO_6	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_6			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_6			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_6			Response Spectrum	SismaY_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_6			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_6			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-1
COMB_32_SLO_6			Response Spectrum	SismaX_SLO	1

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	86 di 217

COMB_32_SLO_6			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	0,3
COMB_32_SLO_7	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_7			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_7			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_7			Response Spectrum	SismaY_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_7			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_7			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	1
COMB_32_SLO_7			Response Spectrum	SismaX_SLO	1
COMB_32_SLO_7			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-0,3
COMB_32_SLO_8	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_8			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_8			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_8			Response Spectrum	SismaY_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_8			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_8			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-1
COMB_32_SLO_8			Response Spectrum	SismaX_SLO	1
COMB_32_SLO_8			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-0,3
COMB_32_SLO_9	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_9			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_9			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_9			Response Spectrum	SismaY_SLO	0,3
COMB_32_SLO_9			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_9			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	1
COMB_32_SLO_9			Response Spectrum	SismaX_SLO	-1
COMB_32_SLO_9			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	0,3
COMB_32_SLO_10	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_10			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_10			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_10			Response Spectrum	SismaY_SLO	0,3
COMB_32_SLO_10			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_10			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-1
COMB_32_SLO_10			Response Spectrum	SismaX_SLO	-1
COMB_32_SLO_10			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	0,3
COMB_32_SLO_11	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_11			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_11			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_11			Response Spectrum	SismaY_SLO	0,3
COMB_32_SLO_11			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_11			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	1
COMB_32_SLO_11			Response Spectrum	SismaX_SLO	-1
COMB_32_SLO_11			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-0,3

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	87 di 217

COMB_32_SLO_12	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_12			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_12			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_12			Response Spectrum	SismaY_SLO	0,3
COMB_32_SLO_12			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_12			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-1
COMB_32_SLO_12			Response Spectrum	SismaX_SLO	-1
COMB_32_SLO_12			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-0,3
COMB_32_SLO_13	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_13			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_13			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_13			Response Spectrum	SismaY_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_13			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_13			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	1
COMB_32_SLO_13			Response Spectrum	SismaX_SLO	-1
COMB_32_SLO_13			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	0,3
COMB_32_SLO_14	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_14			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_14			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_14			Response Spectrum	SismaY_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_14			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_14			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-1
COMB_32_SLO_14			Response Spectrum	SismaX_SLO	-1
COMB_32_SLO_14			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	0,3
COMB_32_SLO_15	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_15			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_15			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_15			Response Spectrum	SismaY_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_15			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_15			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	1
COMB_32_SLO_15			Response Spectrum	SismaX_SLO	-1
COMB_32_SLO_15			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-0,3
COMB_32_SLO_16	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_16			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_16			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_16			Response Spectrum	SismaY_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_16			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_16			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-1
COMB_32_SLO_16			Response Spectrum	SismaX_SLO	-1
COMB_32_SLO_16			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-0,3
COMB_32_SLO_17	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	88 di 217

COMB_32_SLO_17			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_17			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_17			Response Spectrum	SismaY_SLO	1
COMB_32_SLO_17			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_17			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	0,3
COMB_32_SLO_17			Response Spectrum	SismaX_SLO	0,3
COMB_32_SLO_17			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	1
COMB_32_SLO_18	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_18			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_18			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_18			Response Spectrum	SismaY_SLO	1
COMB_32_SLO_18			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_18			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-0,3
COMB_32_SLO_18			Response Spectrum	SismaX_SLO	0,3
COMB_32_SLO_18			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	1
COMB_32_SLO_19	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_19			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_19			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_19			Response Spectrum	SismaY_SLO	1
COMB_32_SLO_19			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_19			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	0,3
COMB_32_SLO_19			Response Spectrum	SismaX_SLO	0,3
COMB_32_SLO_19			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-1
COMB_32_SLO_20	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_20			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_20			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_20			Response Spectrum	SismaY_SLO	1
COMB_32_SLO_20			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_20			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-0,3
COMB_32_SLO_20			Response Spectrum	SismaX_SLO	0,3
COMB_32_SLO_20			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-1
COMB_32_SLO_21	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_21			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_21			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_21			Response Spectrum	SismaY_SLO	1
COMB_32_SLO_21			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_21			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	0,3
COMB_32_SLO_21			Response Spectrum	SismaX_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_21			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	1
COMB_32_SLO_22	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_22			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	89 di 217

COMB_32_SLO_22			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_22			Response Spectrum	SismaY_SLO	1
COMB_32_SLO_22			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_22			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-0,3
COMB_32_SLO_22			Response Spectrum	SismaX_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_22			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	1
COMB_32_SLO_23	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_23			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_23			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_23			Response Spectrum	SismaY_SLO	1
COMB_32_SLO_23			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_23			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	0,3
COMB_32_SLO_23			Response Spectrum	SismaX_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_23			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-1
COMB_32_SLO_24	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_24			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_24			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_24			Response Spectrum	SismaY_SLO	1
COMB_32_SLO_24			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_24			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-0,3
COMB_32_SLO_24			Response Spectrum	SismaX_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_24			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-1
COMB_32_SLO_25	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_25			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_25			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_25			Response Spectrum	SismaY_SLO	-1
COMB_32_SLO_25			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_25			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	0,3
COMB_32_SLO_25			Response Spectrum	SismaX_SLO	0,3
COMB_32_SLO_25			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	1
COMB_32_SLO_26	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_26			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_26			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_26			Response Spectrum	SismaY_SLO	-1
COMB_32_SLO_26			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_26			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-0,3
COMB_32_SLO_26			Response Spectrum	SismaX_SLO	0,3
COMB_32_SLO_26			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	1
COMB_32_SLO_27	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_27			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_27			Linear Static	Carico Permanente	1

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	90 di 217

COMB_32_SLO_27			Response Spectrum	SismaY_SLO	-1
COMB_32_SLO_27			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_27			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	0,3
COMB_32_SLO_27			Response Spectrum	SismaX_SLO	0,3
COMB_32_SLO_27			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-1
COMB_32_SLO_28	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_28			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_28			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_28			Response Spectrum	SismaY_SLO	-1
COMB_32_SLO_28			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_28			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-0,3
COMB_32_SLO_28			Response Spectrum	SismaX_SLO	0,3
COMB_32_SLO_28			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-1
COMB_32_SLO_29	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_29			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_29			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_29			Response Spectrum	SismaY_SLO	-1
COMB_32_SLO_29			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_29			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	0,3
COMB_32_SLO_29			Response Spectrum	SismaX_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_29			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	1
COMB_32_SLO_30	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_30			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_30			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_30			Response Spectrum	SismaY_SLO	-1
COMB_32_SLO_30			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_30			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-0,3
COMB_32_SLO_30			Response Spectrum	SismaX_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_30			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	1
COMB_32_SLO_31	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_31			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_31			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_31			Response Spectrum	SismaY_SLO	-1
COMB_32_SLO_31			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_31			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	0,3
COMB_32_SLO_31			Response Spectrum	SismaX_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_31			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-1
COMB_32_SLO_32	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB_32_SLO_32			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB_32_SLO_32			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB_32_SLO_32			Response Spectrum	SismaY_SLO	-1

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	91 di 217

COMB_32_SLO_32					
COMB_32_SLO_32			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB_32_SLO_32			Linear Static	Forze SLO_Ecc.Acc.X	-0,3
COMB_32_SLO_32			Response Spectrum	SismaX_SLO	-0,3
COMB_32_SLO_32			Linear Static	Forze SLO - Ecc. Acc.Y	-1

- Combinazioni di carico allo SLE (combinazioni rare):

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
COMB1 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB1 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB1 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB1 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1
COMB1 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB1 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB1 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica A	0,8
COMB1 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,6
COMB2 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB2 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB2 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB2 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB2 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	1
COMB2 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB2 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica A	0,8
COMB2 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,6
COMB3 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB3 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB3 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB3 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB3 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB3 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	1
COMB3 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica A	0,8
COMB3 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,6
COMB4 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB4 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB4 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB4 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB4 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	92 di 217

COMB4 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB4 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica A	1
COMB4 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,6
COMB5 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB5 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB5 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB5 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB5 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB5 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB5 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica A	0,8
COMB5 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	1
COMB6 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB6 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB6 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB6 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1
COMB6 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB6 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB6 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica B	0,8
COMB6 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,6
COMB7 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB7 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB7 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB7 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB7 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	1
COMB7 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB7 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica B	0,8
COMB7 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,6
COMB8 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB8 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB8 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB8 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB8 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB8 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	1
COMB8 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica B	0,8
COMB8 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,6
COMB9 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB9 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB9 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB9 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB9 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB9 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	93 di 217

COMB9 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica B	1
COMB9 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,6
COMB10 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB10 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB10 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB10 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB10 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB10 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB10 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica B	0,8
COMB10 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	1
COMB11 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB11 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB11 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB11 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1
COMB11 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB11 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB11 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica A	0,8
COMB11 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,6
COMB12 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB12 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB12 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB12 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB12 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	1
COMB12 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB12 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica A	0,8
COMB12 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,6
COMB13 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB13 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB13 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB13 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB13 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB13 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	1
COMB13 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica A	0,8
COMB13 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,6
COMB14 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB14 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB14 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB14 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB14 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB14 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB14 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica A	1

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	94 di 217

COMB14 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,6
COMB15 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB15 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB15 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB15 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB15 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB15 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB15 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica A	0,8
COMB15 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	1
COMB16 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB16 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB16 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB16 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	1
COMB16 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB16 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB16 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica B	0,8
COMB16 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,6
COMB17 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB17 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB17 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB17 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB17 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	1
COMB17 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB17 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica B	0,8
COMB17 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,6
COMB18 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB18 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB18 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB18 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB18 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB18 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	1
COMB18 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica B	0,8
COMB18 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,6
COMB19 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB19 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB19 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB19 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB19 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB19 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB19 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica B	1
COMB19 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,6

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	95 di 217

COMB20 - SLE (rara)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB20 - SLE (rara)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB20 - SLE (rara)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB20 - SLE (rara)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,7
COMB20 - SLE (rara)			Linear Static	Azione neve	0,5
COMB20 - SLE (rara)			Linear Static	Azione vento	0,6
COMB20 - SLE (rara)			Linear Static	Aerodinamica B	0,8
COMB20 - SLE (rara)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	1

- Combinazioni di carico allo SLE (combinazioni frequenti):

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
COMB1 - SLE (freq.)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB1 - SLE (freq.)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB1 - SLE (freq.)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB1 - SLE (freq.)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,5
COMB1 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione neve	0
COMB1 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione vento	0
COMB1 - SLE (freq.)			Linear Static	Aerodinamica B	0
COMB1 - SLE (freq.)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0
COMB2 - SLE (freq.)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB2 - SLE (freq.)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB2 - SLE (freq.)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB2 - SLE (freq.)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB2 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione neve	0,2
COMB2 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione vento	0
COMB2 - SLE (freq.)			Linear Static	Aerodinamica B	0
COMB2 - SLE (freq.)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0
COMB3 - SLE (freq.)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB3 - SLE (freq.)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB3 - SLE (freq.)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB3 - SLE (freq.)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB3 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione neve	0
COMB3 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione vento	0,2
COMB3 - SLE (freq.)			Linear Static	Aerodinamica B	0
COMB3 - SLE (freq.)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0

PROGETTO DEFINITIVO

 Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
 delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	96 di 217

COMB4 - SLE (freq.)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB4 - SLE (freq.)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB4 - SLE (freq.)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB4 - SLE (freq.)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB4 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione neve	0
COMB4 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione vento	0
COMB4 - SLE (freq.)			Linear Static	Aerodinamica A	0,5
COMB4 - SLE (freq.)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0
COMB5 - SLE (freq.)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB5 - SLE (freq.)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB5 - SLE (freq.)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB5 - SLE (freq.)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB5 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione neve	0
COMB5 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione vento	0
COMB5 - SLE (freq.)			Linear Static	Aerodinamica B	0,5
COMB5 - SLE (freq.)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0
COMB6 - SLE (freq.)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB6 - SLE (freq.)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB6 - SLE (freq.)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB6 - SLE (freq.)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB6 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione neve	0
COMB6 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione vento	0
COMB6 - SLE (freq.)			Linear Static	Aerodinamica B	0
COMB6 - SLE (freq.)			Linear Static	Variazioni Termiche (+)	0,5
COMB7 - SLE (freq.)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB7 - SLE (freq.)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB7 - SLE (freq.)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB7 - SLE (freq.)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB7 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione neve	0
COMB7 - SLE (freq.)			Linear Static	Azione vento	0
COMB7 - SLE (freq.)			Linear Static	Aerodinamica B	0
COMB7 - SLE (freq.)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0,5

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	97 di 217

- Combinazioni di carico allo SLE (combinazione quasi permanente):

TABLE: Combination Definitions					
ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Yes/No	Text	Text	Unitless
COMB1-SLE (q.perm.)	Linear Add	No	Linear Static	Peso Proprio Elementi	1
COMB1-SLE (q.perm.)			Linear Static	Peso Proprio Solaio	1
COMB1-SLE (q.perm.)			Linear Static	Carico Permanente	1
COMB1-SLE (q.perm.)			Linear Static	Sovraccarico Variabile	0,3
COMB1-SLE (q.perm.)			Linear Static	Azione neve	0
COMB1-SLE (q.perm.)			Linear Static	Azione vento	0
COMB1-SLE (q.perm.)			Linear Static	Aerodinamica B	0
COMB1-SLE (q.perm.)			Linear Static	Variazioni Termiche (-)	0

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	98 di 217

10 PRINCIPALI DIAGRAMMI DELLE SOLLECITAZIONI

Di seguito si riportano le immagini delle sollecitazioni sulle membrature ottenute dalle analisi per l'involuppo dei carichi.

I valori rosso e blu delle immagini rappresentano rispettivamente sollecitazioni negative e positive.

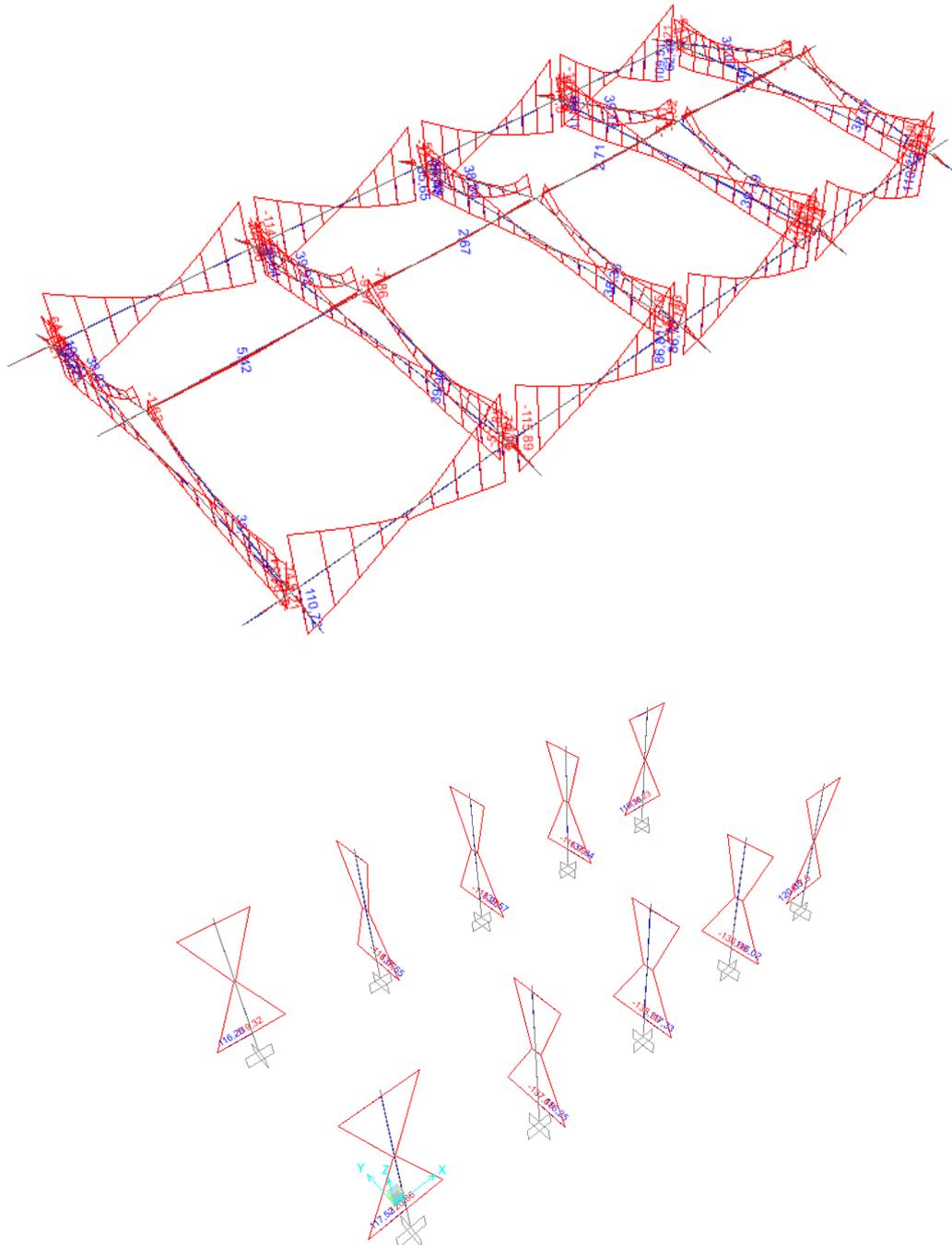


Figura 9 Modello di calcolo – Diagramma M33 (kNm)– INVILUPPO SLU SLV- Model SAP Elevazione

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	99 di 217

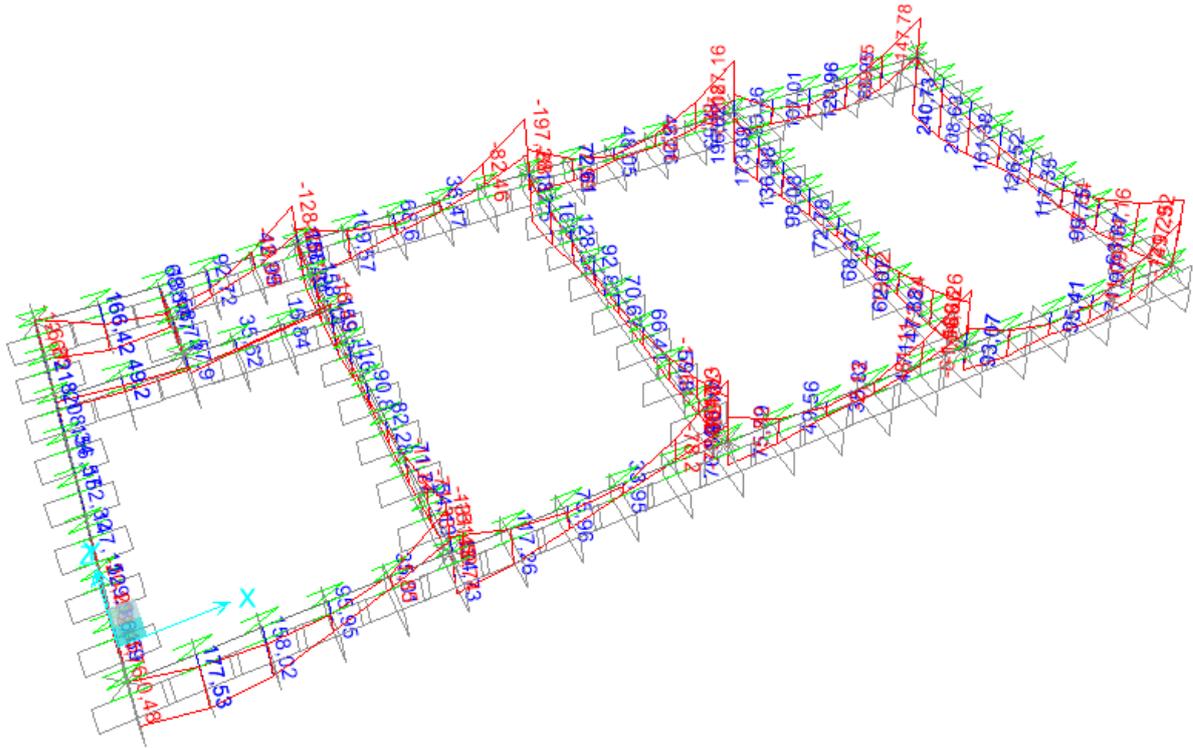


Figura 10 Modello di calcolo – Diagramma M33 (kNm) – INVILUPPO SLU SLV- Model SAP Fondazione-STR

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	100 di 217

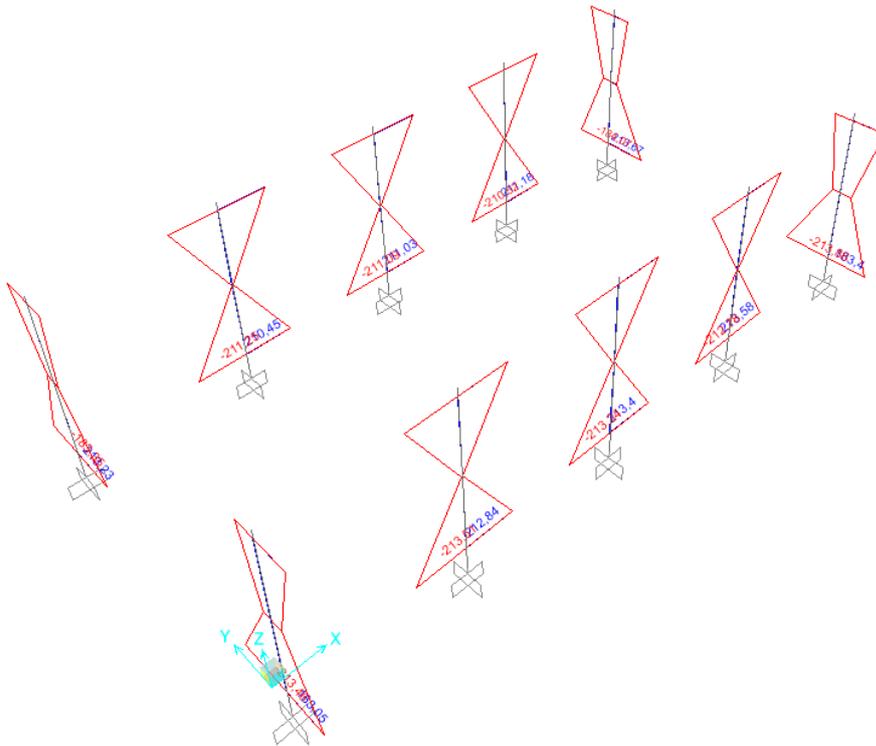
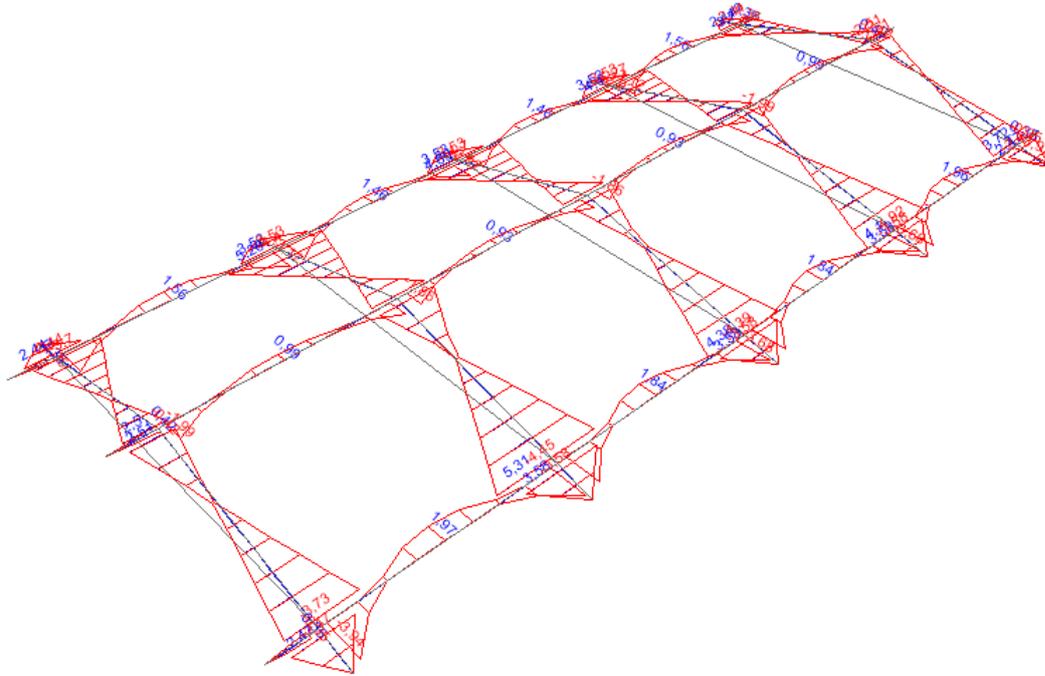


Figura 11 Modello di calcolo – Diagramma M22 (kNm)– INVILUPPO SLU SLV. Model SAP Elevazione

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	101 di 217

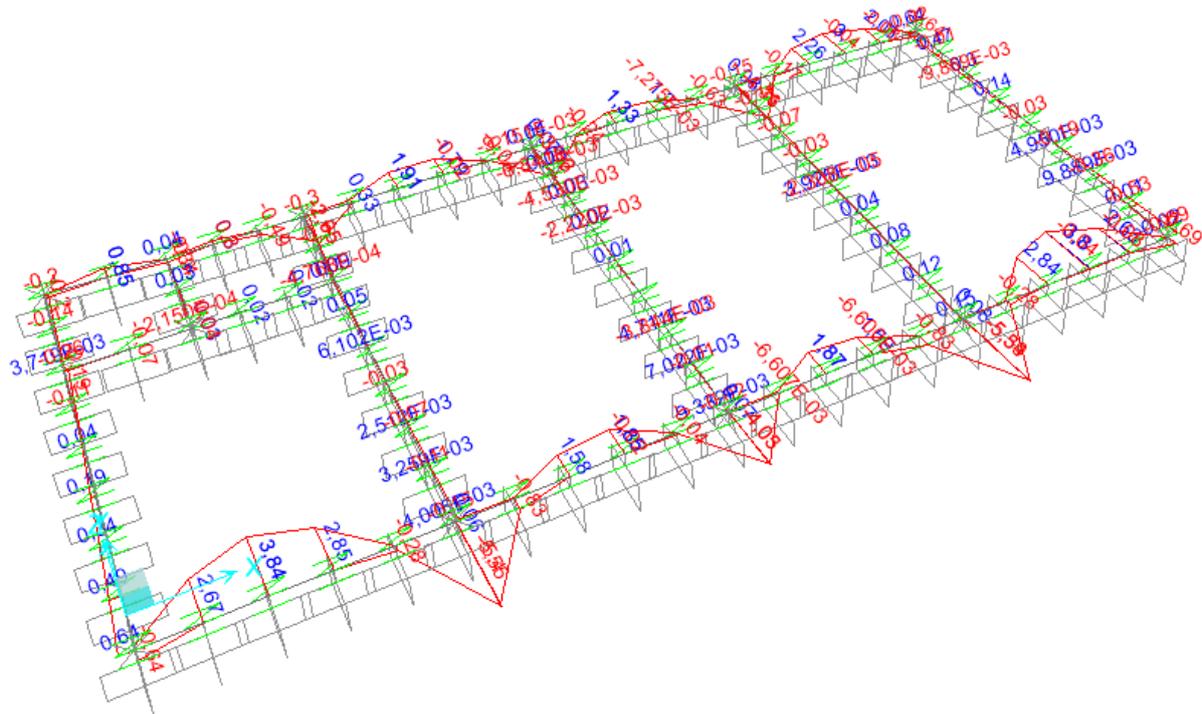


Figura 21Modello di calcolo – Diagramma M22 (kNm)– INVILUPPO SLU SLV. Model SAP Fondazione STR

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	103 di 217

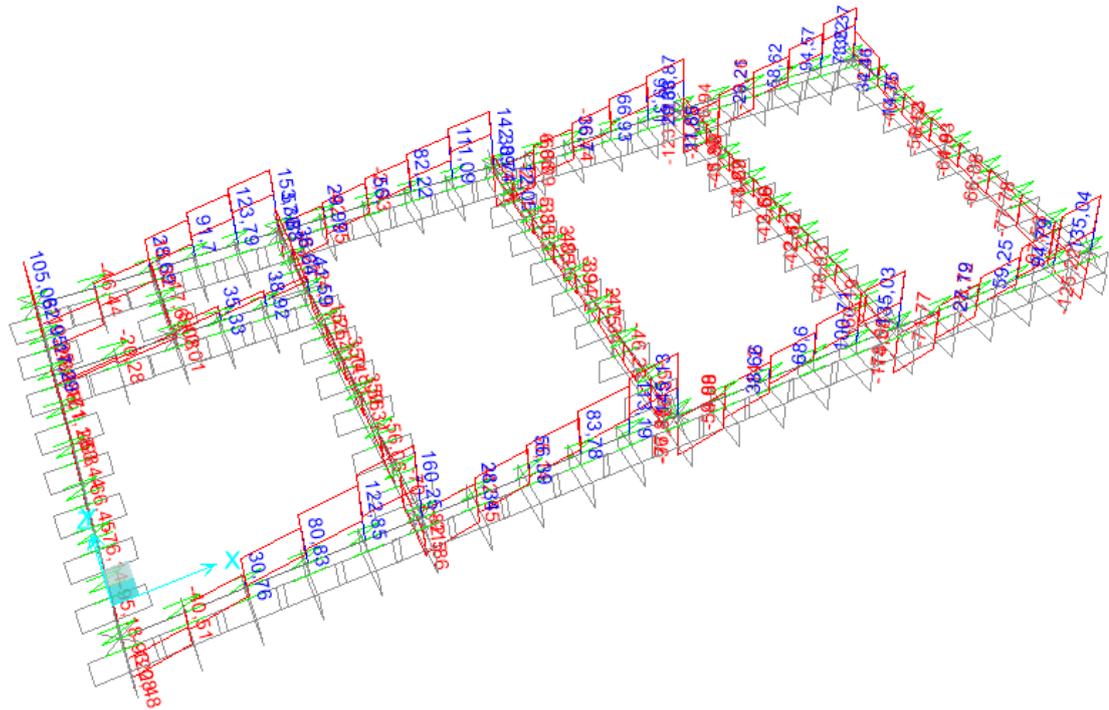


Figura 23 Modello di calcolo – Diagramma V22 (kN)– INVILUPPO SLU SLV Model SAP Fondazione STR

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	104 di 217

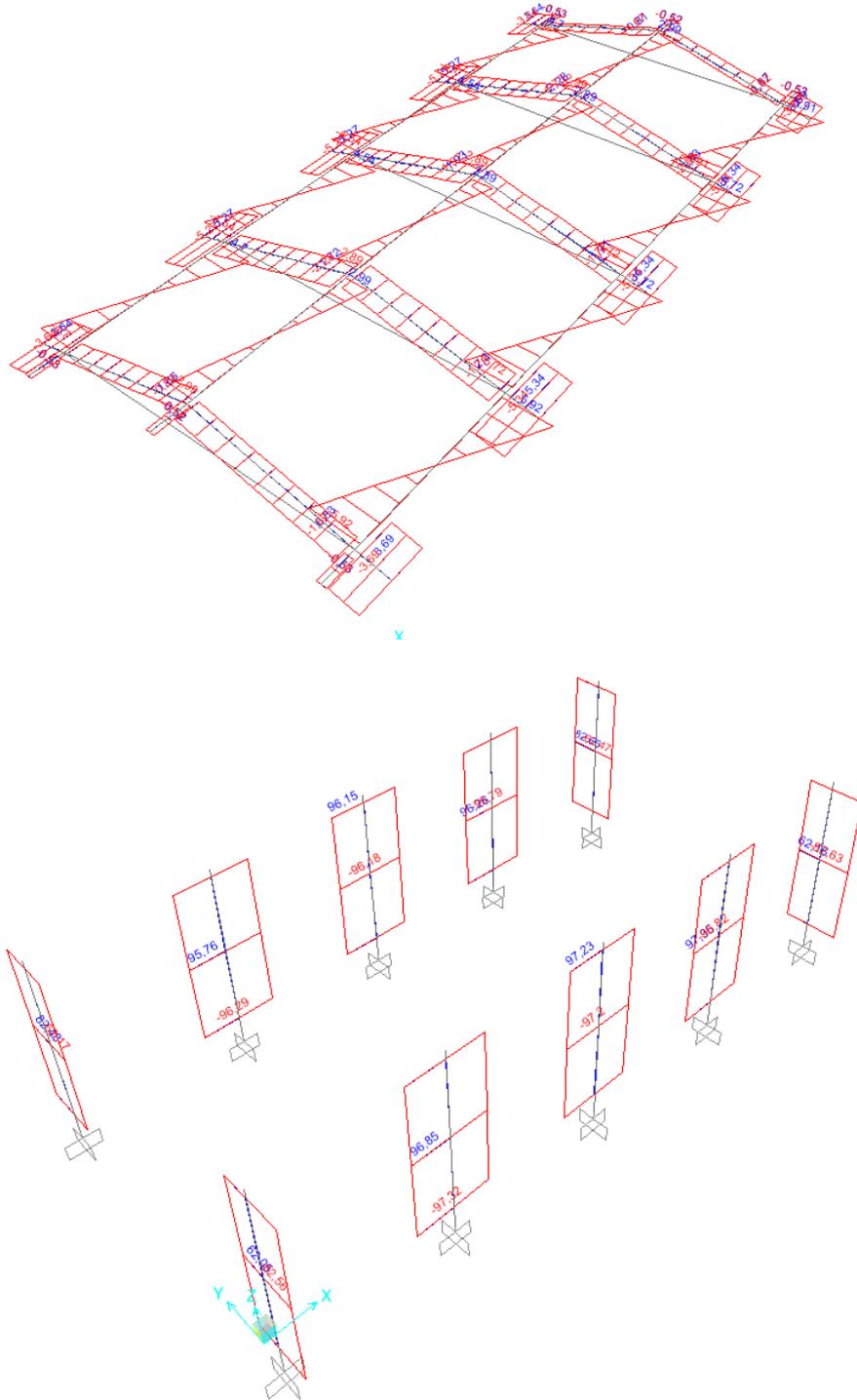


Figura 12 Modello di calcolo – Diagramma V33 (kN)– INVILUPPO SLU SLV – Model Sap Elevazione

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	105 di 217

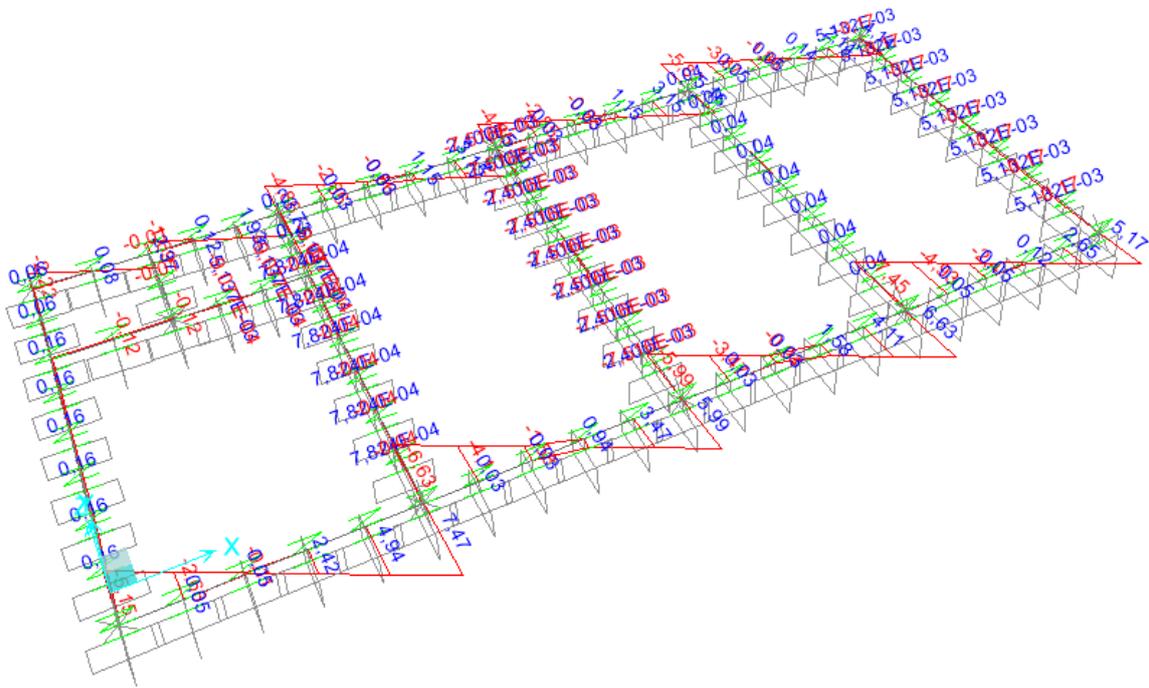


Figura 13 Modello di calcolo – Diagramma V33 (kN)– INVILUPPO SLU SLV – Model Sap Fondazione

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	106 di 217

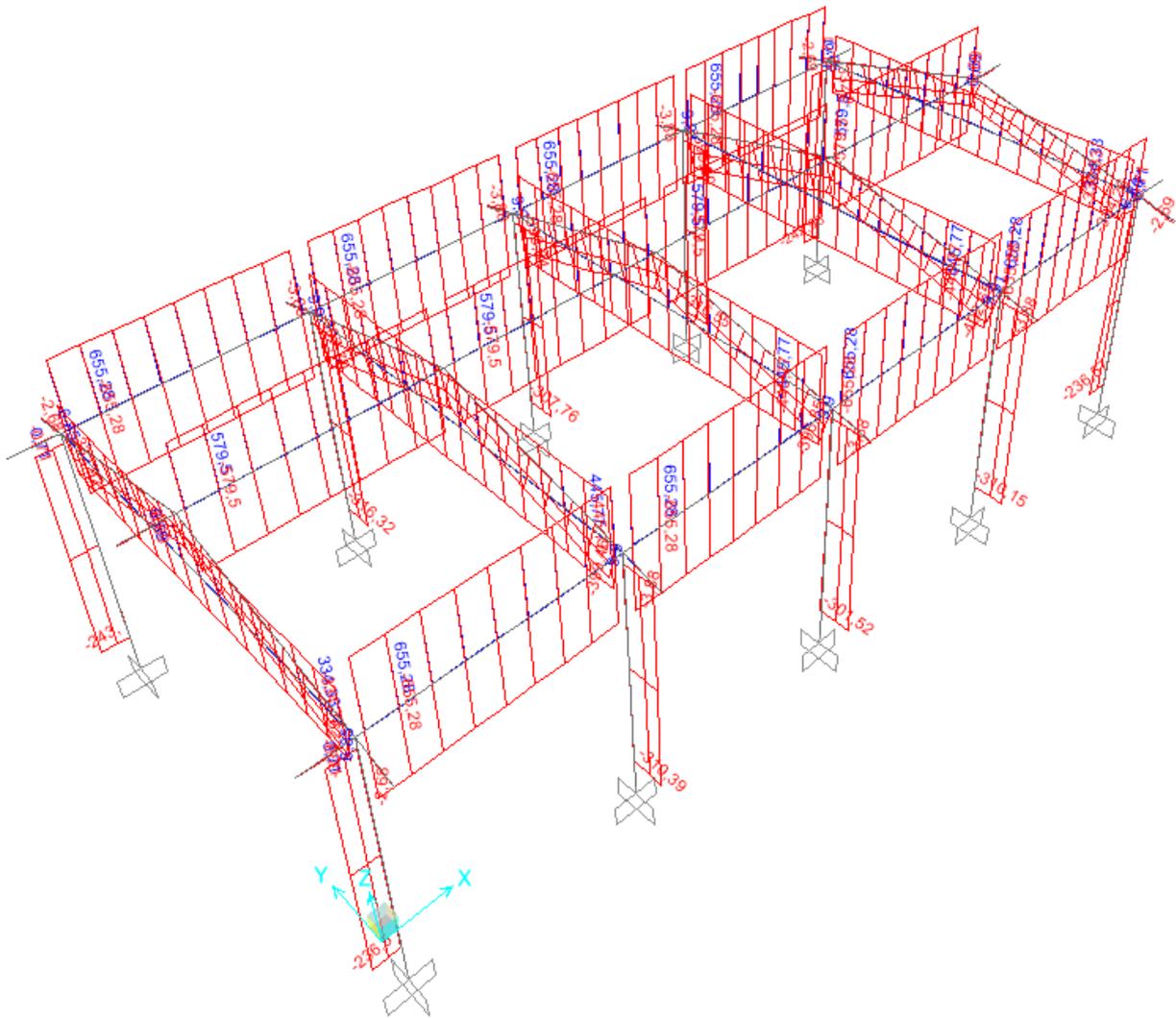


Figura 14 Modello di calcolo – Diagramma N (kN)– INVILUPPO SLU SLV-Model SAP Elevazione

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	107 di 217

11 VERIFICHE STRUTTURALI

Di seguito si riportano le verifiche relative agli elementi strutturali principali della struttura.

11.1 DIMENSIONAMENTO TRALICCIO IN COPERTURA IN FASE DI GETTO

Per procedere al dimensionamento del solaio di copertura, in primo luogo è necessario dimensionare il traliccio metallico affogato nelle lastre predalle, in modo da garantire che sia in grado di sostenere i carichi cui è sottoposto in fase di getto, quando ancora il calcestruzzo non risulta collaborante. Assumendo di puntellare i solai alle estremità e in mezzzeria, in questa fase lo schema statico è di trave continua su 3 appoggi, soggetta a un carico distribuito fornito dal peso proprio del solaio e da un carico accidentale rappresentativo della manodopera.

Si considera dunque la seguente condizione di carico:

FASE DI GETTO

CARICHI PERMANENTI STRUTT G1	3,5 KN/m ²	peso proprio solaio
CARICHI ACCIDENTALI QK	1 KN/m ²	carico accidentale in fase di getto
LARGHEZZA INFLUENZA TRALICCIO	0,40 m	3 tralicci ogni lastra 120 cm
CARICO G1 sul singolo traliccio	1,40 KN/m	$G1_TRAV=Q\ SOL *LARGH\ INFL.$
Carico Q sul singolo trav	0,40 KN/m	$Qtrav=Q\ sol.*Largh.infl.$
Comb. SLE_rara	1,80 KN/m	$Qtot\ SLE=G1trav+Qtrav$
Luce netta solaio predalles	2 m	Su 3 appoggi

Caratteristiche globali traliccio

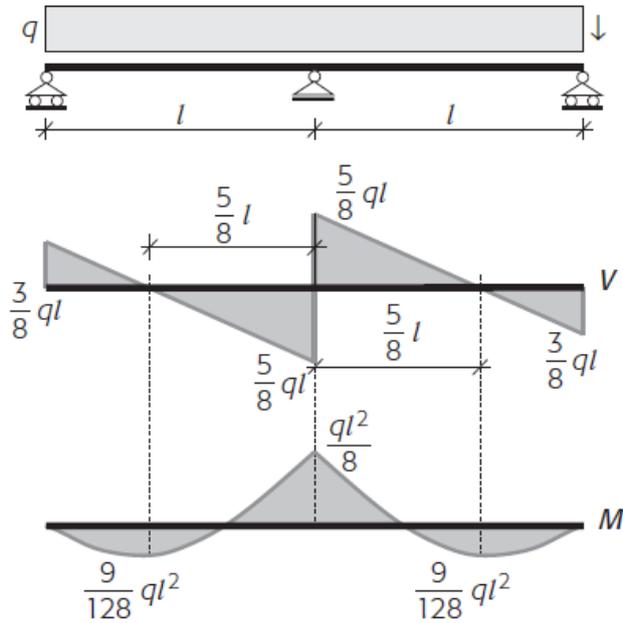
Altezza Traliccio	0,12 m
Passo Traliccio	0,15 m
f_{yk}	450,00 N/mm ²
γ_{M0}	1,15
f_{yd}	391,30 N/mm ²
γ_{M1}	1,05
E	210.000,00 N/mm ²

Si riportano di seguito le verifiche di resistenza svolte per i diversi elementi costituenti il traliccio.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	108 di 217



M max appoggio SLE= $(1/8)ql^2=1/8*1,8*2^2=0,9$ KNm
N= Mmax sup/Htr= $0,9\text{KNm}/0,12=7,5\text{KN}$

M max camp SLE= $(9/128)ql^2=9/128*1,8*2^2=0,51$ KNm
N= Mmax camp/Htr= $0,51\text{KNm}/0,12=4,3\text{KN}$

Tmax= $5/8 ql$ SLE= $5/8*1,8*2=2,25$ KN
Nstaffa= $T_{\max}/(2*\cos\alpha) = 2,25/(2*\cos 38^\circ,65) = 1,45\text{KN}$
a= $\arctan htr/ptr = \arctan (0.12/0.15) = 38^\circ,65$

VERIFICA RESISTENZA' CORRENTE SUPERIORE TESO

Ned	7,5 KN	N cr	-	N
φ corr	10 mm	λsegn	-	
Acorr	78,54 mm ²	α	-	Fatt imperf 4,2.VI
J	490,9 mm ⁴	Φ	0	
l	150 mm	χ	1	
β	1	Nb, Rd	33,66 KN	
lo	150 mm	FS	4,49	

VERIFICA STABILITA' CORRENTE INFERIORE COMPRESSO

Ned	4 KN(2 ARMATURE)	N cr	18522,156 N
φ corr	8 mm	λsegn	1,1050856
Acorr	50,2656 mm ²	α	0,49 Fatt imperf 4,2.VI
J	201,0726 mm ⁴	Φ	1,3323531
l	150 mm	χ	0,4815491
β	1	Nb, Rd	10,373722 KN
lo	150 mm	FS	2,5934306

VERIFICA STABILITA' CORRENTE DIAGONALE COMPRESSO

Ned	1,45 KN	N cr	4305,692 N
φ corr	6 mm	λsegn	1,719022
Acorr	28,2744 mm ²	α	0,49 Fatt imperf 4,2.VI
J	63,62064 mm ⁴	Φ	2,35
l	175 mm	χ	0,25
β	1	Nb, Rd	3,07 KN
lo	175 mm	FS	2,11

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

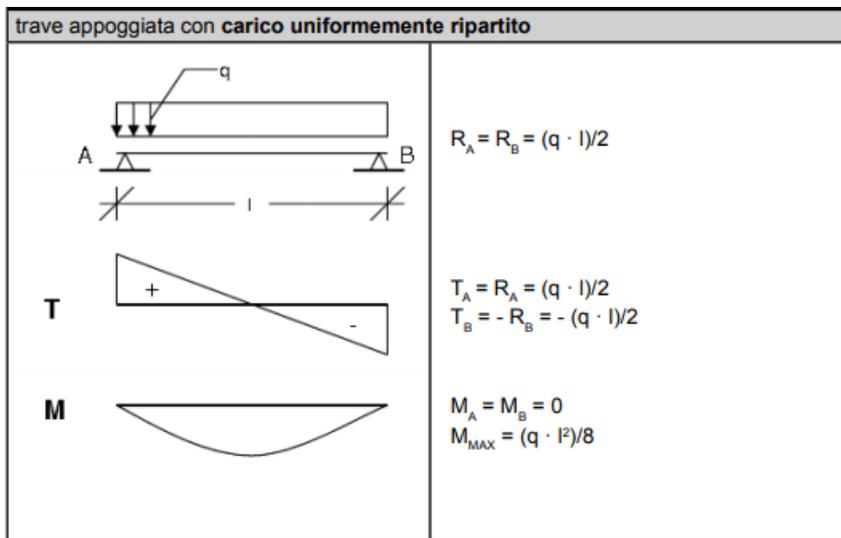
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	109 di 217

11.2 SOLAIO DI COPERTURA

Il solaio si considera, a vantaggio di sicurezza, come una trave semplicemente appoggiata, con campata di luce pari a $L = 4,25$ m. Con riferimento all'analisi dei carichi, di seguito si riportano le caratteristiche di sollecitazioni significative. La verifica viene condotta in riferimento al singolo travetto (interasse $i = 0.54$ m).

La condizione più gravosa per la struttura in elevazione è risultata quella in cui i carichi variabili siano presenti contemporaneamente in tutte le campate.

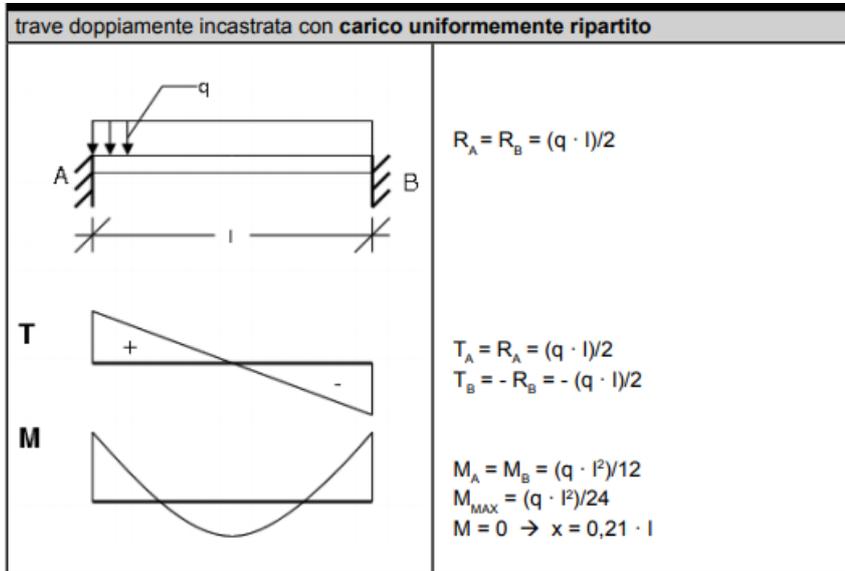
Si considera agente il peso proprio dell'intero solaio e il carico della neve e il sovraccarico variabile. Lo schema è quello di trave semplicemente appoggiata per il dimensionamento della sezione in campata e di trave continua su tre appoggi e trave doppiamente incastrata per le sezioni di appoggio.



PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	110 di 217



Carichi Permanenti:	$G = [(3,52 + 1,07) \cdot 0,54] = 2,48 \text{ kN/m}$
Sovraccarico variabile:	$Q = 0,50 \cdot 0,54 = 0,27 \text{ kN/m}$
Carico Neve:	$Q_N = 1,35 \cdot 0,54 = 0,73 \text{ kN/m}$
Carico Totale SLU:	$1,3 G + 1,5 Q + 1,5 Q_N = 4,78 \text{ kN/m}$
Carico Totale SLE rara:	$G + Q + Q_N = 3,51 \text{ kN/m}$
Carico Totale SLE frequente:	$G + 0,3 \times Q + 0,2 \times Q_N = 2,71 \text{ kN/m}$
Carico Totale SLE quasi permanente:	$G + 0,3 \times Q + 0,0 \times Q_N = 2,56 \text{ kN/m}$

Sollecitazioni SLU

M_{max} (in campata) = $[4,78 (4,25)^2] / 8 = 10,8 \text{ kNm}$ (schema appoggio – appoggio singola campata)

M_{min} (in appoggio) = $[4,78 (4,25)^2] / 12 = 7,2 \text{ kNm}$ (schema incastro - incastro singola campata)

T_{max} (in appoggio) = $[4,78 \times 4,25] / 2 = 10,16 \text{ kN}$ (schema incastro - incastro singola campata)

T_{max} (in appoggio) = $[4,78 \times 4,25] / 2 = 10,16 \text{ kN}$ (schema appoggio - appoggio trave continua)

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	111 di 217

Trave Continua - File: solaio di copertura - due campate

File Opzioni Impostazioni ?

Titolo : **solaio di copertura**

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: SLE SLU

Numero campate (Compresi Sbalzi) : **2**

Camp. N°	G1	G2	Q1	Q2	Se
1	1,9	0,58	0,27	0,73	
2	1,9	0,58	0,27	0,73	

(lunghezze in [m]; carichi in [kN/m])

App.	Largh.
1	0,14
2	0,14
3	0,14

Vincoli di estremità

	Sinistra	Destra
Appoggio	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Incastro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elastico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diagrammi

Visualizza Deformata
Momento 1: **5**

Scale fisse Taglio 1: **5**
Freccia 1: **0,005**

N. Punti Plottaggio: **100**

Visualizza Stampa

M M + T

DWG Esporta Blocco ?

ridist. M Calcolo

Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	6,648	1,7	2,255	1,36	2,55E-03	-2,04E-04
2	-5,468		-10,19			
m	6,648	2,55	2,255	2,89	2,55E-03	-2,04E-04
3	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		7,745	7,745	3,305
2	-11,98	11,98	23,97	12,87
3	-7,745		7,745	3,305

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	112 di 217

Diagramma Momenti



File : solaio di copertura - due campate - solaio di copertura
Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni SLU

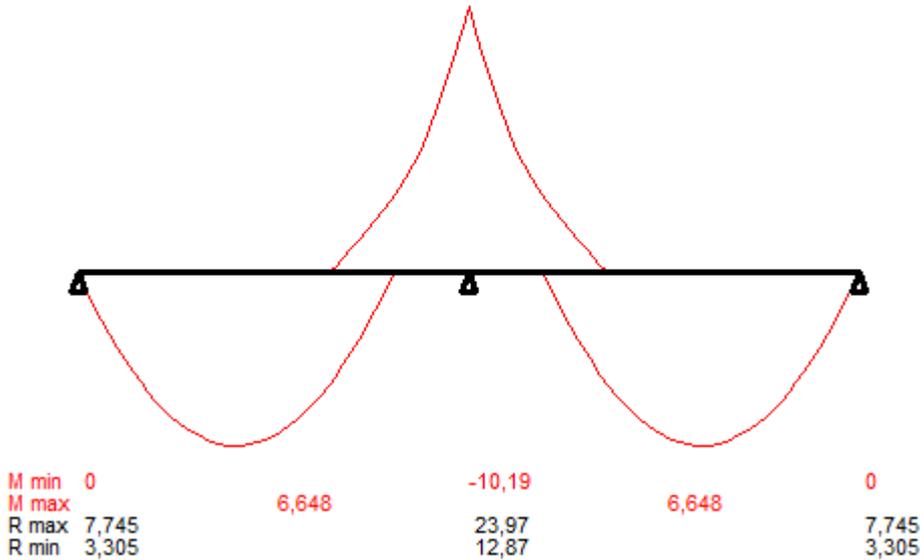
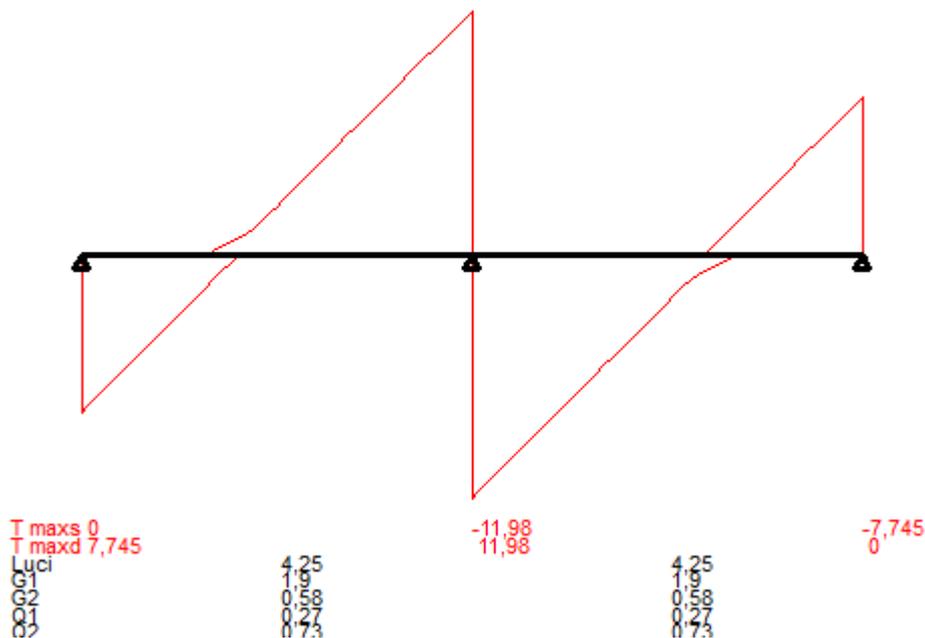


Diagramma Tagli



File : solaio di copertura - due campate - solaio di copertura
Scala tagli 1:5 - Sollecitazioni SLU



PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	113 di 217

Trave Continua - File: solaio di copertura - unica campata

File Opzioni Impostazioni ?

Titolo : solaio di copertura

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: SLE SLU

Numero campate (Compresi Sbalzi) : 1

Camp. N°	G1	G2	Q1	Q2	Se
1	1,9	0,58	0,27	0,73	

(lunghezze in [m]; carichi in [kN/m])

Appoggi

App.	Largh.
1	0,14
2	0,14

Vincoli di estremità

	Sinistra	Destra
Appoggio	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Incastro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elastico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1:

Scale fisse Taglio 1:

Freccia 1:

N. Punti Plottaggio: 100

Visualizza Stampa

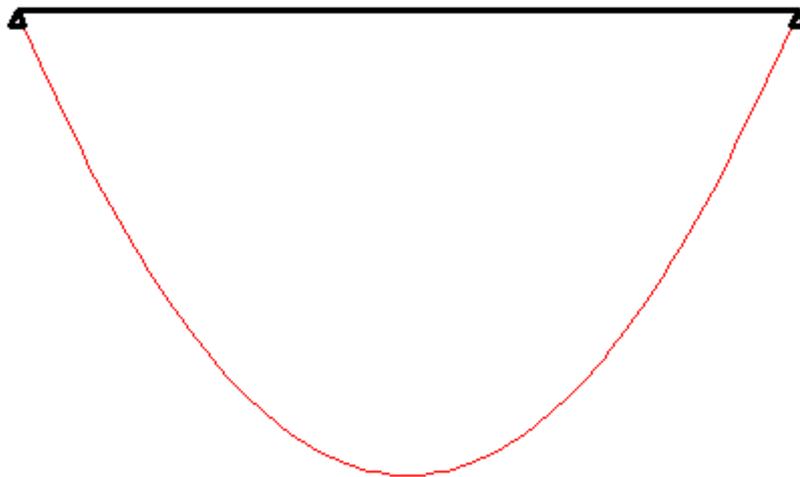
Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	10,19	2,125	5,468	2,125	4,67E-03	2,51E-03
2	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		9,587	9,587	5,147
2	-9,587	11,98	9,587	5,147

Diagramma Momenti

File : solaio di copertura - unica campata - solaio di copertura
Scala momenti 1:5 - Sollecitazioni SLU

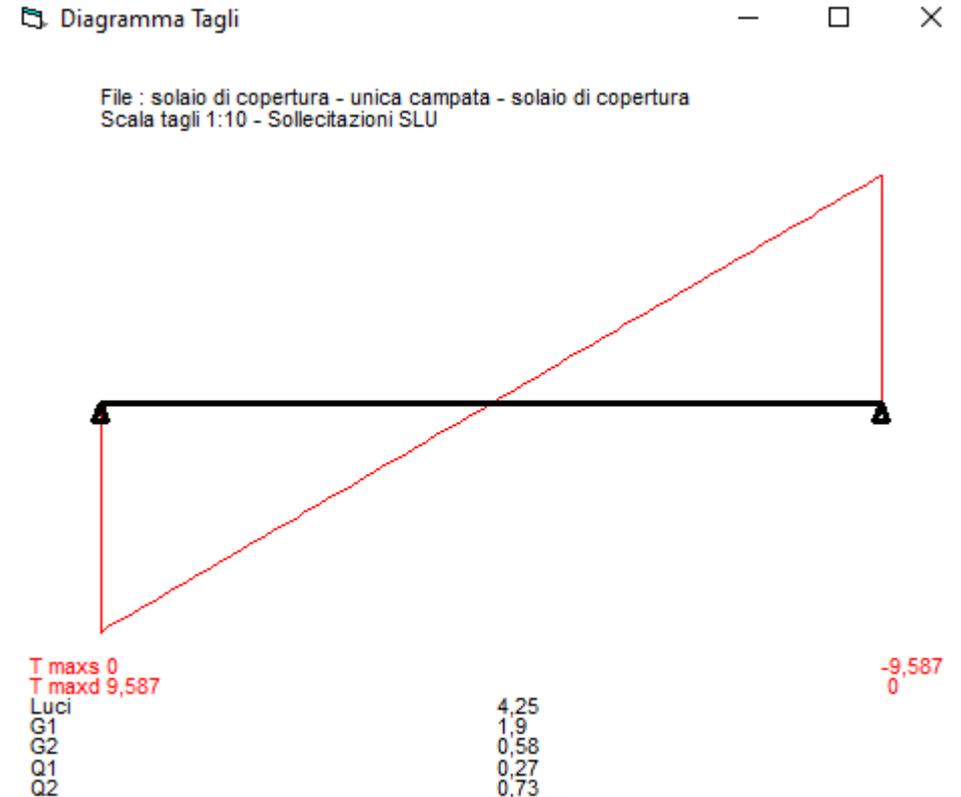


M min	0		0
M max		10,19	
R max	9,587		9,587
R min	5,147		5,147

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	114 di 217



Sollecitazioni SLE rara

M_{max} (in campata) = $[3,51 \times (4,25)^2] / 8 = 7,93$ kNm (schema appoggio – appoggio singola campata)

M_{min} (in appoggio) = $[3,51 \times (4,25)^2] / 12 = 5,28$ kNm (schema incastro - incastro singola campata)

T_{max} (in appoggio) = $[3,51 \times 4,25] / 2 = 7,46$ kN (schema incastro - incastro singola campata)

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	115 di 217

Trave Continua - File: solaio di copertura - due campate

File Opzioni Impostazioni ?

Titolo : **solaio di copertura**

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: SLE **rara** SLU

Numero campate (Compresi Sbalzi) : **2**

Camp. N°	Luce	G1	G2	Q1
1	6,2	1,9	0,58	1,32
2	6,2	1,9	0,58	1,32

(lunghezze in [m]; carichi in [kN/m])

Appoggi

App.	Largh.
1	0,14
2	0,14
3	0,14

Sezioni

Vincoli di estremità

	Sinistra	Destra
Appoggio	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Incastro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elastico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diagrammi

Visualizza Deformata
Momento 1: **10**

Scale fisse Taglio 1: **5**
Freccia 1: **0,02**

N. Punti Plottaggio: **100**

Visualizza Stampa

M **I** **M ± T**

DWG Esporta Blocco ?

ridist. M Calcolo

Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	11,49	2,48	5,566	2,108	9,16E-03	-3,89E-04
2	-11,92		-18,26			
m	11,49	3,72	5,566	4,092	9,16E-03	-3,89E-04
3	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		9,347	9,347	5,255
2	-14,73	14,73	29,45	19,22
3	-9,347		9,347	5,255

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	116 di 217

Trave Continua - File: solaio di copertura - due campate

File Opzioni Impostazioni ?

Titolo : **solaio di copertura**

Tipo di calcolo delle sollecitazioni: SLE **rara** SLU

Numero campate (Compresi Sbalzi) : **2**

Camp. N°	G1	G2	Q1	Q2	S _e
1	1,9	0,58	0,27	0,73	
2	1,9	0,58	0,27	0,73	

App.	Largh.
1	0,14
2	0,14
3	0,14

Vincoli di estremità

	Sinistra	Destra
Appoggio	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Incastro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libero	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elastico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Diagrammi

Visualizza Deformata

Momento 1:

Scale fisse Taglio 1:

Freccia 1:

N. Punti Plottaggio: **100**

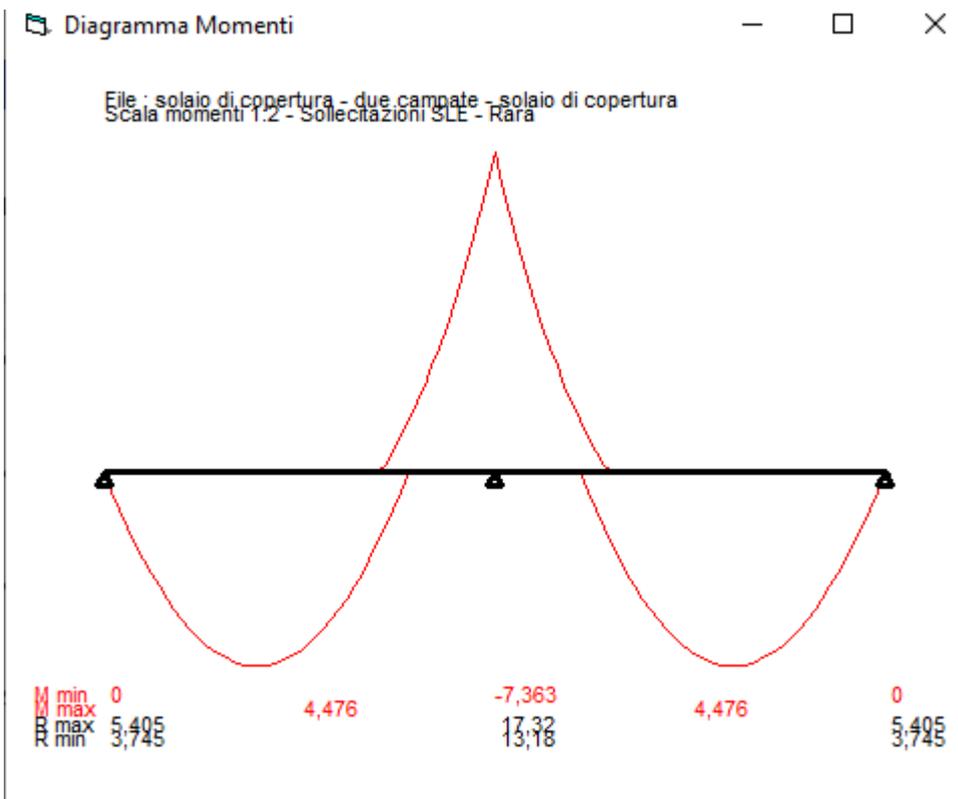
Visualizza Stampa

(lunghezze in [m]; carichi in [kN/m])

Risultati

Sez.	Mmax	x Mmax	Mmin	x Mmin	f max	f min
1	0		0			
m	4,476	1,615	2,827	1,53	1,63E-03	-3,08E-05
2	-5,599		-7,363			
m	4,476	2,635	2,827	2,72	1,63E-03	-3,08E-05
3	0		0			

Sez.	Tmax s	Tmax d	Rmax	Rmin
1		5,405	5,405	3,745
2	-8,662	8,662	17,32	13,18
3	-5,405		5,405	3,745



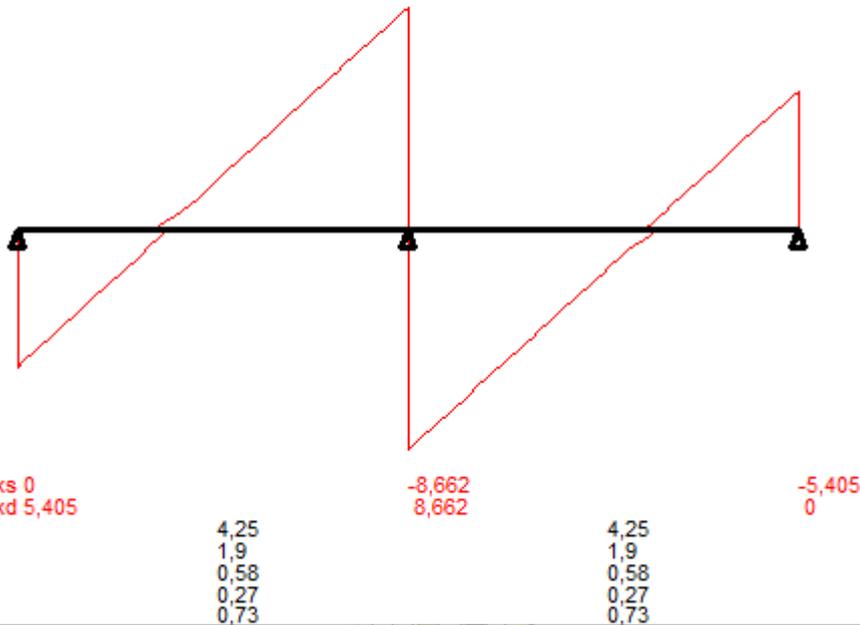
PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	117 di 217

Diagramma Tagli

File : solaio di copertura - due campate - solaio di copertura
Scala tagli 1:5 - Sollecitazioni SLE - Rara



Sollecitazioni SLE frequente

$$M_{\max} \text{ (in campata)} = [2,71 (4,25)^2] / 8 = 6,12 \text{ kNm (schema appoggio – appoggio singola campata)}$$

$$M_{\min} \text{ (in appoggio)} = [2,71 \times (4,25)^2] / 12 = 4,08 \text{ kNm (schema incastro - incastro singola campata)}$$

$$T_{\max} \text{ (in appoggio)} = [2,71 \times 4,25] / 2 = 5,76 \text{ kN (schema incastro - incastro singola campata)}$$

Sollecitazioni SLE quasi permanente

$$M_{\max} \text{ (in campata)} = [2,56 \times (4,25)^2] / 8 = 5,78 \text{ kNm (schema appoggio – appoggio singola campata)}$$

$$M_{\min} \text{ (in appoggio)} = [2,56 \times (4,25)^2] / 12 = 3,85 \text{ kNm (schema incastro - incastro singola campata)}$$

$$T_{\max} \text{ (in appoggio)} = [2,56 \times 4,25] / 2 = 5,44 \text{ kN (schema incastro - incastro singola campata)}$$

Di seguito si riportano le verifiche del singolo travetto.

Si disporranno 2 Ø 14 all'intradosso e 2 Ø 14 all'estradosso. Si considera la larghezza del travetto trascurando il contributo della soletta, assumendo le dimensioni pari a $b=0,14\text{m}$ e $h = 0,26\text{m}$.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	118 di 217

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

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

Titolo : solaio

N° figure elementari 1 **Zoom** **N° strati barre** 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	14	26	1	3,08	4,5
			2	3,08	21,5

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

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	10,8	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

Materiali

B450C		C30/37	
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}	17,4
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0,8
ϵ_{syd}	1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	12,25
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	τ_{co}	0,7333
		τ_{c1}	2,114

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd **Dominio M-N**

L_o 0 cm **Col. modello**

Precompresso

M_{xRd} 22,87 kN m

σ_c -17,4 N/mm²

σ_s 391,3 N/mm²

ϵ_c 3,5 ‰

ϵ_s 11,53 ‰

d 21,5 cm

x 5,005 x/d 0,2328

δ 0,731

Verifica Sezione: Momento resistente positivo

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	119 di 217

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

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

Titolo : solaio

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	14	26	1	3,08	4,5
			2	3,08	21,5

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="10,8"/>	<input type="text" value="0"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Materiali

B450C	C30/37
ϵ_{su} <input type="text" value="67,5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="391,3"/> N/mm ²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3,5"/> ‰
E_s <input type="text" value="200.000"/> N/mm ²	f_{cd} <input type="text" value="17,4"/> ‰
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0,8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1,957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="12,25"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co} <input type="text" value="0,7333"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="2,114"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

N° rett.

L₀ cm

Precompresso

Verifica Sezione: Momento resistente negativo

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	120 di 217

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione			comb. 7						
$b_w = 140$	mm	larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica				
$h = 260$	mm	altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza				
$c = 35$	mm	copriferro	$f_{yd} = 391,3$	MPa	resist. di calcolo				
$f_{ck} = 30$	MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:						
$\gamma_c = 1,50$		coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 2$	Ø	14	= 3,08		cm ²	
$\alpha_{cc} = 0,85$		coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$	Ø	16	= 0,00		cm ²	
$d = 225$	mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	Ø	0	= 0,00		cm ²	
$f_{cd} = 17,00$	MPa	resist. di calcolo					3,08	cm ²	
• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)									
$N_{ed} = 0,0$	kN		$V_{ed} = 11,98$	kN					
• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio									
$k = 1+(200/d)^{1/2} < 2$			$k = 1,943$		<2				
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$			$v_{min} = 0,519$						
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$			$\rho_1 = 0,0098$		<0,02				
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$			$\sigma_{cp} = 0,00$	MPa	<0,2 fcd				
$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$									
$V_{Rd} = 22,6$	kN;		(con $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 16,4$	kN)					
$V_{Rd} = 22,6$	kN	valore di calcolo							
<i>la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio</i>									

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	121 di 217

Verifica di Deformabilità:

Si valuta la freccia in mezzzeria per lo schema di trave semplicemente appoggiata:

$$f_c = \frac{5}{384} \frac{pL^4}{EJ''}$$

Dove:

p = carico uniformemente distribuito in combinazione di esercizio quasi permanente = 2,56 kN/m

L = lunghezza della campata = 4,25 m

E = modulo elastico del calcestruzzo C30/37 = 33346 N/mm² = 1,651*10⁰⁷ kN/m²

J'' = momento di inerzia della sezione omogeneizzata = b*h³/12 = 0,14*0,26³/12 = 20.505 cm⁴ = 0.0002051 m⁴

$$f_c = 5 * 2,56 \text{ kN/m} * (4,25 \text{ m})^4 / (384 * 1,651 * 10^{07} \text{ kN/m}^2 * 0.0002051 \text{ m}^4) = 0.0032 \text{ m}$$

Poiché risulta **f_c** (= 0,0032 m) < **L/350** (vedi TAB 4.2.XII-solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili)= 0,01214m, **la verifica di deformabilità risulta soddisfatta.**

Verifica di Fessurazione:

Per assicurare la funzionalità e la durata della struttura è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

Avendo adottato acciai ordinari si rientra nel gruppo di armature poco sensibili alla corrosione. Pertanto, sulla base della tabella 4.1.IV – NTC2018 è possibile definire lo stato limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali (ordinarie) e dell'armatura (poco sensibile), prendendo in considerazione le combinazioni quasi permanenti e frequenti.

Nel caso in esame lo stato limite di fessurazione da considerare è lo stato limite di apertura delle

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	122 di 217

fessure. La verifica consiste nell'accertarsi che il valore caratteristico di apertura delle fessure (w_k) non deve superare il valore limite fissato per la combinazione considerata.

Come riportato al §4.1.2.2.4.5 delle NTC 2018, l'ampiezza caratteristica delle fessure w_k è calcolata come 1,7 volte il prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ε_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_k = 1.7 * \varepsilon_{sm} * \Delta_{sm}$$

In particolare:

- per la combinazione di carico frequente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_3 = 0.4$ mm;
 - per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_2 = 0.3$ mm.
- Per rapidità di calcolo si verifica che nella combinazione SLE frequente l'apertura delle lesioni sia inferiore al valore limite (più severo) riferito alla combinazione quasi permanente.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	123 di 217

SLS CRACK WIDTH CONTROL

Reference: EN 1992-1-1:2004, p. 7.3.4

MATERIALS	
Concrete class	C30/37
f_{ck} (N/mm ²)	30
$f_{ct,eff}$ (N/mm ²)	2,94
E_{cm} (N/mm ²)	16509
Steel grade	B450C
f_{yk} (N/mm ²)	450
E_s (N/mm ²)	210000
$\alpha_e = E_s / E_{cm}$	12,72

CROSS-SECTION GEOMETRY	
b_w (mm)	140,00
h (mm)	260,00
c (mm)	45,00
i_{vert} (mm)	0,00
i_{hor} (mm)	60,00
A_{s1} (mm ²)	308
d_1 (mm)	45
A_{s2} (mm ²)	0
d_2 (mm)	45
A_{s3} (mm ²)	0
d_3 (mm)	215
A_{s4} (mm ²)	308
d_4 (mm)	215
A_s (mm ²)	308
d (mm)	215
ϕ (mm)	14,00
x (mm)	77,0
I (mm ⁴)	99877493
$\rho's$	0,85%

CALCULATION OF CRACK WIDTH	
s_s (N/mm ²)	139,4
Check on bars spacing: $i_{hor} \leq 5(c+f)$	YES
k_1	0,80
k_2	0,50
k_3	3,40
k_4	0,43
$h_{c,eff}$ (mm)	61,00011095
$A_{c,eff}$ (mm ²)	8540,015534
$r_{p,eff}$	0,0360
$s_{r,max}$ (mm)	219,0
k_t	0,4
$e_{sm} - e_{cm}$	0,000
w_k (mm)	0,096

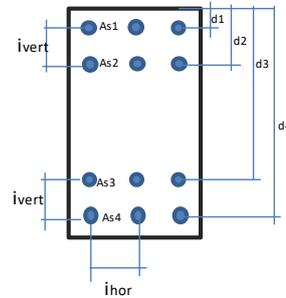
CHECK
M_{sd} (kNm)
7,93
M_{ctm} (kNm)
4,6
Crack width calculation required
w_k (mm)
0,096
w_{lim} (mm)
0,4
Check
OK

Decompression moment check

Crack width calculation (if required)

STEEL REINFORCEMENT

A_{s1} (mm ²)	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 20$
308	0	2	0	0
A_{s2} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$	$\phi 32$
0	0	0	0	0
A_{s3} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$	$\phi 32$
0	0	0	0	0
A_{s4} (mm ²)	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 22$
308	0	2	0	0



DECOMPRESSION MOMENT CHECK

M_{sd} (kNm)	7,93
M_{ctm} (kNm)	4,64
$M_{cr} < M_{ex}$ Crack Width must be Controlled	

CRACK WIDTH CHECK

w_k (mm)	0,10
w_{lim} (mm)	0,40
$w_{lim} > w_k$ Check OK	

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	124 di 217

11.3 TRAVE LONGITUDINALE (30X62,6)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi longitudinali di gronda aventi sezione di dimensioni massime 40x62,6 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose. La modellazione è stata effettuata con travi rettangolari di massa equivalente 30x58,8 cm.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.6 del rif.[1].

Le sollecitazioni massime SLU-SLV all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
94	0,13077	COMB3 - SLU	v3 max-m2 max		-393	-24	-6	-4	-3
97	0,13386	COMB_32_SLV_1	v2 max-m3 max	Min	0	-80	0	0	-119

Le sollecitazioni massime SLE-SLO all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames									
Frame	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
97	0,13386	COMB_32_SLO_1	m max	Min	0	-55	0	0	-73
98	4,11923	COMB1-SLE (q.perm.)	m max		0	26	0	0	-17

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	125 di 217

11.3.1 Verifica di resistenza allo SLU

Si riportano di seguito le sollecitazioni di calcolo, per l'elemento maggiormente sollecitato, in corrispondenza della sezione d'appoggio e della sezione di campata (convenzione sui segni: compressione negativa (-), momento flettente che tende le fibre superiori negativo (-)).

Verifica a taglio:

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo V_{Ed} si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità). Deve risultare:

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

V_d = Valore di calcolo del taglio agente;

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta)$$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

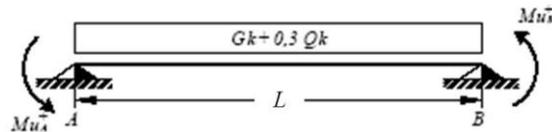
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	126 di 217

dove:

α : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

θ : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

• **1° Schema:**

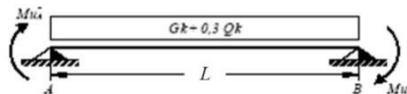


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^+ + Mu_B^+}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^+ + Mu_B^+}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

• **2° Schema:**



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^- + Mu_B^-}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu_A^- + Mu_B^-}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	127 di 217

 a) Verifiche strutturali:
VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione			comb. 7						
$b_w = 300$	mm	larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica				
$h = 580$	mm	altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza				
$c = 40$	mm	copriferro	$f_{yd} = 391,3$	MPa	resist. di calcolo				
$f_{ck} = 30$	MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:						
$\gamma_c = 1,50$		coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 4$	\emptyset	18	= 10,18	cm ²		
$\alpha_{cc} = 0,85$		coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$	\emptyset	16	= 0,00	cm ²		
$d = 540$	mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	\emptyset	0	= 0,00	cm ²		
$f_{cd} = 17,00$	MPa	resist. di calcolo				10,18	cm ²		
• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)									
$N_{ed} = 0,0$	kN		$V_{ed} = 80,00$	kN					
• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio									
$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$			$k = 1,609$		<2				
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$			$v_{min} = 0,391$						
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$			$\rho_1 = 0,0063$		<0,02				
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$			$\sigma_{cp} = 0,00$	MPa	<0,2 fcd				
$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$									
$V_{Rd} = 83,2$	kN;		(con $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 63,4$	kN)					
$V_{Rd} = 83,2$	kN	valore di calcolo							
<i>la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio</i>									
• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio									
$\theta = 45,0$	°	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile						
$\alpha = 90,0$	°	inclinaz. staffe							
Armatura a taglio (staffatura):									
$A_{sw}/s =$ staffe $\emptyset 8$	mm	con n° bracci (trasv)	2,00	passo	11	cm	= 0,091	cm ² /cm	
$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha$			$V_{Rsd} =$	173,8		kN			
$f_{cd} = 8,50$	MPa	resist. di calcolo ridotta							
$\alpha_c = 1,000$		coeff. maggiorativo							
$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha)$			$V_{Rcd} =$	619,7		kN			
$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$			$V_{Rd} =$	173,8	>	80,0	kN	c.s.=	2,2
<i>la sezione armata a taglio risulta verificata.</i>									

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

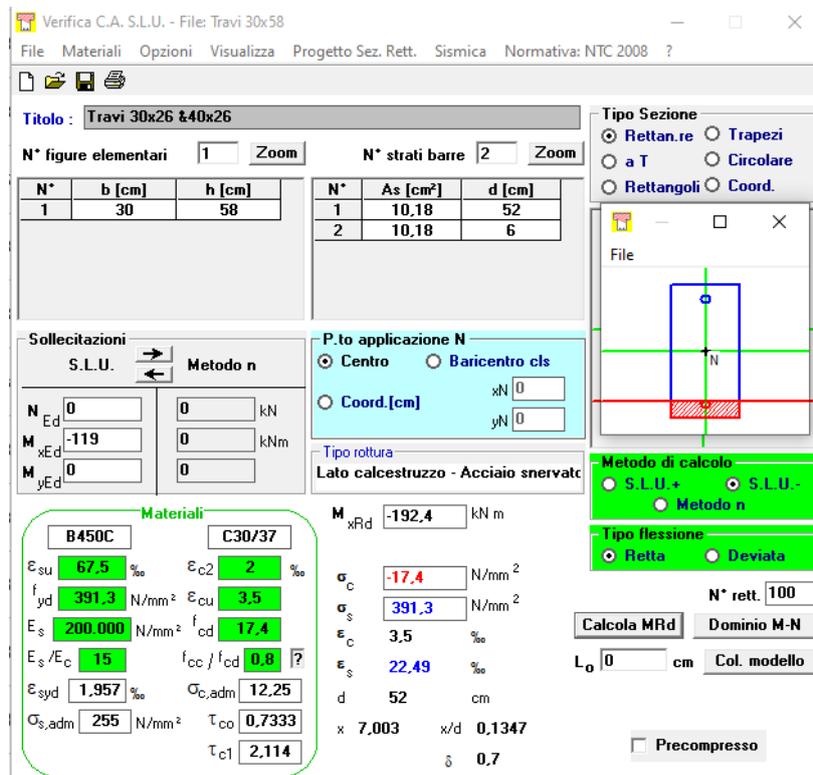
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	128 di 217

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale della trave perimetrale tipo:

1) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore 4 Φ 18
- Armatura inferiore 4 Φ 18

- Verifica a pressoflessione



Verifica C.A. S.L.U. - File: Travi 30x58

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

Titolo: Travi 30x26 & 40x26

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	30	58	1	10,18	52
			2	10,18	6

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
M_{xEd} -119 kNm
M_{yEd} 0 kNm

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls
xN 0 yN 0

Materiali: B450C C30/37

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} 17.4
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957% $\sigma_{c,adm}$ 12.25
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

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

M_{xRd} -192.4 kNm
 σ_c -17.4 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5%
 ϵ_s 22.49%
d 52 cm
x 7.003 x/d 0.1347
 δ 0.7

$M_{xEd} = -119 \text{ KNm}$

$M_{xRd} = -192,4 \text{ KNm}$

$M_{xEd} < M_{xRd}$ Verifica soddisfatta!

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	129 di 217

b) Verifica limitazioni armatura:

Resta da verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.1 delle NTC2018:

- almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave;
- in ogni sezione della trave, il rapporto geometrico ρ relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione A_s o quella al lembo inferiore della sezione A_i , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

ρ è il rapporto geometrico relativo all'armatura tesa pari ad $A_s/(b \cdot h)$ oppure ad $A_i/(b \cdot h)$;

ρ_{comp} è il rapporto geometrico relativo all'armatura compressa;

f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (in MPa).

Agli appoggi:

Armatura tesa

4 Ø 18 mm

Dimensioni sezione

b = 300 mm

h = 580 mm

c = 40 mm

$A_s = 1017,36 \text{ mm}^2$

$\rho = A_s / (bh) = 0,00585$

Armatura compressa

4 Ø 18 mm

$A_s' = 1017,36 \text{ mm}^2$

$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0,00585$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	130 di 217

$$1,4/f_{yk} = 0,00311$$

$$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} = 0,0136 \quad \underline{\text{La verifica risulta soddisfatta.}}$$

- l'armatura compressa non deve essere mai inferiore ad un quarto di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0,25 \rho$$

Nel caso specifico risulta nella sezione in campata:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0,00585$$

$$0,25\rho = 0,00146 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta.}$$

- nelle zone critiche della trave, inoltre, deve essere:

$$\rho_{comp} \geq 0,5 \rho$$

Nel caso specifico risulta:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0,00585$$

$$0,5\rho = 0,002925 \quad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

- Nelle zone critiche devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive devono essere disposte ad un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;

- 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche (per CD"B")

- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Per staffa di contenimento si intende una staffa rettangolare, circolare o a spirale, di diametro minimo 6 mm, con ganci a 135° prolungati per almeno 10 diametri alle due estremità. I ganci devono essere assicurati alle barre longitudinali.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	131 di 217

Nel caso specifico risulta:

1/4 h utile della sezione trasversale 145 mm

8*diámetro minimo delle barre longitudinali per CD"B" 144,00 mm

24*diámetro armature trasversali 192,00 mm

Devono inoltre essere rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2018):

- l'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

e comunque non minore di $0,0013 b_t \cdot d$

dove:

b_t rappresenta la larghezza media della zona tesa;

d è l'altezza utile della sezione;

f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione assiale;

f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

Nel caso in esame risulta:

$A_{smin} = 317,26 \text{ mm}^2$ La verifica risulta soddisfatta

$0,0013 b_t d = 93,6 \text{ mm}^2$ La verifica risulta soddisfatta

- negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio;

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	132 di 217

- al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente $A_{s,max} = 0,04 A_c$, essendo A_c l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

Nel caso in esame risulta:

$$A_{s,max} = 2035 \text{ mm}^2 \qquad \text{La verifica risulta soddisfatta}$$

$$0,04A_c = 6960 \text{ mm}^2$$

- le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione;

Nel caso in esame si hanno staffe $\Phi 8/10$, per cui risulta:

$$A_{st} = 1004,8 \text{ mm}^2/\text{m} \geq A_{st,min} = 1,5 \cdot 300 = 450 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{passo } 110\text{mm} &< 333 \text{ mm} \\ &< 488 \text{ mm} \end{aligned}$$

- in ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe
- Per le travi perimetrali dell'edificio l'armatura a taglio è costituita solamente da staffe

Si riscontra, pertanto, che l'armatura della trave rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	133 di 217

11.3.2 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali si effettuano in termini di:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.

a) Verifiche di fessurazione:

Per assicurare la funzionalità e la durata della struttura è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

Avendo adottato acciai ordinari si rientra nel gruppo di armature poco sensibili alla corrosione. Pertanto, sulla base della tabella 4.1.IV – NTC2018 è possibile definire lo stato limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali (ordinarie) e dell'armatura (poco sensibile), prendendo in considerazione le combinazioni quasi permanenti e frequenti.

Nel caso in esame lo stato limite di fessurazione da considerare è lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica consiste nell'accertarsi che il valore caratteristico di apertura delle fessure (w_k) non deve superare il valore limite fissato per la combinazione considerata.

Come riportato al §4.1.2.2.4.5 delle NTC 2018, l'ampiezza caratteristica delle fessure w_k è calcolata come 1,7 volte il prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ϵ_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_k = 1.7 * \epsilon_{sm} * \Delta_{sm}$$

In particolare:

- per la combinazione di carico frequente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_3 = 0.4$ mm;
- per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_2 = 0.3$ mm.

Per rapidità di calcolo si verifica che nella combinazione SLE –SLO (a vantaggio sicurezza) l'apertura delle lesioni sia inferiore al valore limite (più severo) riferito alla combinazione quasi permanente.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	134 di 217

SLS CRACK WIDTH CONTROL

Reference: EN 1992-1-1:2004, p. 7.3.4

MATERIALS	
Concrete class	C30/37
f_{ck} (N/mm ²)	30
$f_{ct,eff}$ (N/mm ²)	2,94
E_{cm} (N/mm ²)	16509
Steel grade	B450C
f_{yk} (N/mm ²)	450
E_s (N/mm ²)	210000
$\alpha_e = E_s / E_{cm}$	12,72

CROSS-SECTION GEOMETRY	
b_w (mm)	300,00
h (mm)	580,00
c (mm)	42,00
i_{vert} (mm)	0,00
i_{hor} (mm)	60,00
A_{s1} (mm ²)	1018
d_1 (mm)	42
A_{s2} (mm ²)	0
d_2 (mm)	42
A_{s3} (mm ²)	0
d_3 (mm)	538
A_{s4} (mm ²)	1018
d_4 (mm)	538
A_s (mm ²)	1018
d (mm)	538
ϕ (mm)	18,00
x (mm)	153,5
I (mm ⁴)	2437097274
ρ 's	0,59%

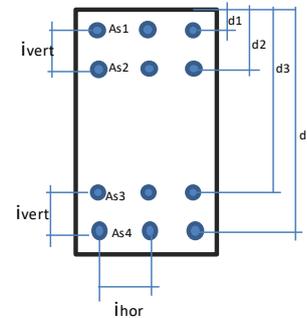
CALCULATION OF CRACK WIDTH	
s_s (N/mm ²)	146,5
Check on bars spacing: $i_{hor} \leq 5(c+f)$	YES
k_1	0,80
k_2	0,50
k_3	3,40
k_4	0,43
$h_{c,eff}$ (mm)	105
$A_{c,eff}$ (mm ²)	31500
$r_{p,eff}$	0,0323
$s_{r,max}$ (mm)	237,5
k_t	0,4
$e_{sm} - e_{cm}$	0,000
w_k (mm)	0,108

CHECK
M_{sd} (kNm)
73
M_{ctm} (kNm)
49,5
Crack width calculation required
w_k (mm)
0,108
w_{lim} (mm)
0,4
Check
OK

Decompression moment check

Crack width calculation (if required)

STEEL REINFORCEMENT			
A_{s1} (mm ²)	$\phi 18$	$\phi 14$	$\phi 16$
1018	4	0	0
A_{s2} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$
0	0	0	0
A_{s3} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$
0	0	0	0
A_{s4} (mm ²)	$\phi 18$	$\phi 14$	$\phi 16$
1018	4	0	0



DECOMPRESSION MOMENT CHECK

M_{sd} (kNm)	73,00
M_{ctm} (kNm)	49,45
$M_{cr} < M_{ex}$ Crack Width must be Controlled	

CRACK WIDTH CHECK

w_k (mm)	0,11
w_{lim} (mm)	0,40
$w_{lim} > w_k$ Check OK	

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	135 di 217

b) Verifiche delle tensioni di esercizio:

Per completare il quadro delle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) è necessario controllare le tensioni di esercizio, in accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.8.3.2.1 del Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II - Sezione 2 Ponti e Strutture – Codifica RFI DTC SI PS MA IFS 001 D.

In particolare, bisogna verificare che:

- Per il calcestruzzo compresso:
 $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$ (per combinazione caratteristica rara- SLE –SLO (a vantaggio sicurezza));

$$\sigma_c < 0.40 f_{ck} \quad (\text{per combinazione quasi permanente});$$

- Per l'acciaio:
 $\sigma_s < 0.75 f_{yk}$ (per combinazione caratteristica rara).

Di seguito si riportano le tensioni di esercizio determinate in corrispondenza della combinazione che produce il valore di tensione più gravoso distinguendo tra combinazioni rare e quasi permanenti. Dalle tabelle seguenti, nelle quali accanto a ciascun valore di tensione viene indicato il corrispondente valore limite, si evince che le verifiche delle tensioni di esercizio risultano soddisfatte.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	136 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Travi 30x58

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

Titolo: Travi 30x26 & 40x26

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	30	58	1	10,18	52
			2	10,18	6

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 0 -73 kNm
M_{yEd} 0 0

P.to applicazione N

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

Materiali

B450C	C30/37
ϵ_{su} 67,5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm ²	f_{cd} 17,4
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
ϵ_{syd} 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 0,7333
	τ_{c1} 2,114

σ_c -4,644 N/mm²
 σ_s 154,4 N/mm²
 ϵ_s 0,7721 ‰
d 52 cm
x 16,17 x/d 0,3109
 δ 0,8286

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

momento negativo massimo combinazione rara

σ_c	-4,64	N/mm ²	<	16,5	N/mm ²	verifica soddisfatta
σ_s	154,4	N/mm ²	<	360	N/mm ²	verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	137 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Travi 30x58

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

Titolo: Travi 30x58

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	30	58	1	10,18	52
			2	10,18	6

Tipologia Sezione:
 Rettang. re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	0	-17	kNm
M _{yEd}	0	0	

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

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali:

B450C	C30/37
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} 17,4
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0,8
ϵ_{syd} 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0,7333
	τ_{c1} 2,114

σ_c -1,081 N/mm²
 σ_s 35,96 N/mm²
 ϵ_s 0,1798 ‰
 d 52 cm
 x 16,17 x/d 0,3109
 δ 0,8286

Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

momento negativo combinazione quasi permanente

σ_c -1,081 N/mm² < 12,0 N/mm² verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	138 di 217

11.4 TRAVE DI COLMO (60x33)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi di colmo aventi sezione di dimensioni massime 60x33 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

La modellazione è stata effettuata con travi rettangolari di massa equivalente 52x30cm.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.6 del rif.[1].

Le sollecitazioni massime SLU-SLV all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
102	0,13077	COMB3 - SLU	v3 max-m2 max		-348	-8	-3	-2	-1
102	4,11923	COMB5 - SLU	v2 max-m3 max		-580	12	2	-1	-9

Le sollecitazioni massime SLE-SLO all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames

Frame	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
102	4,11923	COMB1-SLE (q.perm.)	m max		0	9	0	0	-7
102	4,11923	COMB_32_SLO_1	m max	Min	0	9	0	0	-7

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	139 di 217

 a) Verifiche strutturali:
VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione		comb. 7							
$b_w = 520$	mm	larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica				
$h = 300$	mm	altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza				
$c = 40$	mm	copriferro	$f_{yd} = 391,3$	MPa	resist. di calcolo				
$f_{ck} = 30$	MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:						
$\gamma_c = 1,50$		coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 5$	Ø	16	=	10,05	cm ²	
$\alpha_{cc} = 0,85$		coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$	Ø	0	=	0,00	cm ²	
$d = 260$	mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	Ø	0	=	0,00	cm ²	
$f_{cd} = 17,00$	MPa	resist. di calcolo					10,05	cm ²	
• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)									
$N_{ed} = 0,0$	kN		$V_{ed} = 12,0$	kN					
• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio									
$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$			$k = 1,877$		<2				
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$			$v_{min} = 0,493$						
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$			$\rho_1 = 0,0074$		<0,02				
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$			$\sigma_{cp} = 0,00$	MPa	<0,2 fcd				
$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$									
$V_{Rd} = 85,7$	kN;		$n (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 66,7$	kN)					
$V_{Rd} = 85,7$	kN	valore di calcolo							
la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio									
• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio									
$\theta = 45,0$	°	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile						
$\alpha = 90,0$	°	inclinaz. staffe							
Armatura a taglio (staffatura):									
$A_{sw}/s =$ staffe Ø	8	mm con n° bracci	2,00	passo	20	cm	=	0,050	cm ² /cm
$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \sin \alpha$				$V_{Rsd} =$	46,0 kN				
$f_{cd} = 8,50$	MPa	resist. di calcolo ridotta							
$\alpha_c = 1,000$		coeff. maggiorativo							
$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha)$				$V_{Rcd} =$	517,2 kN				
$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$			$V_{Rd} = 46,0$	>	12,0	kN	c.s. =	3,8	
la sezione armata a taglio risulta verificata.									

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	140 di 217

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale della trave perimetrale tipo:

2) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore 5 Φ 16
- Armatura inferiore 5 Φ 16

- Verifica a pressoflessione

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	141 di 217

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

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

Titolo : Travi 30x26 & 40x26

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	52	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	24
2	10,05	6

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N
 N_{Ed} kN
 M_{xEd} kNm
 M_{yEd}

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali
B450C **C30/37**
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1}

M
 M_{xRd} kN m
 σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_c ‰
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N
 L_0 cm Col. modello

Precompresso

$M_{xed} = -9 \text{ KNm}$

$M_{xrd} = -85,99 \text{ KNm}$

$M_{xed} < M_{xrd}$ Verifica soddisfatta!

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	142 di 217

11.4.1 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali si effettuano in termini di:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.

c) Verifiche di fessurazione:

Per assicurare la funzionalità e la durata della struttura è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

Avendo adottato acciai ordinari si rientra nel gruppo di armature poco sensibili alla corrosione. Pertanto, sulla base della tabella 4.1.IV – NTC2018 è possibile definire lo stato limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali (ordinarie) e dell'armatura (poco sensibile), prendendo in considerazione le combinazioni quasi permanenti e frequenti.

Nel caso in esame lo stato limite di fessurazione da considerare è lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica consiste nell'accertarsi che il valore caratteristico di apertura delle fessure (w_k) non deve superare il valore limite fissato per la combinazione considerata.

Come riportato al §4.1.2.2.4.5 delle NTC 2018, l'ampiezza caratteristica delle fessure w_k è calcolata come 1,7 volte il prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ε_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_k = 1.7 * \varepsilon_{sm} * \Delta_{sm}$$

In particolare:

- per la combinazione di carico frequente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_3 = 0.4$ mm;
 - per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_2 = 0.3$ mm.
- Per rapidità di calcolo si verifica che nella combinazione SLE –SLO (a vantaggio sicurezza) l'apertura delle lesioni sia inferiore al valore limite (più severo) riferito alla combinazione quasi permanente.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	143 di 217

SLS CRACK WIDTH CONTROL

Reference: EN 1992-1-1:2004, p. 7.3.4

MATERIALS	
Concrete class	C30/37
f_{ck} (N/mm ²)	30
$f_{ct,eff}$ (N/mm ²)	2,94
E_{cm} (N/mm ²)	16509
Steel grade	B450C
f_{yk} (N/mm ²)	450
E_s (N/mm ²)	210000
$\alpha_e = E_s / E_{cm}$	12,72

CROSS-SECTION GEOMETRY	
b_w (mm)	520,00
h (mm)	300,00
c (mm)	42,00
i_{vert} (mm)	0,00
i_{hor} (mm)	60,00
A_{s1} (mm ²)	1005
d_1 (mm)	42
A_{s2} (mm ²)	0
d_2 (mm)	42
A_{s3} (mm ²)	0
d_3 (mm)	258
A_{s4} (mm ²)	1005
d_4 (mm)	258
A_s (mm ²)	1005
d (mm)	258
ϕ (mm)	16,00
x (mm)	81,9
I (mm ⁴)	512018595
ρ 's	0,64%

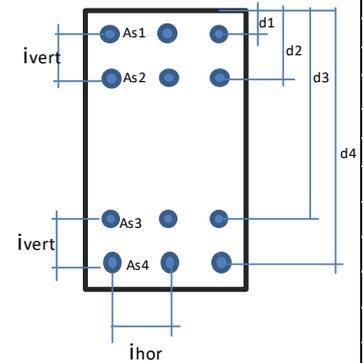
CALCULATION OF CRACK WIDTH	
s_s (N/mm ²)	30,6
Check on bars spacing: $i_{hor} \leq 5(c+f)$	YES
k_1	0,80
k_2	0,50
k_3	3,40
k_4	0,43
$h_{c,eff}$ (mm)	72,71372811
$A_{c,eff}$ (mm ²)	37811,13861
$r_{p,eff}$	0,0266
$s_{r,max}$ (mm)	245,1
k_t	0,4
$e_{sm} - e_{cm}$	0,000
w_k (mm)	0,021

CHECK
M_{sd} (kNm)
7
M_{ctm} (kNm)
22,9
No crack width calculation required
w_k (mm)
0,021
w_{lim} (mm)
0,4
Check
OK

Decompression moment check

Crack width calculation (if required)

STEEL REINFORCEMENT			
A_{s1} (mm ²)	$\phi 16$	$\phi 14$	$\phi 16$
1005	5	0	0
A_{s2} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$
0	0	0	0
A_{s3} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$
0	0	0	0
A_{s4} (mm ²)	$\phi 16$	$\phi 14$	$\phi 16$
1005	5	0	0



PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	144 di 217

d) Verifiche delle tensioni di esercizio:

Per completare il quadro delle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) è necessario controllare le tensioni di esercizio, in accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.8.3.2.1 del Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II - Sezione 2 Ponti e Strutture – Codifica RFI DTC SI PS MA IFS 001 D.

In particolare, bisogna verificare che:

- Per il calcestruzzo compresso:

$$\sigma_c < 0.55 f_{ck} \quad (\text{per combinazione caratteristica rara- SLE –SLO (a vantaggio sicurezza)});$$

$$\sigma_c < 0.40 f_{ck} \quad (\text{per combinazione quasi permanente});$$

- Per l'acciaio:

$$\sigma_s < 0.75 f_{yk} \quad (\text{per combinazione caratteristica rara}).$$

Di seguito si riportano le tensioni di esercizio determinate in corrispondenza della combinazione che produce il valore di tensione più gravoso distinguendo tra combinazioni rare e quasi permanenti. Dalle tabelle seguenti, nelle quali accanto a ciascun valore di tensione viene indicato il corrispondente valore limite, si evince che le verifiche delle tensioni di esercizio risultano soddisfatte.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	145 di 217

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

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

Titolo: Travi 30x26 & 40x26

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	52	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	24
2	10,05	6

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	-9	-7	kNm
M _{yEd}	0	0	

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

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

Materiali

B450C	C30/37
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} 17,4
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0,8
ϵ_{syd} 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	τ_{co} 0,7333
	τ_{c1} 2,114

σ_c -1,261 N/mm²
 σ_s 33,81 N/mm²
 ϵ_s 0,1691 ‰
 d 24 cm
 x 8,609 x/d 0,3587
 δ 0,8884

Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

momento negativo massimo

σ_c	1,26	N/mm²	<	16,5	N/mm²	verifica soddisfatta
σ_s	33,81	N/mm²	<	360	N/mm²	verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	146 di 217

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

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

Titolo: Travi 30x26 & 40x26

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	52	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	24
2	10,05	6

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	-9	-7	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Materiali

B450C	C30/37
ϵ_{su} 67,5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm ²	f_{cd} 17,4
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0,8
ϵ_{syd} 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 0,7333
	τ_{c1} 2,114

σ_c -1,261 N/mm²

σ_s 33,81 N/mm²

ϵ_s 0,1691 ‰

d 24 cm

x 8,609 x/d 0,3587

δ 0,8884

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

momento negativo massima combinazione quasi permanente

σ_c 1,26 N/mm² < 12,0 N/mm² verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	147 di 217

11.5 TRAVI TRASVERSALI (30x26 & 40x26)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali delle travi trasversali a spessore aventi sezione di dimensioni 30x26 & 40x26 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

La verifica è stata condotta sulla sezione minima 30x26 cm con le massime sollecitazioni delle due tipologie di travi.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.6 del rif.[1].

Le sollecitazioni massime SLU-SLV all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames									
Fram	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
24	0	COMB_32_SLV_1	v3 max	Min	-1	0	-5	0	0
37	0,12583	COMB_32_SLV_21	m3 max	Min	-212	-52	0	0	-65
83	0,12583	COMB_32_SLV_1	m2 max	Max	-230	-36	2	5	-7
109	3,85445	COMB2 - SLU	v2 max		-358	79	0	0	-51

Le sollecitazioni massime SLE-SLO all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames									
Fram	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
37	0,12583	COMB_32_SLO_17	m max	Min	-209	-47	0	0	-46
109	3,85445	COMB1-SLE (q.perm.)	m max		-208	44	0	0	-26

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	148 di 217

 b) Verifiche strutturali:
VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione			comb. 7						
$b_w = 300$	mm	larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica				
$h = 260$	mm	altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza				
$c = 40$	mm	copriferro	$f_{yd} = 391,3$	MPa	resist. di calcolo				
$f_{ck} = 30$	MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:						
$\gamma_c = 1,50$		coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 4$	Ø	18	=	10,18	cm ²	
$\alpha_{cc} = 0,85$		coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$	Ø	0	=	0,00	cm ²	
$d = 220$	mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	Ø	0	=	0,00	cm ²	
$f_{cd} = 17,00$	MPa	resist. di calcolo					10,18	cm ²	
• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)									
$N_{ed} = 0,0$	kN		$V_{ed} = 79,0$	kN					
• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio									
$k = 1+(200/d)^{1/2} < 2$			$k = 1,953$		<2				
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$			$v_{min} = 0,523$						
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$			$\rho_1 = 0,0154$		<0,02				
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$			$\sigma_{cp} = 0,00$	MPa	<0,2 fcd				
$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$									
$V_{Rd} = 55,5$	kN;		$n (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 34,5$	kN)					
$V_{Rd} = 55,5$	kN	valore di calcolo							
la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio									
• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio									
$\theta = 45,0$	°	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile						
$\alpha = 90,0$	°	inclinaz. staffe							
Armatura a taglio (staffatura):									
$A_{sw}/s =$ staffe Ø	8	mm con n° bracci	2,00	passo	8	cm	=	0,126	cm ² /cm
$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \text{sen} \alpha$				$V_{Rsd} =$	97,4 kN				
$f_{cd} = 8,50$	MPa	resist. di calcolo ridotta							
$\alpha_c = 1,000$		coeff. maggiorativo							
$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha)$				$V_{Rcd} =$	252,5 kN				
$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$			$V_{Rd} =$	97,4	>	79,0	kN	c.s.=	1,2
la sezione armata a taglio risulta verificata.									

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

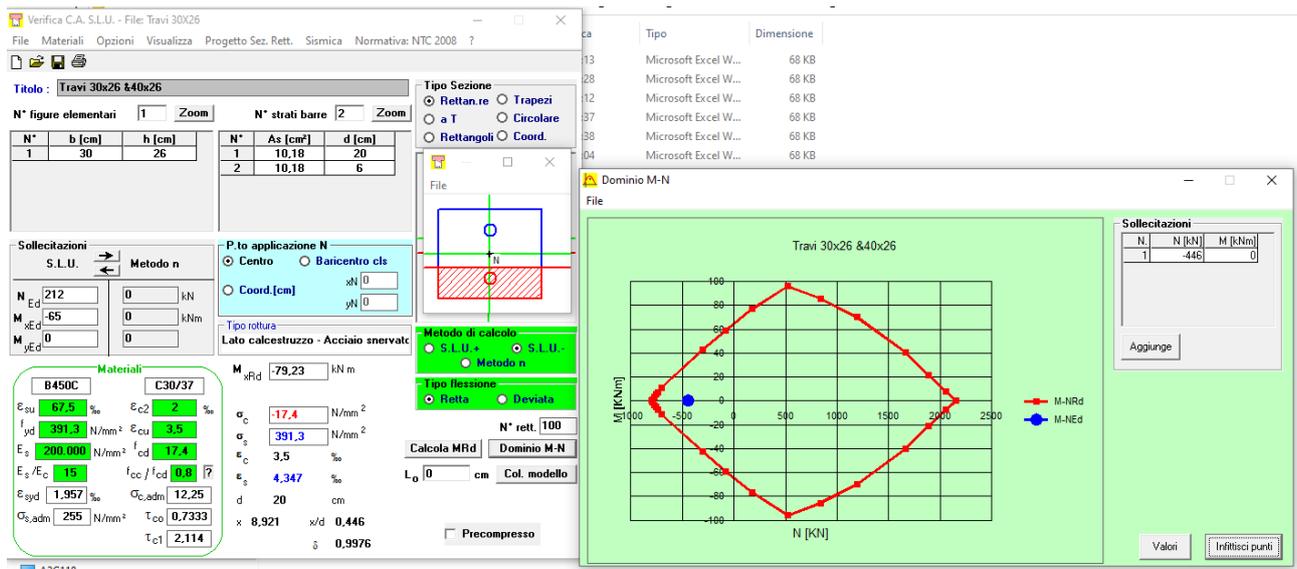
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	149 di 217

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale della trave perimetrale tipo:

3) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore 4 Φ 18
- Armatura inferiore 4 Φ 18

- Verifica a pressoflessione



$$M_{xEd} = -65 \text{ KNm}$$

$$M_{xRd} = -79,23 \text{ KNm}$$

$M_{xEd} < M_{xRd}$ Verifica soddisfatta!

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	150 di 217

c) Verifica limitazioni armatura:

Resta da verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.1 delle NTC2018:

- almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave;
- in ogni sezione della trave, il rapporto geometrico ρ relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione A_s o quella al lembo inferiore della sezione A_i , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

ρ è il rapporto geometrico relativo all'armatura tesa pari ad $A_s/(b \cdot h)$ oppure ad $A_i/(b \cdot h)$;

ρ_{comp} è il rapporto geometrico relativo all'armatura compressa;

f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (in MPa).

Agli appoggi:

Armatura tesa

4 Ø 18 mm

Dimensioni sezione

b = 300 mm

h = 260 mm

c = 40 mm

$A_s =$ 1017,36 mm²

$\rho = A_s / (bh) =$ 0,0013

Armatura compressa

4 Ø 18 mm

$A_s' =$ 1017,36 mm²

$\rho_{comp} = A_s' / (bh) =$ 0,0013

$1,4 / f_{yk} =$ 0,00311

$\rho_{comp} + 3,5 / f_{yk} =$ 0,021

La verifica risulta soddisfatta.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	151 di 217

- l'armatura compressa non deve essere mai inferiore ad un quarto di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0.25 \rho$$

Nel caso specifico risulta nella sezione in campata:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.0013$$

$$0,25\rho = 0.000325$$

La verifica risulta soddisfatta.

- nelle zone critiche della trave, inoltre, deve essere:

$$\rho_{comp} \geq 0.5 \rho$$

Nel caso specifico risulta:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0,0013$$

$$0,5\rho = 0,00065$$

La verifica risultata soddisfatta

- Nelle zone critiche devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive devono essere disposte ad un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;

- 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche (per CD"B")

- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Per staffa di contenimento si intende una staffa rettangolare, circolare o a spirale, di diametro minimo 6 mm, con ganci a 135° prolungati per almeno 10 diametri alle due estremità. I ganci devono essere assicurati alle barre longitudinali.

Nel caso specifico risulta:

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	152 di 217

1/4 h utile della sezione trasversale 65 mm

8*diametro minimo delle barre longitudinali per CD"B" 144,00 mm

24*diametro armature trasversali 192,00 mm

Devono inoltre essere rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2018):

- l'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = 0,26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

e comunque non minore di $0,0013 b_t \cdot d$

dove:

b_t rappresenta la larghezza media della zona tesa;

d è l'altezza utile della sezione;

f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione assiale;

f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

Nel caso in esame risulta:

$A_{s,min} =$	122 mm ²	La verifica risulta soddisfatta
$0,0013 b_t d =$	81,3 mm ²	La verifica risulta soddisfatta

- negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio;
- al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente $A_{s,max} = 0,04 A_c$, essendo A_c l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

Nel caso in esame risulta:

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	153 di 217

$$A_{smax} = 2034 \text{ mm}^2$$
$$0,04A_c = 3120 \text{ mm}^2$$

La verifica risulta soddisfatta

- le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione;

Nel caso in esame si hanno staffe $\Phi 8/8$, per cui risulta:

$$A_{st} = 1004,8 \text{ mm}^2/\text{m} \geq A_{st,min} = 1.5 \cdot 300 = 450 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{passo } 90\text{mm} < 333 \text{ mm}$$
$$< 488 \text{ mm}$$

- in ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe
- Per le travi perimetrali dell'edificio l'armatura a taglio è costituita solamente da staffe

Si riscontra, pertanto, che l'armatura della trave rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

In maniera analoga sono state svolte le verifiche di lizzazione armatura per le travi 40x26 cm.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	154 di 217

11.5.1 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali si effettuano in termini di:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.

e) Verifiche di fessurazione:

Per assicurare la funzionalità e la durata della struttura è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

Avendo adottato acciai ordinari si rientra nel gruppo di armature poco sensibili alla corrosione. Pertanto, sulla base della tabella 4.1.IV – NTC2018 è possibile definire lo stato limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali (ordinarie) e dell'armatura (poco sensibile), prendendo in considerazione le combinazioni quasi permanenti e frequenti.

Nel caso in esame lo stato limite di fessurazione da considerare è lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica consiste nell'accertarsi che il valore caratteristico di apertura delle fessure (w_k) non deve superare il valore limite fissato per la combinazione considerata.

Come riportato al §4.1.2.2.4.5 delle NTC 2018, l'ampiezza caratteristica delle fessure w_k è calcolata come 1,7 volte il prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ϵ_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_k = 1.7 * \epsilon_{sm} * \Delta_{sm}$$

In particolare:

- per la combinazione di carico frequente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_3 = 0.4$ mm;
- per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_2 = 0.3$ mm.

Per rapidità di calcolo si verifica che nella combinazione SLE –SLO (a vantaggio sicurezza) l'apertura delle lesioni sia inferiore al valore limite (più severo) riferito alla combinazione quasi

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	155 di 217

permanente.

f) Verifiche delle tensioni di esercizio:

Per completare il quadro delle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) è necessario controllare le tensioni di esercizio, in accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.8.3.2.1 del Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II - Sezione 2 Ponti e Strutture – Codifica RFI DTC SI PS MA IFS 001 D.

In particolare, bisogna verificare che:

- Per il calcestruzzo compresso:

$$\sigma_c < 0.55 f_{ck} \quad (\text{per combinazione caratteristica rara- SLE –SLO (a vantaggio sicurezza)});$$

$$\sigma_c < 0.40 f_{ck} \quad (\text{per combinazione quasi permanente});$$

- Per l'acciaio:

$$\sigma_s < 0.75 f_{yk} \quad (\text{per combinazione caratteristica rara}).$$

Di seguito si riportano le tensioni di esercizio determinate in corrispondenza della combinazione che produce il valore di tensione più gravoso distinguendo tra combinazioni rare e quasi permanenti. Dalle tabelle seguenti, nelle quali accanto a ciascun valore di tensione viene indicato il corrispondente valore limite, si evince che le verifiche delle tensioni di esercizio risultano soddisfatte.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	156 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Travi 30x26

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

TITOLO: Travi 30x26 & 40x26

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	30	26

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,18	20
2	10,18	6

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} 0 -46 kNm
M_{yEd} 0 0

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

Tipo Sezione: Rettan.re Trapezi
a T Circolare
Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali: B450C C30/37

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} 17,4
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{c1} 2,114

σ_c -15,27 N/mm²
σ_s 279,4 N/mm²
ε_s 1,397 ‰
d 20 cm
x 9,011 x/d 0,4506
δ 1

Verifica N° iterazioni: 3

Precompresso

momento negativo combinazione rara

σ _c	15,27	N/mm ²	<	16,5	N/mm ²	verifica soddisfatta
σ _s	279,4	N/mm ²	<	360	N/mm ²	verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	157 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Travi 30x26

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

Titolo: Travi 30x26 &40x26

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	30	26

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,18	20
2	10,18	6

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	0	-26	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N

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

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C30/37
ϵ_{su} 67,5 ‰	ϵ_{c2} 2 ‰
f_{yd} 391,3 N/mm ²	ϵ_{cu} 3,5 ‰
E_s 200.000 N/mm ²	f_{cd} 17,4
E_s/E_c 15	f_{cc}/f_{cd} 0,8 ?
ϵ_{syd} 1,957 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 12,25
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm ²	τ_{co} 0,7333
	τ_{c1} 2,114

σ_c -8,633 N/mm²
 σ_s 157,9 N/mm²
 ϵ_s 0,7895 ‰
d 20 cm
x 9,011 x/d 0,4506
 δ 1

Verifica N° iterazioni: 3

Precompresso

momento negativo massimo combinazione quasi permanente

σ_c 8,63 N/mm² < 12,0 N/mm² verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	158 di 217

11.6 TIRANTI TRASVERSALI (30x30 & 40x30)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei tiranti trasversali aventi sezione di dimensioni 30x30 & 40x30 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

La verifica è stata condotta sulla sezione minima 30x30 cm con le massime sollecitazioni delle due tipologie di travi.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.6 del rif.[1].

Le sollecitazioni massime SLU-SLV all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames									
Fram	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
38	7,45658	COMB_32_SLV_1	m2 max	Max	0	14	0	0	15
39	0,24342	COMB15 - SLU	n max		446	-12	0	0	1
39	0,24342	COMB_32_SLV_1	v3 max	Min	0	-17	0	0	-28
41	0,24342	COMB_32_SLV_21	v2 max-m3 max	Min	0	-30	0	0	-76

Le sollecitazioni massime SLE-SLO all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames									
Fram	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
40	4,09044	COMB1-SLE (q.perm.)	m max		0	1	0	0	12
41	0,24342	COMB_32_SLO_17	m max	Min	0	-21	0	0	-45

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	159 di 217

d) Verifiche strutturali:

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5

• Caratteristiche della sezione		comb. 7							
$b_w = 300$	mm	larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica				
$h = 300$	mm	altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza				
$c = 40$	mm	copriferro	$f_{yd} = 391,3$	MPa	resist. di calcolo				
$f_{ck} = 30$	MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:						
$\gamma_c = 1,50$		coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 4$	\emptyset	18	=	10,18	cm^2	
$\alpha_{cc} = 0,85$		coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$	\emptyset	0	=	0,00	cm^2	
$d = 260$	mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	\emptyset	0	=	0,00	cm^2	
$f_{cd} = 17,00$	MPa	resist. di calcolo					10,18	cm^2	
• Sollecitazioni (compressione<0, trazione>0, taglio in valore assoluto)									
$N_{ed} = 0,0$	kN		$V_{ed} = 30,0$	kN					
• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio									
$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$			$k = 1,877$		<2				
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$			$v_{min} = 0,493$						
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$			$\rho_1 = 0,0130$		<0,02				
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$			$\sigma_{cp} = 0,00$	MPa	<0,2 fcd				
$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$									
$V_{Rd} = 59,7$	kN;		$n (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 38,5$	kN)					
$V_{Rd} = 59,7$	kN	valore di calcolo							
<i>la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio</i>									
• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio									
$\theta = 45,0$	°	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile						
$\alpha = 90,0$	°	inclinaz. staffe							
Armatura a taglio (staffatura):									
$A_{sw}/s =$ staffe \emptyset	8	mm con n° bracci	2,00	passo	20	cm	=	0,050	cm^2/cm
$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) \times \sin \alpha$				$V_{Rsd} =$	46,0 kN				
$f_{cd} = 8,50$	MPa	resist. di calcolo ridotta							
$\alpha_c = 1,000$		coeff. maggiorativo							
$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg \alpha + \cotg \theta) / (1 + \cotg^2 \alpha)$				$V_{Rcd} =$	298,4 kN				
$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$			$V_{Rd} = 46,0$	>	30,0	kN	c.s. =	1,5	
<i>la sezione armata a taglio risulta verificata.</i>									

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

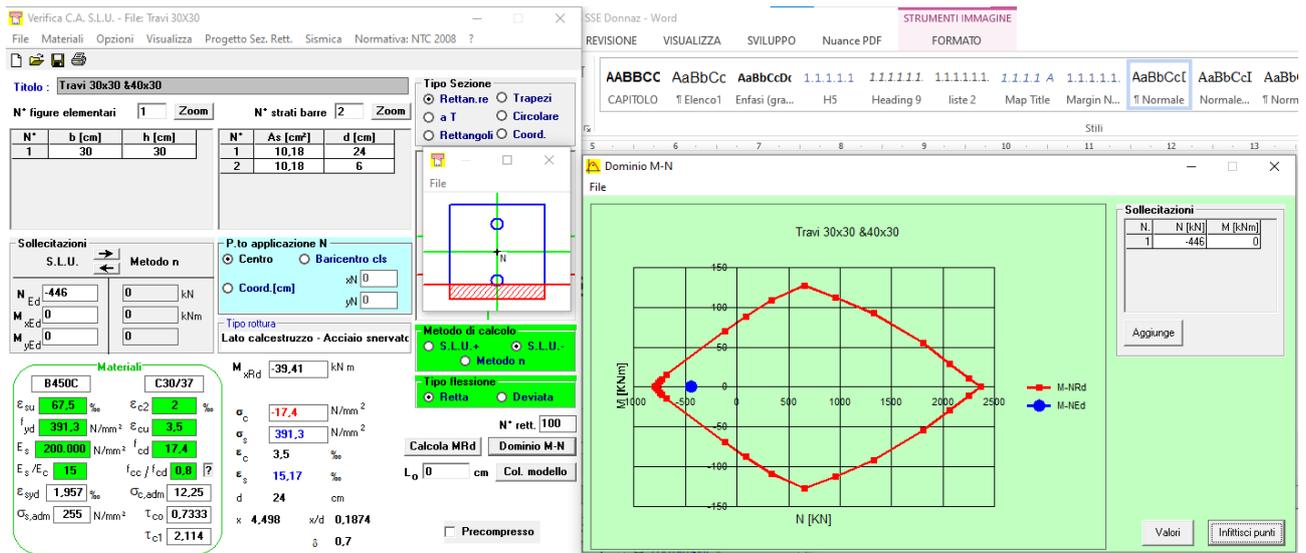
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	160 di 217

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale della trave perimetrale tipo:

4) Zone d'appoggio:

- Armatura superiore 4 Φ 18
- Armatura inferiore 4 Φ 18

- Verifica a pressoflessione



PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	161 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Travi 30X30

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

Titolo: Travi 30x30 & 40x30

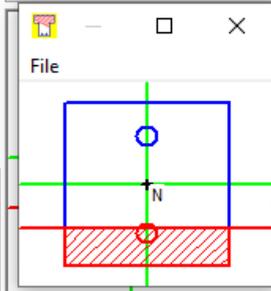
N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	30	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,18	24
2	10,18	6

Tipologia Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

File



Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} -76 kNm
 M_{yEd} 0 kNm

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

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali:

B450C		C30/37	
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}	17,4 N/mm²
E _s /E _c	15	f _{cc} /f _{cd}	0,8
ε _{syd}	1,957 ‰	σ _{c,adm}	12,25 N/mm²
σ _{s,adm}	255 N/mm²	τ _{co}	0,7333
		τ _{c1}	2,114

M_{xRd} -80,83 kN m

σ_c -17,4 N/mm²
 σ_s 391,3 N/mm²
 ε_c 3,5 ‰
 ε_s 8,491 ‰
 d 24 cm
 x 7,005 x/d 0,2919
 δ 0,8048

$M_{xed} = -76 \text{ KNm}$

$M_{xrd} = 80,8 \text{ KNm}$

$M_{xed} < M_{xrd}$ Verifica soddisfatta!

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	162 di 217

e) Verifica limitazioni armatura:

f) Verifica limitazioni armatura:

Resta da verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.1 delle NTC2018:

- almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave;
- in ogni sezione della trave, il rapporto geometrico ρ relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione A_s o quella al lembo inferiore della sezione A_i , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

ρ è il rapporto geometrico relativo all'armatura tesa pari ad $A_s/(b \cdot h)$ oppure ad $A_i/(b \cdot h)$;

ρ_{comp} è il rapporto geometrico relativo all'armatura compressa;

f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (in MPa).

Agli appoggi:

Armatura tesa

4 Ø 18 mm

Dimensioni sezione

b = 300 mm

h = 300 mm

c = 40 mm

$A_s =$ 1017,36 mm²

$\rho = A_s/(bh) =$ 0,00113

Armatura compressa

4 Ø 18 mm

$A_s' =$ 1017,36 mm²

$\rho_{comp} = A_s'/(bh) =$ 0,00113

$1,4/f_{yk} =$ 0,00311

$\rho_{comp} + 3,5/f_{yk} =$ 0,019

La verifica risulta soddisfatta.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	163 di 217

- l'armatura compressa non deve essere mai inferiore ad un quarto di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0.25 \rho$$

Nel caso specifico risulta nella sezione in campata:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0.00113$$

$$0,25\rho = 0.000282$$

La verifica risulta soddisfatta.

- nelle zone critiche della trave, inoltre, deve essere:

$$\rho_{comp} \geq 0.5 \rho$$

Nel caso specifico risulta:

$$\rho_{comp} = A_s' / (bh) = 0,00113$$

$$0,5\rho = 0,00056$$

La verifica risultata soddisfatta

- Nelle zone critiche devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive devono essere disposte ad un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;

- 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche (per CD"B")

- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Per staffa di contenimento si intende una staffa rettangolare, circolare o a spirale, di diametro minimo 6 mm, con ganci a 135° prolungati per almeno 10 diametri alle due estremità. I ganci devono essere assicurati alle barre longitudinali.

Nel caso specifico risulta:

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	164 di 217

1/4 h utile della sezione trasversale 75 mm

8*diametro minimo delle barre longitudinali per CD"B" 144,00 mm

24*diametro armature trasversali 192,00 mm

Devono inoltre essere rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2018):

- l'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

e comunque non minore di $0.0013 b_t \cdot d$

dove:

b_t rappresenta la larghezza media della zona tesa;

d è l'altezza utile della sezione;

f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione assiale;

f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

Nel caso in esame risulta:

$A_{s,min} = 147 \text{ mm}^2$ La verifica risulta soddisfatta

$0,0013 b_t d = 97,5 \text{ mm}^2$ La verifica risulta soddisfatta

- negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio;
- al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente $A_{s,max} = 0,04 A_c$, essendo A_c l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	165 di 217

Nel caso in esame risulta:

$$A_{smax} = 2034 \text{ mm}^2$$

$$0,04A_c = 3600 \text{ mm}^2$$

La verifica risulta soddisfatta

- le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione;

Nel caso in esame si hanno staffe $\Phi 8/9$, per cui risulta:

$$A_{st} = 1004,8 \text{ mm}^2/\text{m} \geq A_{st,min} = 1.5 \cdot 300 = 450 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\text{passo } 90\text{mm} < 333 \text{ mm}$$

$$< 488 \text{ mm}$$

- in ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe
- Per le travi perimetrali dell'edificio l'armatura a taglio è costituita solamente da staffe

Si riscontra, pertanto, che l'armatura della trave rispetta i limiti prescritti dalle NTC2018.

In maniera analoga sono state svolte le verifiche di litiatura armatura per le travi 40x30 cm.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	166 di 217

11.6.1 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali si effettuano in termini di:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.

g) Verifiche di fessurazione:

Per assicurare la funzionalità e la durata della struttura è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

Avendo adottato acciai ordinari si rientra nel gruppo di armature poco sensibili alla corrosione. Pertanto, sulla base della tabella 4.1.IV – NTC2018 è possibile definire lo stato limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali (ordinarie) e dell'armatura (poco sensibile), prendendo in considerazione le combinazioni quasi permanenti e frequenti.

Nel caso in esame lo stato limite di fessurazione da considerare è lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica consiste nell'accertarsi che il valore caratteristico di apertura delle fessure (w_k) non deve superare il valore limite fissato per la combinazione considerata.

Come riportato al §4.1.2.2.4.5 delle NTC 2018, l'ampiezza caratteristica delle fessure w_k è calcolata come 1,7 volte il prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ϵ_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_k = 1.7 * \epsilon_{sm} * \Delta_{sm}$$

In particolare:

- per la combinazione di carico frequente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_3 = 0.4$ mm;
- per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_2 = 0.3$ mm.

Per rapidità di calcolo si verifica che nella combinazione SLE –SLO (a vantaggio sicurezza) l'apertura delle lesioni sia inferiore al valore limite (più severo) riferito alla combinazione quasi permanente.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	167 di 217

SLS CRACK WIDTH CONTROL

Reference: EN 1992-1-1:2004, p. 7.3.4

MATERIALS	
Concrete class	C30/37
f_{ck} (N/mm ²)	30
$f_{ct,eff}$ (N/mm ²)	2,94
E_{cm} (N/mm ²)	16509
Steel grade	B450C
f_{yk} (N/mm ²)	450
E_s (N/mm ²)	210000
$\alpha_e = E_s / E_{cm}$	12,72

CROSS-SECTION GEOMETRY	
b_w (mm)	300,00
h (mm)	300,00
c (mm)	42,00
i_{vert} (mm)	0,00
i_{hor} (mm)	60,00
A_{s1} (mm ²)	1526
d_1 (mm)	42
A_{s2} (mm ²)	0
d_2 (mm)	42
A_{s3} (mm ²)	0
d_3 (mm)	258
A_{s4} (mm ²)	1526
d_4 (mm)	258
A_s (mm ²)	1526
d (mm)	258
ϕ (mm)	18,00
x (mm)	106,3
I (mm ⁴)	647079713
ρ_s	1,70%

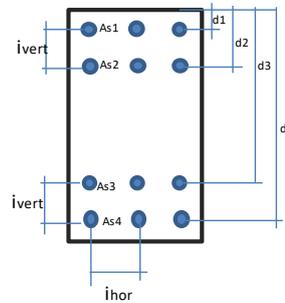
CALCULATION OF CRACK WIDTH	
s_s (N/mm ²)	134,2
Check on bars spacing: $i_{hor} \leq 5(c+f)$	YES
k_1	0,80
k_2	0,50
k_3	3,40
k_4	0,43
$h_{c,eff}$ (mm)	64,5591812
$A_{c,eff}$ (mm ²)	19367,75436
$r_{p,eff}$	0,0788
$s_{r,max}$ (mm)	181,6
k_t	0,4
$e_{sm} - e_{cm}$	0,000
w_k (mm)	0,090

CHECK
M_{sd} (kNm)
45
M_{ctm} (kNm)
13,2
Crack width calculation required
w_k (mm)
0,090
w_{lim} (mm)
0,4
Check
OK

Decompression moment check

Crack width calculation (if required)

STEEL REINFORCEMENT			
A_{s1} (mm ²)	$\phi 18$	$\phi 14$	$\phi 16$
1526	4	0	0
A_{s2} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$
0	0	0	0
A_{s3} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$
0	0	0	0
A_{s4} (mm ²)	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$
1526	4	0	0



DECOMPRESSION MOMENT CHECK	
M_{sd} (kNm)	45,00
M_{ctm} (kNm)	13,23
$M_{cr} < M_{ex}$ Crack Width must be Controlled	

CRACK WIDTH CHECK	
w_k (mm)	0,09
w_{lim} (mm)	0,40
$w_{lim} > w_k$ Check OK	

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	168 di 217

h) Verifiche delle tensioni di esercizio:

Per completare il quadro delle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) è necessario controllare le tensioni di esercizio, in accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.8.3.2.1 del Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II - Sezione 2 Ponti e Strutture – Codifica RFI DTC SI PS MA IFS 001 D.

In particolare, bisogna verificare che:

- Per il calcestruzzo compresso:

$$\sigma_c < 0.55 f_{ck} \quad (\text{per combinazione caratteristica rara- SLE –SLO (a vantaggio sicurezza)});$$

$$\sigma_c < 0.40 f_{ck} \quad (\text{per combinazione quasi permanente});$$

- Per l'acciaio:

$$\sigma_s < 0.75 f_{yk} \quad (\text{per combinazione caratteristica rara}).$$

Di seguito si riportano le tensioni di esercizio determinate in corrispondenza della combinazione che produce il valore di tensione più gravoso distinguendo tra combinazioni rare e quasi permanenti. Dalle tabelle seguenti, nelle quali accanto a ciascun valore di tensione viene indicato il corrispondente valore limite, si evince che le verifiche delle tensioni di esercizio risultano soddisfatte.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	169 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Travi 30x30

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

Titolo : Travi 30x30 &40x30

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	30	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,18	24
2	10,18	6

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-45"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

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

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

Materiali

B450C	C30/37
ϵ_{su} <input type="text" value="67,5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="391,3"/> N/mm ²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3,5"/>
E_s <input type="text" value="200.000"/> N/mm ²	f_{cd} <input type="text" value="17,4"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0,8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1,957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="12,25"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co} <input type="text" value="0,7333"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="2,114"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ

Verifica
 N° iterazioni:

Precompresso

momento negativo massima combinazione rara

σ_c	10,67	N/mm ²	<	16,5	N/mm ²	verifica soddisfatta
σ_s	222,3	N/mm ²	<	360	N/mm ²	verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	170 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Travi 30X30

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

Titolo: Travi 30x30 &40x30

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	30	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,18	24
2	10,18	6

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C **C30/37**

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ‰
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

momento negativo massima combinazione quasi permanente

σ_c 2,84 N/mm² < 12,0 N/mm² verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	171 di 217

11.7 PILASTRI (30x40)

Si riportano di seguito le verifiche strutturali dei pilastri aventi sezione rettangolare di dimensioni 30x40 cm. Le verifiche saranno condotte per i differenti stati limite ed in corrispondenza delle sezioni maggiormente sollecitate dell'elemento per effetto delle combinazioni di carico più gravose.

Qui di seguito si riportano le sollecitazioni minime e massime per gli SLU, SLV, SLD, SLE rara, SLE frequente e SLE quasi permanente.

Si nota che le sollecitazioni allo SLD sono inferiori a quelle SLV e dunque si ometteranno le verifiche di resistenza previste al punto 7.3.6 del rif.[1].

Inoltre si rileva che le verifiche di duttilità e gerarchia delle resistenze effettuate sono risultate non significative.

Le sollecitazioni massime SLU-SLV all'interno dei pilastri, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

Frame	Statio	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
55	0,60236	COMB_32_SLV_1	V MAX	-194	9	97	0	214	28
56	4,89921	COMB_32_SLV_1	N MIN	-83	55	12	0	64	109
65	0,60236	COMB_32_SLV_21	M3 MAX	-172	59	29	0	63	140
66	0,60236	COMB12 - SLU	N MAX	-317	19	0	0	0	33
89	0,60236	COMB_32_SLV_21	M2 MAX	-114	17	83	0	214	37

Le sollecitazioni massime SLE-SLO all'interno dei pilastri, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

Frame	Statio	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
53	4,89921	COMB1-SLE (q.perm.)	M MAX	-146	-1	-10	0	29	3
56	0,60236	COMB_32_SLO_17	M MAX	-184	-8	-50	0	-124	-18

Preliminarmente alla verifica di resistenza dei pilastri allo SLU è necessario valutare la stabilità degli elementi snelli. Tali verifiche devono essere condotte attraverso un'analisi del secondo ordine che

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	172 di 217

tenga conto degli effetti flessionali delle azioni assiali sulla configurazione deformata degli elementi stessi. In via approssimativa gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza λ non supera il valore limite:

$$\lambda_{lim} = \frac{25}{\sqrt{v}} \quad [4.1.41]$$

dove:

$v = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$ è l'azione assiale adimensionale;

E' stata valutata la snellezza λ del pilastro nel piano (YZ) e nel piano ortogonale (XZ):

$$\lambda = L_o / i$$

dove:

$L_o = \beta L = 5 \text{ m}$ lunghezza di libera inflessione MAX

$\beta = 1$ coefficiente di vincolo per asta incastrata al piede

$L = 5 \text{ m}$ luce netta del pilastro

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa con il confronto tra snellezza di calcolo dei pilastri e snellezza limite, facendo riferimento alle combinazioni di carico più gravose sul pilastro più caricato dallo sforzo assiale massimo e dai momenti flettenti massimi.

Pilastro	Combinaz.	A s s e	N_{Ed} (kN)	h (m)	b (m)	A_c (m ²)	f_{cd} (kN/m ²)	v	l_o (cm)	i_x (cm)	λ_{yz}	λ_{lim}	$\lambda_{yz} < \lambda_{lim}$
66	COMB12_S LU	X	317	0,4	0,3	0,12	17400	0,152	500	16,55	30, 21	64	verifica soddisfatta

Per quanto concerne le non linearità geometriche sono prese in conto, quando necessario, attraverso il fattore θ di seguito definito. In particolare, per le costruzioni civili ed industriali esse possono essere trascurate nel caso in cui risulti:

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	173 di 217

$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0.1$$

dove:

P è il carico verticale totale agente;

d_r è lo spostamento orizzontale medio d'interpiano; $= \sqrt{[\delta_{x1}^2 + \delta_{y1}^2]}$

V è la forza orizzontale totale agente; $V = \sqrt{(V_x^2 + V_y^2)}$

h è l'altezza dell'elemento.

Si riporta di seguito la verifica delle non linearità geometriche per il pilastro più sollecitato facendo riferimento alle combinazioni di carico più gravose per il taglio:

P (kN)	h (m)	V _x (kN)	V _y (kN)	V (kN)	δ_{x1} (m)	δ_{y1} (m)	q	d _r (m)	θ	
194	5	9	97	97	-0,0267	-0,0107	0.6	0,0288	0,01	verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	174 di 217

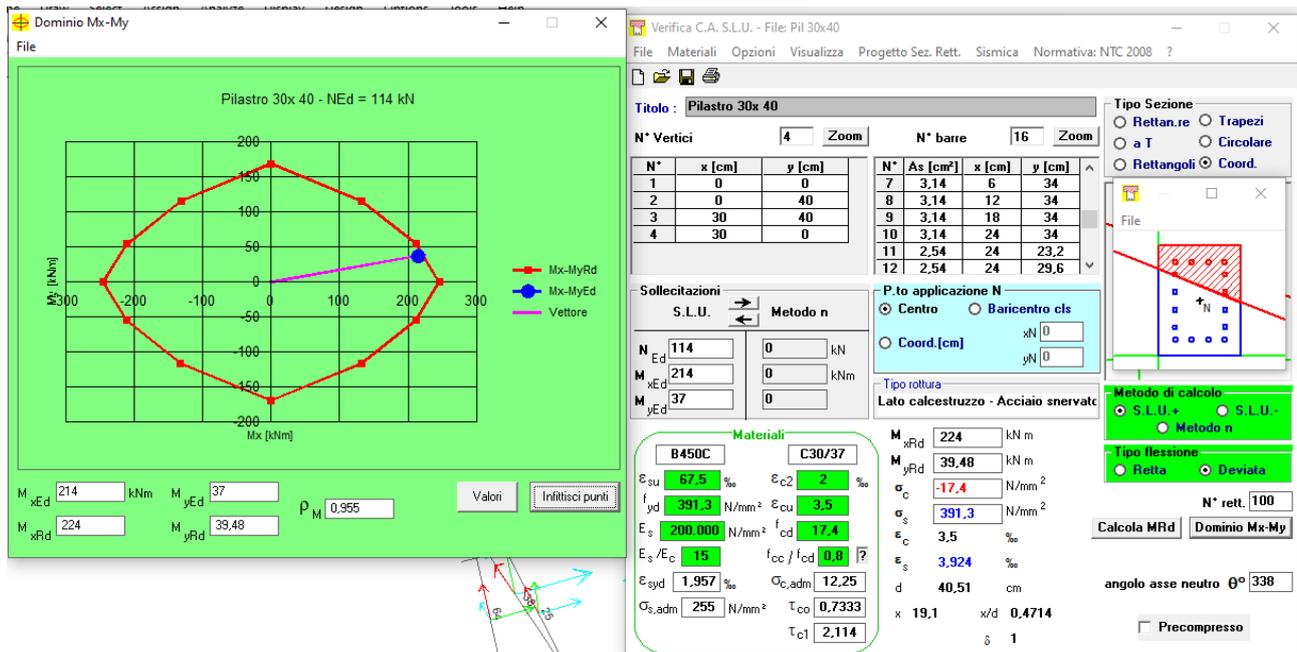
11.7.1 Verifica di resistenza allo SLU

a) Verifica a presso-flessione:

Le verifiche di resistenza a flessione e pressoflessione allo SLU (NTC2018 – 4.1.2) per le sezioni di base dei pilastri sono state condotte con il supporto del software VCA.

Armatura dei pilastri più caricati:

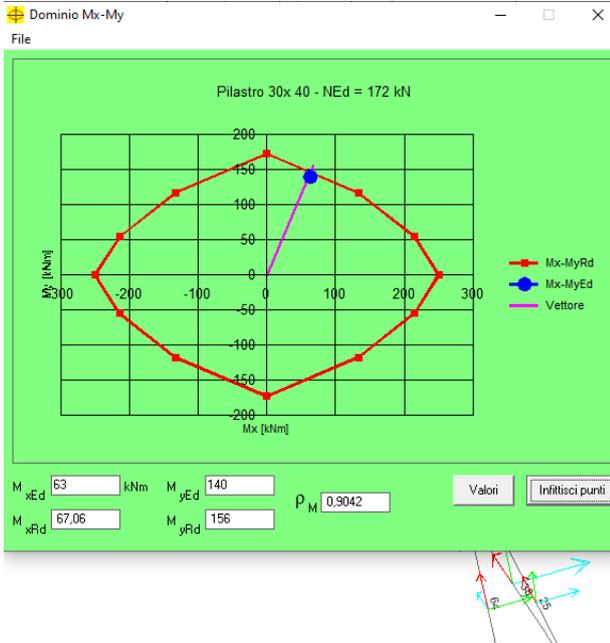
- Armatura 4Φ20 SUP. & INF. 8 Φ18 LATER.



PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	175 di 217



Verifica C.A. S.L.U. - File: Pil 30x40

Titolo: **Pilastro 30x40**

N° Vertici: 4 | N° barre: 16

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	7	3,14	6	34
2	0	40	8	3,14	12	34
3	30	40	9	3,14	18	34
4	30	0	10	3,14	24	34
			11	2,54	24	23,2
			12	2,54	24	29,6

Materiali: **B450C** | **C30/37**

Proprietà materiali:
 $\epsilon_{su} = 67,5$ ‰, $\epsilon_{c2} = 2$ ‰, $f_{yd} = 391,3$ N/mm², $\epsilon_{cu} = 3,5$ ‰, $E_s = 200.000$ N/mm², $f_{cd} = 17,4$ N/mm², $E_s/E_c = 15$, $f_{cc}/f_{cd} = 0,8$, $\epsilon_{syd} = 1,957$ ‰, $C_{c,adm} = 12,25$, $C_{s,adm} = 255$ N/mm², $\tau_{co} = 0,7333$, $\tau_{c1} = 2,114$

Carichi:
 $N_{Ed} = 172$ kN, $M_{xEd} = 63$ kNm, $M_{yEd} = 140$ kNm

Dimensioni:
 $M_{xRd} = 67,06$ kNm, $M_{yRd} = 156$ kNm, $\sigma_c = -17,4$ N/mm², $\sigma_s = 391,3$ N/mm², $\epsilon_s = 3,5$ ‰, $\epsilon_s = 3,34$ ‰, $d = 31,51$ cm, $x = 16,13$ x/d = 0,5117, $\delta = 1$

Angolo asse neutro $\theta^\circ = 284$

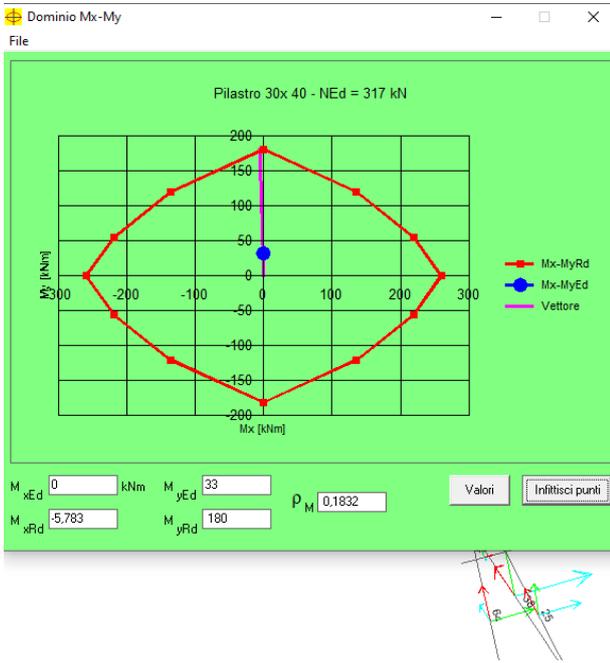
Metodo di calcolo: S.L.U. | S.L.U. | Metodo n

Tipo flessione: Retta | Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd | Dominio Mx-My

Precompresso



Verifica C.A. S.L.U. - File: Pil 30x40

Titolo: **Pilastro 30x40**

N° Vertici: 4 | N° barre: 16

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	0	0	7	3,14	6	34
2	0	40	8	3,14	12	34
3	30	40	9	3,14	18	34
4	30	0	10	3,14	24	34
			11	2,54	24	23,2
			12	2,54	24	29,6

Materiali: **B450C** | **C30/37**

Proprietà materiali:
 $\epsilon_{su} = 67,5$ ‰, $\epsilon_{c2} = 2$ ‰, $f_{yd} = 391,3$ N/mm², $\epsilon_{cu} = 3,5$ ‰, $E_s = 200.000$ N/mm², $f_{cd} = 17,4$ N/mm², $E_s/E_c = 15$, $f_{cc}/f_{cd} = 0,8$, $\epsilon_{syd} = 1,957$ ‰, $C_{c,adm} = 12,25$, $C_{s,adm} = 255$ N/mm², $\tau_{co} = 0,7333$, $\tau_{c1} = 2,114$

Carichi:
 $N_{Ed} = 317$ kN, $M_{xEd} = 0$ kNm, $M_{yEd} = 33$ kNm

Dimensioni:
 $M_{xRd} = -5,783$ kNm, $M_{yRd} = 180$ kNm, $\sigma_c = -17,4$ N/mm², $\sigma_s = 391,3$ N/mm², $\epsilon_s = 3,5$ ‰, $\epsilon_s = 3,639$ ‰, $d = 24,59$ cm, $x = 12,06$ x/d = 0,4903, $\delta = 1$

Angolo asse neutro $\theta^\circ = 269$

Metodo di calcolo: S.L.U. | S.L.U. | Metodo n

Tipo flessione: Retta | Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd | Dominio Mx-My

Precompresso

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	176 di 217

 b) Verifica a taglio:
VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5
• Caratteristiche della sezione

$b_w = 300$	mm	larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica
$h = 400$	mm	altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza
$c = 40$	mm	copriferro	$f_{yd} = 391,3$	MPa	resist. di calcolo
$f_{ck} = 30$	MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:		
$\gamma_c = 1,50$		coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 4$	\emptyset	$20 = 12,57$ cm ²
$\alpha_{cc} = 0,85$		coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$	\emptyset	$16 = 0,00$ cm ²
$d = 360$	mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	\emptyset	$0 = 0,00$ cm ²
$f_{cd} = 17,00$	MPa	resist. di calcolo			$12,57$ cm ²

• Sollecitazioni (compressione < 0, trazione > 0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0,0$	kN	$V_{ed} = 97,00$	kN
----------------	----	------------------	----

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$	$k = 1,745$	< 2
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$	$v_{min} = 0,442$	
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$	$\rho_1 = 0,0116$	$< 0,02$
$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$	$\sigma_{cp} = 0,00$	MPa $< 0,2 f_{cd}$
$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / g_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$		
$V_{Rd} = 73,9$	kN;	(con $(v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 47,7$ kN)
$V_{Rd} = 73,9$	kN	valore di calcolo

la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$\theta = 45,0$	°	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile
$\alpha = 90,0$	°	inclinaz. staffe	
Armatura a taglio (staffatura):			
$A_{sw}/s =$ staffe \emptyset	10	mm con n° bracci (trasv)	$2,00$ passo 11 cm = $0,143$ cm ² /cm
$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha$			$V_{Rsd} = 181,1$ kN
$f'_{cd} = 8,50$	MPa	resist. di calcolo ridotta	
$\alpha_c = 1,000$		coeff. maggiorativo	
$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f'_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha)$			$V_{Rcd} = 413,1$ kN
$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$		$V_{Rd} = 181,1$	$> 97,0$ kN c.s. = $1,9$

la sezione armata a taglio risulta verificata.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	177 di 217

11.7.2 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali si effettuano in termini di:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.
- Verifiche di fessurazione:

Per assicurare la funzionalità e la durata della struttura è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

Avendo adottato acciai ordinari si rientra nel gruppo di armature poco sensibili alla corrosione. Pertanto, sulla base della tabella 4.1.IV – NTC2018 è possibile definire lo stato limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali (ordinarie) e dell'armatura (poco sensibile), prendendo in considerazione le combinazioni quasi permanenti e frequenti.

Nel caso in esame lo stato limite di fessurazione da considerare è lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica consiste nell'accertarsi che il valore caratteristico di apertura delle fessure (w_k) non deve superare il valore limite fissato per la combinazione considerata.

Come riportato al §4.1.2.2.4.5 delle NTC 2018, l'ampiezza caratteristica delle fessure w_k è calcolata come 1,7 volte il prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ϵ_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_k = 1.7 * \epsilon_{sm} * \Delta_{sm}$$

In particolare:

- per la combinazione di carico frequente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_3 = 0.4$ mm;
- per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_2 = 0.3$ mm.

Per rapidità di calcolo si verifica che nella combinazione SLE SLE –SLO (a vantaggio sicurezza) l'apertura delle lesioni sia inferiore al valore limite (più severo) riferito alla combinazione quasi permanente.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	178 di 217

SLS CRACK WIDTH CONTROL

Reference: EN 1992-1-1:2004, p. 7.3.4

MATERIALS	
Concrete class	C30/37
f_{ck} (N/mm ²)	32
$f_{ct,eff}$ (N/mm ²)	2,94
E_{cm} (N/mm ²)	16509
Steel grade	B450C
f_{yk} (N/mm ²)	450
E_s (N/mm ²)	210000
$\alpha_e = E_s / E_{cm}$	12,72

CROSS-SECTION GEOMETRY	
b_w (mm)	300,00
h (mm)	400,00
c (mm)	50,00
i_{vert} (mm)	100,00
i_{hor} (mm)	60,00
A_{s1} (mm ²)	1256
d_1 (mm)	50
A_{s2} (mm ²)	1256
d_2 (mm)	150
A_{s3} (mm ²)	1256
d_3 (mm)	250
A_{s4} (mm ²)	1256
d_4 (mm)	350
A_s (mm ²)	2512
d (mm)	300
ϕ (mm)	20,00
x (mm)	148,3
I (mm ⁴)	1295807595
ρ_s	1,05%

CALCULATION OF CRACK WIDTH	
s_s (N/mm ²)	245,5
Check on bars spacing: $i_{hor} \leq 5(c+f)$	YES
k_1	0,80
k_2	0,50
k_3	3,40
k_4	0,43
$h_{c,eff}$ (mm)	83,88445222
$A_{c,eff}$ (mm ²)	25165,33566
$r_{p,eff}$	0,0998
$s_{r,max}$ (mm)	204,1
k_t	0,4
$e_{sm} - e_{cm}$	0,001
w_k (mm)	0,213

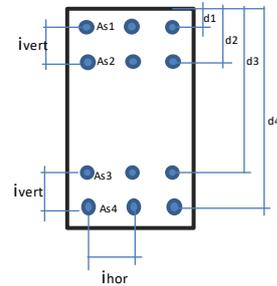
CHECK
M_{Sd} (kNm)
124,00
M_{ctm} (kNm)
23,5
Crack width calculation required
w_k (mm)
0,213
w_{lim} (mm)
0,4
Check
OK

Decompression moment check

Crack width calculation (if required)

STEEL REINFORCEMENT

A_{s1} (mm ²)	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 20$
1256	0	0	0	4
A_{s2} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$	$\phi 32$
1256	4	0	0	0
A_{s3} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$	$\phi 32$
1256	4	0	0	0
A_{s4} (mm ²)	$\phi 12$	$\phi 14$	$\phi 16$	$\phi 20$
1256	0	0	0	4



DECOMPRESSION MOMENT CHECK

M_{Sd} (kNm)	124,00
M_{ctm} (kNm)	23,52
$M_{cr} < M_{ex}$ Crack Width must be Controlled	

CRACK WIDTH CHECK

w_k (mm)	0,21
w_{lim} (mm)	0,40
$w_{lim} > w_k$ Check OK	

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

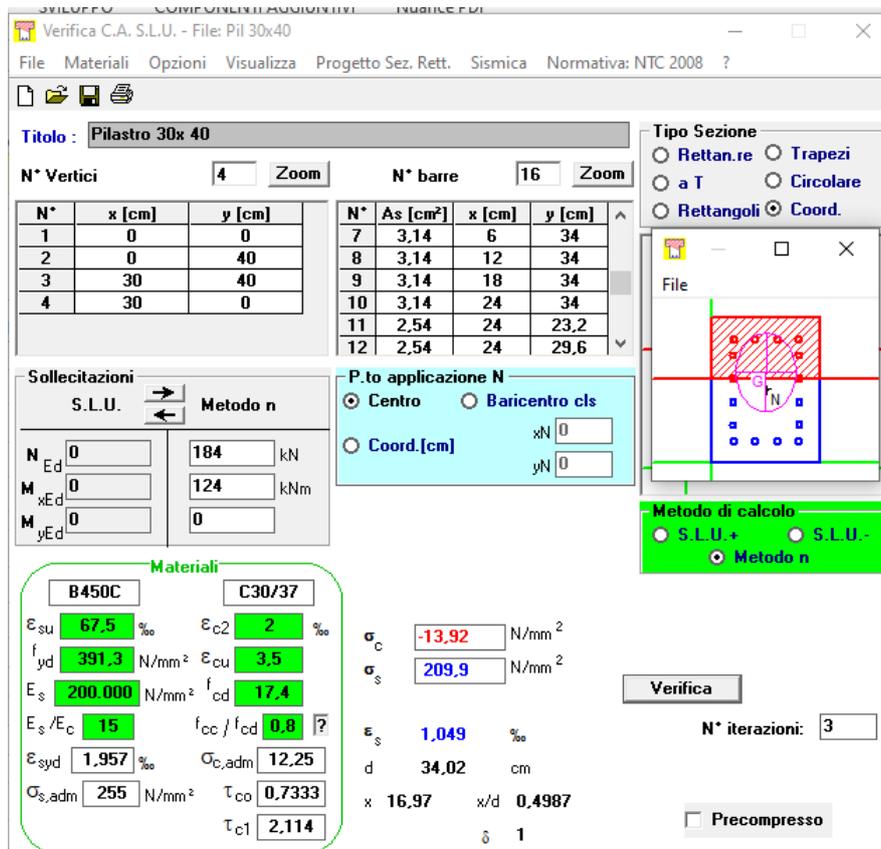
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	179 di 217

- **Verifica SLE – tensioni di esercizio**

Per completare il quadro delle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) è necessario controllare le tensioni di esercizio, in accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.8.3.2.1 del Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II - Sezione 2 Ponti e Strutture – Codifica RFI DTC SI PS MA IFS 001 D.

In particolare, bisogna verificare che:

- Per il calcestruzzo compresso:
 $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$ (per combinazione caratteristica rara SLE –SLO (a vantaggio sicurezza));
 $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$ (per combinazione quasi permanente);
- Per l'acciaio:
 $\sigma_s < 0.75 f_{yk}$ (per combinazione caratteristica rara).



σ_c	-13,92	N/mm ²	<	(0.55*30)=16,5	N/mm ²	verifica soddisfatta
σ_s	209,9	N/mm ²	<	360	N/mm ²	verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	180 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Pil 30x40

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

Titolo : Pilastro 30x 40

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	0	40
3	30	40
4	30	0

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
7	3,14	6	34
8	3,14	12	34
9	3,14	18	34
10	3,14	24	34
11	2,54	24	23,2
12	2,54	24	29,6

Tipologia Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="146"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="29"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C30/37
ε _{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E _s <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="17.4"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="12.25"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0.7333"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="2.114"/>

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

momento negativo massimo - combinazione quasi permanente

σ_c 3,54 N/mm² < 12 N/mm² verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	181 di 217

12 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO)

12.1 VERIFICA DI RIGIDEZZA (RIG)

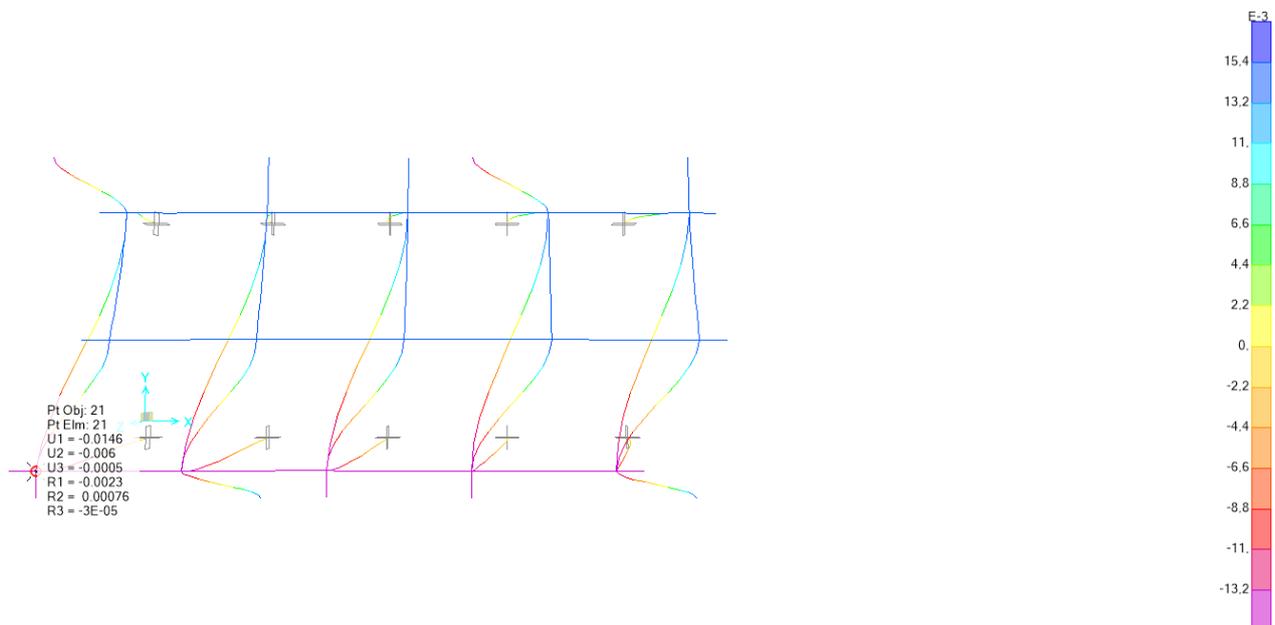
Come al § 7.3.6.1 delle NTC 2018, per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO siano inferiori a:

- per tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti d'interpiano, per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura:

$$d_r \leq 2 \times 0.01h_{min} / 3 = 0,030 \text{ m}$$

Si riportano gli spostamenti lungo l'asse x per effetto della COMB_32_SLO_1, al nodo 21



$$d_r = u_1 = -0,0146 \text{ m} < -0,030 \text{ m}$$

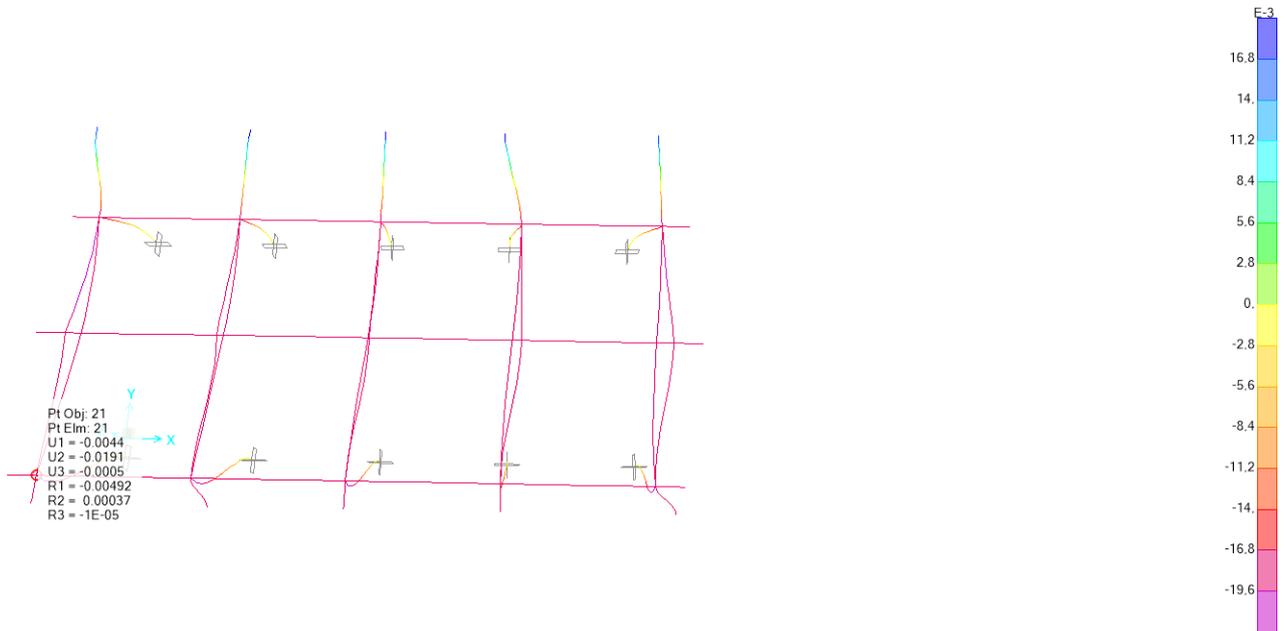
La verifica risulta soddisfatta.

Si riportano gli spostamenti lungo l'asse y per effetto della Comb32-SLO17, al nodo 21.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	182 di 217



$$d_r = u_2 = -0,0191 \text{ m} < -0,030 \text{ m}$$

La verifica risulta soddisfatta.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	183 di 217

12.2 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI E DEGLI IMPIANTI

Al § 7.3.6 in Tab. 7.3.III le NTC 2018 specificano come per le costruzioni ricadenti in Classe d'Uso IV sia necessario operare una verifica di stabilità per gli elementi NON Strutturali soggetti all'azione sismica valutata per lo *SLV*.

In particolare, secondo quanto riportato al § 7.3.6.2 della stessa norma, per gli elementi costruttivi senza funzione strutturale devono essere adottati magisteri atti ad evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della F_a (v. § 7.2.3) corrispondente allo *SLV*.

Considerando la stratigrafia della muratura esterna riportata in Figura 12.1, si assume che la funzione portante della parete sia svolta dal blocco in termolaterizio interno, di spessore pari a 12 cm. Per garantire la resistenza dell'intero tamponamento alle azioni orizzontali, si prevede di inserire all'interno di questa muratura, ogni due corsi di forati, dei tralicci in acciaio inglobati nei letti di malta. Per solidarizzare la muratura esterna di spessore pari a 12cm allo strato considerato portante interno della parete, si prevede la disposizione di collegamenti puntuali diffusi.

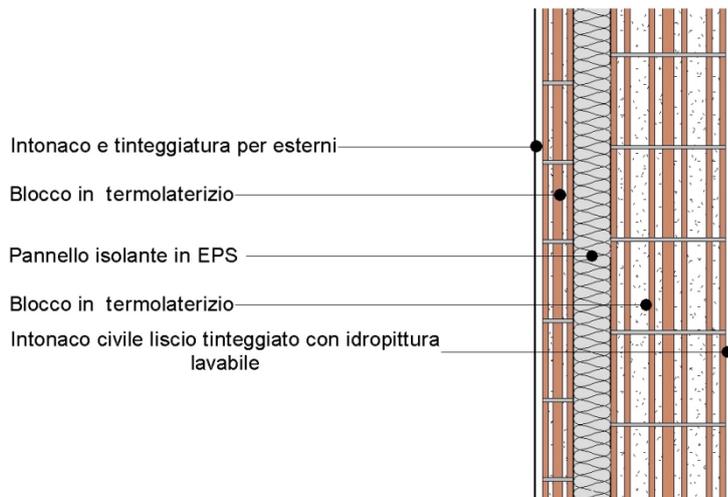


Figura 12.1 – Stratigrafia tamponatura esterna M1

La forza orizzontale F_a applicata sulla tamponatura può essere valutata con la seguente formula, riportata al § 7.2.3 della norma:

$$F_a = (S_a \cdot W_a) / q_a$$

in cui:

F_a = forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale, nella direzione più sfavorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;

W_a = peso dell'elemento;

S_a = accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	184 di 217

strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. § 3.2.1 NTC 2018)

q_a = fattore di comportamento dell'elemento non strutturale.

In assenza di specifiche determinazioni, per S_a e q_a si può fare utile riferimento a quanto riportato nella Circolare n.7/2019; in particolare, per il fattore di struttura q_a si può assumere un valore pari a 2, valido per tramezzature e facciate (vedi Tabella C7.2.I), mentre per la definizione dell'accelerazione massima S_a si può ricorrere alle formulazioni semplificate valide per costruzioni con struttura a telai di seguito riportate.

$$S_a = \begin{cases} \alpha \cdot S \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \cdot \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \cdot \left(1 - \frac{T_a}{a \cdot T_1}\right)^2} \right] \geq \alpha \cdot S & \text{per } T_a < a \cdot T_1 \\ \alpha \cdot S \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \cdot a_p & \text{per } a \cdot T_1 < T_a < b \cdot T_1 \\ \alpha \cdot S \cdot \left(1 + \frac{Z}{H}\right) \cdot \left[\frac{a_p}{1 + (a_p - 1) \cdot \left(1 - \frac{T_a}{b \cdot T_1}\right)^2} \right] \geq \alpha \cdot S & \text{per } T_a \geq b \cdot T_1 \end{cases}$$

In cui:

α = rapporto tra accelerazione massima del terreno a_g su sottosuolo di tipo A da considerare per lo stato limite in esame e l'accelerazione di gravità g ;

S = coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche secondo quanto riportato nel § 3.2.3.2.1 delle NTC 2018;

T_a = periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

T_1 = periodo fondamentale di vibrazione dell'edificio nella direzione considerata;

Z = quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione;

H = altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione.

a , b , a_p = parametri definiti in accordo con il primo periodo di vibrazione della costruzione T_1 , vedi Tab C7.2.II.

Per ciascuno degli impianti principali, gli elementi strutturali che sostengono e collegano i diversi elementi funzionali costituenti l'impianto tra loro ed alla struttura principale devono avere resistenza sufficiente a sostenere l'azione della F_a corrispondente allo SLV.

La prestazione consistente nell'evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione sotto l'azione della F_a delle tamponature si può ritenere conseguita con l'inserimento di leggere reti da intonaco sui due lati della muratura, collegate tra loro ed alle strutture circostanti a distanza non superiore a 500 mm sia in direzione orizzontale sia in direzione verticale, ovvero con l'inserimento

PROGETTO DEFINITIVO

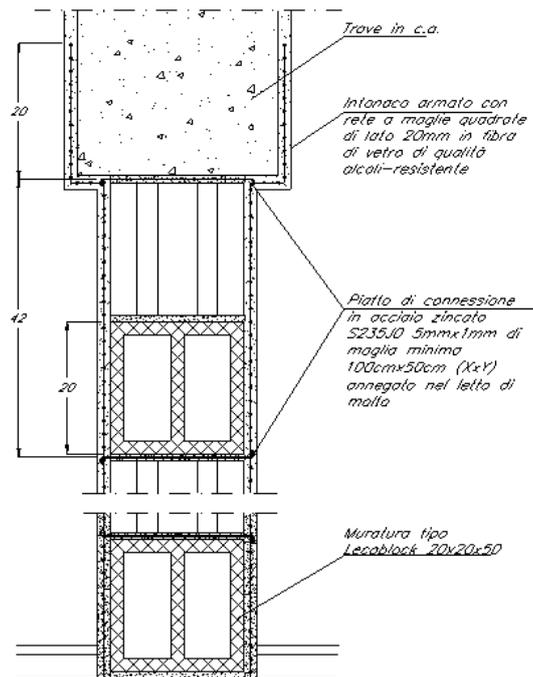
Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	185 di 217

di elementi di armatura orizzontale nei letti di malta, a distanza non superiore a 500 mm.

Per maggiore chiarezza e pratica applicazione è stato predisposto un dettaglio di collegamento della tamponatura alla struttura come intervento di riferimento.

Di seguito si riporta lo schema dell'intervento previsto, da riadattarsi caso per caso alla geometria delle tramezzature interessate.



Di seguito si riportano i calcoli effettuati per la tamponatura esterna più estesa dell'edificio, che rappresenta il caso più gravoso, essendo la parete in esame caratterizzata da specchiatura e massa maggiori. Si assume pertanto di poter estendere le considerazioni seguenti anche alle restanti tipologie di pareti presenti all'interno dell'edificio di spessore 20 cm circa, che eventualmente richiederanno quantitativi di armatura inferiori rispetto a quelli di seguito dimensionati per la Tamponatura esterna (vedi par. 5.2), in ragione della minore massa sismica.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	186 di 217

Geometria Tamponamento		
L	7,7 m	Distanza massima fra due pilastri consecutivi
h	5,5 m	Altezza della parete
D	1,65 m	Quota imposta fondazione rispetto al pc
H	7,15 m	Altezza della costruzione misurata a partire dal piano di fondazione
zg_parete	4,40 m	Quota del baricentro dell'elemento non strutturale misurata a partire dal piano di fondazione
Caratteristica Tamponamento		
ρ_m	760,00 kg/m ³	Densità media laterizio-da sito poroton per blocchi forati P700
Sm	12,00 cm	Spessore blocco laterizio (12)
Jm	14400 cm ⁴ /m	Momento d'inerzia muratura a metro lineare
	0,000144 m ⁴ /m	
Em	30000,00 kg/cm ²	Modulo di Elasticità muratura-da sito poroton per blocchi forati P700
	300000000 kg/m ²	
pintonaco	1400,00 kg/m ³	Densità media intonaco
s_intonaco	4,00 cm	Spessore intonaco
$\rho_{coibent}$	18,00 kg/m ³	Densità media coibente
s_coibente	3,00 cm	Spessore coibente
$\rho_{laterizio\ ext}$	760,00 kg/m ³	Densità media laterizio esterno
Slaterizio ext	12,00 cm	Spessore blocco laterizio esterno
Waq	238,94 kg/m ²	Peso parete a metro quadro
Wa	1314,17 kg/m	Peso parete a metro lineare
Ta	3,3588	Periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale valutato con la seguente formula (relativa a un Sistema a un grado di Libertà SDOF la cui rigidità K è espressa facendo riferimento a una trave semplicemente appoggiata con massa distribuita)
$T_a = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{M}{K}} = \frac{2 \cdot h^2}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{W_a}{E_m \cdot J_m}}$		
Valutazione Azione Sismica		
VN	75 anni	
Classe d'uso	IV	
Cu	2,00	
VR	150 anni	Periodo di riferimento per l'azione sismica
ag_SLV	0,201 g	Località di progetto
Ss	1,40	Categoria sottosuolo C
ST	1,00	Categoria Topografica T1
S	1,40	S=ST*Ss
α	0,201	
T1	0,52	se 0,5<T1<1 sec
a	0,30	parametro in accordo con il primo periodo di vibrazione della costruzione T1, vedi TAB C.7.2.II
b	1,20	parametro in accordo con il primo periodo di vibrazione della costruzione T1, vedi TAB C.7.2.II
ap	4,00	parametro in accordo con il primo periodo di vibrazione della costruzione T1, vedi TAB C.7.2.II
Ta/T1	6,46	
Sa	1,821	
qa	2,00	da Tab C.7.2.I della Circolare n. 7/2019
Fa	217,54 kg/m ²	Fa=Sa*Waq/qa

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	187 di 217

Dimensionamento Armatura Traliccio

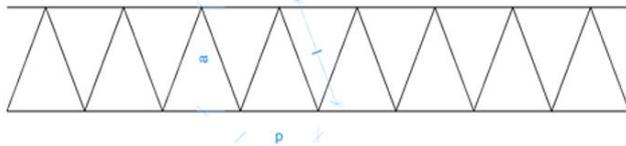
i_{orizz}	0,38 m	Interasse tra gli elementi di armatura orizzontali (ipotizzando di disporre un traliccio ogni due corsi di muratura con h poroton=19 cm)
F_{a_orizz}	82,67 kg/m	Forza sismica orizzontale agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale nella direzione più sfavorevole
Med	3,82 KNm	Hp schema statico doppio semincastro
f_{yk}	450 N/mm ²	B450C
γ_s	1,15	
f_{yd}	391,30 N/mm ²	
a_{orizz}	100 mm	Larghezza traliccio orizzontale
ϕ_{orizz}	8 mm	
A_s	50,27 mm ²	
M_{rd_orizz}	5,78 KNm	
F_{s_orizz}	1,51	

Verifica Ancoraggio Tralici alla Struttura

V_{ed}	3,18 KN	
f_{yk}	450 N/mm ²	B450C
γ_s	1,15	
f_{yd}	391,30 N/mm ²	
ϕ_{taglio}	6 mm	
A_v	28,27 mm ²	
V_{Rd}	5,19 KN	
$F_{staglio}$	1,63	

Calcolo Incidenza armatura tralici a metro quadro di parete-PARETI ESTERNE

Schema traliccio inserito nei letti di malta delle tamponature



ϕ_{orizz}	8 mm	Diametro armatura traliccio
a	100 mm	Larghezza traliccio orizzontale
p	60 mm	Passo armatura diagonale traliccio
l	104,4 mm	Lunghezza diagonale traliccio, calcolata come $l=(a^2+(p/2)^2)^{0,5}$
L_{Tot_1m}	5480,10 mm	Lunghezza barre di acciaio componenti un metro lineare di traliccio
$A_s_Tot_long_1m$	255,46 mm ²	Area barre di acciaio componenti un metro lineare di traliccio
$W_s_Tot_long_1m$	2 KG/m	Peso acciaio componente un metro lineare di traliccio
W_s_Tot	5,26 KG/m ²	Peso acciaio componente un metro quadro di parete

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	188 di 217

13 FONDAZIONI

Le fondazioni dell'edificio sono di tipo diretto, costituite da un grigliato di travi rovesce con sezione a "T" rovescia con altezza 0,80 m e larghezza 0,90 m, e da travi di collegamento per sostenere le tramezzature interne a sezione rettangolare 40 x 80 cm. Al di sotto delle fondazioni è previsto uno strato di magrone di spessore 0.10 m debordante l'impronta delle fondazioni di 0.10 m.

13.1 TRAVI DI FONDAZIONE

Le verifiche di resistenza delle travi di fondazione sono state eseguite con riferimento alle travi rovesce perimetrali e ai cordoli trasversali di collegamento.

Nelle verifiche agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento strutturale (STR), si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi che costituiscono la fondazione. Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche.

Le fondazioni superficiali sono verificate in condizioni sismiche e in condizioni statiche.

In condizioni statiche utilizzando le sollecitazioni non amplificate della combinazione non sismica SLU.

Inoltre sono state eseguite le verifiche a fessurazione e delle tensioni di esercizio per le combinazioni relative allo SLE-SLO (v.sicurezza).

Seguono le verifiche di resistenza delle travi di fondazione.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	189 di 217

Le sollecitazioni massime SLU-SLV-SLD all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames									
Fram	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
195	6,7375	COMB_32_SLV_21	m3 max		0	36	0	0	-270
244	4,25	COMB3 - SLU	v3 max-m2 max		0	-90	7	-5	67
244	3,4	COMB_32_SLV_7	v2 max		0	-162	0	0	16

Le sollecitazioni massime SLE-SLO all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames									
Fram	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
195	3,85	COMB1-SLE (q.perm.)	m max		0	12	0	0	-118
301	5,73	COMB_32_SLO_17	m max		0	34	0	0	-189

13.1.1 Verifica di resistenza allo SLU

Si riportano di seguito le sollecitazioni di calcolo, per l'elemento maggiormente sollecitato, in corrispondenza della sezione d'appoggio e della sezione di campata (convenzione sui segni: compressione negativa (-), momento flettente che tende le fibre superiori negativo (-)).

a) Verifica a presso-flessione:

Le verifiche di resistenza a flessione e pressoflessione allo SLU per le sezioni di appoggio e di campata sono state condotte con il supporto del software VCA considerando le sollecitazioni riportate nel prospetto precedente:

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	190 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave fondazione rovescia2

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

Titolo: Travi di fondazione

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	40	50	1	10,05	6
2	90	30	2	14,07	74
			3	8,04	25
			4	12,06	56

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="-270"/>	<input type="text" value="0"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

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

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	<input type="text" value="67,5"/> ‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="391,3"/> N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3,5"/>
E_s	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="14,17"/>
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0,8"/> ?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="9,75"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0,6"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="1,829"/>

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

Tipo flessione
 Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

L_o cm Col. modello

Precompresso

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_c ‰

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale della trave tipo:

- Armature di progetto: 5 \varnothing 16 sup e 7 \varnothing 16 inf + 6 \varnothing 16 nella parte sup dell'ala

M_{xEd} = -270 kNm

M_{xrd} ultimo MIN (slu-) = -528 kNm

Verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	191 di 217

b) Verifica a taglio:

Deve risultare:

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

V_d = Valore di calcolo del taglio agente;

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2\theta)$$

dove:

α : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

θ : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	192 di 217

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5
• Caratteristiche della sezione

$b_w = 400$	mm	larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica			
$h = 800$	mm	altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza			
$c = 40$	mm	copriferro	$f_{yd} = 391,3$	MPa	resist. di calcolo			
$f_{ck} = 25$	MPa	resist. car.	Armadura longitudinale tesa:					
$\gamma_c = 1,50$		coeff. sicu	$A_{sl,1} =$	5	Ø	16	=	10,05 cm ²
$\alpha_{cc} = 0,85$		coeff. ridu	$A_{sl,2} =$	0	Ø	0	=	0,00 cm ²
$d = 760$	mm	altezza util	$A_{sl,3} =$	0	Ø	0	=	0,00 cm ²
$f_{cd} = 14,17$	MPa	resist. di calcolo						10,05 cm ²

• Sollecitazioni (compressione <0, trazione >0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0,0$	kN	$V_{ed} = 162,00$	kN					
----------------	----	-------------------	----	--	--	--	--	--

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$		$k = 1,513$		<2				
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$		$v_{min} = 0,326$						
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$		$\rho_1 = 0,0033$		<0,02				
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$		$\sigma_{cp} = 0,00$	MPa	<0,2 fcd				

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$V_{Rd} = 111,6$	kN;	$+0,15 \times \sigma_{cp} \times b_w \times d =$	99,0	kN)				
------------------	-----	--	------	-----	--	--	--	--

$V_{Rd} = 111,6$	kN	valore di calcolo						
------------------	----	-------------------	--	--	--	--	--	--

la sezione NON è verificata in assenza di armature per il taglio

• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$\theta = 45,0$	°	inclinaz. bi	angolo ammissibile					
$\alpha = 90,0$	°	inclinaz. staffe						

Armatura a taglio (staffatura):

$A_{sw}/s =$	staffe Ø	8	mm con n°	2,00	passo	11	cm	=	0,091	cm ² /cm
--------------	----------	---	-----------	------	-------	----	----	---	-------	---------------------

$$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cotg\alpha + \cotg\theta) \times \text{sen}\alpha \quad V_{Rsd} = 244,6 \text{ kN}$$

$f_{cd} = 7,08$	MPa	resist. di calcolo ridotta						
-----------------	-----	----------------------------	--	--	--	--	--	--

$\alpha_c = 1,000$		coeff. maggiorativo						
--------------------	--	---------------------	--	--	--	--	--	--

$$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cotg\alpha + \cotg\theta) / (1 + \cotg^2\alpha) \quad V_{Rcd} = 969,0 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$		$V_{Rd} = 244,6$	>	162,0	kN		c.s.=	1,510
-----------------------------------	--	------------------	---	-------	----	--	-------	-------

la sezione armata a taglio risulta verificata.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	193 di 217

13.1.2 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali si effettuano in termini di:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.

a) Verifiche di fessurazione:

Per assicurare la funzionalità e la durata della struttura è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

Avendo adottato acciai ordinari si rientra nel gruppo di armature poco sensibili alla corrosione. Pertanto, sulla base della tabella 4.1.IV – NTC2018 è possibile definire lo stato limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali (ordinarie) e dell'armatura (poco sensibile), prendendo in considerazione le combinazioni quasi permanenti e frequenti.

Nel caso in esame lo stato limite di fessurazione da considerare è lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica consiste nell'accertarsi che il valore caratteristico di apertura delle fessure (w_k) non deve superare il valore limite fissato per la combinazione considerata.

Come riportato al §4.1.2.2.4.5 delle NTC 2018, l'ampiezza caratteristica delle fessure w_k è calcolata come 1,7 volte il prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ϵ_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_k = 1.7 * \epsilon_{sm} * \Delta_{sm}$$

In particolare:

- per la combinazione di carico frequente –SLO (a vantaggio sicurezza) bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_3 = 0.4$ mm;
- per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_2 = 0.3$ mm. Per rapidità di calcolo si verifica che nella combinazione SLE –SLO (a vantaggio sicurezza) l'apertura delle lesioni sia inferiore al valore limite (più severo) riferito alla combinazione quasi permanente.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	194 di 217

SLS CRACK WIDTH CONTROL

Reference: EN 1992-1-1:2004, p. 7.3.4

MATERIALS	
Concrete class	C25/30
f_{ck} (N/mm ²)	25
$f_{ct,eff}$ (N/mm ²)	2,6
E_{cm} (N/mm ²)	15738
Steel grade	B450c
f_{yk} (N/mm ²)	450
E_s (N/mm ²)	210000
$\alpha_e = E_s / E_{cm}$	13

CROSS-SECTION GEOMETRY	
b_w (mm)	900
h (mm)	800
c (mm)	40
i_{vert} (mm)	200
i_{hor} (mm)	60
A_{s1} (mm ²)	1005
d_1 (mm)	40
A_{s2} (mm ²)	0
d_2 (mm)	240
A_{s3} (mm ²)	0
d_3 (mm)	560
A_{s4} (mm ²)	1005
d_4 (mm)	760
A_s (mm ²)	1005
d (mm)	760
ϕ (mm)	16
x (mm)	127,5
I (mm ⁴)	6089314466

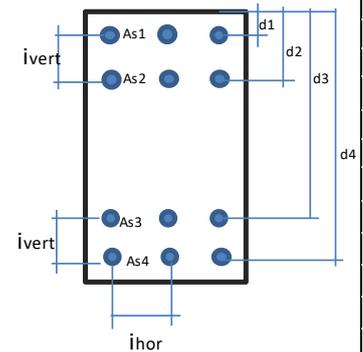
CALCULATION OF CRACK WIDTH	
σ_s (N/mm ²)	262,0
Check on bars spacing: $i_{hor} \leq 5 (c + \phi/2)$	YES
k_1	0,8
k_2	0,5
k_3	3,4
k_4	0,425
$h_{c,eff}$ (mm)	100
$A_{c,eff}$ (mm ²)	90000
$\rho_{p,eff}$	0,0112
$s_{r,max}$ (mm)	379,6
k_t	0,4
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	0,000748494
w_k (mm)	0,284

CHECK
M_{sd} (kNm)
189
M_{ctm} (kNm)
250
No crack width calculation required
w_k (mm)
0,284
w_{lim} (mm)
0,3
Check
OK

Decompression moment check

Crack width calculation (if required)

STEEL REINFORCEMENT			
A_{s1} (mm ²)	16	$\phi 25$	$\phi 32$
1005	5	0	0
A_{s2} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$
0	0	0	0
A_{s3} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$
0	0	0	0
A_{s4} (mm ²)	16	$\phi 25$	$\phi 32$
1005	5	0	0



PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	195 di 217

b) Verifiche delle tensioni di esercizio:

Per completare il quadro delle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) è necessario controllare le tensioni di esercizio, in accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.8.3.2.1 del Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II - Sezione 2 Ponti e Strutture – Codifica RFI DTC SI PS MA IFS 001 D.

In particolare bisogna verificare che:

- Per il calcestruzzo compresso:

$$\sigma_c < 0.55 f_{ck} \quad (\text{per combinazione caratteristica rara SLE –SLO (a vantaggio sicurezza)});$$

$$\sigma_c < 0.40 f_{ck} \quad (\text{per combinazione quasi permanente});$$

- Per l'acciaio:

$$\sigma_s < 0.74 f_{yk} \quad (\text{per combinazione caratteristica rara SLE –SLO (a vantaggio sicurezza)}).$$

Di seguito si riportano le tensioni di esercizio determinate in corrispondenza della combinazione che produce il valore di tensione più gravoso ottenuto tra le combinazioni rare e quasi permanenti.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	196 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave fondazione rovescia2

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

Titolo: Travi di fondazione

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	40	50	1	10,05	6
2	90	30	2	14,07	74
			3	8,04	25
			4	12,06	56

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-189"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C	C25/30
ε _{su} <input type="text" value="67,5"/> ‰	ε _{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd} <input type="text" value="391,3"/> N/mm²	ε _{cu} <input type="text" value="3,5"/>
E _s <input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f _{cd} <input type="text" value="14,17"/>
E _s /E _c <input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd} <input type="text" value="0,8"/> ?
ε _{syd} <input type="text" value="1,957"/> ‰	σ _{c,adm} <input type="text" value="9,75"/>
σ _{s,adm} <input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co} <input type="text" value="0,6"/>
	τ _{c1} <input type="text" value="1,829"/>

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²

ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

σ _c	-3,72	N/mm²	<	(0,55*25)=13,75	N/mm²	verifica soddisfatta
σ _s	192,5	N/mm²	<	360	N/mm²	verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	197 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Trave fondazione rovescia2

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

Titolo : Travi di fondazione

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	40	50
2	90	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10,05	6
2	14,07	74
3	8,04	25
4	12,06	56

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-118"/>	kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	

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

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

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

Materiali

B450C	C25/30
ϵ_{su} <input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2} <input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd} <input type="text" value="391.3"/> N/mm ²	ϵ_{cu} <input type="text" value="3.5"/>
E_s <input type="text" value="200.000"/> N/mm ²	f_{cd} <input type="text" value="14.17"/>
E_s/E_c <input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd} <input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd} <input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$ <input type="text" value="9.75"/>
$\sigma_{s,adm}$ <input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co} <input type="text" value="0.6"/>
	τ_{c1} <input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

Verifica
N° iterazioni:

Precompresso

q.permanente SLE

σ_c -2,32 N/mm² < 10 N/mm² verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	198 di 217

13.2 TRAVI DI COLLEGAMENTO 40X80

Le verifiche di resistenza delle travi 40x80 cm di collegamento agli stati limite ultimi finalizzate al dimensionamento strutturale (STR), si considerano gli stati limite ultimi per raggiungimento della resistenza negli elementi che costituiscono la fondazione. Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera alla quale sono applicate le azioni statiche e sismiche.

Le fondazioni superficiali sono verificate in condizioni sismiche e in condizioni statiche.

Inoltre sono state eseguite le verifiche a fessurazione e delle tensioni di esercizio per le combinazioni relative allo SLE-SLO (v.sicurezza).

Seguono le verifiche di resistenza delle travi.

Le sollecitazioni massime SLU-SLV-SLD all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames									
Fram	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
1	0,9625	COMB_32_SLV_21	v2 max		0	94	0	0	61
5	0	COMB_32_SLV_26	m3 max		0	-33	0	0	-186
17	0	COMB3 - SLU	v3 max		0	-31	0	0	-107
17	1,97	COMB3 - SLU	m2 max		0	-31	0	0	-45

Le sollecitazioni massime SLE-SLO all'interno delle travi, ricavate dal programma di calcolo SAP 2000 sono le seguenti:

TABLE: Element Forces - Frames									
Fram	Statio	OutputCase	CaseType	StepTy	P	V2	V3	M2	M3
Text	m	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m
1	3,85	COMB1-SLE (q.perm.)	m max		0	5	0	0	-73
324	6,7375	COMB_32_SLO_17	m max		0	11	0	0	-119

13.2.1 Verifica di resistenza allo SLU

Si riportano di seguito le sollecitazioni di calcolo, per l'elemento maggiormente sollecitato, in corrispondenza della sezione d'appoggio e della sezione di campata (convenzione sui segni: compressione negativa (-), momento flettente che tende le fibre superiori negativo (-)).

c) Verifica a presso-flessione:

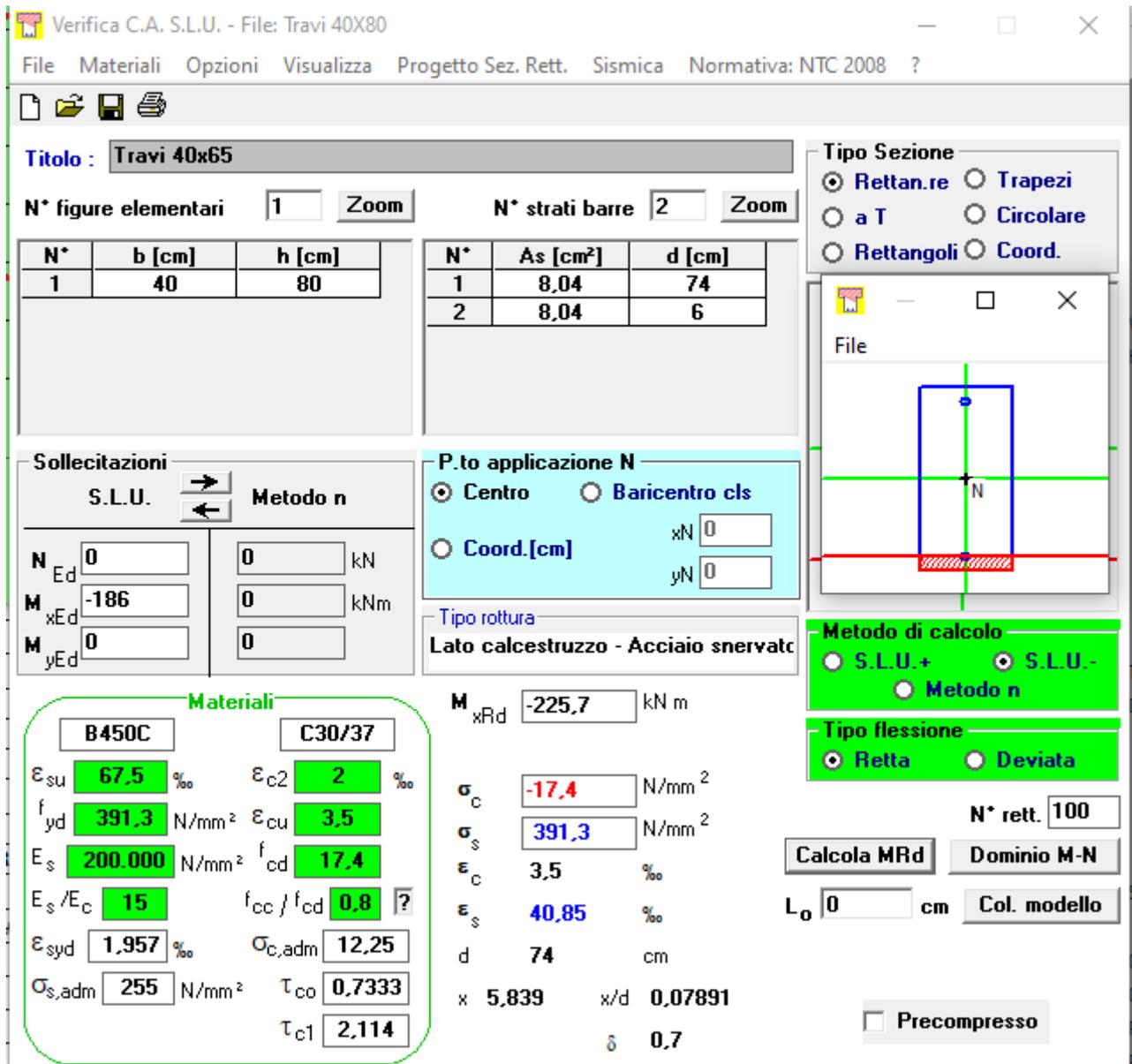
Le verifiche di resistenza a flessione e pressoflessione allo SLU per le sezioni di appoggio e di

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	199 di 217

campata sono state condotte con il supporto del software VCA considerando le sollecitazioni riportate nel prospetto precedente:



Titolo: Travi 40x65

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	40	80	1	8,04	74
			2	8,04	6

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{xEd} -186 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

Materiali
B450C C30/37
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} 17,4 N/mm²
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0,8
ε_{syd} 1,957 ‰ σ_{c,adm} 12,25 N/mm²
σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0,7333
τ_{c1} 2,114

M_{xRd} -225,7 kN m
σ_c -17,4 N/mm²
σ_s 391,3 N/mm²
ε_c 3,5 ‰
ε_s 40,85 ‰
d 74 cm
x 5,839 x/d 0,07891
δ 0,7

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

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

In funzione delle sollecitazioni si è dimensionata opportunamente l'armatura longitudinale della trave tipo:

- Armature di progetto: 4 ø 16 sup e inf

M_{xEd} = -37 kNm

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	200 di 217

Mxrd ultimo= -247 kNm

Verifica soddisfatta

d) Verifica a taglio:

Deve risultare:

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

V_d = Valore di calcolo del taglio agente;

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) \cdot \sin \alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\theta) / (1 + \operatorname{ctg}^2\theta)$$

dove:

α : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

θ : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	201 di 217

VERIFICA A TAGLIO DELLA SEZIONE IN C.A. SECONDO D.M. 17/01/2018 § 4.1.2.3.5
• Caratteristiche della sezione

$b_w = 400$	mm	larghezza	$f_{yk} = 450$	MPa	resist. caratteristica		
$h = 800$	mm	altezza	$\gamma_s = 1,15$		coeff. sicurezza		
$c = 40$	mm	copriferro	$f_{yd} = 391,3$	MPa	resist. di calcolo		
$f_{ck} = 25$	MPa	resist. caratteristica	Armatura longitudinale tesa:				
$\gamma_c = 1,50$		coeff. sicurezza	$A_{sl,1} = 4$	\emptyset	16	=	8,04 cm ²
$\alpha_{cc} = 0,85$		coeff. riduttivo	$A_{sl,2} = 0$	\emptyset	0	=	0,00 cm ²
$d = 760$	mm	altezza utile	$A_{sl,3} = 0$	\emptyset	0	=	0,00 cm ²
$f_{cd} = 14,17$	MPa	resist. di calcolo					8,04 cm ²

• Sollecitazioni (compressione <0, trazione >0, taglio in valore assoluto)

$N_{ed} = 0,0$	kN	$V_{ed} = 94,0$	kN				
----------------	----	-----------------	----	--	--	--	--

• Elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

$k = 1 + (200/d)^{1/2} < 2$		$k = 1,513$		<2			
$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$		$v_{min} = 0,326$					
$\rho_1 = A_{sl}/(b_w \times d) < 0,02$		$\rho_1 = 0,0026$		<0,02			
$\sigma_{cp} = N_{Ed}/A_c < 0,2 f_{cd}$		$\sigma_{cp} = 0,00$	MPa	<0,2 fcd			

$$V_{Rd} = (0,18 \times k \times (100 \times \rho_1 \times f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d > (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d$$

$V_{Rd} = 103,6$	kN;	$n (v_{min} + 0,15 \times \sigma_{cp}) \times b_w \times d = 99,0$	kN)				
------------------	-----	--	-----	--	--	--	--

$V_{Rd} = 103,6$	kN	valore di calcolo					
------------------	----	-------------------	--	--	--	--	--

la sezione è verificata in assenza di armature per il taglio
• Elementi con armature trasversali resistenti a taglio

$\theta = 45,0$	°	inclinaz. bielle cls	angolo ammissibile				
$\alpha = 90,0$	°	inclinaz. staffe					

Armatura a taglio (staffatura):

$A_{sw}/s =$ staffe \emptyset	8	mm con n° bracci	2,00	passo	20	cm	=	0,050	cm ² /cm
---------------------------------	---	------------------	------	-------	----	----	---	-------	---------------------

$$V_{Rsd} = 0,90 \times d \times (A_{sw}/s) \times f_{yd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) \times \sin \alpha \quad V_{Rsd} = 134,5 \text{ kN}$$

$f_{cd} = 7,08$	MPa	resist. di calcolo ridotta					
-----------------	-----	----------------------------	--	--	--	--	--

$\alpha_c = 1,000$		coeff. maggiorativo					
--------------------	--	---------------------	--	--	--	--	--

$$V_{Rcd} = 0,90 \times d \times b_w \times \alpha_c \times f_{cd} \times (\cot \alpha + \cot \theta) / (1 + \cot^2 \alpha) \quad V_{Rcd} = 969,0 \text{ kN}$$

$V_{Rd} = \min(V_{Rcd}, V_{Rsd})$		$V_{Rd} = 134,5$	>	94,0	kN		c.s. =	1,4
-----------------------------------	--	------------------	---	------	----	--	--------	-----

la sezione armata a taglio risulta verificata.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	202 di 217

13.2.2 Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali si effettuano in termini di:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.

c) Verifiche di fessurazione:

Per assicurare la funzionalità e la durata della struttura è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

Avendo adottato acciai ordinari si rientra nel gruppo di armature poco sensibili alla corrosione. Pertanto, sulla base della tabella 4.1.IV – NTC2018 è possibile definire lo stato limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali (ordinarie) e dell'armatura (poco sensibile), prendendo in considerazione le combinazioni quasi permanenti e frequenti.

Nel caso in esame lo stato limite di fessurazione da considerare è lo stato limite di apertura delle fessure. La verifica consiste nell'accertarsi che il valore caratteristico di apertura delle fessure (w_k) non deve superare il valore limite fissato per la combinazione considerata.

Come riportato al §4.1.2.2.4.5 delle NTC 2018, l'ampiezza caratteristica delle fessure w_k è calcolata come 1,7 volte il prodotto della deformazione media delle barre d'armatura ϵ_{sm} per la distanza media tra le fessure Δ_{sm} :

$$w_k = 1.7 * \epsilon_{sm} * \Delta_{sm}$$

In particolare:

- per la combinazione di carico frequente –SLO (a vantaggio sicurezza) bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_3 = 0.4$ mm;
 - per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti: $w_k < w_2 = 0.3$ mm.
- Per rapidità di calcolo si verifica che nella combinazione SLE –SLO (a vantaggio sicurezza) l'apertura delle lesioni sia inferiore al valore limite (più severo) riferito alla combinazione quasi permanente.

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	203 di 217

SLS CRACK WIDTH CONTROL

Reference: EN 1992-1-1:2004, p. 7.3.4

MATERIALS	
Concrete class	C25/30
f_{ck} (N/mm ²)	25
$f_{ct,eff}$ (N/mm ²)	2,6
E_{cm} (N/mm ²)	15738
Steel grade	B450c
f_{yk} (N/mm ²)	450
E_s (N/mm ²)	210000
$\alpha_e = E_s / E_{cm}$	13

CROSS-SECTION GEOMETRY	
b_w (mm)	400
h (mm)	800
c (mm)	40
i_{vert} (mm)	0
i_{hor} (mm)	60
A_{s1} (mm ²)	804
d_1 (mm)	40
A_{s2} (mm ²)	0
d_2 (mm)	40
A_{s3} (mm ²)	0
d_3 (mm)	760
A_{s4} (mm ²)	804
d_4 (mm)	760
A_s (mm ²)	804
d (mm)	760
ϕ (mm)	16
x (mm)	160,3
I (mm ⁴)	4562751427

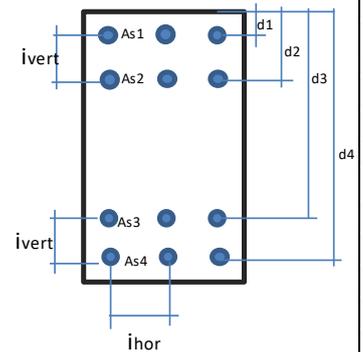
CALCULATION OF CRACK WIDTH	
σ_s (N/mm ²)	208,7
Check on bars spacing: $i_{hor} \leq 5 (c + \phi/2)$	YES
k_1	0,8
k_2	0,5
k_3	3,4
k_4	0,425
$h_{c,eff}$ (mm)	100
$A_{c,eff}$ (mm ²)	40000
$\rho_{p,eff}$	0,0201
$s_{r,max}$ (mm)	271,3
k_t	0,4
$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$	0,000681269
w_k (mm)	0,185

CHECK
M_{Sd} (kNm)
119
M_{ctm} (kNm)
111
Crack width calculation required
w_k (mm)
0,185
w_{lim} (mm)
0,3
Check
OK

Decompression moment check

Crack width calculation (if required)

STEEL REINFORCEMENT			
A_{s1} (mm ²)	16	$\phi 25$	$\phi 32$
804	4	0	0
A_{s2} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$
0	0	0	0
A_{s3} (mm ²)	$\phi 20$	$\phi 25$	$\phi 32$
0	0	0	0
A_{s4} (mm ²)	16	$\phi 25$	$\phi 32$
804	4	0	0



PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	204 di 217

 d) Verifiche delle tensioni di esercizio:

Per completare il quadro delle verifiche agli stati limite di esercizio (SLE) è necessario controllare le tensioni di esercizio, in accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.8.3.2.1 del Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II - Sezione 2 Ponti e Strutture – Codifica RFI DTC SI PS MA IFS 001 D.

In particolare bisogna verificare che:

- Per il calcestruzzo compresso:

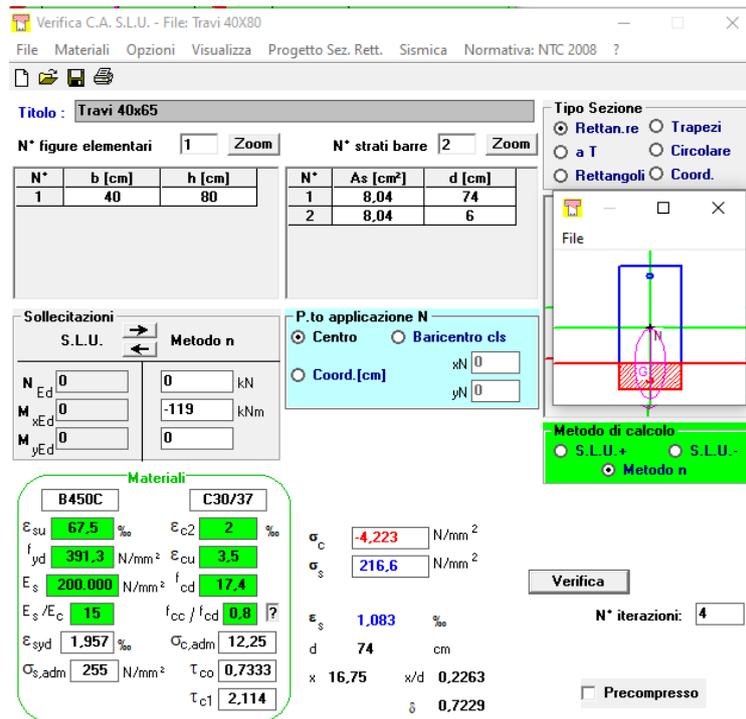
$$\sigma_c < 0.55 f_{ck} \quad (\text{per combinazione caratteristica rara SLE –SLO (a vantaggio sicurezza)});$$

$$\sigma_c < 0.40 f_{ck} \quad (\text{per combinazione quasi permanente});$$

- Per l'acciaio:

$$\sigma_s < 0.74 f_{yk} \quad (\text{per combinazione caratteristica rara SLE –SLO (a vantaggio sicurezza)}).$$

Di seguito si riportano le tensioni di esercizio determinate in corrispondenza della combinazione che produce il valore di tensione più gravoso ottenuto tra le combinazioni rare e quasi permanenti.



Verifica C.A. S.L.U. - File: Travi 40x65

Titolo: Travi 40x65

N° figure elementari: 1 Zoom N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	40	80	1	8,04	74
			2	8,04	6

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: -119 kNm
 M_{yEd}: 0

Materiali: B450C, C30/37

E_{su}: 67,5 ‰ E_{c2}: 2 ‰
 f_{yd}: 391,3 N/mm² E_{cu}: 3,5 ‰
 E_s: 200.000 N/mm² f_{cd}: 17,4 ‰
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0,8
 E_{syd}: 1,957 ‰ σ_{c,adm}: 12,25
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0,7333
 τ_{c1}: 2,114

P.to applicazione N: Centro
 σ_c: -4,223 N/mm²
 σ_s: 216,6 N/mm²

Metodo di calcolo: S.L.U. + S.L.U. - Metodo n

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

σ_c	-4,23	N/mm ²	< (0.55*25)=13,75	N/mm ²	verifica soddisfatta
σ_s	216,6	N/mm ²	< 360	N/mm ²	verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	205 di 217

Verifica C.A. S.L.U. - File: Travi 40x80

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

Titolo: Travi 40x65

N° figure elementari: 1 **Zoom** N° strati barre: 2 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	40	80	1	8,04	74
			2	8,04	6

Tipo Sezione:
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni:
 S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	0	-73	kNm
M _{yEd}	0	0	

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

Metodo di calcolo:
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali:
 B450C C30/37

ϵ_{su}	67,5	%	ϵ_{c2}	2	%
f_{yd}	391,3	N/mm ²	ϵ_{cu}	3,5	
E_s	200.000	N/mm ²	f_{cd}	17,4	
E_s/E_c	15		f_{cc}/f_{cd}	0,8	?
ϵ_{syd}	1,957	%	$\sigma_{c,adm}$	12,25	
$\sigma_{s,adm}$	255	N/mm ²	τ_{co}	0,7333	
			τ_{c1}	2,114	

σ_c -2,591 N/mm²
 σ_s 132,9 N/mm²

ϵ_s 0,6643 %
 d 74 cm
 x 16,75 x/d 0,2263
 δ 0,7229

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

q.permanente SLE

σ_c 2,59 N/mm² < 10 N/mm² verifica soddisfatta

PROGETTO DEFINITIVO

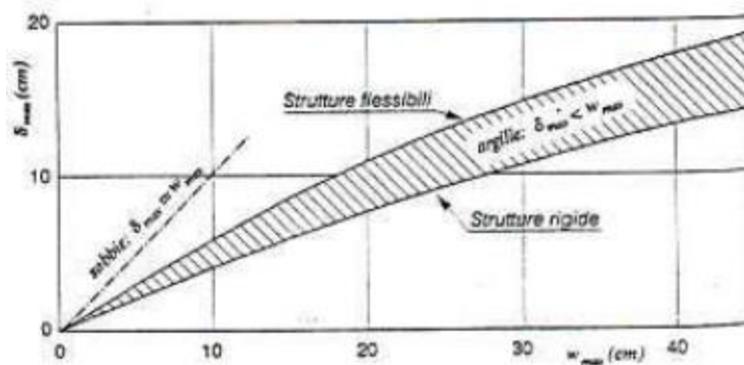
Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	206 di 217

15 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO – VERIFICA DEI CEDIMENTI

Come ai §§ 6.2.4.3 e 6.4.2.2 delle N.T.C. 2018, si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione (§§2.2.2 e 2.6.2), nel rispetto della condizione $E_d \leq C_d$.

Un approccio semplice e conveniente alla previsione dei cedimenti differenziali è quello di tipo empirico-probabilistico che pone in relazione la massima distorsione (δ_{max}) attesa con il massimo cedimento (w_{max}).



Come riportato in letteratura, Grant et al. (1974) hanno invece correlato i valori massimi osservati di cedimento (w_{max}) e distorsione (β_{max}), distinguendo per tipologia di fondazione e di terreno:

- fondazioni isolate su sabbie $\rightarrow w_{max} \text{ (cm)} = 1500 * \beta_{max}$
- fondazioni continue su sabbie $\rightarrow w_{max} \text{ (cm)} = 1800 * \beta_{max}$
- fondazioni isolate su argille $\rightarrow w_{max} \text{ (cm)} = 3050 * \beta_{max}$
- fondazioni continue su argille $\rightarrow w_{max} \text{ (cm)} = 3500 * \beta_{max}$

Polshin & Tokar (1957) hanno indicato un valore massimo ammissibile di distorsione pari a:

$$\beta \leq 1/500$$

per gli edifici intelaiati in c.a con pannelli e rompagnature.

In relazione con Grant et al., i cedimenti massimi che risultano sono:

- fondazioni isolate su sabbie $\rightarrow w_{max} = 3 \text{ cm}$
- fondazioni continue su sabbie $\rightarrow w_{max} = 3,6 \text{ cm}$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	207 di 217

- fondazioni isolate su argille → $w_{max} = 6$ cm
- fondazioni continue su argille → $w_{max} = 7$ cm

TRAVE ROVESCIA PERIMETRALE MAX CEDIMENTO: FRAME 11-301 L.=7,7m

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
~1	COMB5 - SLE (rara)	Combination	0	0	46,938
~4	COMB5 - SLE (rara)	Combination	0	0	35,333
~11	COMB5 - SLE (rara)	Combination	0	0	44,354
~20	COMB5 - SLE (rara)	Combination	0	0	46,4
~21	COMB5 - SLE (rara)	Combination	0	0	39,089
~22	COMB5 - SLE (rara)	Combination	0	0	33,957
~23	COMB5 - SLE (rara)	Combination	0	0	31,55
~24	COMB5 - SLE (rara)	Combination	0	0	32,164
~60	COMB5 - SLE (rara)	Combination	0	0	44,059
				tot	354

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z/R_3)(1/R_1^2 + 1/R_2^2))$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3R_1^2))$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3R_2^2))$$

$$R_1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \sum \delta_i = \sum (((\Delta\sigma_{zi} - \nu_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi}))\Delta z_i / E_i)$$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	208 di 217

DATI DI INPUT:

B = 0,90 (m) (Larghezza della Fondazione)
 L = 7,70 (m) (Lunghezza della Fondazione)
 N = 354 (kN) (Carico Verticale Agente)
 q = 51,08 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/(B*L)))
 ns = 4 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z _i	a z _{i+1}	Δz _i	E	v	δc _i
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1	G	13,00	0,0	13,0	1,0	15000	0,30	0,49
2	L	12,00	13,0	25,0	1,0	17000	0,30	0,03
3	G	4,00	25,0	29,0	1,0	35000	0,30	0,00
4	L	3,00	29,0	32,0	1,0	19000	0,30	0,00
-			0,0	0,0				-
-			0,0	0,0	1,0			-

$$\delta_{ctot} = 0,53 \text{ (cm)}$$

TRAVE ROVESCIA CENTRALE MIN CEDIMENTO: FRAME 324-L.=7,7m

TABLE: Joint Reactions			
Joint	OutputCase	CaseType	F3
Text	Text	Text	KN
170	COMB5 - SLE (rara)	Combination	32,563
202	COMB5 - SLE (rara)	Combination	35,895
~25	COMB5 - SLE (rara)	Combination	32,238
~26	COMB5 - SLE (rara)	Combination	26,222
~27	COMB5 - SLE (rara)	Combination	22,328
~28	COMB5 - SLE (rara)	Combination	21,025
~29	COMB5 - SLE (rara)	Combination	22,509
~30	COMB5 - SLE (rara)	Combination	26,725
~31	COMB5 - SLE (rara)	Combination	33,34
		SOMMA	252

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	209 di 217

Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z/R_3)(1/R_1^2 + 1/R_2^2))$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3R_1^2))$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3R_2^2))$$

$$R_1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \Sigma\delta_i = \Sigma(((\Delta\sigma_{zi} - \nu_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi}))\Delta z_i/E_i)$$

DATI DI INPUT:

B = 0,40 (m) (Larghezza della Fondazione)

L = 7,70 (m) (Lunghezza della Fondazione)

N = 252 (kN) (Carico Verticale Agente)

q = 81,82 (kN/mq) (Pressione Agente (q = N/(B*L)))

ns = 4 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z _i	a z _{i+1}	Δz _i	E	ν	δ _{ci}
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1	G	13,00	0,0	13,0	1,0	15000	0,30	0,41
2	L	12,00	13,0	25,0	1,0	17000	0,30	0,02
3	G	4,00	25,0	29,0	1,0	35000	0,30	0,00
4	L	3,00	29,0	32,0	1,0	19000	0,30	0,00
-			0,0	0,0				-
-			0,0	0,0	1,0			-

$$\delta_{ctot} = 0,44 \text{ (cm)}$$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	210 di 217

Il massimo cedimento differenziale registrato agli SLE tra le tavi centrali e perimetrali di fondazione risulta:

(0,53-0,44)=0,09 cm, inferiore al valore teorico w_{max} , assunto cautelativamente pari a 3 cm per fondazioni continue; la verifica dei cedimenti risulta pertanto soddisfatta.

16 VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE TRAVI DI FONDAZIONE

Si riportano qui di seguito le reazioni delle molle alla Winkler ottenute dal modello di calcolo, nelle combinazioni SLV e SLU (per le verifiche a breve termine) e SLE q.perm. per le verifiche a lungo termine.

La trave piu' sollecitata è risultata la la trave rovescia L=4,25m frame n. 244 (laterale) con le seguenti massime sollecitazioni :

TABLE: Joint Reactions					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
11	COMB_32_SLV_7	Combination			63,329
166	COMB_32_SLV_7	Combination			70,374
~1	COMB_32_SLV_7	Combination			39,041
~8	COMB_32_SLV_7	Combination			71,062
~9	COMB_32_SLV_7	Combination			63,174
~10	COMB_32_SLV_7	Combination			57,198
~11	COMB_32_SLV_7	Combination			52,55
			56	8	354

Trattandosi di terreno per lo più incoerente la verifica di capacità portante sarà condotta solo in termini di tensioni efficaci.

Capacità portante

Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot g \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	211 di 217

e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

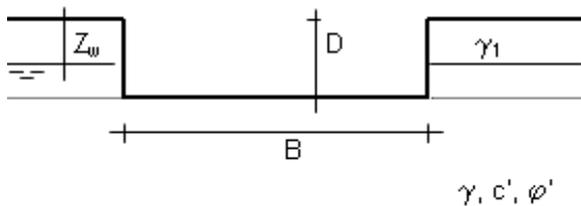
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

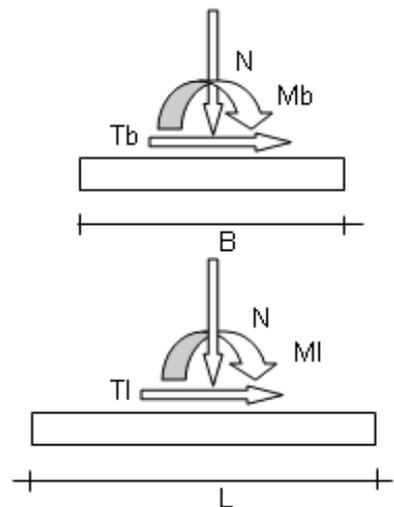
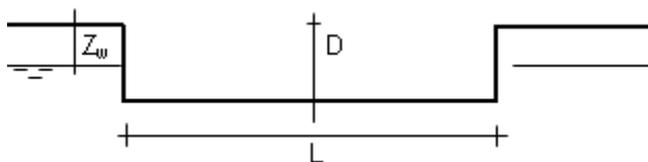
(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

coefficienti parziali

Metodo di calcolo		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporane e variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato limite ultimo	A1+M1+R1	1.30	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00
	A2+M2+R2	1.00	1.30	1.25	1.25	1.80	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.25	1.25	1.80	1.00
	A1+M1+R3	1.30	1.50	1.00	1.00	2.30	1.10
	SISMA	1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.10
Tensioni ammissibili		1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00
Definiti dal progettista		1.00	1.00	1.00	1.00	2.30	1.00



γ, c', φ'



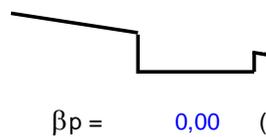
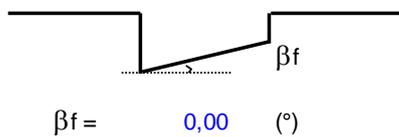
PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	212 di 217

(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 0,90 (m)
L = 4,25 (m)
D = 1,65 (m)



AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	354,00	0,00	354,00
Mb [kNm]	0,00	0,00	0,00
MI [kNm]	0,00	0,00	0,00
Tb [kN]	8,00	0,00	8,00
TI [kN]	56,00	0,00	56,00
H [kN]	56,57	0,00	56,57

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 19,00$ (kN/mc)
 $\gamma = 19,00$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 0,00$ (kN/mq)
 $\varphi' = 37,00$ (°)

Valori di progetto

$c' = 0,00$
 $\varphi' = 37,00$

Profondità della falda

$Z_w = 9,10$ (m)

$e_B = 0,00$ (m)
 $e_L = 0,00$ (m)

$B^* = 0,90$
 $L^* = 4,25$

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 31,35$ (kN/mq)

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	213 di 217

γ : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 19,00 \quad (\text{kN/mc})$$

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \gamma \cdot \varphi')}$$

$$N_q = 42,92$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 55,63$$

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

$$N_\gamma = 66,19$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1,16$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1,16$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0,92$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,83 \quad \theta = \arctg(T_b / T_l) = 8,13 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,17 \quad m = 1,19 \quad (-)$$

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

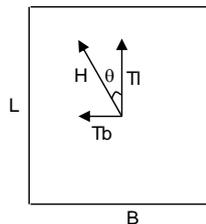
$$i_q = 0,81$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0,81$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0,68$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) \cdot \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1,26$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1,26$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	214 di 217

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan\varphi)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0,00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan\varphi)$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan\beta_p)^2 \qquad \beta_f + \beta_p = 0,00 \qquad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan\varphi)$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 1947,52 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 92,55 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Coefficiente di sicurezza

$$F_s = q_{lim} / q = 21,04$$

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	215 di 217

17 ARMATURA

In definitiva, le **travi di fondazione a T rovescia** - Sezione (25+25+40) x80 sono armate con:

filanti 5 ϕ 16 sup.;
 7 ϕ 16 inf.;
 6 ϕ 16 parete.;
 6 ϕ 16 in corrispondenza del ringrosso;
 con sovrapposizione in corrispondenza dei nodi;

staffe ϕ 8 / 11 (APPOGGI)

INCIDENZA MEDIA: 110 daN/m³

In definitiva, **cordoli di fondazione rettangolari** (sezione 40x80) sono armate con:

filanti 4 ϕ 16sup.;
 4 ϕ 16 inf.;
 4 ϕ 16 parete

staffe ϕ 8 / 20.

INCIDENZA MEDIA: 80 daN/m³

In definitiva, **i pilastri quadrati** (sezione 40x30) sono armati con al max.:

4 ϕ 20 sup
4 ϕ 20 inf
4+4 ϕ 18 lat.

staffe ϕ 10 / 11 in corrispondenza degli appoggi e ϕ 10 / 20 nella parte centrale

INCIDENZA MEDIA: 345 daN/m³

In definitiva, **le travi longitudinali principali in elevazione rettangolari** (sezione 30x62) sono armate con:

Armatura con riferimento alla sezione maggiormente caricata:

filanti 4 ϕ 18 sup. medi;
 4 ϕ 18 inf. medi;
 2 ϕ 18 parete.;

staffe ϕ 8 / 11 in corrispondenza degli appoggi e ϕ 8 / 20 nella parte centrale

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo
delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	216 di 217

INCIDENZA MEDIA: 145 daN/m³

In definitiva, **la trave di colmo in elevazione rettangolare** (sezione 60x33) sono armate con:

Armatura con riferimento alla sezione maggiormente caricata:

filanti 4φ18 sup. medi;
 4φ18 inf. medi;
 2φ18 parete.;
 staffe φ8 / 11 in corrispondenza degli appoggi e φ8 / 20 nella parte centrale

INCIDENZA MEDIA: 115 daN/m³

In definitiva, **i puntoni di copertura** (sezione 30x26 e 40x26) sono armate con:

Armatura con riferimento alla sezione maggiormente caricata:

filanti 4φ18 sup. medi;
 4φ18 inf. medi;
 staffe φ8 / 8 in corrispondenza degli appoggi e φ8 / 20 nella parte centrale

INCIDENZA MEDIA: 210 daN/m³

In definitiva, **le travi di copertura tipo catena** (sezione 30x30 e 40x40) sono armate con:

Armatura con riferimento alla sezione maggiormente caricata:

filanti 4φ18 sup. medi;
 4φ18 inf. medi;
 staffe φ8 / 20

INCIDENZA MEDIA: 150 daN/m³

PROGETTO DEFINITIVO

Fabbricato CTE Parma Ovest Parma-Relazione di calcolo delle Strutture del Fabbricato

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IP00	00	D18 CL	FA 01 00 001	A	217 di 217

18 CONCLUSIONI

In virtù di tutto quanto sopra premesso, con particolare riferimento:

- alle caratteristiche geometriche delle strutture in oggetto, chiaramente individuata negli elaborati grafici;
- alla sezione dei vari elementi strutturali;
- alle caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati;
- alle caratteristiche meccaniche dei terreni;
- ai carichi agenti (permanenti, variabili, e sismici);
- alle verifiche di resistenza strutturali ed alle verifiche geotecniche.

Si conclude che la struttura in oggetto della presente relazione è conforme ai criteri di progettazione e di resistenza indicati della normativa vigente.

19 ALLEGATI

19.1 TABULATO DI CALCOLO SOFTWARE SAP2000

Si allega alla Relazione di calcolo delle strutture di fabbricato:

- “Allegato A – Fascicolo di Calcolo SAP2000 Elevazione“;
- “Allegato B – Fascicolo di Calcolo SAP2000 Fondazione Strutturale“;
- “Allegato C – Fascicolo di Calcolo SAP2000 Fondazione Geotecnica“;