





 Agenzia per la Coesione Territoriale		PATTO PER LO SVILUPPO PER LA CITTA' DI VENEZIA Delibera CIPE 56/2016 (17A02402) G.U.n.79 del 4.4.2017 Fondo per lo Sviluppo e la Coesione FSC 2014-2020	 Fondo per lo Sviluppo e la Coesione	 Città metropolitana di Venezia
 DIREZIONE LAVORI PUBBLICI Settore Edilizia Comunale e Scolastica Servizio Edilizia Sportiva, Magistratura e Sedi Terraferma	Area : Punta S.Giuliano			Elab.: <h1>CDS</h1>
	Progetto : CI 14236 - 2.8.1. Rafforzamento azione P.A. - Ambiente e Territorio. Aree verdi parco S. Giuliano: Riordino del Polo Nautico ed opere complementari			
	R.U.P. : arch. Silvia Loreto			
	Tavola : RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE - NUOVO CENTRO NAUTICO			Rev.: 00
Codice	Progetto	Data	Scala	
14236	Esecutivo	22 Novembre 2019		
Progettisti: dott.urb. Aldo Menegazzi arch. Martina Guermani	Progetto strutture:  AI Progetti Architettura Ingegneria s.c. ing. Valentina Corras arch. Andrea Borin	Progetto impianti elettrici e termotecnici e speciali:  TFE Ingegneria srl ing. Zeffirino Tommasin	Relazioni specialistiche, rilievi, service grafico, computazioni, capitolati e contratti: ing. Filippo Ponchio	



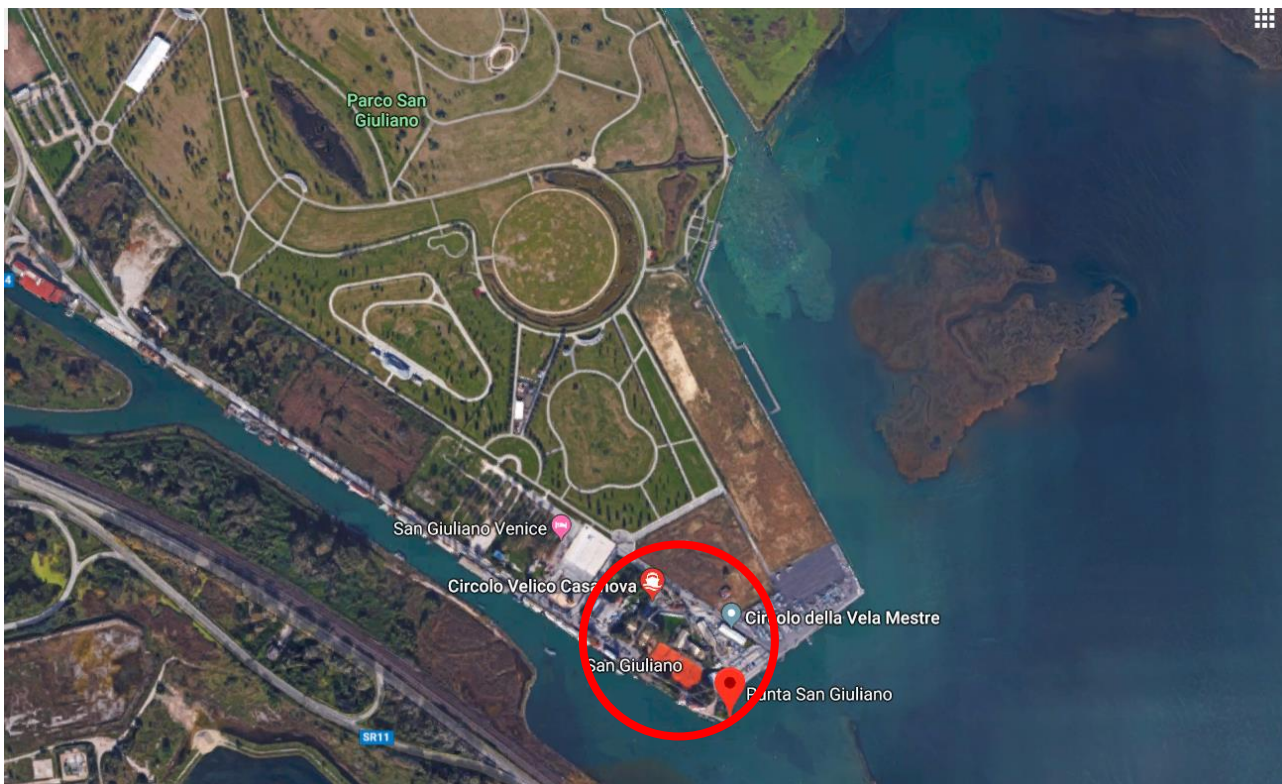
1 INDICE

1	Indice	1
2	Premessa	3
3	Descrizione della struttura	4
4	Normative di riferimento	7
5	Caratteristiche dei materiali	7
5.1.1	Acciaio per armatura delle strutture in calcestruzzo (B450C)	7
5.1.1	Acciaio armonico per armatura da precompressione (trefoli)	7
5.1.2	Calcestruzzo strutture gettate in opera (C32/40 XS1)	7
5.1.3	Calcestruzzo strutture prefabbricate precomprese (C45/55 XS1)	8
5.1.1	Calcestruzzo pilastri prefabbricati (C35/45 XS1).....	8
5.1.2	Acciaio per carpenteria metallica pesante (S355 J0)	8
5.1.3	Acciaio per bulloni e tirafondi.....	8
5.1.4	Legno Lamellare GL24h.....	8
6	Carichi	9
6.1	<i>Pesi propri</i>	9
6.2	<i>Carichi permanenti</i>	9
6.2.1	Platea (escluse zone rimessaggio barche)	9
6.2.2	Solaio di interpiano	9
6.2.3	Copertura lignea	10
6.2.4	Pompeiana su terrazza bar	10
6.2.5	Copertura locale tecnico	10
6.2.6	Scale in c.a.....	10
6.2.7	Tamponamenti.....	10
6.3	<i>Azioni variabili</i>	11
6.3.1	Area rimessaggio barche piano terra.....	11
6.3.2	Palestre, spogliatoi, scale in c.a., aule, servizi igienici	11
6.3.3	Bar	11
6.3.4	Copertura non accessibile al pubblico	11
6.4	<i>Neve</i>	11
6.5	<i>Vento</i>	12
6.6	<i>Azione sismica</i>	12
6.6.1	Fattore di comportamento	14
6.6.2	Spettri di progetto	14
7	Combinazioni di carico.....	16
8	Modelli e codici di calcolo.....	17
8.1.1	Sismicad	17
8.1.2	Microsoft Excel® della Microsoft Corporation	19

8.1.3	VcaSlu.....	20
9	Analisi sismica	20
9.1	Zona rimessaggio barche.....	20
9.2	Zona bar	22
10	Dimensionamento e verifiche	25
10.1	Zona rimessaggio barche.....	25
10.1.1	Tegoli TT di piano	25
10.1.2	Travi prefabbricate ad L	26
10.1.3	Travi prefabbricate a T rovescio.....	28
10.1.4	Pilastri prefabbricati 50x50	30
10.1.5	Pilastri prefabbricati 75x50	36
10.1.6	Setti scale 1-2-3.....	36
10.1.1	Tamponamenti sottofinestra	38
10.1.1	Copertura lignea.....	39
10.2	Zona bar.....	49
10.2.1	Solaio predalles	49
10.2.2	Travi.....	52
10.2.3	Pilastri 30x30	59
10.2.4	Setti	59
10.2.5	Pompeiana in legno.....	61
10.2.6	Soletta di copertura dell'ascensore	67
10.2.7	Scala metallica.....	68
10.3	Solette scale in c.a.	70
10.4	Platea di fondazione	70
10.4.1	Platea sp. 30 cm	71
10.4.1	Platea sp. 45 cm	73
10.4.1	Platea sp. 60 cm	76
10.5	Locale tecnico	78
10.5.1	Travi.....	81
10.5.2	Pilastri.....	82
10.5.3	Platea	82
11	Verifica al fuoco.....	85
11.1	Strutture in c.a. e c.a.p.....	85
11.2	Strutture lignee	85

2 PREMESSA

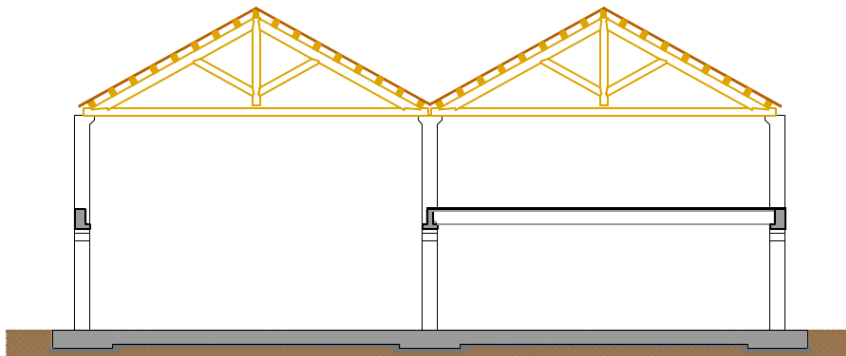
La presente relazione si riferisce al progetto strutturale di 5 capannoni per le attività sportive nautiche e si inseriscono nel progetto di riordino dell'attuale area del Polo nautico dell'area di San Giuliano.



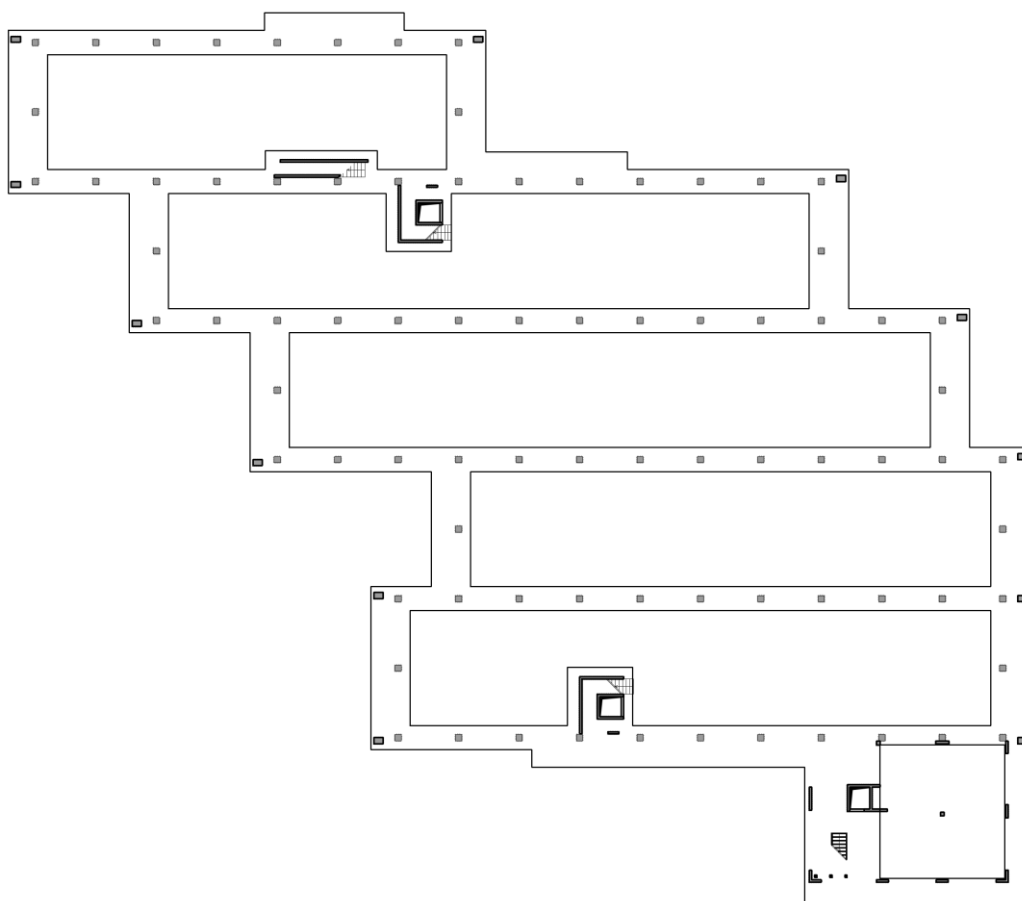
Area di interesse

3 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

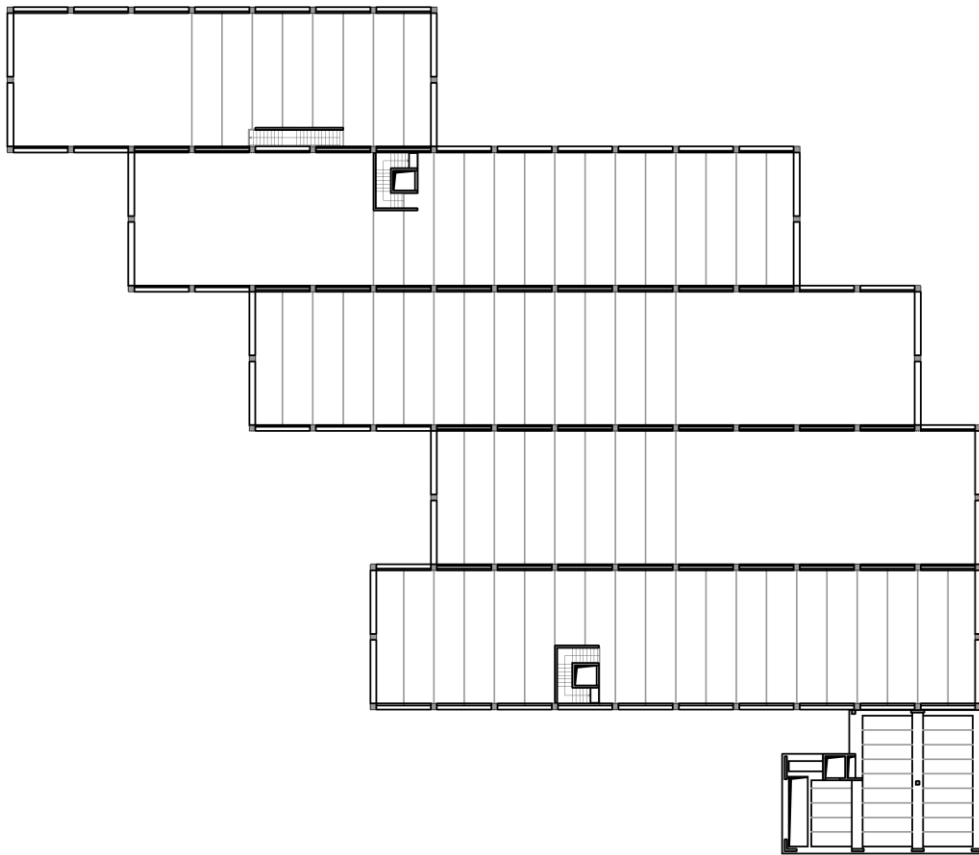
La struttura portante verticale dell'edificio è costituita da pilastri isostatici prefabbricati in c.a. (sezione 50x50cm), a cui si aggiungono tre vani scala (due dotati di ascensore) in c.a. (sp. 20 cm) che tuttavia sono indipendenti dalla struttura dell'edificio in quanto scollegati tramite giunti. La maglia dei pilastri, modulare e ripetitiva, ha dimensioni di 5x11,5 m (asse).



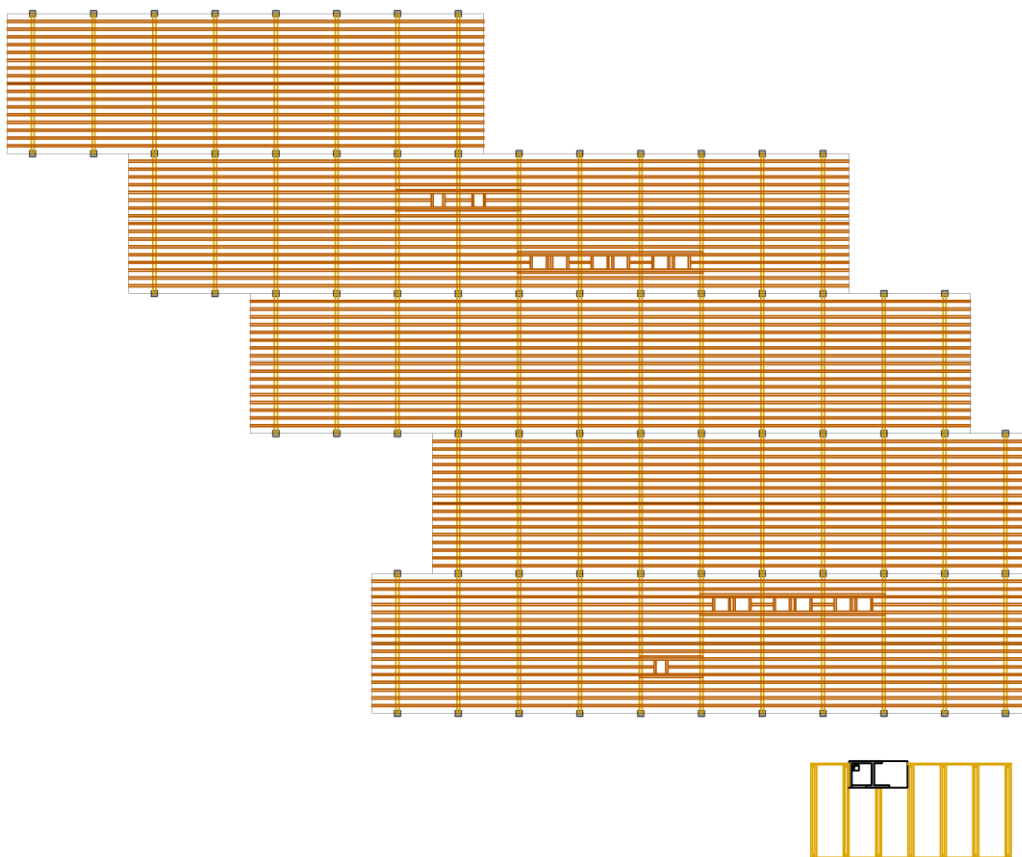
Sezione tipologica zona rimessaggio barche



Pianta piano terra

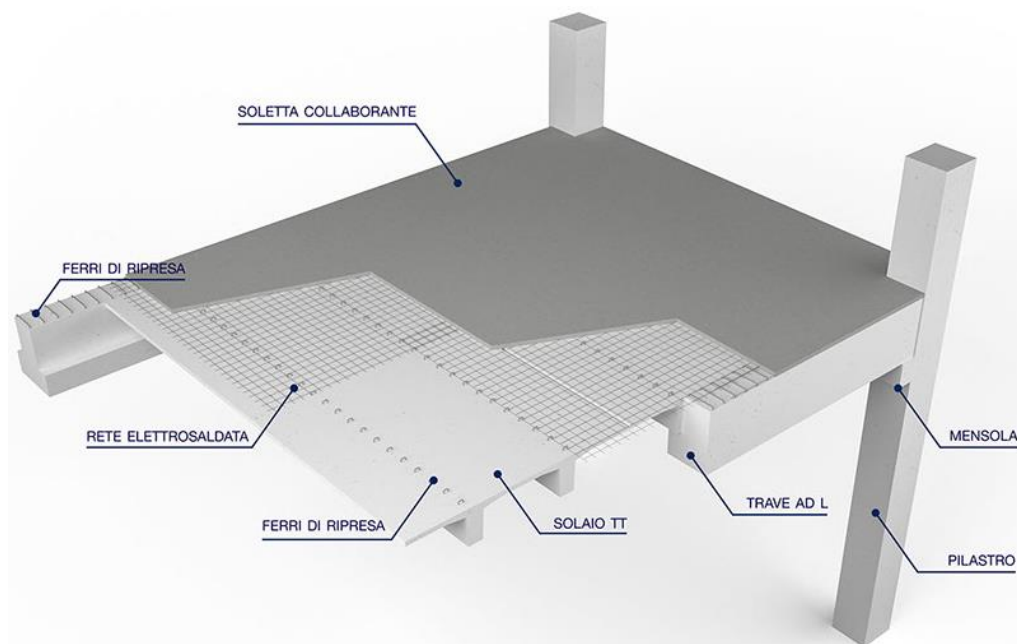


Pianta piano primo



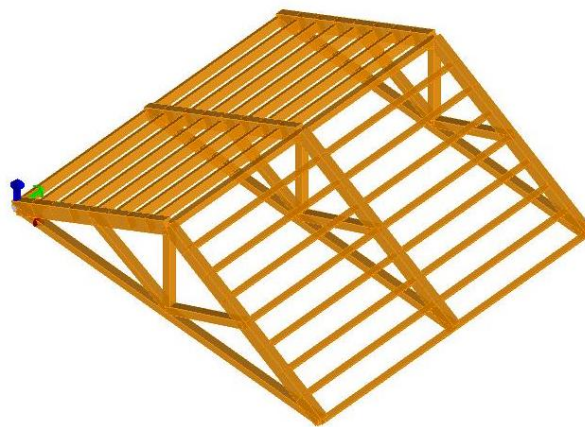
Pianta copertura

Il solaio d'interpiano, a tegoli tipo TT in c.a.p. di altezza 50 cm, posa su travi isostatiche (su due appoggi) a loro volta sostenute da apposite mensole integrate nei pilastri.



Schema struttura prefabbricata zona adibita a rimessaggio barche

La copertura lignea presenta capriate in legno lamellare di luce 11,5 m e travi trasversali di luce 5 m.



Schema copertura lignea

E' presente una porzione di edificio adibito a bar, con struttura in c.a. gettata in opera costituita da setti e pilastri, travi e solaio predalles. Al piano primo di tale porzione di edificio è presente una pompeiana scoperta in legno, oltre allo sbarco dell'ascensore.

La struttura risulta quindi estremamente leggera ed in grado di coprire luci considerevoli. La facilità di posa e l'estremo controllo degli elementi prefabbricati rende tale tipologia costruttiva adatta all'ambiente estremamente aggressivo in cui è posizionata.

L'edificio è stato calcolato in modo da poter ampliare in futuro l'estensione del solaio d'interpiano, con il solo posizionamento di nuovi elementi di solaio, senza intervenire con rinforzi sulle strutture verticali.

Le fondazioni sono del tipo a platea dello spessore di 60 cm, ribassate a 30 cm nella sola zona interna del bar per esigenze architettoniche e nella zona centrale delle aree adibite a rimessaggio barche.

Le verifiche di portanza del terreno e di cedimenti sono riportate nella relazione geotecnica.

4 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

I calcoli riportati vengono eseguiti secondo gli usuali metodi della Scienza delle Costruzioni e nel pieno rispetto delle normative vigenti.

La normativa attualmente in vigore in Italia è il Decreto Ministeriale del 17/01/2018 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”. Le azioni sulle strutture sono determinate in base a quanto riportato al §3 del DM 17/01/2018, mentre le verifiche sulle strutture sono svolte in ottemperanza di quanto descritto al §4 del medesimo decreto.

In mancanza di specifiche indicazioni, a integrazione delle presenti norme e per quanto con esse non in contrasto, possono essere utilizzati i documenti di seguito indicati che costituiscono riferimenti di comprovata validità:

I calcoli riportati vengono eseguiti secondo gli usuali metodi della Scienza delle Costruzioni e nel pieno rispetto delle normative vigenti.

- Decreto Ministeriale del 17/01/2018 “Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»”.
- Circ. n. 7 del 21/01/09: “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17/01/2018”.

5 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

5.1.1 Acciaio per armatura delle strutture in calcestruzzo (B450C)

Tensione caratteristica di snervamento:	f_{yk}	= 450	MPa
Tensione caratteristica di rottura:	f_{tk}	= 540	MPa

5.1.1 Acciaio armonico per armatura da precompressione (trefoli)

Tensione caratteristica al carico massimo:	$f_{ptk} = 1860$ MPa
Tensione caratteristica al 1% di deformazione totale:	$f_{p(1)k} = 1670$ MPa
Allungamento totale a carico massimo:	$A_{gt} = 3,5$ %
Caduta per rilassamento a 1000 ore:	$\rho_{1000} = 2,5$

5.1.2 Calcestruzzo strutture gettate in opera (C32/40 XS1)

Classe di esposizione:	XS1
Classe di resistenza:	C32/40
Massimo rapporto acqua/cemento:	0,50
Contenuto minimo cemento	320 kg/mc
Classe di consistenza:	S3
Dimensione massima aggregato:	25 mm
Copriferro netto minimo:	45 mm
Resistenza caratteristica a compressione cubica R_{ck}	= 40 MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica f_{ck}	= 32 MPa

5.1.3 Calcestruzzo strutture prefabbricate precomprese (C45/55 XS1)

Classe di esposizione:	XS1	
Classe di resistenza:	C45/55	
Massimo rapporto acqua/cemento:	0,50	
Contenuto minimo cemento	320	kg/mc
Classe di consistenza:	S3	
Dimensione massima aggregato:		25 mm
Copriferro netto minimo:		45 mm
Resistenza caratteristica a compressione cubica R_{ck}	=	55 MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica f_{ck}	=	45 MPa

5.1.1 Calcestruzzo pilastri prefabbricati (C35/45 XS1)

Classe di esposizione:	XS1	
Classe di resistenza:	C35/45	
Massimo rapporto acqua/cemento:	0,50	
Contenuto minimo cemento	320	kg/mc
Classe di consistenza:	S3	
Dimensione massima aggregato:		25 mm
Copriferro netto minimo:		45 mm
Resistenza caratteristica a compressione cubica R_{ck}	=	45 MPa
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica f_{ck}	=	35 MPa

5.1.2 Acciaio per carpenteria metallica pesante (S355 J0)

Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 510$	MPa
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 355$	MPa
Modulo elastico	$E = 210000$	MPa
Classe di esecuzione secondo legge 1090	EXC2	

5.1.3 Acciaio per bulloni e tirafondi

Classe della vite:	8.8
Classe del dado:	8
Tensione di snervamento:	$f_{yb}=649$ MPa
Tensione di rottura:	$f_{tb}=800$ Mpa

5.1.4 Legno Lamellare GL24h

Resistenza alla flessione:	$f_{m,g,k}$	24
Resistenza alla trazione:	$f_{t,0,g,k}$	19,2
Resistenza alla compressione:	$f_{c,0,g,k}$	24

Modulo di elasticità:

$E_{0,g,mean}$	11.500
$E_{0,g,0.5}$	9.600

6 CARICHI

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite. Le condizioni elementari di carico vengono cumulate secondo combinazioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU) e Stato Limite di Esercizio (SLE).

L'azione sismica viene rappresentata mediante uno spettro di progetto, calcolato con riferimento agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita (SLV). Si andranno a svolgere principalmente analisi lineari.

6.1 PESI PROPRI

Il peso proprio degli elementi strutturali inseriti nei modelli di calcolo è autodeterminato dal programma, in funzione delle dimensioni dell'elemento e dei seguenti pesi specifici del materiale:

calcestruzzo armato	2500 daN/mc
acciaio	2750 daN/mc
legno lamellare	385 daN/mc
tegoli tipo TT	300 daN/mq
scale in c.a. (sp. 20 cm + gradini)	670 daN/mq
solaio predalles zona bar (4+20+6)	435 daN/mq
solaio predalles locale tecnico (4+12+4)	310 daN/mq

6.2 CARICHI PERMANENTI

6.2.1 Platea (escluse zone rimessaggio barche)

Si considera la presenza di tramezze e partizioni in cartongesso (con doppia lastra nelle due superfici) per un peso di circa 50 daN/mq ed un'altezza di 320 cm; ne deriva un peso lineare di 160 daN/m a cui corrisponde un carico distribuito equivalente di 80 daN/mq (§3.1.3 NTC2018).

Descrizione	Spessore (cm)	Peso specifico (daN/mc)	Carico distribuito (daN/mq)
alleggerito	15	600	90
isolante	10	200	20
sabbia cemento	4	2000	80
pavimento	1	3000	30
tramezze	-	-	80
TOT			300

Le porzioni di platea adibite a rimessaggio barche hanno finitura cls a vista, pertanto il carico permanente portato è nullo.

6.2.2 Solaio di interpiano

Si considera la presenza di tramezze e partizioni in cartongesso (con doppia lastra nelle due superfici) per un peso di circa 50 daN/mq ed un'altezza di 270 cm; ne deriva un peso lineare di 135 daN/m a cui corrisponde un carico distribuito equivalente di 80 daN/mq (§3.1.3 NTC2018).

descrizione	spessore	peso specifico	carico distribuito
-------------	----------	----------------	--------------------

	(cm)	(daN/mc)	(daN/mq)
controsoffitto + impianti	-	-	20
isolante	12	83	10
alleggerito	10	600	60
sabbia cemento	5	2000	100
pavimento	1	3000	30
tramezze	-	-	80
TOT			300

6.2.3 Copertura lignea

descrizione	spessore (cm)	peso specifico (daN/mc)	carico distribuito (daN/mq)
controsoffitto + impianti	-	-	20
tavolato	3	420	12,6
freno vapore	-	-	0,2
lana di roccia	16	90	14,4
guaina impermeabile	0,8	1000	8
camera d'aria	6	-	4
tavolato	2,5	420	10,5
lamiera	-	-	14,3
pannelli fotovoltaici	-	-	16
TOT			100

6.2.4 Pompeiana su terrazza bar

La pompeiana è prevista scoperta, si considera comunque un carico distribuito di 20 daN/mq.

6.2.5 Copertura locale tecnico

Il locale tecnico ha una copertura piana in cui è presente un massetto alleggerito per formazione della pendenza ed un manto impermeabile in guaina bituminosa.

Si stima un carico permanente portato di **100 daN/mq**.

6.2.6 Scale in c.a.

Il peso dei gradini è computato come peso proprio (170 daN/mq), mentre il peso della finitura è pari a 210 daN/mq.

6.2.7 Tamponamenti

I pannelli di tamponamento perimetrale hanno un peso proprio di circa 420 daN/mq, a cui è da sommare il carico della finitura in mattoni faccia a vista eseguita in opera (12 cm x 1800 daN/mc = 216 daN/mq), per un totale di circa 636 daN/mq; tale carico è stato considerato agente in modo distribuito sui pilastri, con intensità pari a 40 kN/m.

Il carico delle pareti divisorie interne inserite nei campi di telaio è considerato a favore di sicurezza agente in modo distribuito sui pilastri, con intensità pari a 25 cm x 1400 daN/mc = 350 daN/mq, a cui corrisponde un carico lineare di 20 kN/m.

6.3 AZIONI VARIABILI

6.3.1 Area rimessaggio barche piano terra

Categoria E1 secondo Tab. 3.1.II NTC 2018 (depositi)

- Carico uniformemente distribuito: $q_k = 600 \text{ daN/mq}$
- Carico concentrato: $Q_k = 700 \text{ daN/m}$
- Carico orizzontale: $H_k = 100 \text{ daN/m}$

6.3.2 Palestre, spogliatoi, scale in c.a., aule, servizi igienici

Categoria C4 secondo Tab. 3.1.II NTC 2018 (ambiente con possibile svolgimento di attività fisiche).

- Carico uniformemente distribuito: $q_k = 500 \text{ daN/mq}$
- Carico concentrato: $Q_k = 500 \text{ daN/m}$
- Carico orizzontale: $H_k = 300 \text{ daN/m}$

Al §3.1.4.1 delle NTC 2018 è permessa una riduzione del sovraccarico variabile uniformemente distribuito nel calcolo degli elementi strutturali orizzontali, pari al fattore α_n : $0,6 \leq 5/7 \psi_0 + 10/A \leq 1$ Dove $\psi_0 = 0,7$:

Elemento strutturale	A (mq)	α_n	$q = \alpha_n \times q_k \text{ (daN/mq)}$
Tegolo	2,5 m x 11,15 m = 27,88 mq	0,86	430
Trave bordo	4,25 m x 6 m = 25,5 mq	0,89	450
Trave centrale	4,25 m x 12 m = 51 mq	0,70	350

6.3.3 Bar

Categoria C1 secondo Tab. 3.1.II NTC 2018 (caffè, ristorante)

- Carico uniformemente distribuito: $q_k = 300 \text{ daN/mq}$
- Carico concentrato: $Q_k = 300 \text{ daN/m}$
- Carico orizzontale: $H_k = 100 \text{ daN/m}$

6.3.4 Copertura non accessibile al pubblico

I carichi antropici dipendono dalla destinazione d'uso dell'opera.

Categoria Hsecondo Tab. 3.1.II NTC 2018 (copertura accessibile per sola manutenzione)

- Carico uniformemente distribuito: $q_k = 50 \text{ daN/mq}$
- Carico concentrato: $Q_k = 120 \text{ daN/m}$
- Carico orizzontale: $H_k = 100 \text{ daN/m}$

6.4 NEVE

Si fa riferimento a quanto previsto dalla normativa vigente. Il valore del carico provocato dalla neve, per un edificio in zona II è determinato dalla seguente espressione:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_T = 100 \text{ daN/mq}$$

Coefficiente di esposizione al vento

$C_e = 0,9$ (area pianeggiante non ostruita, esposta su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti)

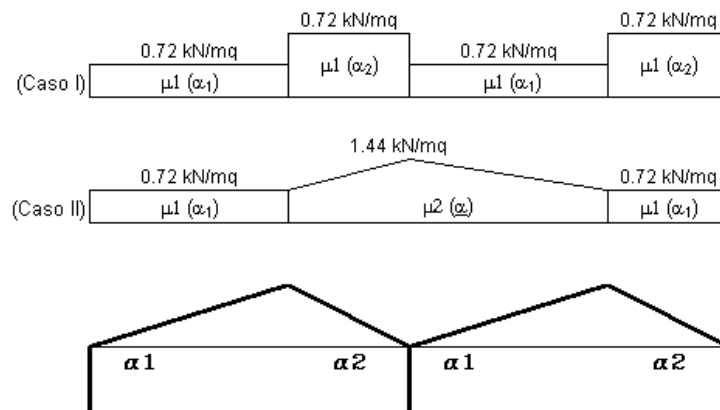
Valore caratteristico del carico al suolo

$$q_{sk} C_e = 90 \text{ daN/mq}$$

Angolo di inclinazione della falda:

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 30^\circ \quad \mu_1(\alpha_1) = \mu_1(\alpha_2) = 0,8 \quad Q_1 = 72 \text{ daN/mq}$$

$$\alpha^* = (\alpha_1 + \alpha_2) / 2 = 30^\circ \quad \mu_2(\alpha^*) = 1,6 \quad Q_2^* = 144 \text{ daN/mq}$$



Caso I: Carico da neve depositata in assenza di vento

Caso II: Carico da neve depositata in presenza di vento

Schema carico neve

6.5 VENTO

Si fa riferimento a quanto previsto dalla normativa vigente NTC2018.

Zona vento = 1

Velocità base della zona: $V_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Altitudine base della zona: $A_0 = 1000 \text{ m}$

Altitudine del sito: $A_s = 1 \text{ m}$

Velocità di riferimento: $V_b = 25 \text{ m/s}$ ($V_b = V_{b,0}$ per $A_s \leq A_0$)

Periodo di ritorno: $T_r = 50 \text{ anni}$ $C_r = 1$

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto: $V_r = V_b$ $C_r = 25 \text{ m/s}$

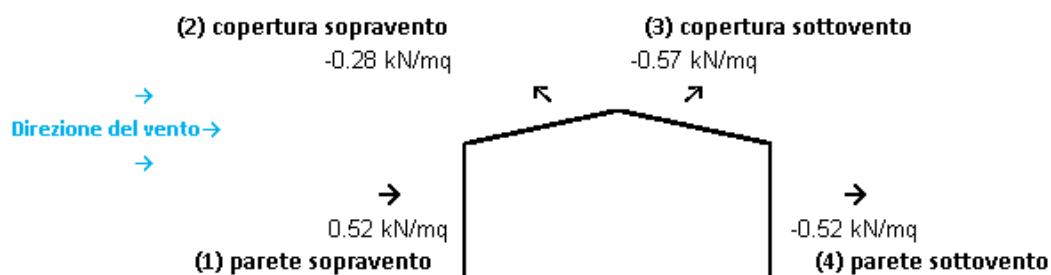
Classe di rugosità del terreno: D (costa)

Categoria esposizione: tipo II (costa) $K_r = 0,19$ - $Z_0 = 0,05 \text{ m}$ - $Z_{min} = 4 \text{ m}$

Pressione cinetica di riferimento: $q_b = 39 \text{ daN/mq}$

Coefficiente dinamico: $C_d = 1$

Coefficiente di esposizione topografica: $C_t = 1$



Schema carico vento

6.6 AZIONE SISMICA

L'azione sismica viene valutata in base al §3.2 delle NTC18. Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla pericolosità sismica di base del sito di costruzione e costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nel periodo di riferimento V_R .

Gli spettri utilizzati per le verifiche sono ricavati attraverso il software messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici “*Spettri-NTCver.1.0.3.xls*” attraverso le coordinate del sito:

Località: Venezia
Provincia: Venezia
Regione: Veneto

Coordinate GPS:
Latitudine : 45.46700 N
Longitudine: 12.28200 E
Terrebo tipo C

In base al §2.4 del DM17/01/18 si stabilisce una vita nominale dell'opera pari a $V_N=50$ anni.

Il punto 2.4.2 delle NTC 2018 prevede la suddivisione in 4 classi d'uso dei fabbricati.

- Classe I Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli;
- Classe II Costruzioni con normali affollamenti senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti nelle classi III o IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi conseguenze rilevanti;
- Classe III Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti nella classe IV. Ponti e reti viarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso;
- Classe IV Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente.

Ai manufatti in esame viene assegnata Classe d'Uso II ed un corrispondente coefficiente $C_U=1$.

Per il calcolo della pericolosità sismica si fa riferimento al periodo di riferimento $V_R=50$ anni, calcolato come prodotto della vita nominale dell'edificio, pari a $V_N=50$ anni, ed della classe d'uso II ($C_U=1$), descritte in precedenza. Per le verifiche strutturali si fa riferimento allo Stato Limite di salvaguardia della Vita, che considera una probabilità di superamento dell'azione sismica nel periodo di riferimento V_R pari a $P_{VR}=10\%$.

La tabella “parametri della struttura” di seguito riportata, riassume i parametri adottati nel presente studio:

Classe d'uso	Coefficiente d'uso	Vita nominale [anni]	Periodo di riferimento [anni]	Tipo di suolo	Categoria topografica
II	1	50	50	C	T1

Fissato il periodo di riferimento V_R e la probabilità di superamento P_{VR} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_R e i relativi parametri di pericolosità sismica, che dipendono dalla posizione geografica dell'opera.

SL	P_{VR} [%]	T_R [anni]	a_g [g]	F_o	T_c^* [s]
SLO	81%	30	0,029	2,502	0,205
SLD	63%	50	0,035	2,533	0,240
SLV	10%	475	0,076	2,686	0,358
SLC	5%	975	0,100	2,639	0,381

Dove:

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_o : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Individuati su reticolo di riferimento i parametri di pericolosità sismica si valutano i parametri spettrali, dove:

- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente $S = S_S \cdot S_T$ (eq.3.2.3 DM2018)
- F_0 è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale
- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante.
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a velocità costante.
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro a spostamento costante.

6.6.1 Fattore di comportamento

Il valore del fattore di comportamento q da utilizzare per ciascuna direzione della 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.

Facendo riferimento a quanto indicato al §7.3 dell'NTC2018 si opta per considerare un **comportamento strutturale non dissipativo**: nei confronti delle azioni sismiche allo SLV, nel caso in esame si considera un fattore di struttura pari a:

$$1 \leq q_{ND} = K_r \cdot 2/3 \cdot q_{(CDB)} \leq 1,5$$

struttura	q CDB	KR	q CDB	q ND
prefabbricata	2,5 (pilastri incastrati e orizzontamenti incernierati)	1 (regolare in altezza)	2,5	1,5
gettata in opera	3 (preti non accoppiate)	0,8 (non regolare in altezza)	2,4	1,5

Si sceglie il valore: **$q = 1,5$**

6.6.2 Spettri di progetto

I valori dello spettro orizzontale sono calcolati secondo le seguenti espressioni in funzione del periodo proprio " T " della struttura:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Si riportano di seguito i valori ed i grafici degli spettri di progetto.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	
a_g	0.076 g
F_a	2.686
T_a	0.358 s
S_a	1.500
C_{cc}	1.473
S_T	1.000
q	1.500

Parametri dipendenti

S	1.500
η	0.667
T_B	0.176 s
T_C	0.528 s
T_D	1.904 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

$$\eta = \sqrt{10/(S + \xi)} \geq 0.55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

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

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

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

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

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_y(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a$$

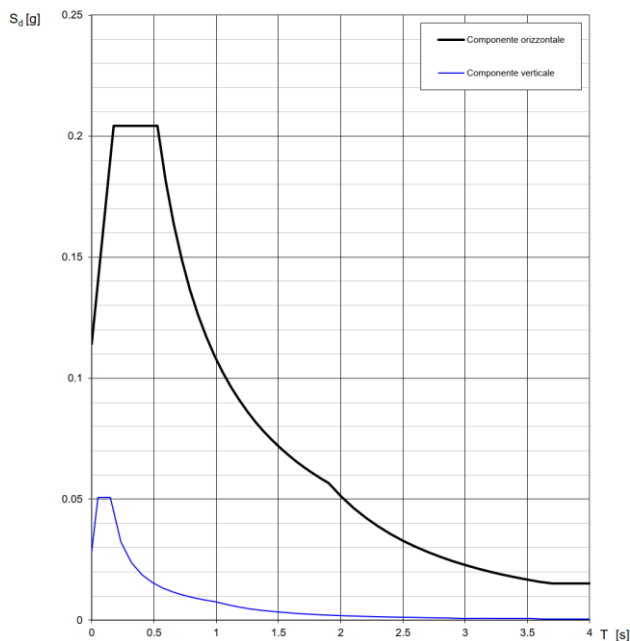
$$T_C \leq T < T_D \quad S_y(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_a \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.114	0.114
T_B	0.176	0.204
T_C	0.528	0.204
	0.593	0.182
	0.659	0.164
	0.724	0.149
	0.790	0.136
	0.856	0.126
	0.921	0.117
	0.987	0.109
	1.052	0.102
	1.118	0.096
	1.183	0.091
	1.249	0.086
	1.314	0.082
	1.380	0.078
	1.445	0.075
	1.511	0.071
	1.577	0.068
	1.642	0.066
	1.708	0.063
	1.773	0.061
	1.839	0.059
T_D	1.904	0.057
	2.004	0.051
	2.104	0.046
	2.204	0.042
	2.303	0.039
	2.403	0.036
	2.503	0.033
	2.603	0.030
	2.703	0.028
	2.802	0.026
	2.902	0.024
	3.002	0.023
	3.102	0.021
	3.202	0.020
	3.301	0.019
	3.401	0.018
	3.501	0.017
	3.601	0.016
	3.701	0.015
	3.800	0.015
	3.900	0.015
	4.000	



7 COMBINAZIONI DI CARICO

Si adottano le combinazioni prescritte dal DM 14/01/2018 espresse al paragrafo 2.5.3:

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

$$\gamma_{G1}G1 + \gamma_{G2}G2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1}Q_{k1} + \gamma_{Q2}\psi_{02}Q_{k2} + \gamma_{Q3}\psi_{03}Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G1 + G2 + P + Q_{k1} + \psi_{02}Q_{k2} + \psi_{03}Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G1 + G2 + P + \psi_{11}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \psi_{23}Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G1 + G2 + P + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \psi_{23}Q_{k3} + \dots$$
- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2 DM14/01/18):

$$E + G1 + G2 + P + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$$
- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6 DM14/01/18):

$$G1 + G2 + P + A_d + \psi_{21}Q_{k1} + \psi_{22}Q_{k2} + \dots$$

dove:

G_k	valore caratteristico delle azioni permanenti
P	valore caratteristico della forza di precompressione
Q_{ik}	valore caratteristico dell'azione variabile i-esima
E	azione sismica con spettro di progetto allo Stato Limite Ultimo
$\gamma_{G1}, \gamma_{G2}, \dots, \gamma_{Qi}$	coefficienti parziali di sicurezza (tabella 2.6.I DM 14/01/08)
γ_P	coeff. parziale della precompressione
$\psi_{0j}, \psi_{1j}, \psi_{2j}$	coefficienti di combinazione (tabella 2.5.I DM14/01/08)

Di seguito si riportano le tabelle 2.5.I e 2.6.I. dove sono illustrati i valori dei coefficienti di sicurezza e dei coefficienti di combinazione.

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	ψ_{0j}	ψ_{1j}	ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

La massa strutturale considerata per le analisi dinamiche viene calcolata considerando la massa degli elementi strutturali modellati ed una massa equivalente ai carichi gravitazionali in combinazione quasi permanente, secondo l'espressione:

$$G_1 + G_2 + \sum \Psi_{2,i} Q_i$$

8 MODELLI E CODICI DI CALCOLO

I calcoli sono stati eseguiti secondo i metodi della scienza e tecnica delle costruzioni, per i carichi definiti dalle norme in vigore, e seguendo il metodo di verifica della sicurezza agli stati limite.

Il materiale è considerato nel calcolo come elastico lineare (relazione lineare fra tensioni e deformazioni fino a rottura) e con un unico comportamento reologico; le tensioni interne vengono calcolate nell'ipotesi di conservazione delle sezioni piane.

8.1.1 Sismicad

Le analisi sono state svolte con il software di calcolo agli elementi finiti SISMICAD distribuito da "CONCRETE srl" - versione regolarmente licenziata.

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

Per quanto riguarda l'affidabilità si rimanda alla documentazione presente nel sito: <https://www.concrete.it/>

L'analisi strutturale viene condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici; essa viene effettuata con il metodo degli elementi finiti, che si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$K \cdot u = F$$

Dove: K = matrice di rigidezza;

u = vettore spostamenti nodali;

F = vettore forze nodali.

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni di ogni elemento, riferite ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono:

Elementi tipo BEAM

Elementi tipo PLATE

Per valutare il comportamento globale delle strutture in oggetto, soggetta sia ad azioni verticali e orizzontali, si è realizzato un modello agli elementi finiti, attraverso il quale si sono ricavate le sollecitazioni agenti sui diversi elementi e alcune caratteristiche del comportamento dinamico della struttura.

Nel modello numerico di calcolo realizzato sono rappresentati gli elementi strutturali portanti e gli elementi che sono considerati contribuire in termini di rigidezza al comportamento strutturale globale del manufatto tipologico in oggetto.

La raffinatezza dei modelli di calcolo consente di analizzare il comportamento di tutti gli elementi strutturali, considerando l'effettivo contributo alla rigidezza complessiva del sistema fornito da ciascun componente elementare prevedendo la riproduzione fedele delle strutture.

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali sono state inserite come dettato dalla normativa vigente e precedentemente descritte.

Nel modello tridimensionale realizzato gli elementi costruttivi dei fabbricati sono schematizzati da elementi finiti di tipo asta (beam a due nodi) e di tipo piastra (shell). Gli elementi asta sono impiegati per la schematizzazione di travi e pilastri soggetti a momenti flettenti, tagli e sforzi assiali. Gli elementi piastra sono utilizzati per simulare setti e solette in c.a..

Quali azioni agenti ai fini della verifica degli elementi strutturali si sono considerati:

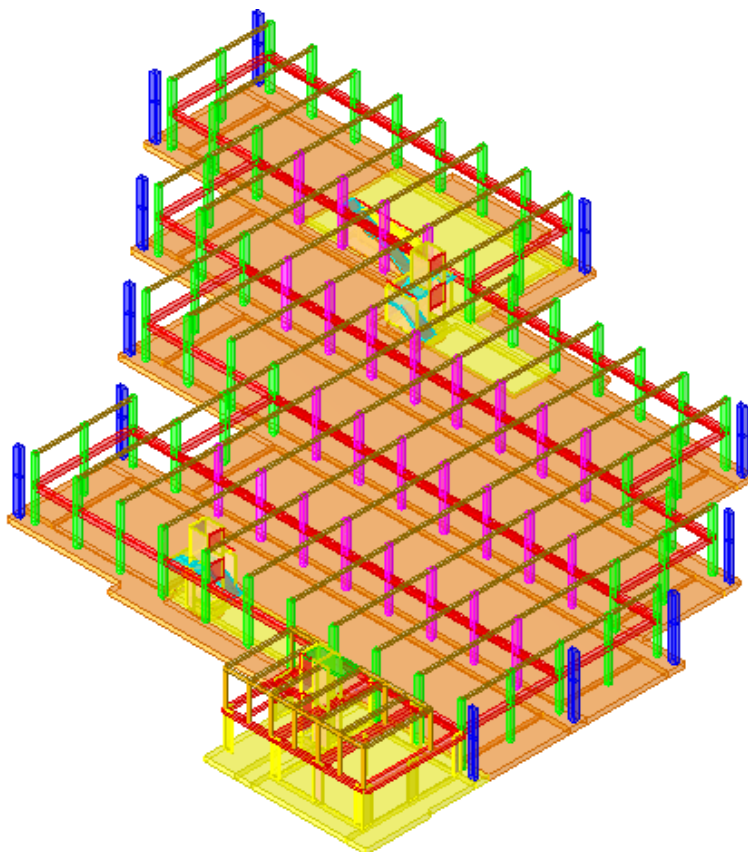
- Il peso proprio delle strutture;
- I sovraccarichi permanenti portati (definiti nei paragrafi precedenti);
- Le azioni sismiche orizzontali in direzione X;
- Le azioni sismiche orizzontali in direzione Y;

Il peso proprio delle strutture verticali è calcolato automaticamente dal programma di calcolo.

Il peso proprio dell'impalcato di copertura (descritto in precedenza) è stato introdotto nel modello tramite un elemento carico superficiale.

E' stato eseguito un modello globale al fine di valutare i soli sforzi sulle fondazioni (modellate con molle elastiche alla Winkler con rigidezza 0,45 daN/cmc).

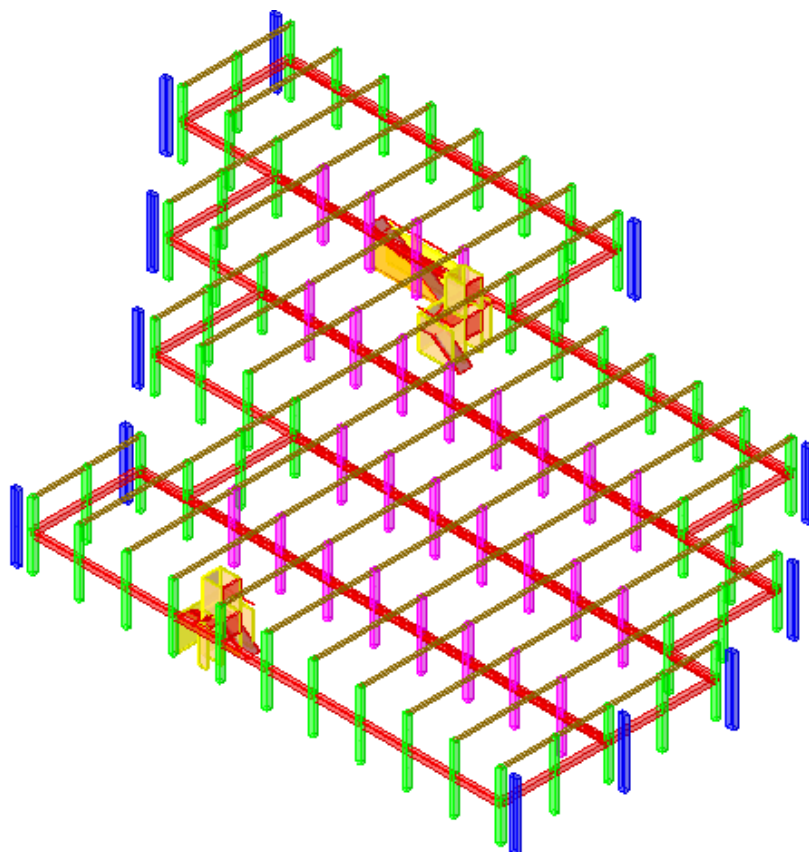
Si riporta di seguito un'immagine del modello di calcolo globale agli elementi finiti:



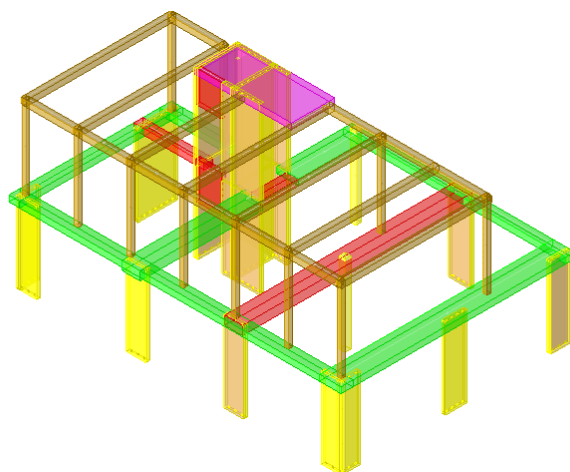
Modello di calcolo globale per calcolo fondazioni

Per il dimensionamento delle elevazioni sono stati eseguiti due modelli di calcolo (capannone e bar) incastrati alla base.

Si riporta di seguito un'immagine del modello di calcolo agli elementi finiti dei due corpi di fabbrica analizzati separatamente:



Modello di calcolo edificio prefabbricato



Modello di calcolo zona bar

In tali modelli la copertura a falde della zona prefabbricata è stata modellata come carico agente sulla sommità dei pilastri in c.a.: tale scelta è dettata dalla difficoltà di modellare il comportamento “a spinta impedita” garantito dalla presenza delle capriate.

Per il calcolo degli elementi lignei di copertura è stato eseguito un modello locale ad hoc, così come per la scelta metallica del bar ed i parapetti.

8.1.2 Microsoft Excel® della Microsoft Corporation

Fogli excel per l'esecuzione di calcoli semplici implementati direttamente su schemi e formule derivate dalla scienza delle costruzioni. Prima dell'utilizzo, il foglio excel viene testato e verificato sia mediante calcolo manuale diretto, sia mediante confronto con altri programmi di calcolo.

8.1.3 VcaSlu

Programma prodotto dall'ing. Piero Gelfi dell'università di Brescia. Esegue il calcolo e la verifica di sezioni in c.a.

Versione software: 7.6 del 25 giugno 2010

Licenza nr: disponibile gratuitamente

9 ANALISI SISMICA

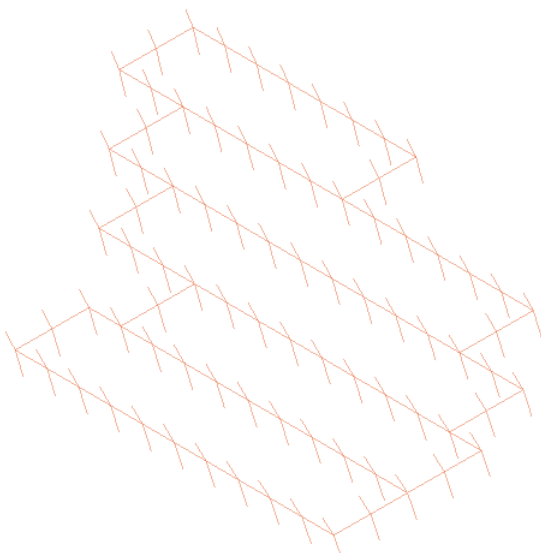
L'analisi sismica delle strutture è stata condotta svolgendo un'Analisi Statica Lineare con Spettro di Risposta ridotto con fattore $q=1,5$.

I modi di vibrare ottenuti dal modello di calcolo sono riportati nella seguente tabella; come riportato al paragrafo 7.3.3.1 dell'NTC18 è opportuno considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante sia superiore all'85%.

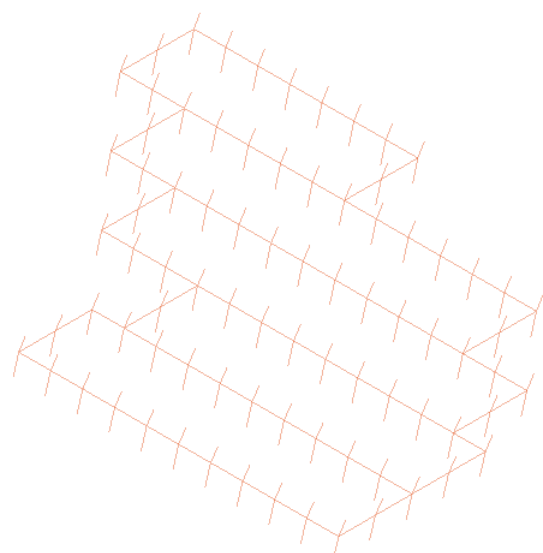
9.1 ZONA RIMESSAGGIO BARCHE

Modo	Periodo (sec)	Massa X (%)	Massa Y (%)
1	0,699	2,6	79,0
2	0,697	79,5	2,7
3	0,632	0,2	0,6
4	0,206	0	9,3
5	0,153	13,6	0
TOTALE ($\geq 5\%$)		93,1	88,4

Si riporta l'output dei principali modi di vibrare:



1° modo di vibrare



2° modo di vibrare

Sono stati valutati gli spostamenti estremi per ogni interpiano in ognuna delle combinazioni di carico. Il massimo drift di piano calcolato applicando il fattore di comportamento SLD $q = 1,5$ secondo D.M. 17-01-18 §7.3.6.1. è pari a **0,3361 % < 0,5%**: la verifica di deformabilità risulta soddisfatta.

Si riporta di seguito la valutazione degli effetti di second'ordine:

	Combinazione di carico	Carico verticale (kN)	Spostamento medio di piano (mm)	Forza orizzontale totale (kN)	Altezza di piano (m)	θ Formula 7.3.3 § 7.3.1 NTC2018
TE 2	SLV 1	43801,51	18,74	7145,19	4,05	0,028

PRIMO IMPALCATO - COPERTURA

TERRA - COPERTURA

SLV 2	43801,51	18,75	7145,19	4,05	0,028
SLV 3	43801,66	18,77	7059,07	4,05	0,029
SLV 4	43801,66	18,76	7059,07	4,05	0,029
SLV 5	43801,12	18,74	7093,56	4,05	0,029
SLV 6	43801,12	18,76	7093,56	4,05	0,029
SLV 7	43801,6	18,78	7006,81	4,05	0,029
SLV 8	43801,6	18,76	7006,81	4,05	0,029
SLV 9	43800,94	18,75	7006,81	4,05	0,029
SLV 10	43800,94	18,77	7006,81	4,05	0,029
SLV 11	43801,41	18,75	7093,56	4,05	0,029
SLV 12	43801,41	18,72	7093,56	4,05	0,029
SLV 13	43800,88	18,73	7059,07	4,05	0,029
SLV 14	43800,88	18,73	7059,07	4,05	0,029
SLV 15	43801,03	18,71	7145,19	4,05	0,028
SLV 16	43801,03	18,7	7145,19	4,05	0,028
SLV 1	3928,93	24,81	2677,18	3,05	0,012
SLV 2	3928,93	24,81	2677,18	3,05	0,012
SLV 3	3928,93	24,92	2586,62	3,05	0,012
SLV 4	3928,93	24,93	2586,62	3,05	0,012
SLV 5	3928,93	24,85	2747,5	3,05	0,012
SLV 6	3928,93	24,86	2747,5	3,05	0,012
SLV 7	3928,93	24,97	2659,33	3,05	0,012
SLV 8	3928,93	24,97	2659,33	3,05	0,012
SLV 9	3928,93	24,96	2659,33	3,05	0,012
SLV 10	3928,93	24,96	2659,33	3,05	0,012
SLV 11	3928,93	24,84	2747,5	3,05	0,012
SLV 12	3928,93	24,84	2747,5	3,05	0,012
SLV 13	3928,93	24,89	2586,62	3,05	0,012
SLV 14	3928,93	24,89	2586,62	3,05	0,012
SLV 15	3928,93	24,77	2677,18	3,05	0,012
SLV 16	3928,93	24,77	2677,18	3,05	0,012
SLV 1	3928,93	3,08	2677,18	7,1	0,001
SLV 2	3928,93	3,08	2677,18	7,1	0,001
SLV 3	3928,93	4,22	2586,62	7,1	0,001
SLV 4	3928,93	4,22	2586,62	7,1	0,001
SLV 5	3928,93	6,74	2747,5	7,1	0,001
SLV 6	3928,93	6,74	2747,5	7,1	0,001
SLV 7	3928,93	7,33	2659,33	7,1	0,002
SLV 8	3928,93	7,33	2659,33	7,1	0,002
SLV 9	3928,93	7,33	2659,33	7,1	0,002
SLV 10	3928,93	7,33	2659,33	7,1	0,002
SLV 11	3928,93	6,74	2747,5	7,1	0,001
SLV 12	3928,93	6,74	2747,5	7,1	0,001
SLV 13	3928,93	4,22	2586,62	7,1	0,001
SLV 14	3928,93	4,22	2586,62	7,1	0,001
SLV 15	3928,93	3,08	2677,18	7,1	0,001
SLV 16	3928,93	3,08	2677,18	7,1	0,001

La valutazione degli effetti del second'ordine (secondo p.to 7.3.3 NTC 2018) permettono di escludere l'analisi P-Delta:

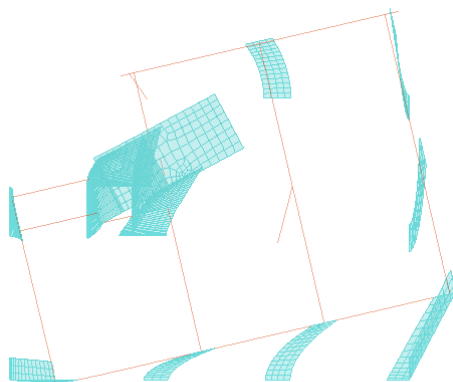
$$\Theta = P \, dEr / (V \, h) < 0,1$$

Come riportato in tabella infatti il parametro Theta è sempre < 0.1.

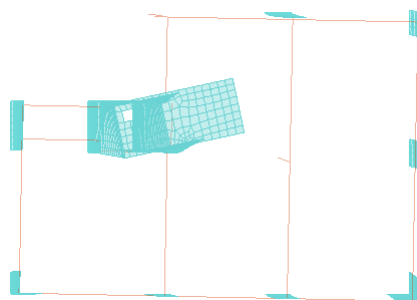
9.2 ZONA BAR

Modo	Periodo (sec)	Massa X (%)	Massa Y (%)
1	0,642	0	0,5
2	0,594	0	0,9
3	0,476	0,7	0
4	0,438	0,7	0
5	0,417	0	0,1
6	0,319	0	0
7	0,138	6,6	56,7
8	0,109	71,8	3,5
9	0,075	3,8	26,1
10	0,053	11,4	4,2
TOTALE (≥5%)		89,7	82,8

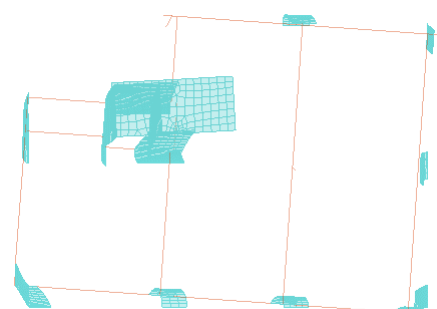
Si riporta l'output dei principali modi di vibrare:



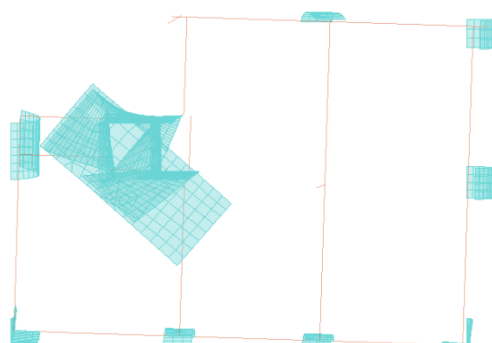
7° modo di vibrare



8° modo di vibrare



9° modo di vibrare



10° modo di vibrare

Sono stati valutati gli spostamenti estremi per ogni interpiano in ognuna delle combinazioni di carico.

Il massimo drift di piano calcolato applicando il fattore di comportamento SLD $q = 1,5$ secondo D.M. 17-01-18 §7.3.6.1. è pari a **0,2795 % < 0,5%**: la verifica di deformabilità risulta soddisfatta.

Si riporta di seguito la valutazione degli effetti di second'ordine:

	Combinazione di carico	Carico verticale (kN)	Spostamento medio di piano (mm)	Forza orizzontale totale (kN)	Altezza di piano (m)	θ Formula 7.3.3 § 7.3.1 NTC2018
TERRA - PRIMO IMPALCATO	SLV 1	2475,14	1,64	383,05	4,09	0,003
	SLV 2	2475,14	1,8	383,05	4,09	0,003
	SLV 3	2464,38	0,98	368,67	4,09	0,002
	SLV 4	2464,38	1,07	368,67	4,09	0,002
	SLV 5	2497,3	1,83	384,33	4,09	0,003
	SLV 6	2497,3	2,03	384,33	4,09	0,003
	SLV 7	2461,45	1,46	370	4,09	0,002
	SLV 8	2461,45	1,26	370	4,09	0,002
	SLV 9	2505,55	1,29	370	4,09	0,002
	SLV 10	2505,55	1,48	370	4,09	0,002
	SLV 11	2469,69	2,07	384,33	4,09	0,003
	SLV 12	2469,69	1,87	384,33	4,09	0,003
	SLV 13	2502,61	1,23	368,67	4,09	0,002
	SLV 14	2502,61	1,14	368,67	4,09	0,002
	SLV 15	2491,86	1,9	383,05	4,09	0,003
	SLV 16	2491,86	1,75	383,05	4,09	0,003
PRIMO IMPALCATO - TETTOIA	SLV 1	138,53	21,86	50,75	4,28	0,014
	SLV 2	138,53	21,96	50,75	4,28	0,014
	SLV 3	141,74	22,01	47,57	4,28	0,015
	SLV 4	141,74	22,08	47,57	4,28	0,015
	SLV 5	134,76	23,93	32,2	4,28	0,023
	SLV 6	134,76	24,02	32,2	4,28	0,023
	SLV 7	145,47	25,34	26,91	4,28	0,032
	SLV 8	145,47	25,32	26,91	4,28	0,032
	SLV 9	134,74	23,67	26,91	4,28	0,028
	SLV 10	134,74	23,7	26,91	4,28	0,028
	SLV 11	145,45	25,88	32,2	4,28	0,027
	SLV 12	145,45	25,79	32,2	4,28	0,027
	SLV 13	138,47	21,94	47,57	4,28	0,015
	SLV 14	138,47	21,87	47,57	4,28	0,015
	SLV 15	141,69	22,97	50,75	4,28	0,015
	SLV 16	141,69	22,88	50,75	4,28	0,015
TERRA - TETTOIA	SLV 1	138,53	2,99	50,75	8,37	0,001
	SLV 2	138,53	2,93	50,75	8,37	0,001
	SLV 3	141,74	2,29	47,57	8,37	0,001
	SLV 4	141,74	2,21	47,57	8,37	0,001
	SLV 5	134,76	2,38	32,2	8,37	0,001
	SLV 6	134,76	2,37	32,2	8,37	0,001
	SLV 7	145,47	1,54	26,91	8,37	0,001
	SLV 8	145,47	1,5	26,91	8,37	0,001
	SLV 9	134,74	1,62	26,91	8,37	0,001

SLV 10	134,74	1,69	26,91	8,37	0,001
SLV 11	145,45	2,65	32,2	8,37	0,001
SLV 12	145,45	2,68	32,2	8,37	0,001
SLV 13	138,47	2,78	47,57	8,37	0,001
SLV 14	138,47	2,86	47,57	8,37	0,001
SLV 15	141,69	3,43	50,75	8,37	0,001
SLV 16	141,69	3,49	50,75	8,37	0,001

La valutazione degli effetti del second'ordine (secondo p.to 7.3.3 NTC 2018) permettono di escludere l'analisi P-Delta:

$$\Theta = P \, dEr / (V \, h) < 0,1$$

Come riportato in tabella infatti il parametro Theta è sempre < 0.1.

10 DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE

Le presenti verifiche sono state condotte in accordo con il DM 17/01/2018 per azioni naturali agli Stati limite Ultimi (SLU) e sismiche agli Stati limite di Salvaguardia della Vita (SLV).

10.1 ZONA RIMESSAGGIO BARCHE

10.1.1 Tegoli TT di piano

Si riporta di seguito il dimensionamento del tegolo tipo TT a sostegno del piano primo.

Il tegolo ha luce di calcolo pari a 11,15 m (luce netta di 11 m + 15 cm appoggio sulle trai per lato).

$$g1 = (3 \text{ kPa} + 0,05 \text{ m} \times 25 \text{ kN/mc}) \times 2,5 \text{ m} = 10,625 \text{ kN/m}$$

$$g2 = 3 \text{ kPa} \times 2,5 \text{ m} = 7,5 \text{ kN/m}$$

$$q = 4,3 \text{ kPa} \times 2,5 \text{ m} = 10,75 \text{ kN/m}$$

$$M \text{ SLU} = 640.1 \text{ kNm}$$

$$V \text{ SLU} = 229.7 \text{ kN}$$

$$M \text{ SLER} = 448.8 \text{ kNm}$$

$$M \text{ SLE F} = 398.7 \text{ kNm}$$

$$M \text{ SLE QP} = 382.0 \text{ kNm}$$

Si riporta, per ulteriore conferma del corretto dimensionamento, la verifica SLU del tegolo, ipotizzando di installare 10 trefoli da 6/10" (A = 1,39 cm²/trefolo) in acciaio armonico:

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

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

Titolo: _____

N° figure elementari: 2 Zoom N° strati barre: 0 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	250	5
2	30	45

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☒ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Armatura Precompressione
 N° strati cavi: 3 Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	2.78	5	1400
2	5.56	40	1400
3	5.56	45	1400

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 kN
 M_{xEd}: 640.1 kNm
 M_{yEd}: 0 kNm

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Cavo 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 C45/55
 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}: 25.5 ‰
 E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
 ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 16
 σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.9333
 τ_{c1}: 2.543

M_{xRd}: 654.5 kNm
 σ_c: -25.5 N/mm²
 σ_s: 0 N/mm²
 ε_c: 3.5 ‰
 ε_s: 0 ‰
 d: 45 cm
 x: 3.784 x/d: 0.08408
 δ: 0.7

Tipo cavo
 Trefolo
 ε_{su}: 67.5 ‰
 f_{yd}: 1'409 N/mm²
 E_s/E_c: 6
 ε_{syd}: 7.045 ‰
 C_{s,adm}: 1080 N/mm²
 σ_{sp}: 1'409 N/mm²
 ε_{sp}: 45.13 ‰ compresa predef.

Le verifiche sono soddisfatte nella configurazione che non tiene conto della soletta superiore da 5 cm:

$$M_{Ed} = 654,5 \text{ kNm} < M_{Rd} = 640,1 \text{ kNm}$$

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

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

Titolo:

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	250	5
2	30	45

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☒ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Armatura Precompressione
N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	2.78	5	1400
2	5.56	40	1400
3	5.56	45	1400

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

Materiali
B450C C45/55
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} ‰ σ_{c,adm} ‰
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} ‰
τ_{c1} ‰

σ_c N/mm²
ε_s ‰

Verifica N° iterazioni:

☒ Precompresso

Tipo cavo
ε_{su} ‰
f_{yd} N/mm²
E_s/E_c ‰
ε_{syd} ‰
σ_{s,adm} N/mm²
σ_{sp} N/mm²
ε_{sp} ‰ compressa predef.

In condizioni SLE Rara la sezione rimane compressa.

La verifica a taglio riporta: $VRd = 0,7 b d (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} \times f_{ctd})^{0.5} = 303,4 \text{ kN} > VEd = 229,7 \text{ kN}$

Tale calcolazione è da intendersi mirata alla verifica della fattibilità in termini di sezione: in fase costruttiva tali elementi saranno dimensionati a cura del prefabbricatore incaricato della fornitura.

I tegoli sono solidarizzati alle travi tramite appositi ferri a taglio annegati nella soletta gettata in opera. L'armatura di frettaggio sarà dimensionata a cura della ditta fornitrice.

La soletta è armata con rete Ø6/20x20.

10.1.2 Travi prefabbricate ad L

M SLU = 246.2 kNm
VSLU = 231,7 kN
M SLER = 173.8 kNm
M SLE F = 155.5 kNm
M SLE QP = 149.4 kNm

Tale trave sarà prefabbricata e precompressa, al solo fine di valutarne la fattibilità si riporta la verifica slu della sezione ipotizzando di installare 4 trefoli da 6/10" (A = 1,39 cmq/trefolo) in acciaio armonico:

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

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

Titolo:

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	35	45
2	50	20

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Cavo snervato

M_{xRd} kN m
σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☒ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Armatura Precompressione
N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	1.39	7	1400
2	4.17	57.5	1400

Tipo cavo
Trefolo
ε_{su} ‰
f_{yd} N/mm²
E_s/E_c
ε_{syd} ‰
C_{s,adm} N/mm²
σ_{sp} N/mm²
ε_{sp} ‰ compresa predef.

Materiali
B450C C45/55
ε_{su} ‰ ε_{c2} ‰
f_{yd} N/mm² ε_{cu} ‰
E_s N/mm² f_{cd} N/mm²
E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
ε_{syd} ‰ C_{c,adm} N/mm²
C_{s,adm} N/mm² τ_{co}
τ_{cl}

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello

☒ Precompresso

Le verifiche sono soddisfatte:

$$M_{Ed} = 246,2 \text{ kNm} < M_{Rd} = 316,8 \text{ kNm}$$

Tale calcolazione è da intendersi mirata alla verifica della fattibilità in termini di sezione: in fase costruttiva tali elementi saranno dimensionati a cura del prefabbricatore incaricato della fornitura.

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

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

Titolo :

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	35	45
2	50	20

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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

Tipo Sezione
☐ Rettan.re ☐ Trapezi
☒ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Armatura Precompressione
N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	1.39	7	1400
2	4.17	57.5	1400

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

Materiali
☒ B450C ☐ C45/55
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} ‰ σ_{c,adm} N/mm²
σ_{s,adm} N/mm² τ_{co} N/mm²
τ_{c1} N/mm²

σ_c N/mm²
σ_s N/mm²
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

Verifica
N° iterazioni:

☒ Precompresso

Tipo cavo

ε_{su} ‰
f_{yd} N/mm²
E_s/E_c
ε_{syd} ‰
σ_{s,adm} N/mm²
σ_{sp} N/mm²
ε_{sp} ‰ compressa predef.

In condizioni SLE Rara la sezione rimane compressa.

La verifica a taglio riporta:

La verifica a taglio riporta: $VRd = 0,7 b d (f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} \times f_{ctd})^{0.5} = 352.7 \text{ kN} > VEd = 231,7 \text{ kN}$

L'armatura di frettaggio sarà dimensionata a cura della ditta fornitrice.

10.1.3 Travi prefabbricate a T rovescio

M SLU = 427.8 kNm

VSLU = 402.7 kN

M SLER = 302.0 kNm

M SLE F = 273.6 kNm

M SLE QP = 264.1 kNm

Tale trave sarà prefabbricata e precompressa, al solo fine di valutarne la fattibilità si riporta la verifica SLU della sezione ipotizzando di installare 8 trefoli da 6/10" (A = 1,39 cmq/trefolo) in acciaio armonico:

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

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

Titolo:

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	20	45
2	50	20

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Cavo snervato

M_{xRd} kN m
σ_c N/mm²
ε_c ‰
ε_s ‰
d cm
x x/d
δ

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.
Calcola MRd Dominio M-N
L₀ cm Col. modello

Precompresso ☒

Armatura Precompressione

N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	2.78	7	1400
2	8.34	57.5	1400

Tipo cavo

ε_{su} ‰
f_{yd} N/mm²
E_s/E_c
ε_{syd} ‰
C_{s,adm} N/mm²
σ_{sp} N/mm²
ε_{sp} ‰ compressa predef.

Materiali

B450C C45/55

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} ‰ C_{c,adm}
C_{s,adm} N/mm² τ_{co}
τ_{c1}

Le verifiche sono soddisfatte: M_{Ed} = 427.8 kNm < M_{Rd} = 491.9 kNm

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

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

Titolo:

N° figure elementari Zoom N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	20	45
2	50	20

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN
M_{xEd} kNm
M_{yEd} kNm

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

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso ☒

Armatura Precompressione

N° strati cavi Zoom

N°	As [cm²]	d [cm]	σ _{sp} [MPa]
1	2.78	7	1400
2	8.34	57.5	1400

Tipo cavo

ε_{su} ‰
f_{yd} N/mm²
E_s/E_c
ε_{syd} ‰
C_{s,adm} N/mm²
σ_{sp} N/mm²
ε_{sp} ‰ compressa predef.

Materiali

B450C C45/55

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} ‰ C_{c,adm}
C_{s,adm} N/mm² τ_{co}
τ_{c1}

In condizioni SLE Rara la sezione rimane compressa.

Tale calcolo è da intendersi mirata alla verifica della fattibilità in termini di sezione: in fase costruttiva tali elementi saranno dimensionati a cura del prefabbricatore incaricato della fornitura.

La verifica a taglio riporta:

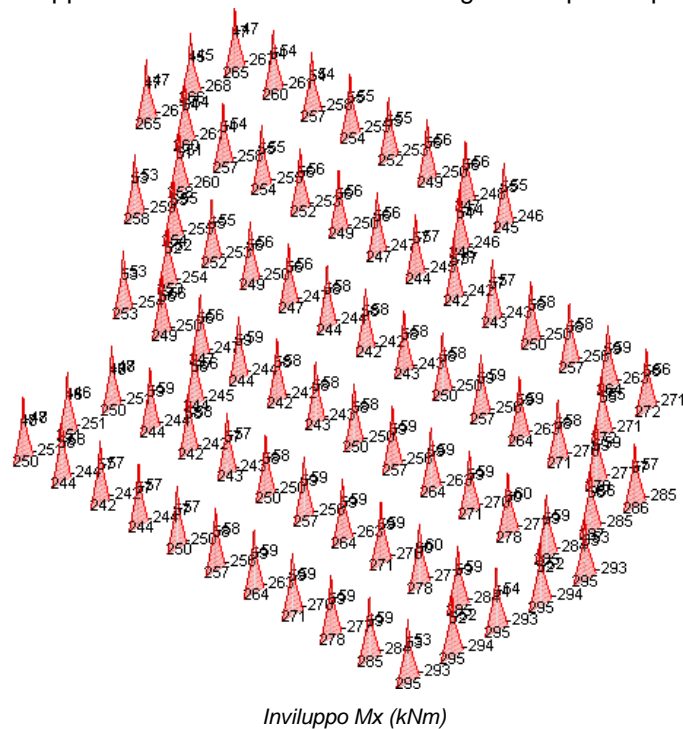
$d = 45 \text{ cm}$ $b_w = 20 \text{ cm}$ $k = 1,7$ $v_{min} = 0,51$

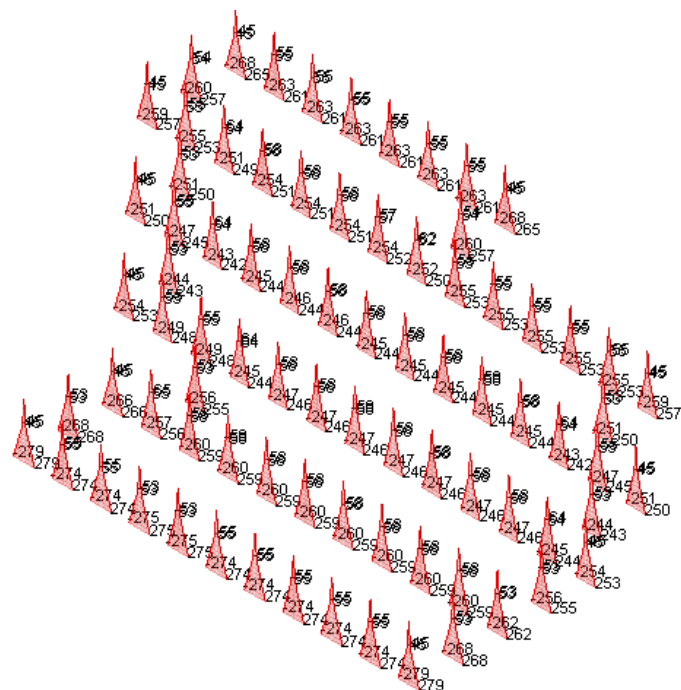
Inclinazione puntoni compressi: 22° staffe $\varnothing 8/9$ 2 braccia $A_{sw} = 1,0 \text{ cm}^2$ $\alpha_c = 1,25$
 $VR_{sd} = 438.1 \text{ kN}$ $VR_{cd} = 448.4 \text{ kN}$

Le verifiche sono soddisfatte: $V_{Ed} = 402.7 \text{ kN} < VR_d = 438.1 \text{ kN}$

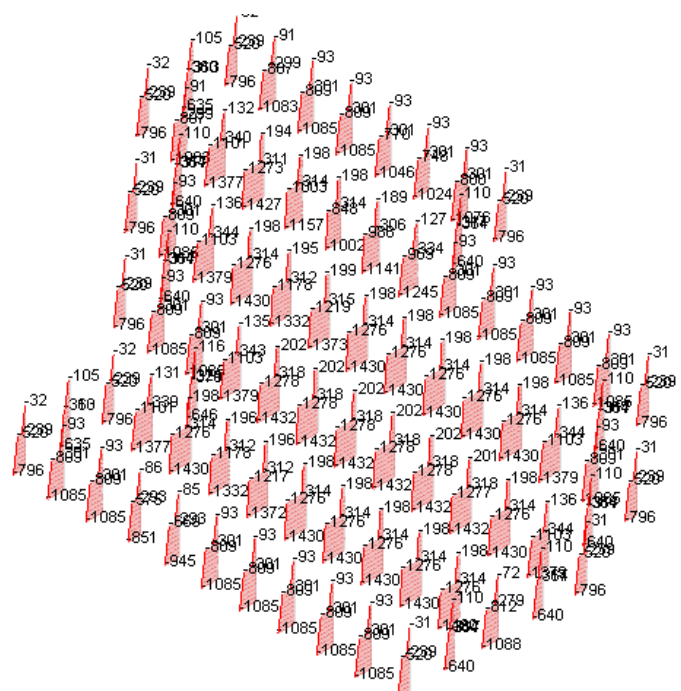
10.1.4 Pilastri prefabbricati 50x50

Di seguito si riportano gli involuppi SLU-SLV delle sollecitazioni agenti sui pilastri prefabbricati.

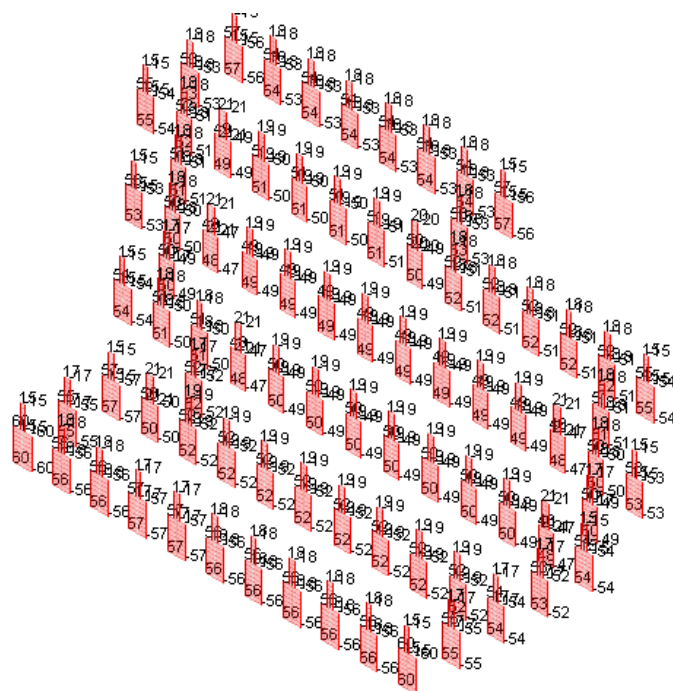




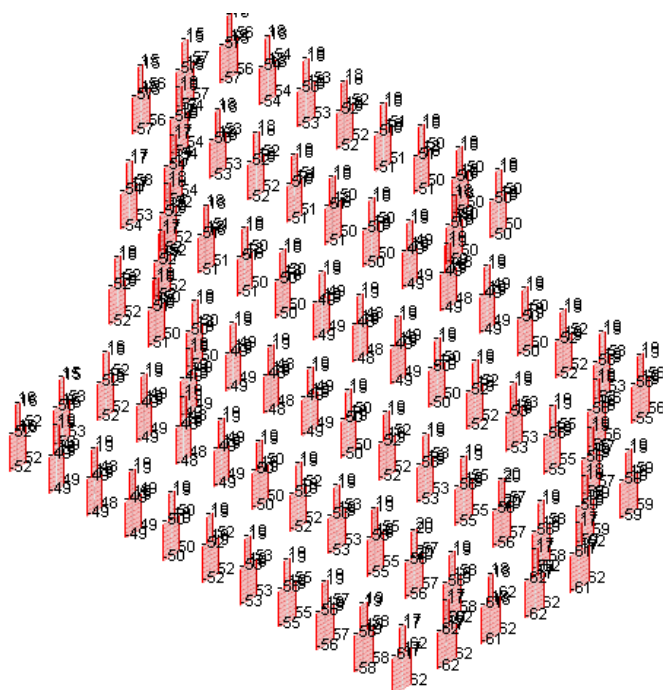
Involuppo M_y (kNm)



Involuppo N (kN)



Inviluppo V_x (kN)



Inviluppo V_y (kN)

Si riepilogano i valori estremi:

N (compressione) = 189 - 1432 kN

V_x = 60 kN

V_y = 62 kN

M_x = 295 kNm

M_y = 279 kNm

Si ipotizza un'armatura di 4Ø24 per lato.

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

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

Titolo :

N° Vertici 4 Zoom N° barre 12 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	25	25
2	-25	25
3	-25	-25
4	25	-25

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 220 0 kN
M_{xEd} 295 0 kNm
M_{yEd} 279 0 kNm

Materiali

B450C C35/45

ϵ_{su} 67.5 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200000 N/mm² f_{cd} 19.83 N/mm²
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ϵ_{syd} 1.957 ‰ $\epsilon_{c,adm}$ 13.5 ‰
 $\sigma_{c,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.8
 τ_{c1} 2.257

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

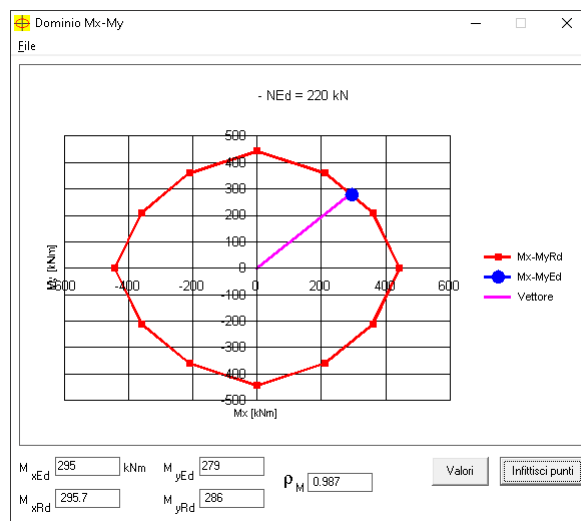
Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo S.L.U. Metodo n
Tipo flessione Retta Deviata

N° rett. 100 Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ° 316

Precompresso



Verifica Sismica Pilastri - File: pilastro

File Normativa: NTC 2008 - CD "B"

Titolo :

Tipo Sezione
☐ Pilastro ☒ Pilastro mensola ☐ Setto

Tipo Pilastro
☒ Rettan.re ☐ Circolare

Materiali
C35/45
B450C

Pilastro Rettangolare

Dati comuni alle due sezioni Sez. Inferiore Sez. Superiore

H interpiano 400 [cm] Diam. barre 24

Base b 50 [cm] Nb 4

Altezza h 50 [cm] Nh 4 ρ 0.0217

H critica 100 [cm]

Copriferro 6.5 [cm]

Definisci Staffe

Copia Sezione Superiore

Sollecitazioni (kN, m)

N_{Ed} 220
M_{xInf} 295 M_{yInf} 279
M_{xSup} 0 M_{ySup} 0

Risultati

$\rho_{M,Inf}$ 0.987 $\rho_{M,Sup}$
V_{xEd} 121.9 V_{yEd} 121.9
V_{xRd} 550 V_{yRd} 550

SEZIONE INFERIORE

Plotta

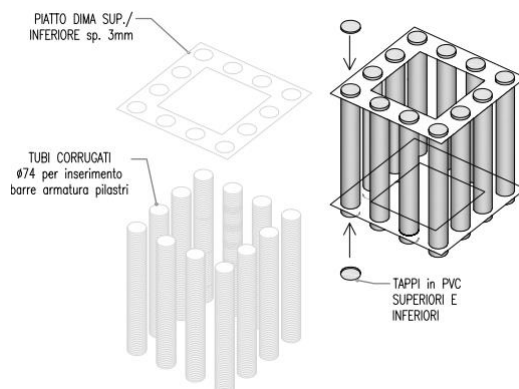
OK verifica a taglio per inflessione intorno all'asse Y.
Il taglio sollecitante è calcolato in base al momento resistente di 443.1 kNm (Sezione di base) con $\gamma_{Rd} = 1.1$.
Il taglio resistente (550 kN) è calcolato con $\cot\theta = 2.5$ in base alla staffatura della zona critica inferiore, che è la minima e che si ipotizza estesa alla zona centrale con passo di 140 mm.
Le aree efficaci delle staffe, che tengono conto dell'eventuale inclinazione dei bracci, hanno i seguenti valori (mm²): 100 - 0 - 100

Controllo Presc.
V. Fles. Sez. Inf.
Verifica Vx
Verifica Vy

Le verifiche sono soddisfatte.

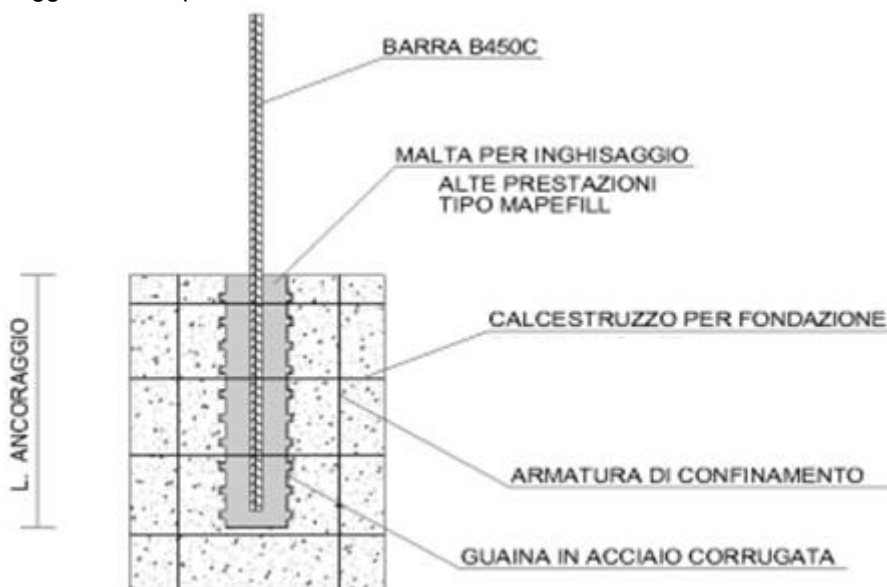
Tale calcolazione è da intendersi mirata alla verifica della fattibilità in termini di sezione: in fase costruttiva tali elementi saranno dimensionati a cura del prefabbricatore incaricato della fornitura.

I pilastri prefabbricati saranno posti in opera su appositi alloggiamenti già predisposti sulla platea.



Si riporta di seguito la verifica dell'ancoraggio eseguito con tubi corrugati Ø74 mm pranneati nella platea e barre sporgenti dei pilastri Ø24 + malta reolpastica a ritiro compensato ad alta resistenza $R_{ck} = 75 \text{ MPa}$:

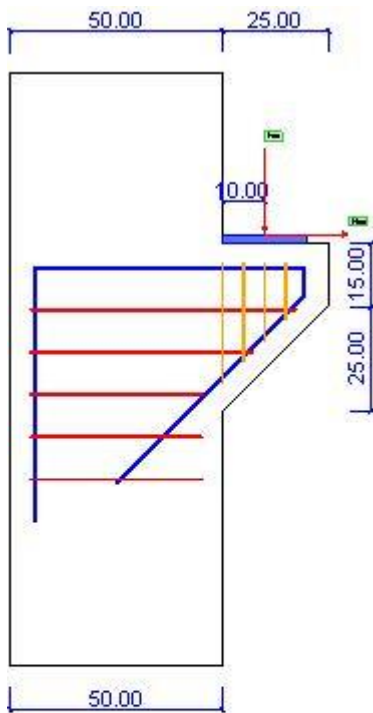
Lunghezza ancoraggio minima per aderenza barra-malta: 47,5 cm



Rck malta	75 Mpa	Rck fondazione	40 Mpa
fck	62.3 Mpa	fck	33.2 Mpa
fctm	4.7 MPa	fctm	3.1 MPa
fctk0.05	3.3 Mpa	fctk0.05	2.2 Mpa
fbd	4.9 Mpa	fbd	3.3 Mpa
diametro barra	24 mm	diametro guaina	70 mm
fyk	450 Mpa		
Massimo tiro	177 kN	Massimo tiro	177 kN
Ancoraggio	373 kN/m	Ancoraggio	756 kN/m
Lungh. Anc.	47.5 cm	Lungh. Anc.	23.4 cm

Si opta per una lunghezza di ancoraggio di 50 cm su platea da 60 cm.

Si riporta di seguito la verifica delle mensole.



Hs = 50 cm (larghezza pilastro superiore)

Hi = 50 cm (larghezza pilastro inferiore)

F = 25 cm (sbalzo mensola)

ac = 10 cm (distanza forza applicata dal filo interno del pilastro superiore)

S1 = 15 cm (altezza mensola principale)

S2 = 25 cm (altezza rastremazione mensola)

B = 50 cm (profondità della mensola e dei pilastri)

Piattina di carico: spessore = 2 cm, larghezza = 20 cm

Ferro principale (blu): 7Ø10 Afp = 5.5cmq

Staffe orizzontali (rosso): 5Ø8/10 Aso = 3cmq (area staffe orizzontali presenti nell'altezza (hc) della mensola)

Staffe verticali (giallo) : 4Ø8/5 Asv = 3cmq

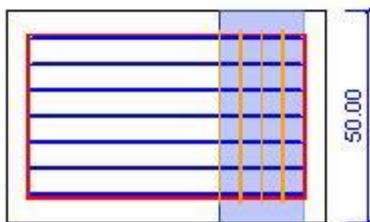
Ac = 2000 cmq (area cls per verifica al taglio)

Verifica lunghezza mensola: $10 = ac \leq 0.5 hc = 20$

Verifica presenza di staffe chiuse orizzontali:

$3 = Aso \geq k1 Afp = 1.4$ Verificato

Non occorre verificare la presenza di staffe chiuse verticali.



SLU:

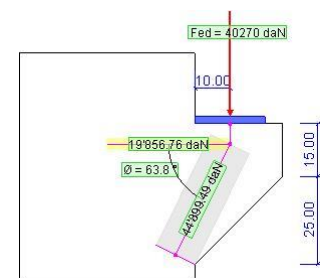
Fed = 40270 daN - $1 < \tan \theta = 2 \leq 2.5$ Verificato

Hed = 0 daN - $\sigma_{cls} < f_{cd}'$ ($72.9 < 211.6$) Verificato

Fp = 44899.5 daN (puntone) $\sigma_{cls} < f_{cd}'$ ($40.3 < 211.6$) Verificato

Ft = 19856.8 daN (tirante) $\sigma_{acc} < f_{yd}$ ($3611.8 < 3913$) Verificato

Vrd = 8292.4 daN staffe verticali non necessarie ($ac < 0.5 hc$)



SLV

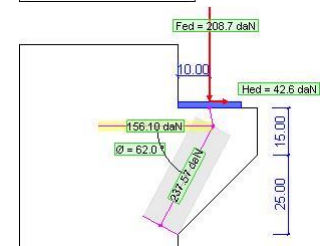
Fed = 209 daN - $1 < \tan \theta = 1.9 \leq 2.5$ Verificato

Hed = 43 daN $\sigma_{cls} < f_{cd}'$ ($0.4 < 211.6$) Verificato

Fp = 237.6 daN (puntone) $\sigma_{cls} < f_{cd}'$ ($0.2 < 211.6$) Verificato

Ft = 156.1 daN (tirante) $\sigma_{acc} < f_{yd}$ ($28.4 < 3913$) Verificato

Vrd = 8286.9 daN staffe verticali non necessarie ($ac < 0.5 hc$)



La verifica di ancoraggio per forze orizzontali è viene eseguita utilizzando la formula relativa all'effetto "spinotto", secondo §7.4.4.5.2 NTC 2018, si prevede l'ancoraggio con nr. 2 boccole M24 / appoggio:

$V_{dd} = \min [1,3 \cdot A_s \cdot (f_{cd} \cdot f_{yd})^{0.5}; 0,25 \cdot f_{yd} \cdot A_s] = 90.4 \text{ kN} > F_{v,Ed} = 42,6 \text{ kN}$

10.1.5 Pilastri prefabbricati 75x50

Tali pilastri postano solo il peso proprio oltre alla finitura in mattoni faccia a vista, ed alloggianno al loro interno il canale di gronda.

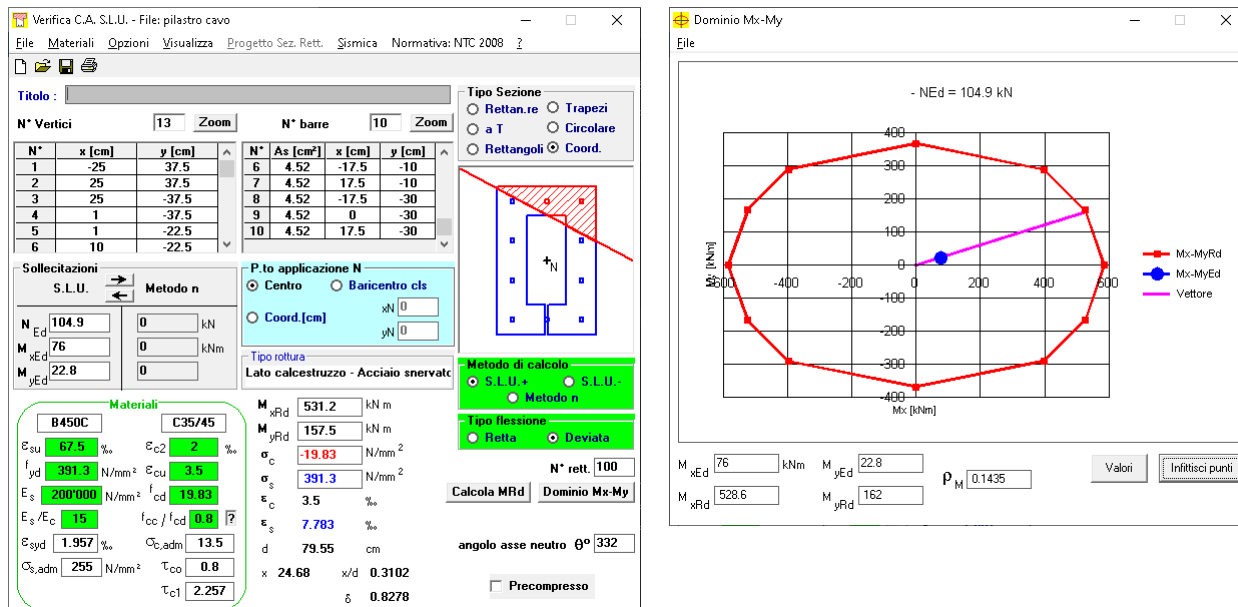
$g_1 = 9,375 \text{ kN/m}$

$g_2 = 5.4 \text{ kN/m}$

$NSLV = 104.9 \text{ kN}$

$V_{SLV} = 10.4 \text{ kN}$

$M_{slv} = 76 \text{ kNm}$



10.1.6 Setti scale 1-2-3

Tali setti, di spessore 20 cm (altezza libera interpiano pari a 4 m, quindi ripsettato limite geometrico di $h/20$ imposto da §7.4.6.1.4 NTC2018), sono scollegati dalla struttura del capannone da un giunto di 5 cm; ove i tegoli posano sul muro, vi è interposto un foglio di teflon che impedisce il trasferimento di sforzo orizzontale. Si armano con Ø10/20 orizzontali e Ø10/20 verticali, rinforzi sommitali e di bordo con 4Ø20 e staffe Ø8/20, oltre a nr. 9 ganci Ø8/mq (si garantiscono pertanto le prescrizioni del §7.4.6.2.4 NTC2018).

Si riporta di seguito la verifica del setto più sollecitato.

Parete a "Fondazione - Bar"

Parete fra le coordinate in pianta (7952;2079) (8062;2079)
da quota 0 a quota 409
Valori in daN, cm
C32/40: rck 400
fyk 4500

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu	Ved	Vcd
154	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	5.964	14 SLV	2060	4	12287	27	33	4203
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	254.053	14 SLV	73	0	18426	71	1	4284
162	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	8.805	3 SLV	1393	12	12266	107	71	3993
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	260.956	14 SLV	-647	-1	-168947	-215	1	4279
1164	o	77	20	3.1	3.1	6.0	6.0	12.265	32 SLU	-21026	15	-257871	179	61	7829
	v	79	20	3.1	3.1	5.0	5.0	12.997	7 SLV	1891	-2	24581	-28	1	6778
1346	o	100	20	3.9	3.9	6.0	6.0	21.689	32 SLU	-15295	-10	-331746	-210	101	8513
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	12.978	35 SLU	1421	0	18440	0	0	4425

Combinazione rara

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk (mm)	Wlim	st	Sm (mm)	c		
154	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-5.4	5	ra	-5.67E03	1.96E00	-81.3	5	ra	-5.67E03	1.96E00	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.2	5	ra	-2.65E02	-1.13E00	-3.7	5	ra	-2.65E02	-1.13E00	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra
162	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-6.0	5	ra	-6.24E03	-1.96E00	-89.4	5	ra	-6.24E03	-1.96E00	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.3	5	ra	-2.93E02	1.13E00	-4.1	5	ra	-2.93E02	1.13E00	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra
1164	o	77	20	3.1	3.1	6.0	6.0	-9.2	5	ra	-1.51E04	1.03E01	-138.0	5	ra	-1.51E04	1.03E01	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra
	v	79	20	3.1	3.1	5.0	5.0	-1.6	9	ra	-2.62E03	2.70E-01	78.7	5	ra	4.95E02	-1.31E-01	0.00999.00	0.3	0.0	1	ra
1346	o	100	20	3.9	3.9	6.0	6.0	-5.2	5	ra	-1.09E04	-6.84E00	-77.5	5	ra	-1.09E04	-6.84E00	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra

v 50 20 2.4 2.4 5.0 5.0 -2.8 8 ra -2.98E03-2.17E-02 221.2 8 ra 1.04E03 2.06E-02 0.00999.00 1.0 0.0 1 ra

Combinazione frequente

nodo		combinazione																			frequente			
nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk (mm)	Wklim	st	Sm (mm)	c				
154	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-4.6	3	fr	-4.79E03	1.37E00	-68.6	3	fr	-4.79E03	1.37E00	0.00	0.30	0.0	0.0	1	fr	
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.2	3	fr	-2.26E02	-7.85E-01	-3.2	3	fr	-2.26E02	-7.85E-01	0.00	0.30	0.0	0.0	1	fr	
162	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-5.0	3	fr	-5.23E03	-1.36E00	-75.0	3	fr	-5.23E03	-1.36E00	0.00	0.30	0.0	0.0	1	fr	
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.2	3	fr	-2.43E02	7.85E-01	-3.4	3	fr	-2.43E02	7.85E-01	0.00	0.30	0.0	0.0	1	fr	
1164	o	77	20	3.1	3.1	6.0	6.0	-7.9	3	fr	-1.30E04	7.25E00	-118.5	3	fr	-1.30E04	7.25E00	0.00	0.30	0.0	0.0	1	fr	
	v	79	20	3.1	3.1	5.0	5.0	-1.5	4	fr	-2.52E03	2.04E-01	47.4	3	fr	2.98E02	-8.87E-02	0.00	0.30	0.2	0.0	1	fr	
1346	o	100	20	3.9	3.9	6.0	6.0	-4.3	3	fr	-9.01E03	-4.70E00	-63.8	3	fr	-9.01E03	-4.70E00	0.00	0.30	0.0	0.0	1	fr	
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-2.7	4	fr	-2.91E03	-2.07E-02	210.6	4	fr	9.92E02	1.94E-02	0.00	0.30	1.0	0.0	1	fr	

Combinazione quasi permanente

simulazione quasi perfettibile																							
nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk (mm)	Wklim	st	Sm (mm)	c			
154	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-4.4	2	q.	-4.59E03	1.22E00	-65.7	2	q.	-4.59E03	1.22E00	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.2	2	q.	-2.17E02	-7.03E-01	-3.0	2	q.	-2.17E02	-7.03E-01	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
162	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-4.8	2	q.	-5.01E03	-1.22E00	-71.7	2	q.	-5.01E03	-1.22E00	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.2	2	q.	-2.32E02	7.03E-01	-3.2	2	q.	-2.32E02	7.03E-01	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
1164	o	77	20	3.1	3.1	6.0	6.0	-7.6	2	q.	-1.25E04	6.51E00	-114.2	2	q.	-1.25E04	6.51E00	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
	v	79	20	3.1	3.1	5.0	5.0	-1.5	2	q.	-2.50E03	2.00E-01	40.6	2	q.	2.55E02	-7.86E-02	0.00	0.20	0.2	0.0	1	q.
1346	o	100	20	3.9	3.9	6.0	6.0	-4.0	2	q.	-8.56E03	-4.18E00	-60.6	2	q.	-8.56E03	-4.18E00	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-2.7	2	q.	-2.88E03	-2.04E-02	207.0	2	q.	9.76E02	1.89E-02	0.00	0.20	0.9	0.0	1	q.

Verifica dei pannelli

Pannello : Pannello da (7952;2079) a (8062;2079)

Sezione a quota 1

Coordinate dei vertici

X Y
7952.4 -10.0
7952.4 10.0
8062.4 10.0
8062.4 -10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

Sezione a quota 105

Coordinate dei vertici

X Y
7952.4 -10.0
7952.4 10.0
8062.4 10.0
8062.4 -10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

Sezione a quota 209

Coordinate dei vertici

X Y
7952.4 -10.0
7952.4 10.0
8062.4 10.0
8062.4 -10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

Sezione a quota 211

Coordinate dei vertici

X Y
7952.4 -10.0
7952.4 10.0
8062.4 10.0
8062.4 -10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

Sezione a quota 310

Coordinate dei vertici

X Y
7952.4 -10.0
7952.4 10.0
8062.4 10.0
8062.4 -10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

Sezione a quota 408

Coordinate dei vertici

X Y
7952.4 -10.0
7952.4 10.0
8062.4 10.0
8062.4 -10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

La verifica a pressoflessione, per le combinazioni sismiche, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico

fcd	fctd	Hcr	q.Hcr	hw	Lw	n.p.	hs
188	14	110	110	409	110	2	205

Verifica a pressoflessione

quota	Mxd	Myd	Ned	Ngrav.	NReale	c.s. comb
1	0	-82278	-34575	-34575	-34575	10.4656 32 SLU
1	9	-727316	-20021	-20047	-20021	7.2390 14 SLV
105	0	-126913	-33739	-33739	-33739	10.7248 32 SLU
105	4172	-566584	-19378	-19404	-19378	9.3888 14 SLV
209	-1	-171548	-33113	-33113	-33113	10.9278 32 SLU
209	1850	-404018	-18884	-18922	-18884	12.5057 14 SLV
211	-1	-172406	-33113	-33113	-33113	10.9278 32 SLU
211	1839	-400890	-18884	-18922	-18884	12.5702 14 SLV
310	-1	-214680	-32277	-32277	-32277	11.2107 32 SLU
310	2109	-247936	-18253	-18280	-18253	15.9429 14 SLV
408	-2	-256955	-31650	-31650	-31650	11.4326 32 SLU
408	6	-249291	-17827	-17798	-17827	16.3195 3 SLV

Verifica compressione del diagonale

quota	epsilon	VEd	VrEd comb
1	1.00	466	88716 35 SLU
1	1.00	2193	86793 3 SLV
105	1.00	466	88548 35 SLU
105	1.00	2227	86665 3 SLV
209	1.00	466	88423 35 SLU
209	1.00	2229	86571 3 SLV
211	1.00	466	88423 35 SLU
211	1.00	2229	86571 3 SLV
310	1.00	466	88256 35 SLU
310	1.00	2205	86440 3 SLV
408	1.00	466	88131 35 SLU
408	1.00	2154	86344 3 SLV

Verifica trazione del diagonale

quota	At	roh	rov	VEd	NEd	VRsd comb
1	7.9	0.0047	0.0036	466	-29685	32462 35 SLU
1	7.9	0.0047	0.0036	2193	-20073	32462 3 SLV
105	7.9	0.0039	0.0036	466	-28849	27052 35 SLU
105	7.9	0.0039	0.0036	2227	-19430	27052 3 SLV
209	7.9	0.0039	0.0036	466	-28223	27052 35 SLU
209	7.9	0.0039	0.0036	2229	-18960	27052 3 SLV
211	7.9	0.0039	0.0036	466	-28223	27052 35 SLU
211	7.9	0.0039	0.0036	2229	-18960	27052 3 SLV
310	7.9	0.0039	0.0036	466	-27387	27052 35 SLU
310	7.9	0.0039	0.0036	2205	-18306	27052 3 SLV
408	7.9	0.0047	0.0036	466	-26761	32462 35 SLU
408	7.9	0.0047	0.0036	2154	-17827	32462 3 SLV

10.1.1 Tamponamenti sottofinestra

Tali elementi in c.a. di spessore 16 cm, hanno la sola funzione di tamponamento, pertanto sono soggetti ai seguenti carichi:

spinta orizzontale: $H = 3 \text{ kN/m}$ a 120 cm di altezza dal piede
vento: $0,52 \text{ kPa} \times 4 \text{ m}$
sisma: $0,16 \text{ cm} \times 25 \text{ kN/mc} \times 0,204 \text{ g} = 0.816 \text{ kPa}$

Il massimo momento alla base è pari a: $M_{slu} = 5,4 \text{ kNm/m}$

Si arma con doppia rete $\varnothing 8/20 \times 20$:

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

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

Titolo:

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	16	1	2.51	4.9
			2	2.51	10.3

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M_{xRd} 13.83 kNm

Materiali B450C 32/40

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} 18.13 ‰
E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
ε_{syd} 1.957 ‰ C_{c,adm} 12.25
C_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
τ_{c1} 2.114

σ_c -18.13 N/mm²
σ_s 391.3 N/mm²
ε_c 3.5 ‰
ε_s 23.5 ‰
d 10.3 cm
x 1.335 x/d 0.1296
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
L_o 0 cm Col. modello

Precompresso

Med = 5.4 kNm/m < MRd = 13.83 kNm/m verifica soddisfatta

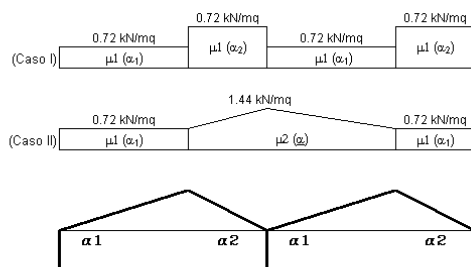
10.1.1 Copertura lignea

Si riassumono di seguito i carichi agenti:

g1 = 420 daN/mc

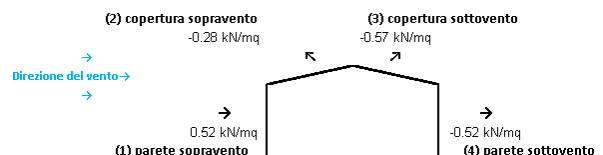
g2 = 100 daN/mq

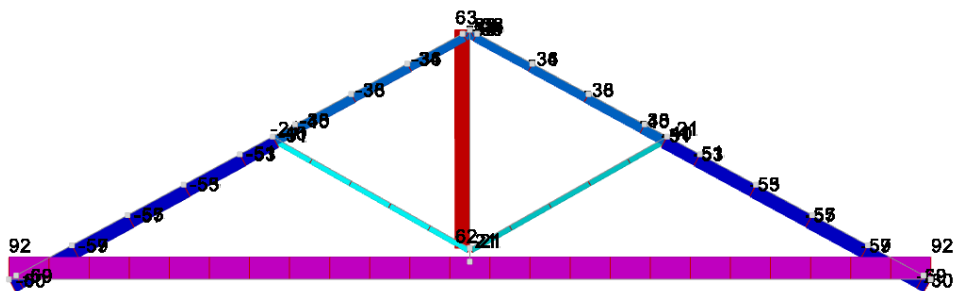
Neve



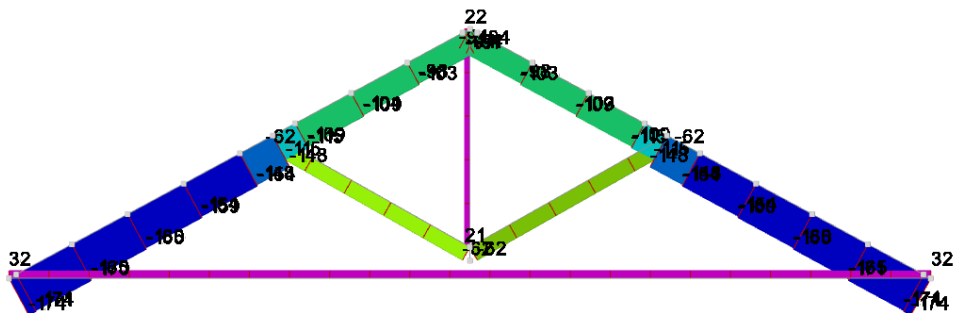
Caso I: Carico da neve depositata in assenza di vento
Caso II: Carico da neve depositata in presenza di vento

Vento



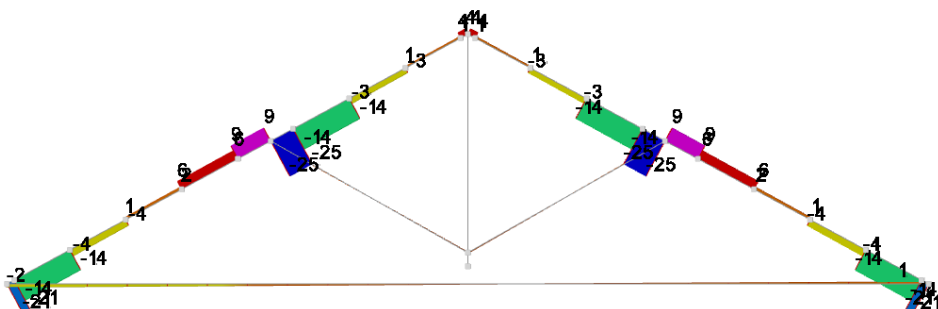
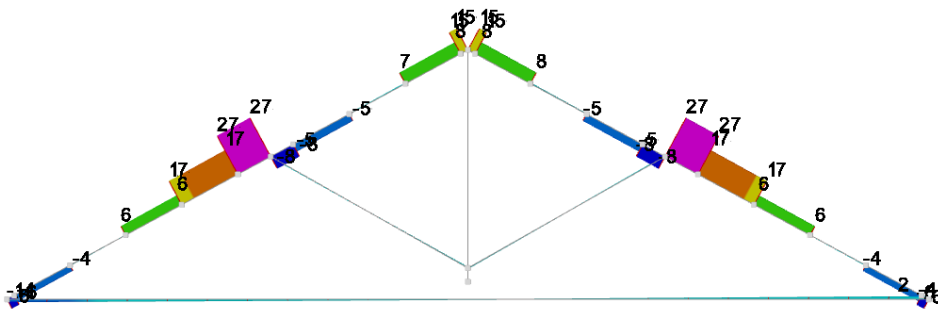


	da 77 a 92
	da 62 a 77
	da 46 a 62
	da 31 a 46
	da 16 a 31
	da 1 a 16
	da -15 a 1
	da -30 a -15
	da -45 a -30
	da -60 a -45 [kN]



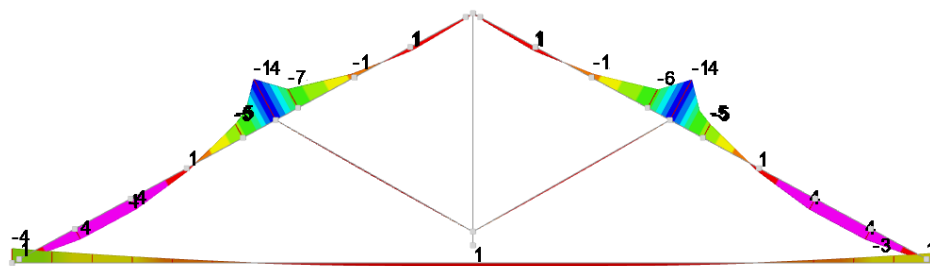
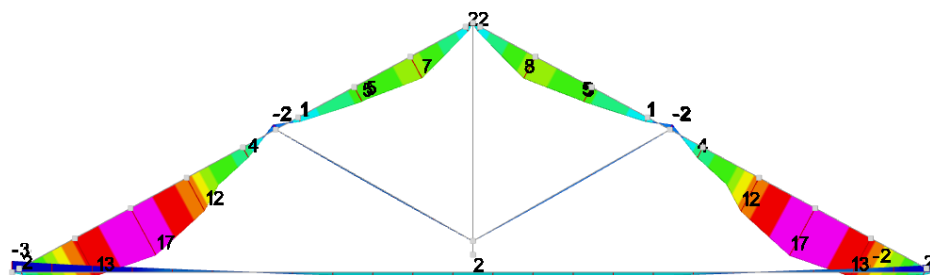
	da 11 a 32
	da -9 a 11
	da -30 a -9
	da -51 a -30
	da -71 a -51
	da -92 a -71
	da -112 a -92
	da -133 a -112
	da -154 a -133
	da -174 a -154 [kN]

nviluppi sforzo normale (kN)



	da 24 a 27
	da 20 a 24
	da 17 a 20
	da 13 a 17
	da 9 a 13
	da 6 a 9
	da 2 a 6
	da -1 a 2
	da -5 a -1
	da -8 a -5 [kN]
	da 6 a 9
	da 2 a 6
	da -1 a 2
	da -4 a -1
	da -8 a -4
	da -11 a -8
	da -15 a -11
	da -18 a -15
	da -21 a -18
	da -25 a -21 [kN]

Involuppi sforzo di taglio (kN)



Involuppi momento flettente (kNm)

da 14.7 a 16.7
da 12.7 a 14.7
da 10.7 a 12.7
da 8.7 a 10.7
da 6.7 a 8.7
da 4.6 a 6.7
da 2.6 a 4.6
da 0.6 a 2.6
da -1.4 a 0.6
da -3.4 a -1.4 [kN*m]
da 1.9 a 3.7
da 0.1 a 1.9
da -1.7 a 0.1
da -3.5 a -1.7
da -5.3 a -3.5
da -7.1 a -5.3
da -8.9 a -7.1
da -10.7 a -8.9
da -12.5 a -10.7
da -14.3 a -12.5 [kN*m]

10.1.1.1 Terzere

Le terzere hanno luce di 5 m ed interasse massimo di 80 cm.

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	5000	[mm]
Interasse tra le travi principali:	i	=	800	[mm]
Base della sezione:	b	=	160	[mm]
Altezza della sezione:	h	=	240	[mm]
Area sezione :	A	=	38400	[mm ²]
Modulo di resistenza :	W _y	=	1.536E+06	[mm ³]
	W _z	=	1.024E+06	[mm ³]
Momento d'inerzia :	J _y	=	1.843E+08	[mm ⁴]
	J _z	=	8.192E+07	[mm ⁴]

Carichi

1) Peso proprio travi principali:		0.18	[kN/m ²]
2) Peso proprio pianelle / assito:		0.00	[kN/m ²]
Peso proprio del pacchetto strutturale:	G _{k,1}	=	0.18 [kN/m ²]

1) Sottofondo:		0.00	[kN/m ²]
2) Pavimento:		0.00	[kN/m ²]
3) Tramezzi:		0.00	[kN/m ²]
4) Isolante		0.00	[kN/m ²]
5) Altri permanenti:		1.00	[kN/m ²]
Carichi non strutturali e portati:	G _{k,2}	=	1.00 [kN/m ²]

Carico variabile:	Q _k	=	1.44 [kN/m ²]
-------------------	----------------	---	---------------------------

Caratteristiche del materiale

Materiale :	Legno lamellare incollato	▼
Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035) :	GL24h	▼
Classe di servizio :	Classe di servizio 2	▼

– Classe di servizio 2: è caratterizzata da un'umidità dei materiali in equilibrio con ambiente a una temperatura di 20°C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno. Possono appartenere a tale classe gli elementi lignei posti all'esterno degli edifici ma protetti, almeno parzialmente, dalle intemperie e dall'irraggiamento solare

Coefficiente parziale per il materiale :	γ _M	=	1.45	[-]
Coefficiente di deformazione :	k _{def}	=	0.80	[-]

Combinazione I - perm. + acc.	Breve durata (meno di 1 settimana) - Neve	▼
k _{mod,I}	=	0.90
Combinazione II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio	▼
k _{mod,II}	=	0.60

Valori caratteristici	Valori di progetto	k _{mod,I} 0.90	k _{mod,II} 0.60	
f _{m,k} [MPa] 24.00	f _{m,d} [MPa] 14.90	9.93		Flessione
f _{t,0,k} [MPa] 16.50	f _{t,0,d} [MPa] 10.24	6.83		Trazione parallela alle fibre
f _{t,90,k} [MPa] 0.40	f _{t,90,d} [MPa] 0.25	0.17		Trazione ortogonale alle fibre
f _{c,0,k} [MPa] 24.00	f _{c,0,d} [MPa] 14.90	9.93		Compress. parallela alle fibre
f _{c,90,k} [MPa] 2.70	f _{c,90,d} [MPa] 1.68	1.12		Compress. ortogonale alle fibre
f _{v,k} [MPa] 2.70	f _{v,d} [MPa] 1.68	1.12		Taglio

Rigidezza

Modulo elastico parallelo medio	$E_{0,mean}$	=	11600	[MPa]
Modulo elastico ortogonale medio	$E_{90,mean}$	=	390	[MPa]
Modulo elastico parallelo caratteristico	$E_{0,05}$	=	9400	[MPa]
Modulo elastico tangenziale medio	G_{mean}	=	720	[MPa]

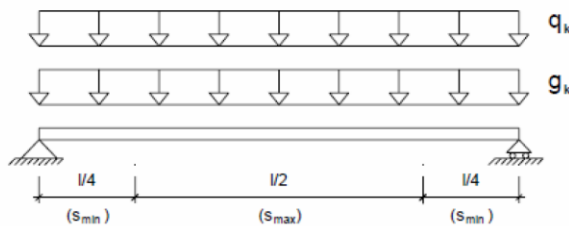
Massa

Massa volumica caratteristica	ρ_k	=	3.80	[kN/m ³]
-------------------------------	----------	---	------	----------------------

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	γ_{G1}	=	1.30
Carichi permanenti non strutturali	γ_{G2}	=	1.50
Carichi variabili	γ_Q	=	1.50

Combinazione di carico	carico F_d [kN/m]	M_d [kNm]	V_d [kN]	σ_d [MPa]	$f_{m,d}$ [MPa]	τ_d [MPa]	$f_{v,d}$ [MPa]	NOTE
I perm+acc.	3.12	9.74	7.79	6.34	14.90	0.30	1.68	Verificato
II perm.	1.39	4.34	3.47	2.83	9.93	0.14	1.12	Verificato



VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Si devono effettuare verifiche di deformazione istantanea e differita, nell'ipotesi di controfreccia nulla.

Limite freccia istantanea :	L/300	▼	$u_{2,ist,lim}$	=	16.67	[mm]
Limite freccia differita :	L/200	▼	$u_{net,fin,lim}$	=	25.00	[mm]
Coefficiente riduttivo k_{def}			ψ_2	=	0.00	[-]
Coefficiente			χ	=	1.20	[-]

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$u_{1,ist}$	=	3.73	[mm]
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$u_{2,ist}$	=	4.54	[mm]
Freccia netta finale :	$u_{net,fin}$	=	11.25	[mm]

$u_{2,ist}$	=	4.54	[mm]	<	$u_{2,ist,lim}$	=	16.67	[mm]	Verificato
$u_{net,fin}$	=	11.25	[mm]	<	$u_{net,fin,lim}$	=	25.00	[mm]	Verificato

$$u_{1,ist} = \frac{5}{384} \frac{g_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \chi \frac{g_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

$$u_{2,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \chi \frac{q_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

$$u_{net,fin} = u_{1,ist} \cdot (1 + k_{def}) + u_{2,ist} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

10.1.1.2 Catena

Sezione: 24x24

Classe di servizio: 2

Tensoflessione

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.1.7

$K_{mod} = 0,60$

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1,45$

$K_h = 1,096$ (formula 11.7.2)

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + K_m(\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1$

$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d} + K_m(\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} \leq 1$

$941/8707 + 1927/10884 + 0.7 \cdot 0/10884 = 0.29 \leq 1$ [4.4.6a]

Taglio

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.1.9

$K_{mod} = 0,60$

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1,45$

$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$

$\sqrt{0^2 + 75^2} = 75 \leq 1448$

$k_{cr} = 0.67$

Verifica della stabilità laterale torsionale

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.2.1

$f_{m,k} = 240$

$K_{mod} = 0,60$

$\gamma = 1,45$

$f_{m,d} = K_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma = 109$

Lunghezza efficace $l_{ef,y} = \beta_Y \cdot L = 805,0$

$E_{0.5\%} = 96000$

$G_{0.5\%} = 5400$

$\sigma_{m,crit} = \pi \cdot \sqrt{(E_{0.5\%} \cdot J_y \cdot G_{0.5\%} \cdot J_t) / (W_x \cdot l_{ef,y})} = 1297,2$

$W_x = 2304,0$

$J_t = 40919,0$

Snellezza relativa per la flessione (formula 6.30)

$L_{rel} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = 0,43$

$L_{rel} \leq 0.75 \rightarrow K_{crit} = 1$

$\sigma_{m,d} \leq K_{crit} \cdot f_{m,d}$

$1928 \leq 1 \cdot 10884$

Calcolo ancoraggio sismico:

$W = 3968.7$ daN/appoggio combinazione SLE QP

$F_h = 8.1$ kN/appoggio

10.1.1.3 Puntoni

Sezione: 24x32

Classe di servizio: 2

Taglio

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.1.9

$K_{mod} = 0,80$

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1,45$

$\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$

$$\sqrt{0^2 + 793^2} = 793 \leq 1931$$

$$k_{cr} = 0.67$$

Pressoflessione

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.1.8

$$K_{mod} = 0,80$$

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1,45$

$$K_h = 1,065 \text{ (formula 11.7.2)}$$

$$(S_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + S_{m,y,d}/f_{m,y,d} + K_m \cdot (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1$$

$$(S_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + K_m \cdot (S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + S_{m,z,d}/f_{m,z,d} \leq 1$$

$$(1930/13241)^2 + 3500/14100 + 0.7^2/14100 = 0.27 \leq 1 \text{ [4.4.7a]}$$

Verifica di colonna soggetta a pressoflessione

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.2.2

$$f_{c,0,k} = 240$$

$$f_{m,k} = 240$$

$$K_{mod} = 0,80$$

Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1,45$

$$f_{c,0,d} = K_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma = 132,4$$

$$f_{m,d} = K \cdot K_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma = 141,0$$

$$K = 1,06$$

$$l_{eff,x} \text{ (per sbandamento attorno all'asse x della sezione)} = \beta_{tX} \cdot L = 32,7$$

$$l_{eff,y} \text{ (per sbandamento attorno all'asse y della sezione)} = \beta_{tY} \cdot L = 32,7$$

$$\text{Snellezza } l_x = L_x / \sqrt{J_x / \text{Area}} = 3,5$$

$$\text{Snellezza } l_y = L_y / \sqrt{J_y / \text{Area}} = 4,7$$

$$E_{0.5\%} = 96000$$

$$\sigma_{crit,x} = \pi^2 \cdot E_{0.5\%} / (l_x^2) = 75761,7$$

$$\sigma_{crit,y} = \pi^2 \cdot E_{0.5\%} / (l_y^2) = 42616,0$$

$$\text{Snellezza relativa } l_{rel,x} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{crit,x}} = 0,06$$

$$\text{Snellezza relativa } l_{rel,y} = \sqrt{f_{c,0,k} / \sigma_{crit,y}} = 0,08$$

$$\beta_{t,c} = 0,10$$

$$\lambda_{rel,x} < 0.3$$

$$K_{cx} = 1$$

$$\lambda_{rel,y} < 0.3$$

$$K_{cy} = 1$$

$$S_{c,0,d}/(f_{c,0,d} \cdot K_{cx}) + S_{m,z,d}/f_{m,z,d} + K_m \cdot (S_{m,y,d}/f_{m,y,d}) \leq 1$$

$$S_{c,0,d}/(f_{c,0,d} \cdot K_{cy}) + K_m \cdot (S_{m,z,d}/f_{m,z,d}) + S_{m,y,d}/f_{m,y,d} \leq 1$$

$$1930/(1 \cdot 13241) + 3500/14100 + 0.7^2/14100 = 0.39 \leq 1$$

Verifica della stabilit  laterale torsionale

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.2.1

$$f_{c,0,k} = 240$$

$$f_{m,k} = 240$$

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma = 1,45$$

$$f_{m,d} = K_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma = 141$$

$$\text{Lunghezza efficace } l_{ef,y} = \beta_{tY} \cdot L = 32,7$$

$$E_{0.5\%} = 96000$$

$$G_{0.5\%} = 5400$$

$$\sigma_{m,crit} = \pi^2 \cdot \sqrt{E_{0.5\%} \cdot J_y \cdot G_{0.5\%} \cdot J_t} / (W_x \cdot l_{ef,y}) = 28625,0$$

$$W_x = 4096,0$$

$$J_t = 77783,0$$

Snellezza relativa per la flessione (formula 6.30)

$$l_{rel} = \sqrt{f_{m,k} / \sigma_{m,crit}} = 0,09$$

$L_{rel} \leq 0.75 \rightarrow K_{crit} = 1$
 Snellezza relativa $l_{rel,x} = \sqrt{F_{c,0,k} / \sigma_{crit,x}} = 0,06$
 Snellezza relativa $l_{rel,y} = \sqrt{F_{c,0,k} / \sigma_{crit,y}} = 0,08$
 $\lambda_{rel,x} < 0.3$
 $K_{cx} = 1$
 $\lambda_{rel,y} < 0.3$
 $K_{cy} = 1$
 $(M_{d,K_{crit}}/f_{m,d})^2 + M_{c,0,d}/K_{c,z}f_{c,0,d} \leq 1$
 $0.2074 \leq 1$

10.1.1.4 Monaco

Sezione: 24x24
 Classe di servizio: 2

Tensoflessione

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.1.7
 $K_{mod} = 0,80$
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1,45$
 $K_h = 1,096$ (formula 11.7.2)
 $M_{t,0,d}/f_{t,0,d} + M_{m,y,d}/f_{m,y,d} + K_m(M_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1$
 $M_{t,0,d}/f_{t,0,d} + K_m(M_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + M_{m,z,d}/f_{m,z,d} \leq 1$
 $1089/11610 + 0.7 \cdot 0/14512 + 1/14512 = 0.09 \leq 1$ [4.4.6b]

Taglio

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.1.9
 $K_{mod} = 1,10$
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1,45$
 $\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$
 $\sqrt{8^2 + 0^2} = 8 \leq 2655$
 $k_{cr} = 0.67$

10.1.1.5 Saetta

Sezione: 24x24
 Classe di servizio: 2

Taglio

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.1.9
 $K_{mod} = 0,60$
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1,45$
 $\tau_{v,d} \leq f_{v,d}$
 $\sqrt{0^2 + 15^2} = 15 \leq 1448$
 $k_{cr} = 0.67$

Pressoflessione

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.1.8
 $K_{mod} = 0,60$
 Coefficiente parziale di sicurezza del materiale $\gamma = 1,45$
 $K_h = 1,096$ (formula 11.7.2)
 $(M_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + M_{m,y,d}/f_{m,y,d} + K_m(M_{m,z,d}/f_{m,z,d}) \leq 1$
 $(M_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + K_m(M_{m,y,d}/f_{m,y,d}) + M_{m,z,d}/f_{m,z,d} \leq 1$
 $(628/9931)^2 + 119/10884 + 0.7 \cdot 0/10884 = 0.01 \leq 1$ [4.4.7a]

Verifica per compressione parallela alla fibratura

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.1.3

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\text{Coefficiente parziale di sicurezza del materiale } \gamma = 1,45$$

$$K_h = 1,096 \text{ (formula 11.7.2)}$$

$$Sc_{0,d} \leq fc_{0,d}$$

$$|-1079| \leq 13241$$

Verifica di colonna soggetta a pressoflessione

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.2.2

$$fc_{0,k} = 240$$

$$fm_{k} = 240$$

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\text{Coefficiente parziale di sicurezza del materiale } \gamma = 1,45$$

$$fc_{0,d} = K_{mod} * fc_{0,k} / \gamma = 132,4$$

$$fm_{d} = K * K_{mod} * fm_{k} / \gamma = 145,1$$

$$K = 1,10$$

$$leff_x \text{ (per sbandamento attorno all'asse x della sezione)} = \beta_x * L = 282,5$$

$$leff_y \text{ (per sbandamento attorno all'asse y della sezione)} = \beta_y * L = 282,5$$

$$\text{Snellezza } l_x = L_x / \sqrt{J_x / Area} = 40,8$$

$$\text{Snellezza } l_y = L_y / \sqrt{J_y / Area} = 40,8$$

$$E_{0,5\%} = 96000$$

$$\sigma_{crit,x} = \pi^2 * E_{0,5\%} / (l_x^2) = 569,9$$

$$\sigma_{crit,y} = \pi^2 * E_{0,5\%} / (l_y^2) = 569,9$$

$$\text{Snellezza relativa } l_{rel,x} = \sqrt{fc_{0,k} / \sigma_{crit,x}} = 0,65$$

$$\text{Snellezza relativa } l_{rel,y} = \sqrt{fc_{0,k} / \sigma_{crit,y}} = 0,65$$

$$\beta_c = 0,10$$

$$K_x = 0,5 * (1 + \beta_c * (l_{rel,x} - 0,3) + l_{rel,x}^2) = 0,73$$

$$K_{cx} = 1 / (K_x + \sqrt{K_x^2 - l_{rel,x}^2}) = 0,95$$

$$K_y = 0,5 * (1 + \beta_c * (l_{rel,y} - 0,3) + l_{rel,y}^2) = 0,73$$

$$K_{cy} = 1 / (K_y + \sqrt{K_y^2 - l_{rel,y}^2}) = 0,95$$

$$Sc_{0,d} / (fc_{0,d} * K_{cx}) + S_{m,z,d} / f_{m,z,d} + K_{m,y} * (S_{m,y,d} / f_{m,y,d}) \leq 1$$

$$Sc_{0,d} / (fc_{0,d} * K_{cy}) + K_{m,x} * (S_{m,z,d} / f_{m,z,d}) + S_{m,y,d} / f_{m,y,d} \leq 1$$

$$1075 / (0,95 * 13241) + 119 / 14512 + 0,7 * 0 / 14512 = 0,09 \leq 1$$

Verifica della stabilit  laterale torsionale

D.M. 17-01-18 Paragrafo 4.4.8.2.1

$$fc_{0,k} = 240$$

$$fm_{k} = 240$$

$$K_{mod} = 0,80$$

$$\gamma = 1,45$$

$$fm_{d} = K_{mod} * fm_{k} / \gamma = 145$$

$$\text{Lunghezza efficace } lef_y = \beta_y * L = 282,5$$

$$E_{0,5\%} = 96000$$

$$G_{0,5\%} = 5400$$

$$\sigma_{m,crit} = \pi^2 * \sqrt{E_{0,5\%} * J_y * G_{0,5\%} * J_t} / (W_x * lef_y) = 3696,4$$

$$W_x = 2304,0$$

$$J_t = 40919,0$$

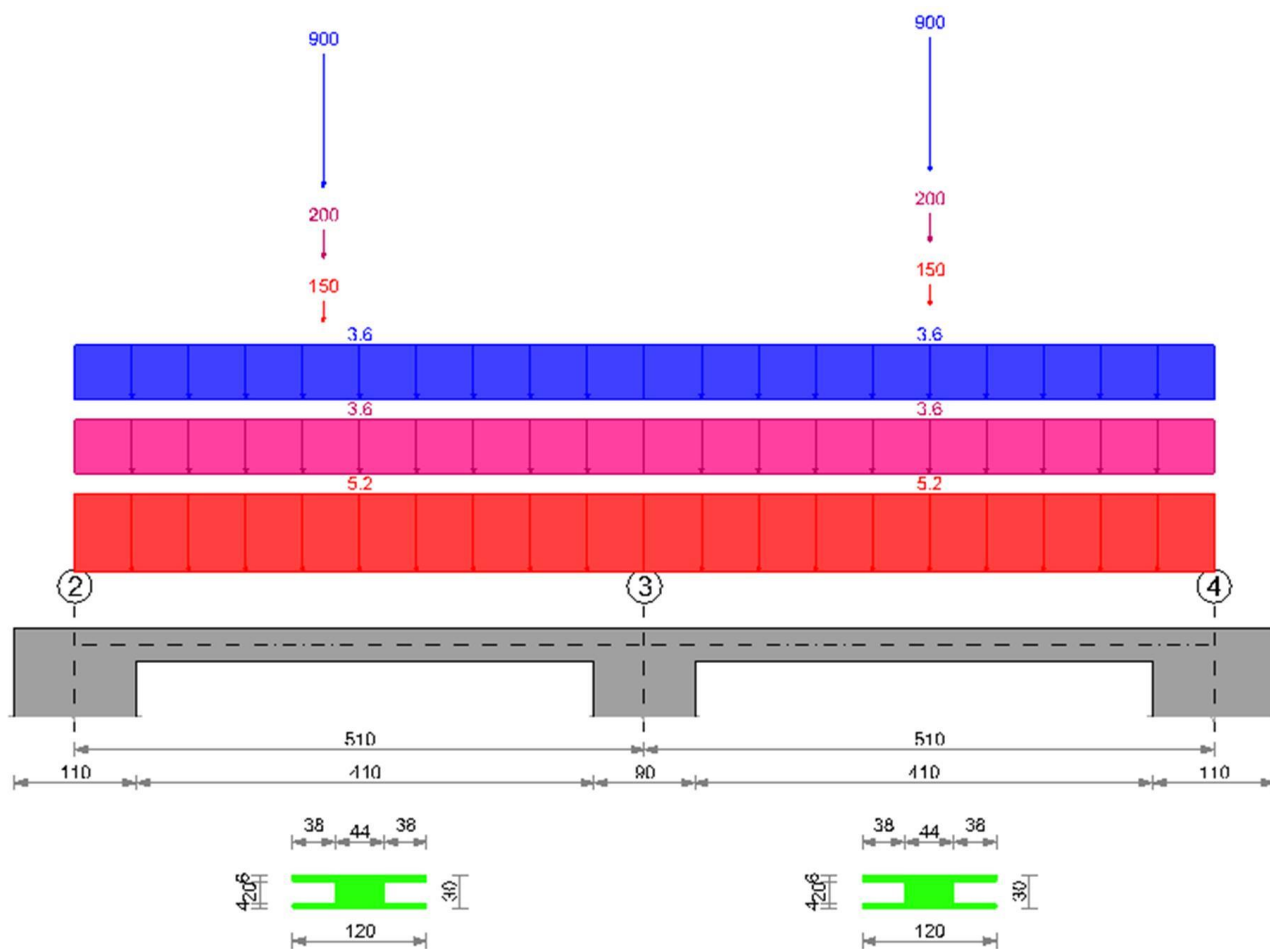
Snellezza relativa per la flessione (formula 6.30)

$$l_{rel} = \sqrt{fm_{k} / \sigma_{m,crit}} = 0,25$$

$$l_{rel} \leq 0,75 \rightarrow K_{crit} = 1$$

$$\text{Snellezza relativa } l_{rel,x} = \sqrt{fc_{0,k} / \sigma_{crit,x}} = 0,65$$

$$\text{Snellezza relativa } l_{rel,y} = \sqrt{fc_{0,k} / \sigma_{crit,y}} = 0,65$$



Configurazione di carico

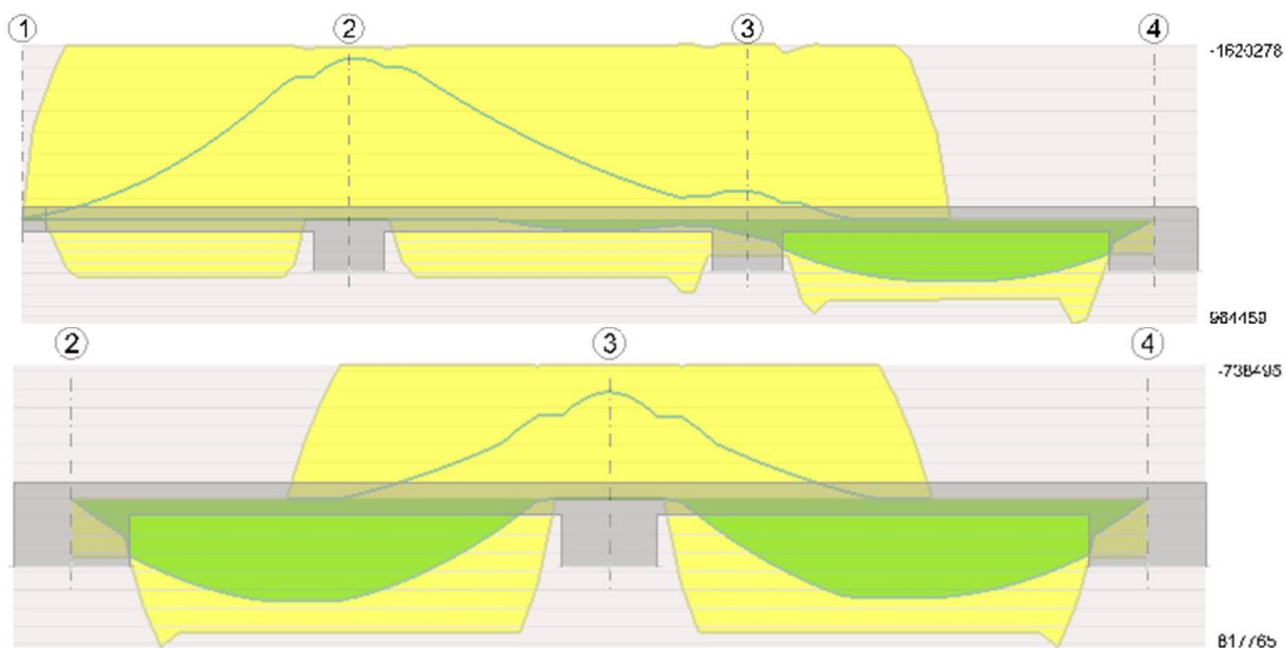


Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

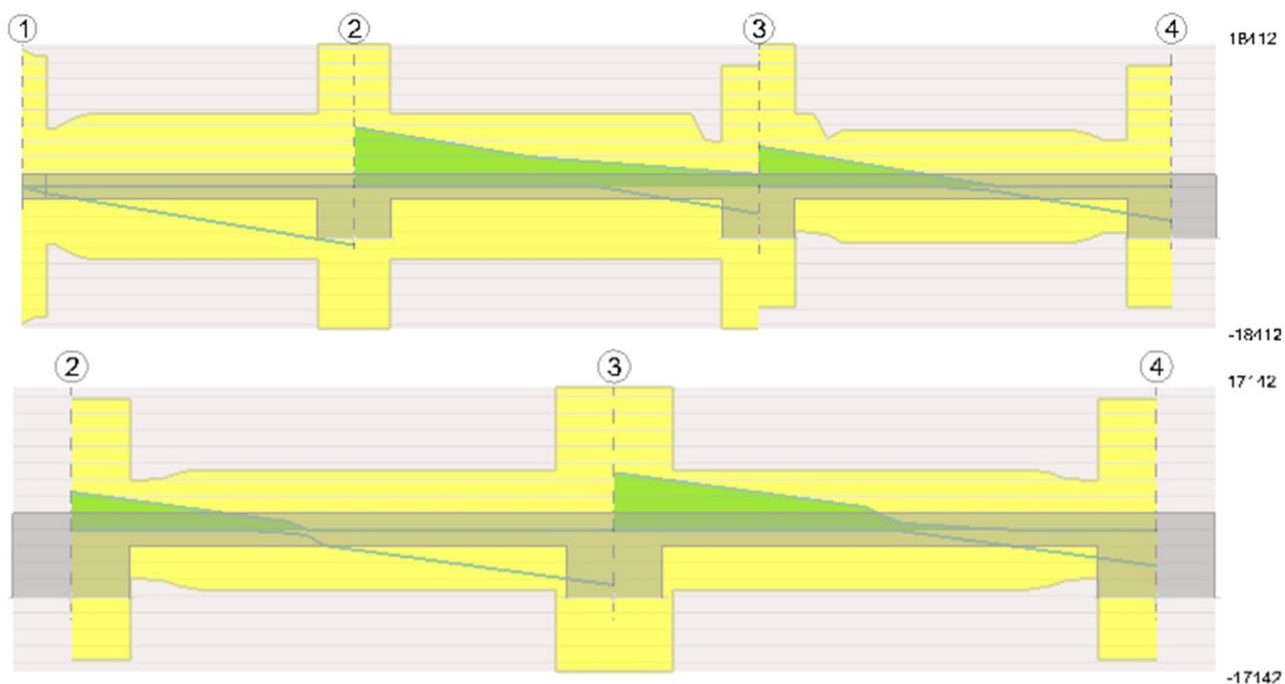


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

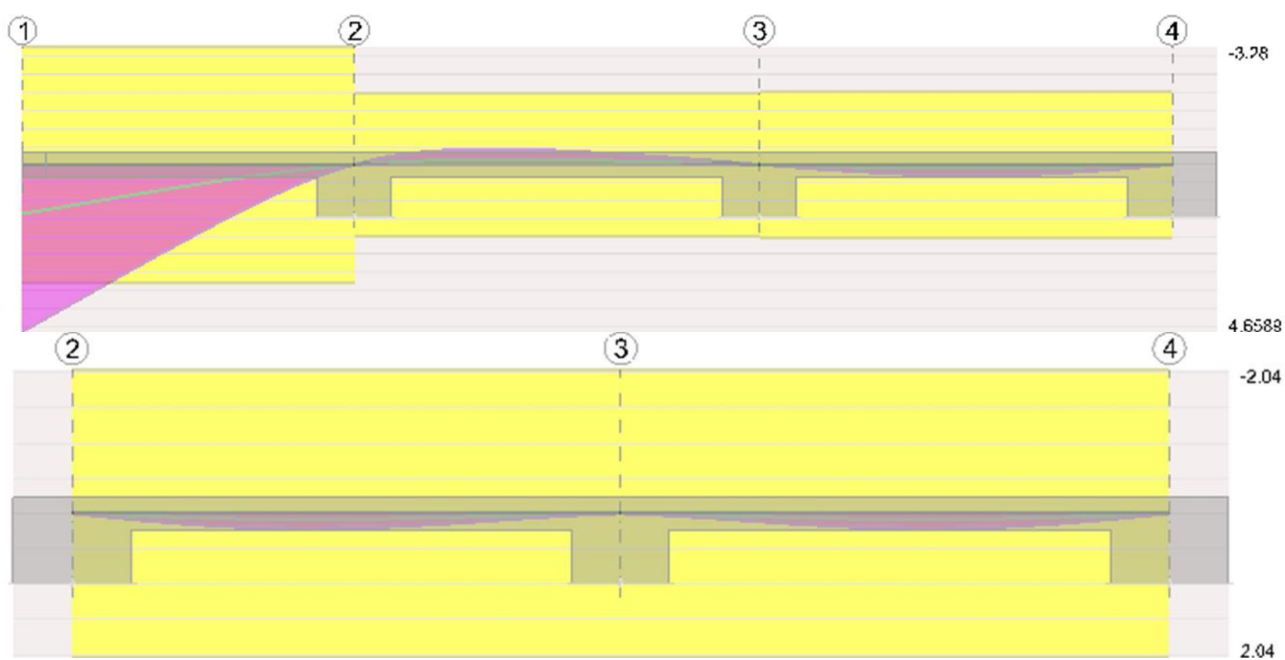


Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia

La campata a sbalzo non verifica la freccia viscosa a lungo termine: si prevede di posare il solaio con una contromonta di 15 mm verso l'alto in modo da rientrare nella verific di normativa.

10.2.2 Travi

10.2.2.1 Trave T1

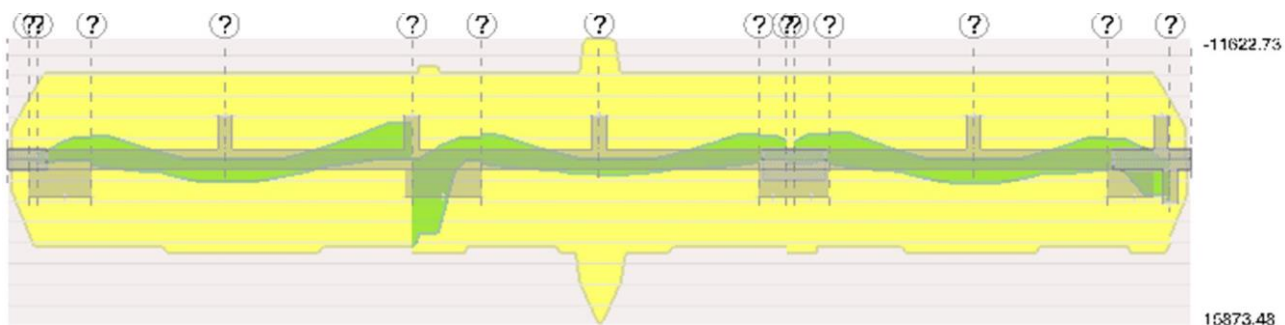


Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

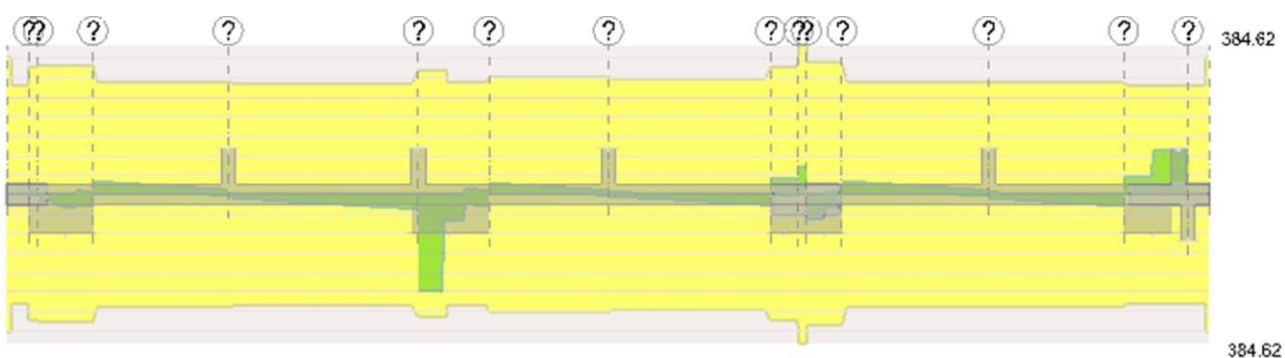


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio



Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia

10.2.2.2 Trave T2

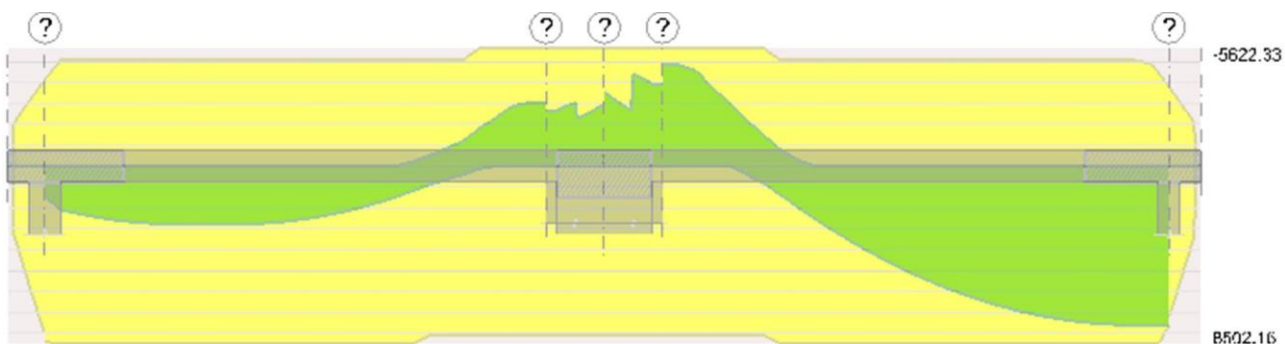
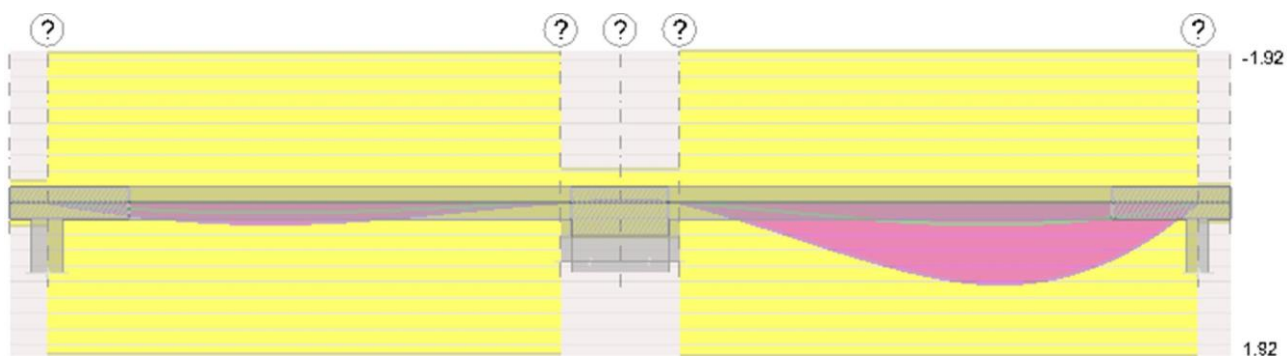
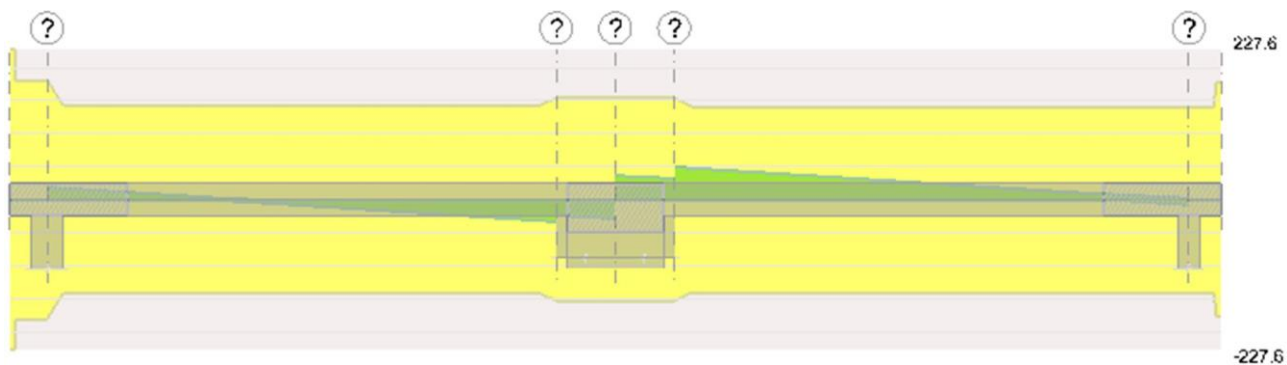
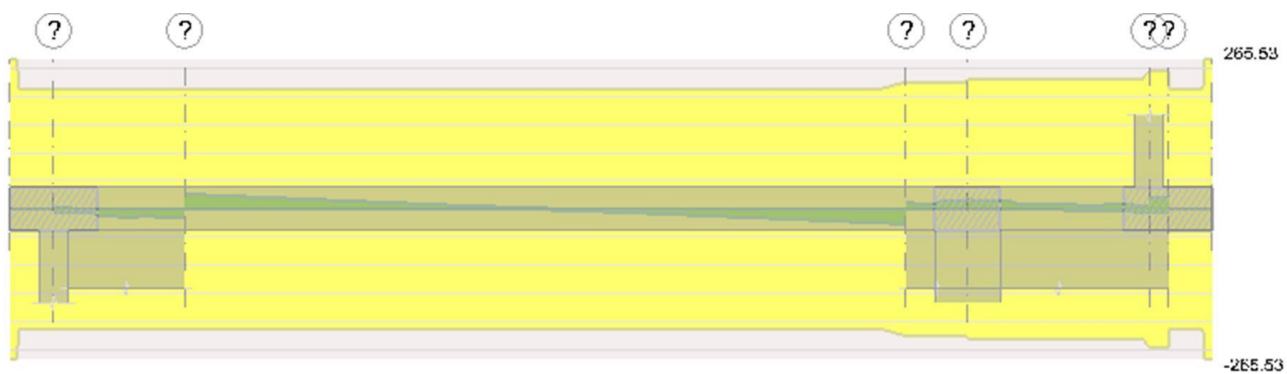
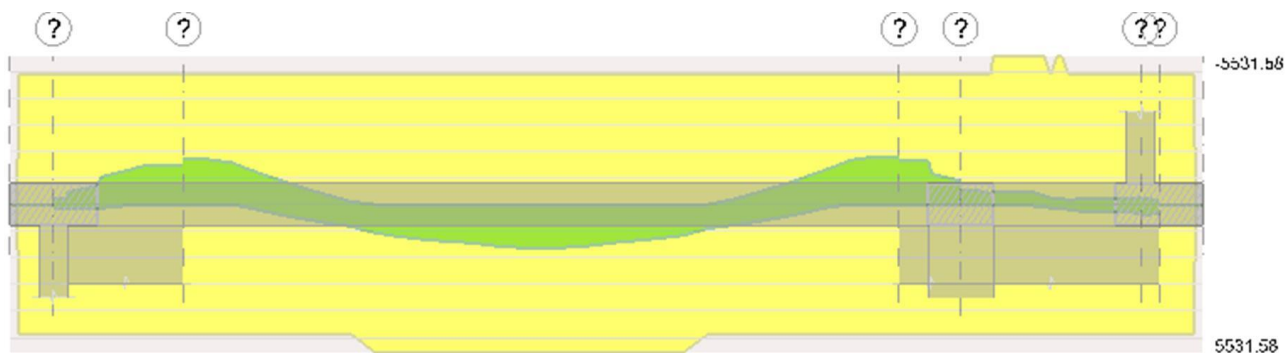


Diagramma verifica stato limite ultimo flessione



10.2.2.3 Trave T3



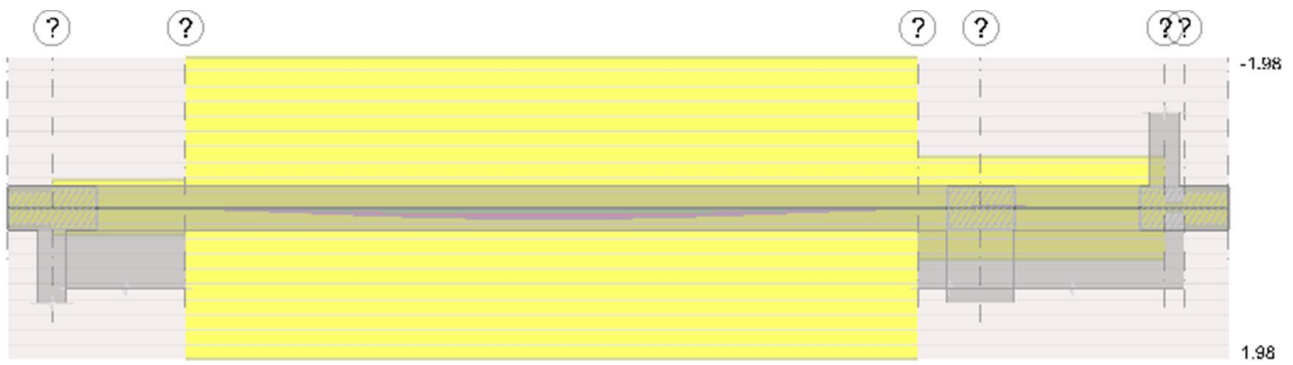


Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia

10.2.2.4

Trave T4

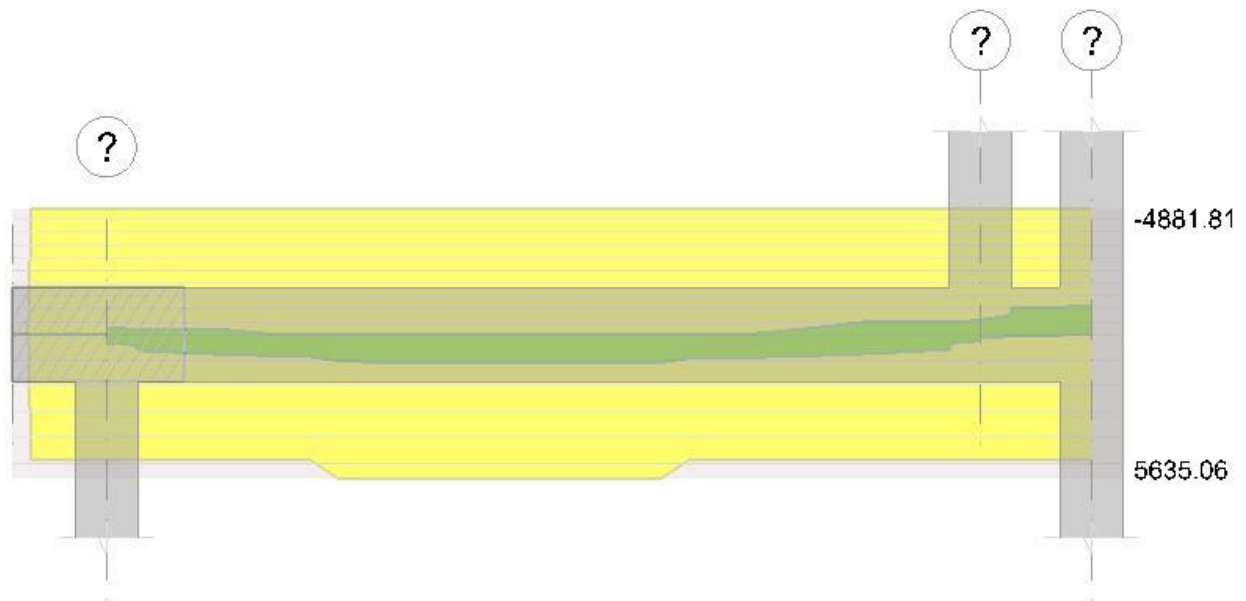


Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

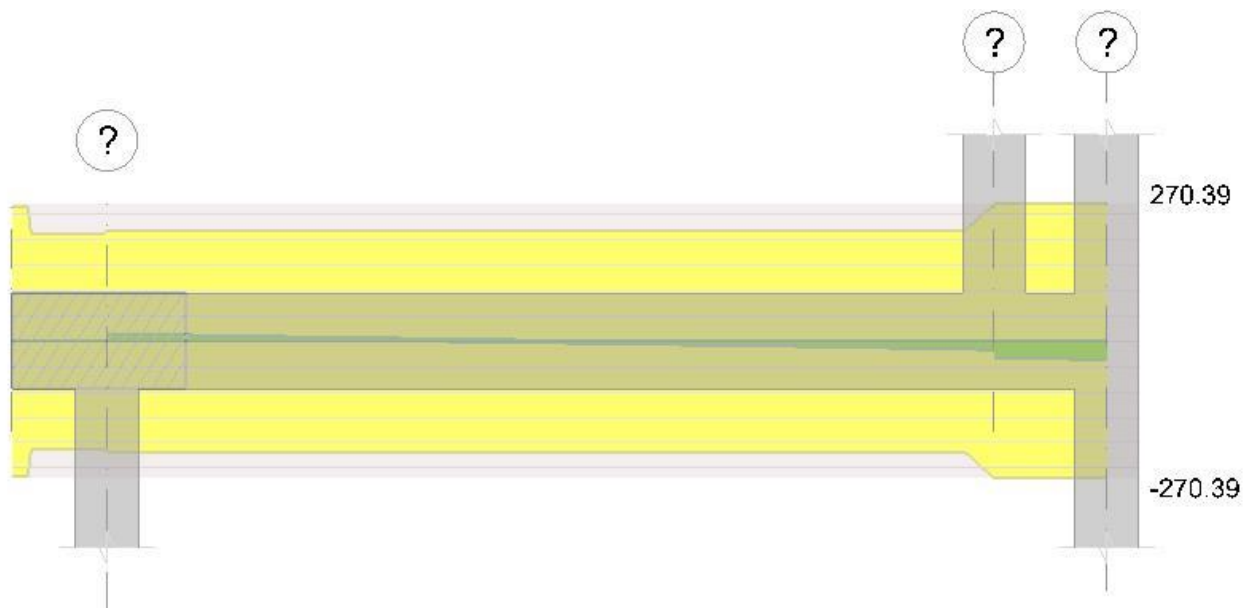


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

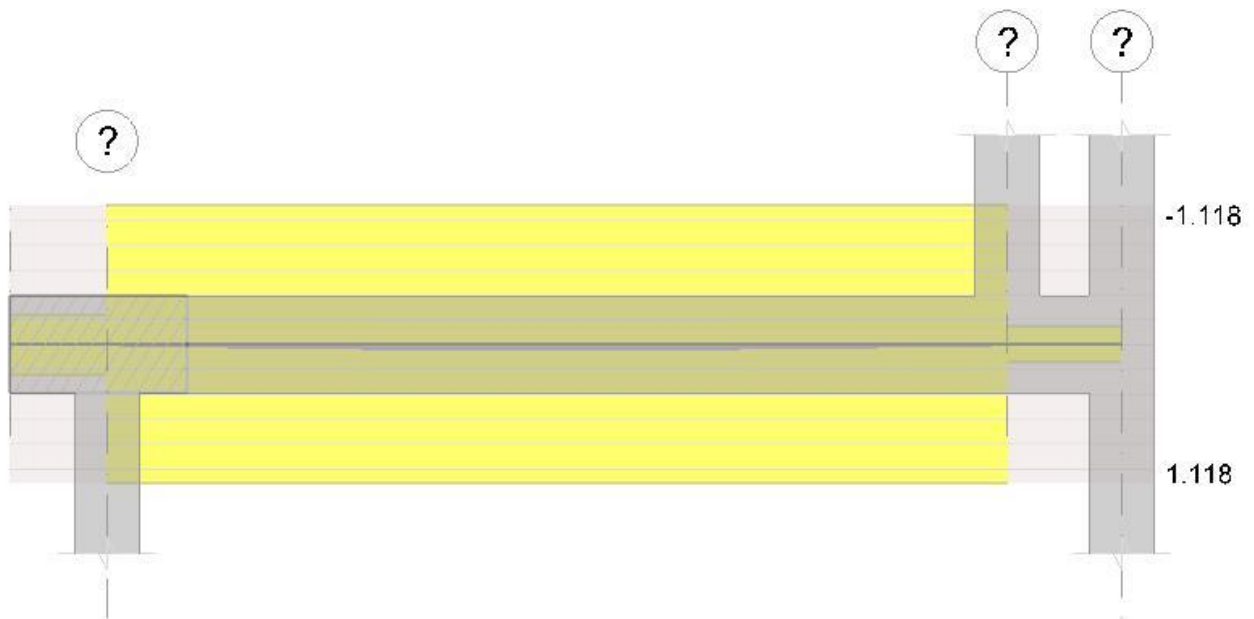


Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia

10.2.2.5

Trave T5

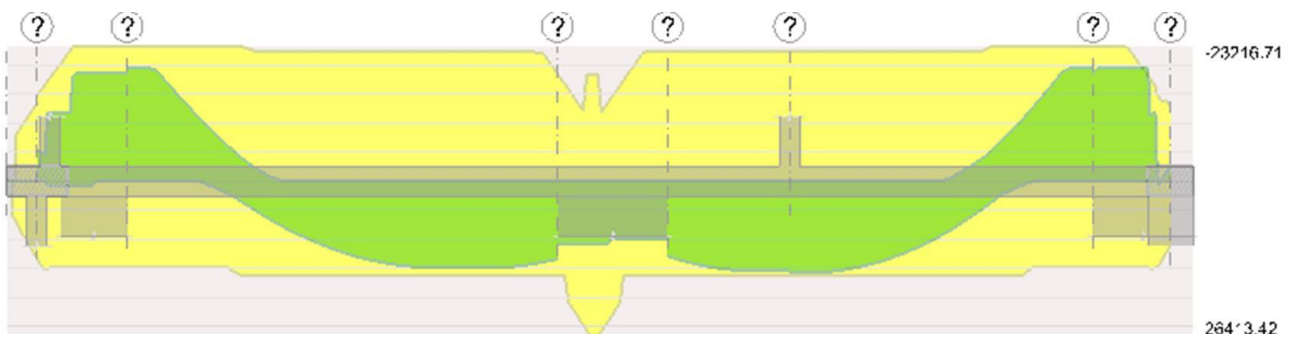


Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

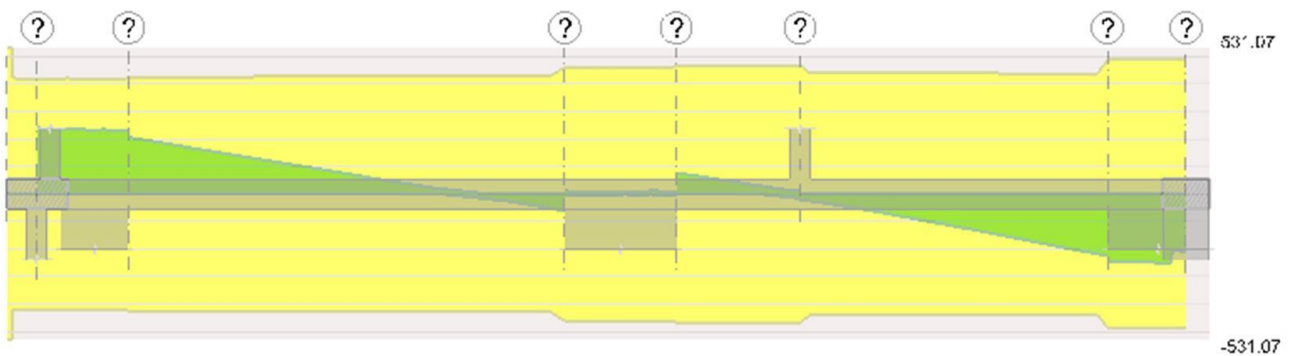


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio



Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia

10.2.2.6

Trave T6



Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

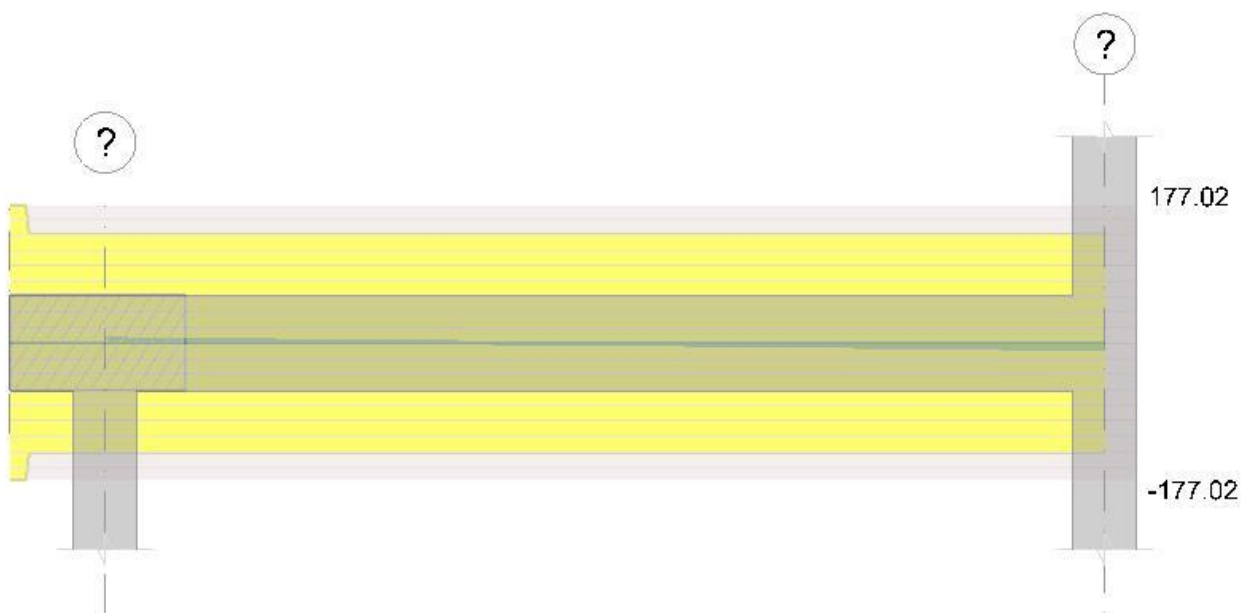


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

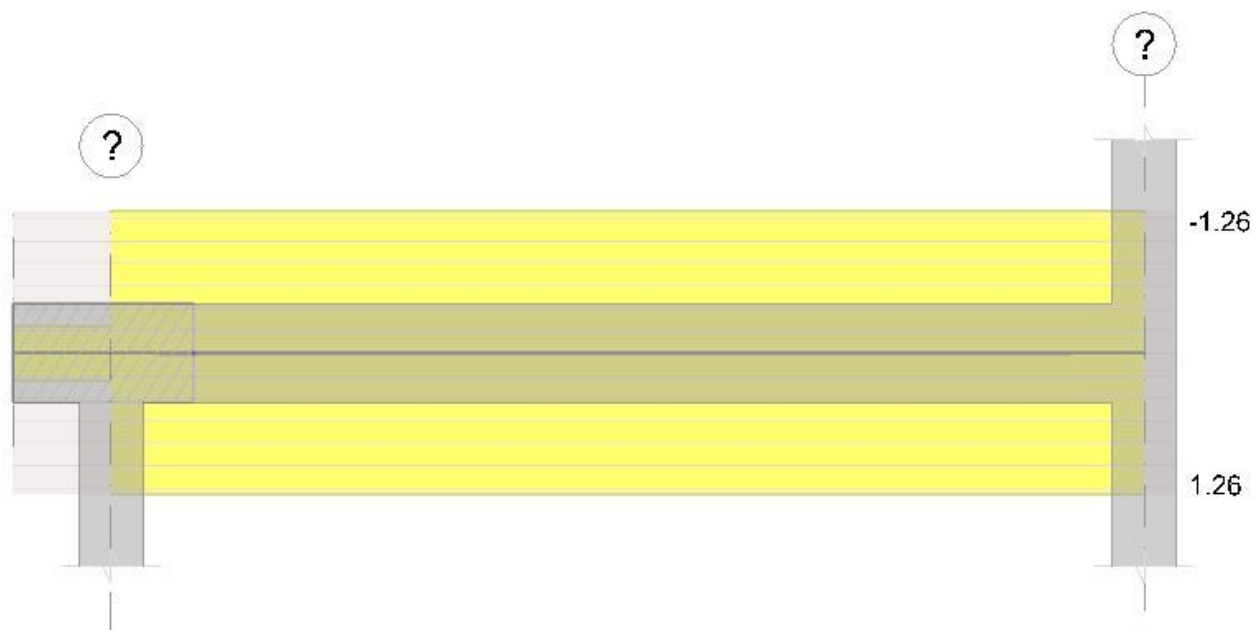


Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia

10.2.2.7

Trave T7

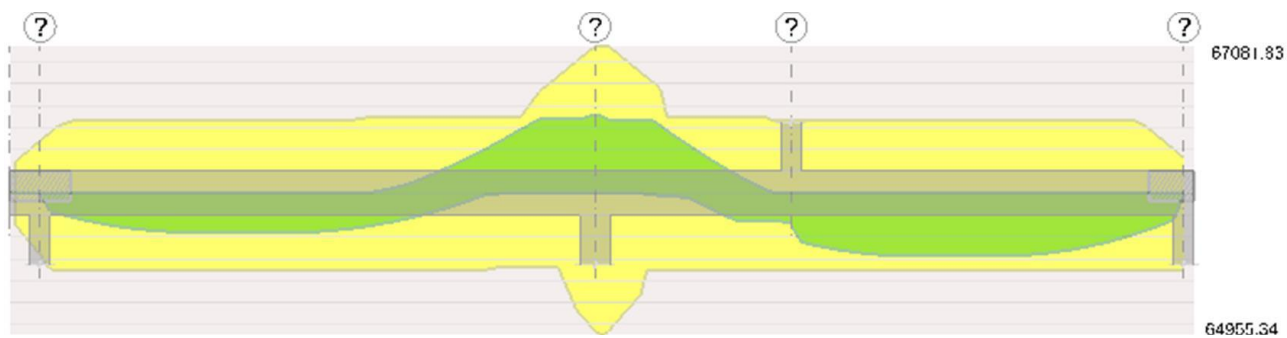


Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

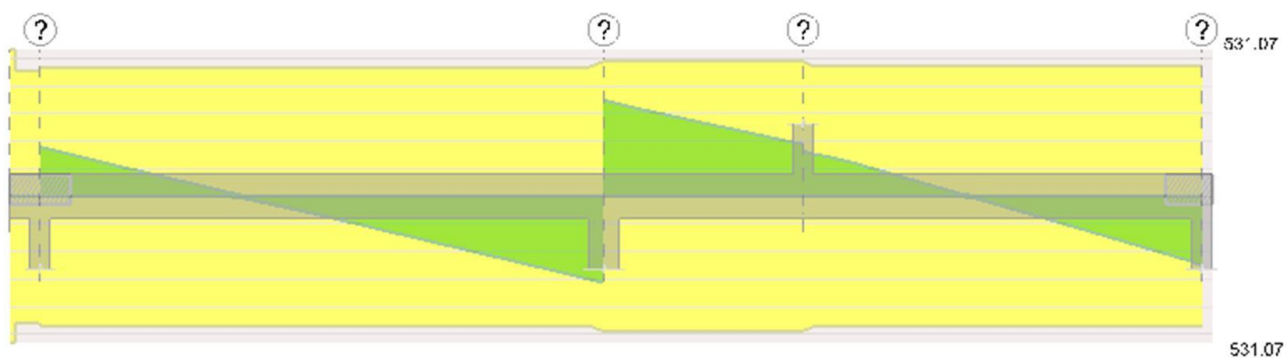


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

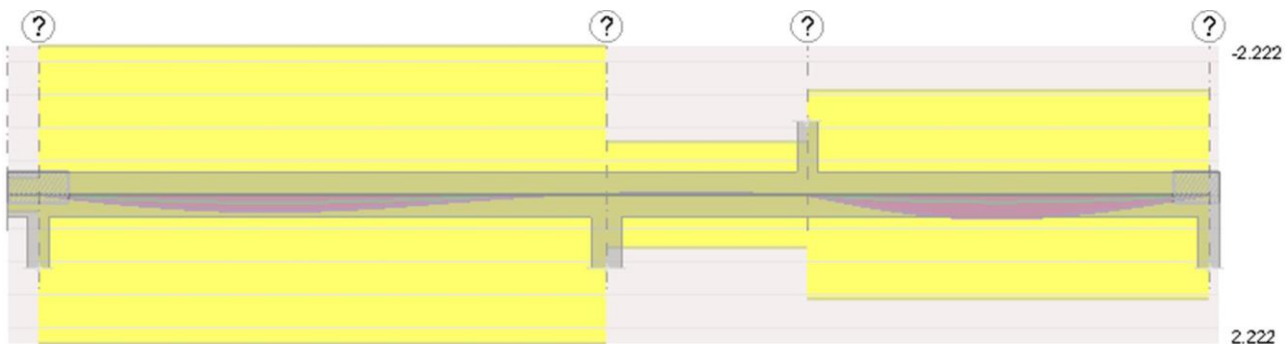


Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia

Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia

10.2.2.8

Trave T8

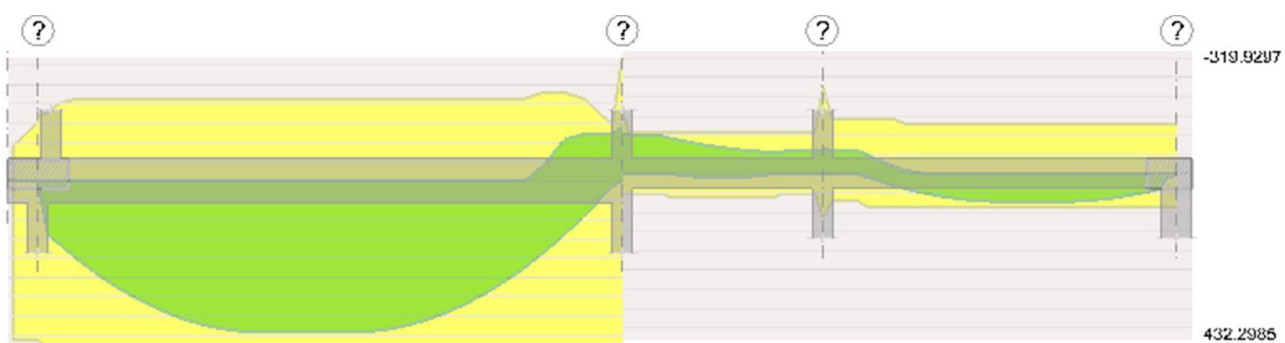


Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

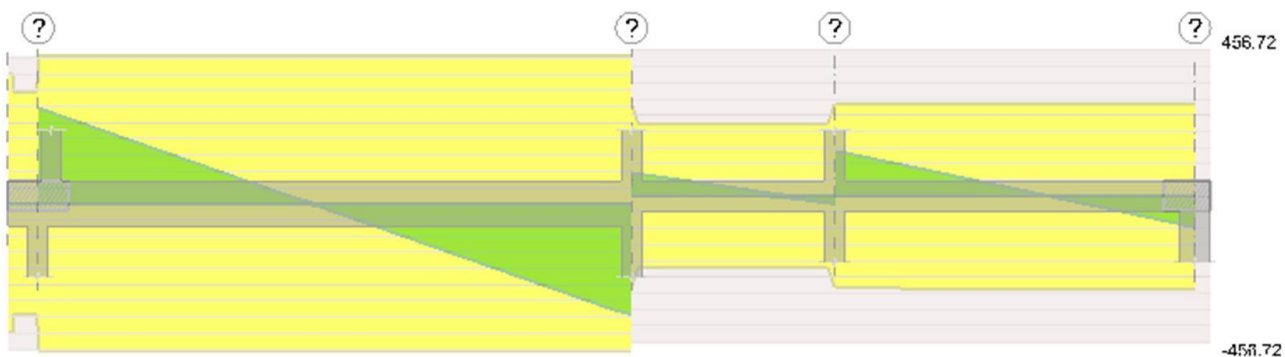


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

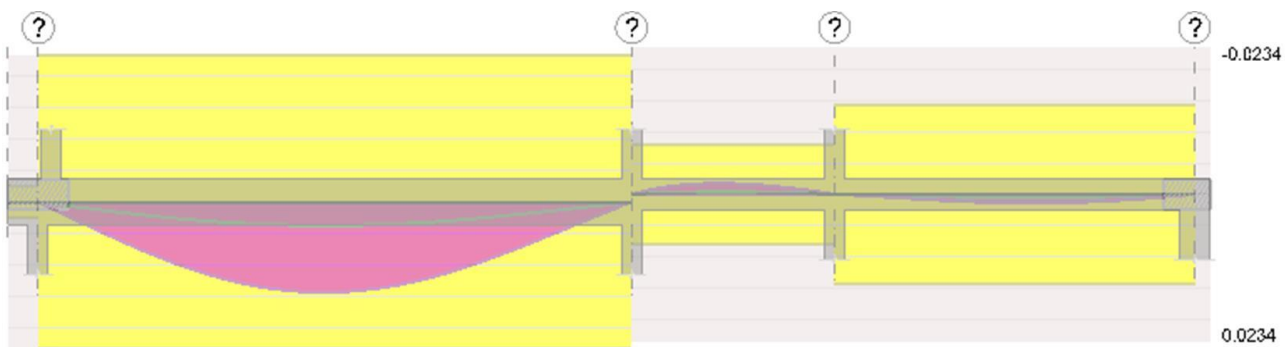
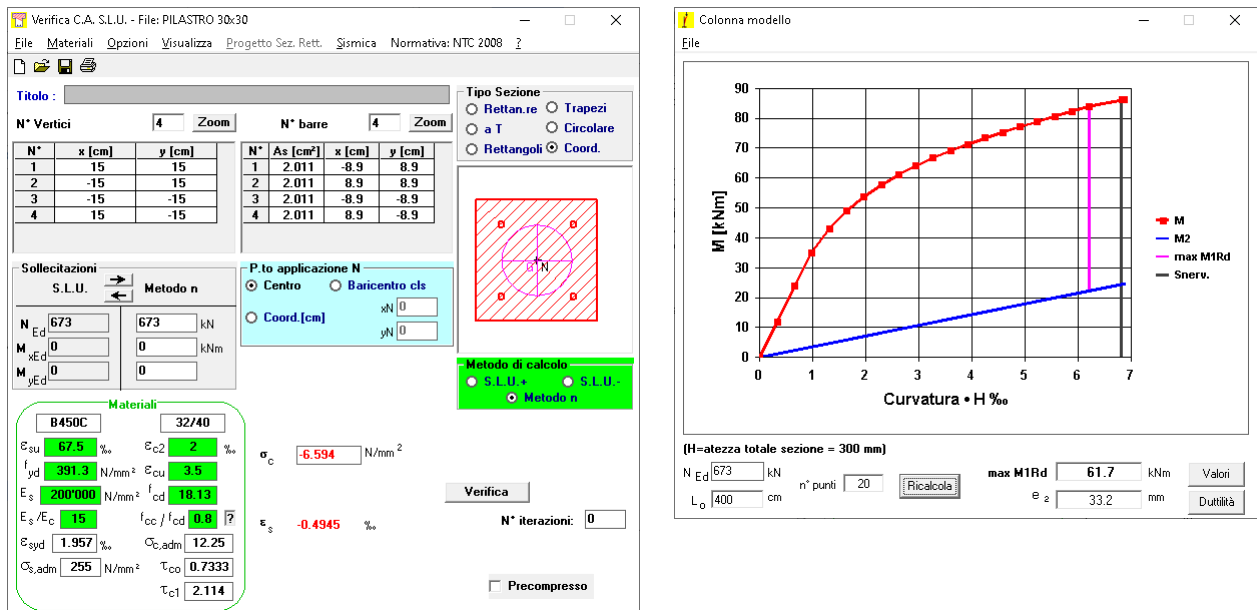


Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia

10.2.3 Pilastri 30x30

Trattasi dei 2 pilastri gettati in opera: essi sono stati modellati come bielle, pertanto resistenti alle sole azioni verticali.



Pur non avendo funzione di resistenza alle forze orizzontali, essi sono comunque armati e staffati secondo quanto prescritto dal capitolo 7 delle NTC 2018.

10.2.4 Setti

Tali setti, di spessore 20 cm (altezza libera interpiano pari a 4 m, quindi ripsettato limite geometrico di h/20 imposto da §7.4.6.1.4 NTC2018), sono scollegati dalla struttura del capannone da un giunto di 5 cm; ove i tegoli posano sul muro, vi è interposto un foglio di teflon che impedisce il trasferimento di sforzo orizzontale. Si armano con Ø10/20 orizzontali e Ø10/20 verticali, oltre a nr. 9 ganci Ø8/mq (si garantiscono pertanto le prescrizioni del §7.4.6.2.4 NTC2018).

Si riporta di seguito la verifica del setto più sollecitato.

Parete a "Fondazione - Bar"

Parete fra le coordinate in pianta (7952;2079) (8062;2079)
da quota 0 a quota 409
Valori in daN, cm
C32/40: rck 400
fyk 4500

Verifica di stato limite ultimo

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu	Ved	Vcd
154	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	5.964	14 SLV	2060	4	12287	27	33	4203
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	254.053	14 SLV	73	0	18426	71	1	4284
162	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	8.805	3 SLV	1393	12	12266	107	71	3993
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	260.956	14 SLV	-647	-1	-168947	-215	1	4279
1164	o	77	20	3.1	3.1	6.0	6.0	12.265	32 SLU	-21026	15	-257871	179	61	7829
	v	79	20	3.1	3.1	5.0	5.0	12.997	7 SLV	1891	-2	24581	-28	1	6778
1346	o	100	20	3.9	3.9	6.0	6.0	21.689	32 SLU	-15295	-10	-331746	-210	101	8513
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	12.978	35 SLU	1421	0	18440	0	0	4425

Combinazione rara

combinazione "ra"																						
nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk (mm)	Wlim	st	Sm (mm)	c		
154	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-5.4	5	ra	-5.67E03	1.96E00	-81.3	5	ra	-5.67E03	1.96E00	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.2	5	ra	-2.65E02	-1.13E00	-3.7	5	ra	-2.65E02	-1.13E00	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra
162	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-6.0	5	ra	-6.24E03	-1.96E00	-89.4	5	ra	-6.24E03	-1.96E00	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.3	5	ra	-2.93E02	1.13E00	-4.1	5	ra	-2.93E02	1.13E00	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra
1164	o	77	20	3.1	3.1	6.0	6.0	-9.2	5	ra	-1.51E04	1.03E01	-138.0	5	ra	-1.51E04	1.03E01	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra
	v	79	20	3.1	3.1	5.0	5.0	-1.6	9	ra	-2.62E03	2.70E-01	78.7	5	ra	4.95E02	-1.31E-01	0.00999.00	0.3	0.0	1	ra
1346	o	100	20	3.9	3.9	6.0	6.0	-5.2	5	ra	-1.09E04	-6.84E00	-77.5	5	ra	-1.09E04	-6.84E00	0.00999.00	0.0	0.0	1	ra
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-2.8	8	ra	-2.98E03	-2.17E-02	221.2	8	ra	1.04E03	2.06E-02	0.00999.00	1.0	0.0	1	ra

Combinazione frequente

Combinazione frequente																				
nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	Wklim	st	Sm(mm)	c
154	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-4.6	3	fr	-4.79E03	1.37E00	-68.6	3	fr	-4.79E03	1.37E00	0.00	0.30	0.0
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.2	3	fr	-2.26E02	-7.85E-01	-3.2	3	fr	-2.26E02	-7.85E-01	0.00	0.30	0.0

162	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-5.0	3	fr	-5.23E03	-1.36E00	-75.0	3	fr	-5.23E03	-1.36E00	0.00	0.30	0.0	0.0	1	fr
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.2	3	fr	-2.43E02	7.85E-01	-3.4	3	fr	-2.43E02	7.85E-01	0.00	0.30	0.0	0.0	1	fr
1164	o	77	20	3.1	3.1	6.0	6.0	-7.9	3	fr	-1.30E04	7.25E00	-118.5	3	fr	-1.30E04	7.25E00	0.00	0.30	0.0	0.0	1	fr
	v	79	20	3.1	3.1	5.0	5.0	-1.5	4	fr	-2.52E03	2.04E-01	47.4	3	fr	2.98E02	-8.87E-02	0.00	0.30	0.2	0.0	1	fr
1346	o	100	20	3.9	3.9	6.0	6.0	-4.3	3	fr	-9.01E03	-4.70E00	-63.8	3	fr	-9.01E03	-4.70E00	0.00	0.30	0.0	0.0	1	fr
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-2.7	4	fr	-2.91E03	-2.07E-02	210.6	4	fr	9.92E02	1.94E-02	0.00	0.30	1.0	0.0	1	fr

Combinazione quasi permanente

nod	sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	Wklim	st	Sm(mm)	c			
154	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-4.4	2	q.	-4.59E03	1.22E00	-65.7	2	q.	-4.59E03	1.22E00	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.2	2	q.	-2.17E02	-7.03E-01	-3.0	2	q.	-2.17E02	-7.03E-01	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
162	o	50	20	1.6	1.6	6.0	6.0	-4.8	2	q.	-5.01E03	-1.22E00	-71.7	2	q.	-5.01E03	-1.22E00	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-0.2	2	q.	-2.32E02	7.03E-01	-3.2	2	q.	-2.32E02	7.03E-01	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
1164	o	77	20	3.1	3.1	6.0	6.0	-7.6	2	q.	-1.25E04	6.51E00	-114.2	2	q.	-1.25E04	6.51E00	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
	v	79	20	3.1	3.1	5.0	5.0	-1.5	2	q.	-2.50E03	2.00E-01	40.6	2	q.	2.55E02	-7.86E-02	0.00	0.20	0.2	0.0	1	q.
1346	o	100	20	3.9	3.9	6.0	6.0	-4.0	2	q.	-8.56E03	-4.18E00	-60.6	2	q.	-8.56E03	-4.18E00	0.00	0.20	0.0	0.0	1	q.
	v	50	20	2.4	2.4	5.0	5.0	-2.7	2	q.	-2.88E03	-2.04E-02	207.0	2	q.	9.76E02	1.89E-02	0.00	0.20	0.9	0.0	1	q.

Verifica dei pannelli

Pannello : Pannello da (7952;2079) a (8062;2079)

Sezione a quota 1

Coordinate dei vertici

X	Y
7952.4	-10.0
7952.4	10.0
8062.4	10.0
8062.4	-10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

Sezione a quota 105

Coordinate dei vertici

X	Y
7952.4	-10.0
7952.4	10.0
8062.4	10.0
8062.4	-10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

Sezione a quota 209

Coordinate dei vertici

X	Y
7952.4	-10.0
7952.4	10.0
8062.4	10.0
8062.4	-10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

Sezione a quota 211

Coordinate dei vertici

X	Y
7952.4	-10.0
7952.4	10.0
8062.4	10.0
8062.4	-10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

Sezione a quota 310

Coordinate dei vertici

X	Y
7952.4	-10.0
7952.4	10.0
8062.4	10.0
8062.4	-10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

Sezione a quota 408

Coordinate dei vertici

X	Y
7952.4	-10.0
7952.4	10.0
8062.4	10.0
8062.4	-10.0

Armature verticali

X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d	X	Y	d
7967.4	-4.0	10	7987.4	-4.0	10	8007.4	-4.0	10	8027.4	-4.0	10	8047.4	-4.0	10
7967.4	4.0	10	7987.4	4.0	10	8007.4	4.0	10	8027.4	4.0	10	8047.4	4.0	10

La verifica a pressoflessione, per le combinazioni sismiche, viene eseguita calcolando i momenti resistenti in campo sostanzialmente elastico

fcd	fctd	Hcr	q.Hcr	hw	Lw	n.p.	hs
-----	------	-----	-------	----	----	------	----

188 14 110 110 409 110 2 205

Verifica a pressoflessione

quota	Mxd	Myd	Ned	Ngrav.	NReale	c.s.	comb
1	0	-82278	-34575	-34575	-34575	10.4656	32 SLU
1	9	-727316	-20021	-20047	-20021	7.2390	14 SLV
105	0	-126913	-33739	-33739	-33739	10.7248	32 SLU
105	4172	-566584	-19378	-19404	-19378	9.3888	14 SLV
209	-1	-171548	-33113	-33113	-33113	10.9278	32 SLU
209	1850	-404018	-18884	-18922	-18884	12.5057	14 SLV
211	-1	-172406	-33113	-33113	-33113	10.9278	32 SLU
211	1839	-400890	-18884	-18922	-18884	12.5702	14 SLV
310	-1	-214680	-32277	-32277	-32277	11.2107	32 SLU
310	2109	-247936	-18253	-18280	-18253	15.9429	14 SLV
408	-2	-256955	-31650	-31650	-31650	11.4326	32 SLU
408	6	-249291	-17827	-17798	-17827	16.3195	3 SLV

Verifica compressione del diagonale

quota	epsilon	VEd	VrEd	comb
1	1.00	466	88716	35 SLU
1	1.00	2193	86793	3 SLV
105	1.00	466	88548	35 SLU
105	1.00	2227	86665	3 SLV
209	1.00	466	88423	35 SLU
209	1.00	2229	86571	3 SLV
211	1.00	466	88423	35 SLU
211	1.00	2229	86571	3 SLV
310	1.00	466	88256	35 SLU
310	1.00	2205	86440	3 SLV
408	1.00	466	88131	35 SLU
408	1.00	2154	86344	3 SLV

Verifica trazione del diagonale

quota	At	roh	rov	VEd	NEd	VRsd	comb
1	7.9	0.0047	0.0036	466	-29685	32462	35 SLU
1	7.9	0.0047	0.0036	2193	-20073	32462	3 SLV
105	7.9	0.0039	0.0036	466	-28849	27052	35 SLU
105	7.9	0.0039	0.0036	2227	-19430	27052	3 SLV
209	7.9	0.0039	0.0036	466	-28223	27052	35 SLU
209	7.9	0.0039	0.0036	2229	-18960	27052	3 SLV
211	7.9	0.0039	0.0036	466	-28223	27052	35 SLU
211	7.9	0.0039	0.0036	2229	-18960	27052	3 SLV
310	7.9	0.0039	0.0036	466	-27387	27052	35 SLU
310	7.9	0.0039	0.0036	2205	-18306	27052	3 SLV
408	7.9	0.0047	0.0036	466	-26761	32462	35 SLU
408	7.9	0.0047	0.0036	2154	-17827	32462	3 SLV

10.2.5 Pompeiana in legno

DATI DI PROGETTO

Caratteristiche geometriche

Luce di calcolo:	L	=	7390	[mm]
Interasse tra le travi principali:	i	=	1333	[mm]
Base della sezione:	b	=	140	[mm]
Altezza della sezione:	h	=	280	[mm]
Area sezione :	A	=	39200	[mm ²]
Modulo di resistenza :	W _y	=	1.829E+06	[mm ³]
	W _z	=	9.147E+05	[mm ³]
Momento d'inerzia :	J _y	=	2.561E+08	[mm ⁴]
	J _z	=	6.403E+07	[mm ⁴]

Carichi

1) Peso proprio travi principali:			0.11	[kN/m ²]
2) Peso proprio pianelle / assito:			0.00	[kN/m ²]
Peso proprio del pacchetto strutturale:	G _{k,1}	=	0.11	[kN/m ²]
1) Sottofondo:			0.00	[kN/m ²]
2) Pavimento:			0.00	[kN/m ²]
3) Tramezzi:			0.00	[kN/m ²]
4) Isolante			0.00	[kN/m ²]
5) Altri permanenti:			0.20	[kN/m ²]
Carichi non strutturali e portati:	G _{k,2}	=	0.20	[kN/m ²]
Carico variabile:	Q _k	=	0.72	[kN/m ²]

Caratteristiche del materiale

Materiale :	Legno lamellare incollato
Classe di resistenza (Gruppo EN338 / EN 11035) :	GL24h
Classe di servizio :	Classe di servizio 3

- Classe di servizio 3: condizioni climatiche che prevedono umidità più elevate di quelle della classe di servizio 2. Possono appartenere a tale classe gli elementi lignei posti all'esterno degli edifici direttamente esposti alle intemperie.

Coefficiente parziale per il materiale :	γ _M	=	1.45	[-]
Coefficiente di deformazione :	k _{def}	=	2.00	[-]

Combinazione I - perm. + acc.	Breve durata (meno di 1 settimana) - Neve
k _{mod,I}	= 0.70
Combinazione II - perm.	Permanente (più di 10 anni) - Peso proprio
k _{mod,II}	= 0.50

Valori caratteristici	Valori di progetto	$k_{mod,I}$ 0.70	$k_{mod,II}$ 0.50	
$f_{m,k}$ [MPa] 24.00	$f_{m,d}$ [MPa] 11.59	8.28		Flessione
$f_{t,0,k}$ [MPa] 16.50	$f_{t,0,d}$ [MPa] 7.97	5.69		Trazione parallela alle fibre
$f_{t,90,k}$ [MPa] 0.40	$f_{t,90,d}$ [MPa] 0.19	0.14		Trazione ortogonale alle fibre
$f_{c,0,k}$ [MPa] 24.00	$f_{c,0,d}$ [MPa] 11.59	8.28		Compress. parallela alle fibre
$f_{c,90,k}$ [MPa] 2.70	$f_{c,90,d}$ [MPa] 1.30	0.93		Compress. ortogonale alle fibre
$f_{v,k}$ [MPa] 2.70	$f_{v,d}$ [MPa] 1.30	0.93		Taglio

Rigidezza

Modulo elastico parallelo medio	E _{0,mean}	=	11600	[MPa]
Modulo elastico ortogonale medio	E _{90,mean}	=	390	[MPa]
Modulo elastico parallelo caratteristico	E _{0,05}	=	9400	[MPa]
Modulo elastico tangenziale medio	G _{mean}	=	720	[MPa]

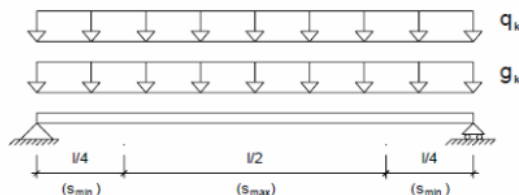
Massa

Massa volumica caratteristica	ρ _k	=	3.80	[kN/m ³]
-------------------------------	----------------	---	------	----------------------

VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Carichi permanenti	γ_{G1}	=	1.30
Carichi permanenti non strutturali	γ_{G2}	=	1.50
Carichi variabili	γ_Q	=	1.50

Combinazione di carico	carico F_d [kN/m]	M_d [kNm]	V_d [kN]	σ_d [MPa]	$f_{m,d}$ [MPa]	τ_d [MPa]	$f_{v,d}$ [MPa]	NOTE
I perm+acc.	2.03	13.87	7.51	7.58	11.59	0.29	1.30	Verificato
II perm.	0.59	4.05	2.19	2.21	8.28	0.08	0.93	Verificato



VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Si devono effettuare verifiche di deformazione istantanea e differita, nell'ipotesi di controfreccia nulla.

Limite freccia istantanea :	L/300	$u_{2,ist,lim}$	=	24.63	[mm]
Limite freccia differita :	L/200	$u_{net,fin,lim}$	=	36.95	[mm]
Coefficiente riduttivo k_{def}		ψ_2	=	0.00	[-]
Coefficiente		χ	=	1.20	[-]

Freccia istantanea (carichi permanenti) :	$u_{1,ist}$	=	5.55	[mm]
Freccia istantanea (carichi variabili) :	$u_{2,ist}$	=	12.82	[mm]
Freccia netta finale :	$u_{net,fin}$	=	29.47	[mm]

$u_{2,ist}$	=	12.82	[mm]	<	$u_{2,ist,lim}$	=	24.63	[mm]	Verificato
$u_{net,fin}$	=	29.47	[mm]	<	$u_{net,fin,lim}$	=	36.95	[mm]	Verificato

$$u_{1,ist} = \frac{5}{384} \frac{g_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \chi \frac{g_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

$$u_{2,ist} = \frac{5}{384} \frac{q_k \cdot L^4}{E_{0,mean} \cdot J} + \chi \frac{q_k \cdot L^2}{8G_{mean} \cdot A}$$

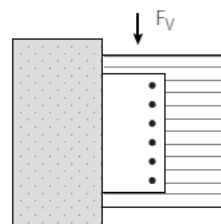
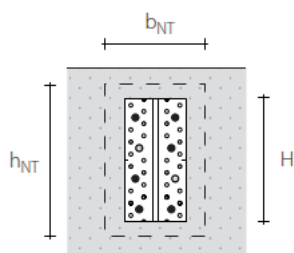
$$u_{net,fin} = u_{1,ist} \cdot (1 + k_{def}) + u_{2,ist} \cdot (1 + \psi_2 \cdot k_{def})$$

Per il collegamento al cls si utilizza una staffa a scomparsa tipo ALUMIDI della Rothoblaas

Area influenza: $5,85 \text{ m} / 2 \times 2,665 \text{ m} / 2 = 3,9 \text{ mq}$

Taglio SLU = 5,94 kN

Si riporta di seguito estratto della scheda tecnica del prodotto:

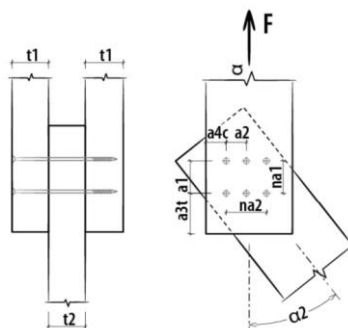


AluMIDI senza fori			TRAVE SECONDARIA	TRAVE PRINCIPALE	VALORI CARATTERISTICI
AluMIDI H [mm]	b _{NT} [mm]	h _{NT} [mm]	spinotti WS Ø7 ⁽²⁾ [pz - Ø x L]	ancorante VINYLPRO Ø8 x 110 ⁽⁵⁾ [pz]	EN 1995:2008 R _{V,k} [kN]
80	120	120	3 - Ø7 x 113	4	11,9
120	120	160	4 - Ø7 x 113	4	19,0
160	120	200	5 - Ø7 x 113	6	30,3
200	120	240	7 - Ø7 x 113	7	37,8
240	120	280	9 - Ø7 x 113	8	46,8
280 *	140	320	10 - Ø7 x 133	9	54,6
320 *	140	360	11 - Ø7 x 133	11	58,5
360 *	160	400	12 - Ø7 x 153	12	68,1
400 *	160	440	13 - Ø7 x 153	14	78,1

Si sceglie la staffa AluMIDI 120

$$R_{vd} = R_{vk} / 1,5 = 19/1,5 = 12,7 \text{ kN} > V_{Ed} = 5,94 \text{ kN}$$

Il collegamento fra travi e pilastri è garantito da viti a testa svasata tipo HBS Ø8x400 mm, di cui si riporta verifica.



DATI DI CALCOLO

Connessione legno-legno / taglio doppio

Classe di servizio	cl	=	2
Durata carico dominante	tq	=	breve
Coefficiente kmod	kmod	=	0.90
Coefficiente sicurezza connessione	γ_M	=	1.50
Diametro nominale (filetto) vite	d1	=	8.0 mm
Diametro gambo	d _s	=	5.8 mm
Diametro nocciolo	d2	=	5.4 mm
Diametro testa	d _k	=	14.5 mm
Lunghezza vite	L _v	=	400 mm
Lunghezza filetto	L _f	=	100 mm
Spessore legno elemento 1	t1	=	60 mm
Angolo elemento 1	α_1	=	90.00°
Tipo legno elemento 1		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Spessore legno elementi 2	t2	=	200 mm
Angolo elementi 2	α_2	=	90.00°
Tipo legno elemento 2		=	Lamellare GL24h (omogeneo)
Numero elementi paralleli alle fibre	n _f	=	2
Distanza elementi paralleli alle fibre	a1	=	60 mm
Numero elementi perpendicolari alle fibre	n _c	=	2
Distanza elementi perpendicolari alle fibre	a2	=	60 mm
Azione di taglio di progetto	F _{vd}	=	15.02 kN

RISULTATI CALCOLO

DATI DI INGRESSO:

Classe di servizio
Durata carico dominante
Coefficiente kmod
Coefficiente sicurezza connessione
Tipo legno elemento t1
Massa volumica legno
Tipo legno elemento t2
Massa volumica legno
Coefficiente sicurezza acciaio
Spessore elemento 1
Spessore elemento 2
Angolo elemento 1
Angolo elemento 2
Numero file viti
Distanza file
Numero colonne viti
Distanza colonne

cl = 2
tq = breve
kmod = 0.90
γM = 1.5
= GL24h
pk = 385 kg/m³
= GL24h
pk = 385 kg/m³
γMa = 1.25
t1 = 140 mm
t2 = 200 mm
α1 = 90.00 °
α2 = 90.00 °
na1 = 2
a1 = 60 mm
na2 = 2
a2 = 60 mm

DATI VITE:

HBS -Vite testa svasata 8x400
Diametro gambo vite
Diametro filetto vite
Diametro nocciolo vite
Diametro convenzionale vite EN1995:2014
Lunghezza filettata vite
Lunghezza vite
Angolo di infissione (vite - fibra)
Senza preforo
Senza sfalsamento
Diametro testa vite

dg = 5.8 mm
df = 8.0 mm
dn = 5.4 mm
def=df = 8.0 mm
lf = 100 mm
lh = 400 mm
β = 90.00 °
=
=
dh = 14.5 mm

RISULTATI:

Lunghezza penetrazione elemento 1
Lunghezza penetrazione elemento 2
Lunghezza penetrazione elemento 3
Resistenza caratteristica trazione acciaio
Lunghezza efficace estrazione filetto (lato punta)
Resistenza estrazione filetto (lato punta)
Resistenza penetrazione testa
Resistenza caratteristica a rifollamento elemento 1
Resistenza caratteristica a rifollamento elemento 2
Momento di snervamento acciaio
Numero efficace viti parallele alle fibre elemento 1
Numero efficace viti parallele alle fibre elemento 2
Numero efficace viti parallele alle fibre

Lp1 = 140 mm
Lp2 = 200 mm
Lp3 = 60 mm
ftens,k = 20100 N
= 60 mm
Fax,rk = 6061 N
Fhead,rk = 2383 N
Fh,1,k = 16.92 N/mm²
Fh,2,k = 16.92 N/mm²
Myk = 20057 Nmm
nef = 1.65
nef = 1.65
nef = 1.65

DISTANZE MINIME ELEMENTO 1 (legno):

Parallela alle fibre
Perpendicolare alle fibre
Da estremità scarica (// fibre)
Da estremità sollecitata (// fibre)
Da bordo scarico (perp. fibre)
Da bordo sollecitato (perp. fibre)

a1 = 40 mm
a2 = 40 mm
a3c = 80 mm
a3t = 80 mm
a4c = 40 mm
a4t = 80 mm

DISTANZE MINIME ELEMENTO 2 (legno):

Parallela alle fibre
Perpendicolare alle fibre
Da estremità scarica (// fibre)
Da estremità sollecitata (// fibre)
Da bordo scarico (perp. fibre)
Da bordo sollecitato (perp. fibre)

a1 = 40 mm
a2 = 40 mm
a3c = 80 mm
a3t = 80 mm
a4c = 40 mm
a4t = 80 mm

VALORI DI RESISTENZA:

Numero sezioni di taglio
Contributo a trazione pesato con Johansen
Resistenza caratteristica a taglio tipo g (elemento t1)
Resistenza caratteristica a taglio tipo h (elemento t2)

nT = 2
Fax,Rk/4 = 0.52 kN
Fv,Rk = 8.12 kN
Fv,Rk = 13.53 kN

Resistenza caratteristica a taglio tipo i (elemento t2)	Fv,Rk	=	3.70 kN
Resistenza caratteristica a taglio tipo k (elemento t2)	Fv,Rk	=	3.20 kN
Resistenza caratteristica a taglio viti per piano di taglio (elemento t2)	Fv,Rk	=	3.20 kN
Resistenza caratteristica a taglio viti			6.40 kN
Resistenza design a taglio viti per piano di taglio	Fv,Rd	=	1.92 kN
Resistenza design a taglio viti			3.84 kN
Resistenza design a taglio del singolo viti con numero efficace e contributo a trazione			3.84 kN
Resistenza design a taglio dell'intero collegamento			15.36 kN
Numero efficace a estrazione			3.48
Resistenza caratteristica a estrazione del singolo connettore			2.38 kN
Resistenza caratteristica a estrazione dell'intero collegamento			8.30 kN
Resistenza design a estrazione dell'intero collegamento			4.98 kN
Scorrimento connettore per piano di taglio			2.99 kN/mm
Grado di sfruttamento della connessione		=	0.98 VERIFICATO
Resistenza design a taglio dell'intero collegamento	Fv,rd,tot	=	15.36 kN
Resistenza design a estrazione dell'intero collegamento	Faxdtot,ef	=	4.98 kN
Scorrimento connettore per piano di taglio	Kser	=	2.99 kN/mm
Grado di sfruttamento della connessione		=	0.98 VERIFICATO

10.2.6 Soletta di copertura dell'ascensore

$g1 = 0,2 \text{ m} \times 2500 \text{ daN/mc} = 500 \text{ daN/mq}$

$g2 = 200 \text{ daN/mq}$

$q = 50 \text{ daN/mq}$ (cat. H)

$neve = 72 \text{ daN/mq}$

SLU = 10,79 kPa


Sbalzo massimo = 2,1 m

Mslu = 24 kNm/m

Si arma la soletta con Ø10/20x20 inf e sup.

Verifica C.A. S.L.U. - File: _ □ ×

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



Titolo :

N° strati barre **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	20

N°	As [cm²]	d [cm]
1	3.93	6
2	3.93	14

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="24"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

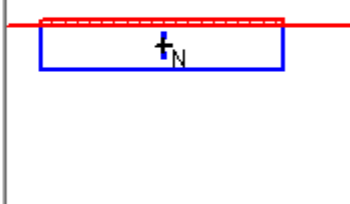
P.to applicazione N

☒ Centro ☐ Baricentro cls

☐ Coord.[cm] xN
yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato



Materiali

B450C

32/40

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="200000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="18.13"/> ‰
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"/>

M_{xRd} kNm

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**

L₀ cm **Col. modello**

☐ Precompresso

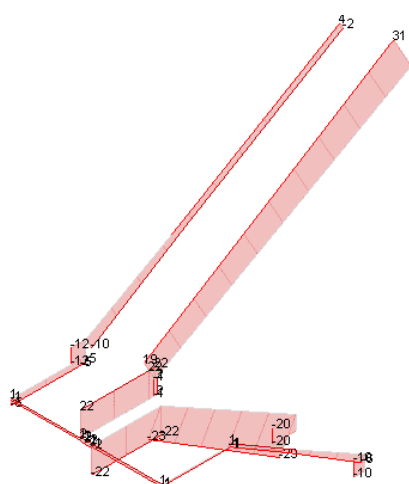
10.2.7 Scala metallica

La scala metallica ha una struttura composta da cosciali in piatti 200x15 mm interasse 120 cm, nr. 3 colonne in tubolari 80x80x5 mm; il piano di calpestio è formato da una lamiera continua sp. 10 mm.

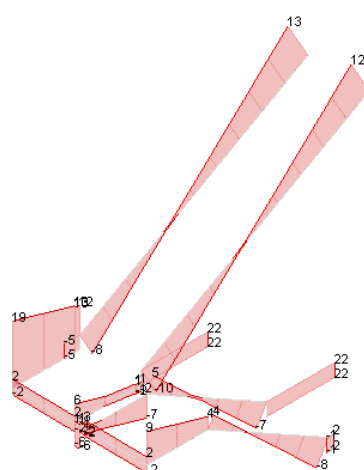
Si verifica la lamiera per la sezione di pianerottolo, in cui essa risulta appoggiata sui 4 lati di lunghezza 120cmx120 cm.

$M_{SLU} = 0,63 \text{ kNm/m}$ $\sigma = 38 \text{ MPa} < f_{yd} = 355/1.05 = 319 \text{ MPa}$
 Freccia massima in mezzzeria: $f = 5/384 \text{ q L}^4 / (E J) = 3,9 \text{ mm} = L / 309$

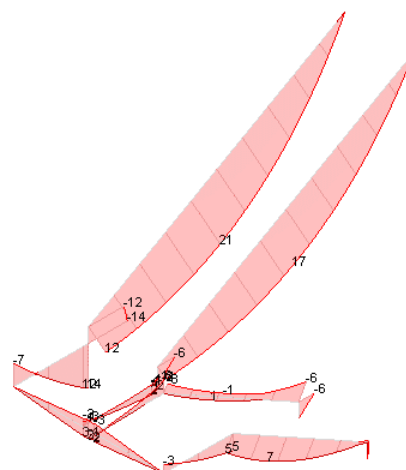
Si dimensionano quindi i cosciali:



Sforzo normale N (kN)



Taglio V (kN)



Momento M (kNm)

$$\sigma_f = M/W = 21 \text{ kNm} / 100 \text{ cm} = 210 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$$

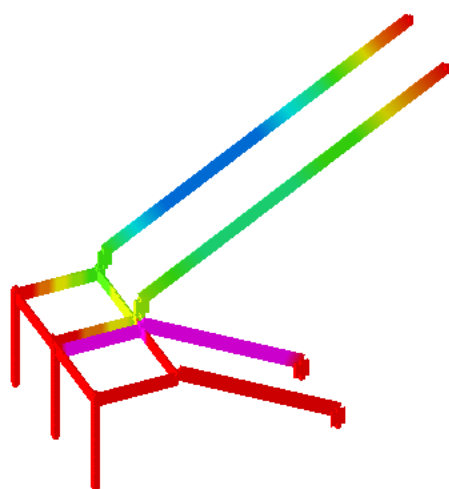
$$\sigma_n = N/A = 29 \text{ kN} / 30 \text{ cm}^2 = 9,7 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$$

$$\tau = V/A = 22,1 \text{ kN} / 30 \text{ cm}^2 = 7,4 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{tot} = (\sigma_f^2 + \sigma_n^2 + 3\tau^2)^{0,5} = 210,6 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$$

Verifica soddisfatta
Verifica soddisfatta
Verifica soddisfatta
Verifica soddisfatta

Si riporta di seguito l'output della deformata verticale docuta ai carichi variabili:



da 2.5 a 0
da 0 a -2.5
da -2.5 a -5
da -5 a -7.5
da -7.5 a -10
da -10 a -12.5
da -12.5 a -15
da -15 a -17.5
da -17.5 a -20
da -20 a -22.5

La massima freccia è pari a 22,5 mm che è pari a L/253.

I pilastri sono costituiti da tubolari quadri 80x80x5:

N = 20 kN

V = 4 kN

M = 7 kNm

$$\sigma_f = M/W = 7 \text{ kNm} / 35,31 \text{ cm} = 198,2 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$$

$$\sigma_n = N/A = 20 \text{ kN} / 15 \text{ cm}^2 = 13,3 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$$

$$\tau = V/A = 4 \text{ kN} / 8 \text{ cm}^2 = 5 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{tot} = (\sigma_f^2 + \sigma_n^2 + 3\tau^2)^{0,5} = 198,9 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$$

Verifica soddisfatta
Verifica soddisfatta
Verifica soddisfatta
Verifica soddisfatta

Il parapetto della scala è costituito da una coppia di piatti 50x8 mm posta ad interasse di 60 cm.

$$M = 1,5 \times 2 \text{ kN/m} \times 1,2 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} = 2,16 \text{ kNm}$$

$$V = 1,5 \times 3 \text{ kN/m} \times 0,6 \text{ m} = 1,8 \text{ kN}$$

$$of = M/W = 2,16 \text{ kNm} / 6,7 \text{ cm} = 324 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$$

Verifica soddisfatta

Il parapetto terrazza è costituito da un tubolare metallico quadro 50x50x5 mm posto ad interasse massimo di 120 cm.

$$M = 1,5 \times 2 \text{ kN/m} \times 1,2 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 3,6 \text{ kNm}$$

$$V = 1,5 \times 2 \text{ kN/m} \times 1,2 \text{ m} = 3,6 \text{ kN}$$

$$of = M/W = 3,6 \text{ kNm} / 10,8 \text{ cm} = 333,3 \text{ MPa} < f_{yd} = 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa}$$

Verifica soddisfatta

10.3 SOLETTE SCALE IN C.A.

Le solette delle scale hanno spessore di 20 cm, risultano armate con Ø10/20x20 inf e sup.

$$g_1 = 500 \text{ daN/mq}$$

$$g_2 = 200 \text{ daN/mq}$$

$$q = 500 \text{ daN/mq}$$

Si dimensiona il caso più sfavorevole riferito alla soletta a sbalzo di 125 cm (considerati +10 cm per appoggio nel setto).

$$M_{slu} = 15,5 \text{ kNm}$$

The screenshot shows the 'Verifica C.A. S.L.U.' software interface. The 'Titolo' field is empty. The 'N° strati barre' is set to 2. The 'Tipo Sezione' is set to 'Rettan.re'. The 'Sollecitazioni' section shows 'S.L.U.' selected. The 'P.to applicazione N' is set to 'Centro'. The 'Tipo rottura' is set to 'Lato calcestruzzo - Acciaio snervato'. The 'Metodo di calcolo' is set to 'S.L.U. + Metodo n'. The 'Tipo flessione' is set to 'Retta'. The 'N° rett.' is set to 100. The 'Calcola MRd' button is highlighted. The 'Lato calcestruzzo - Acciaio snervato' section shows the following values: $\sigma_c = -18.13 \text{ N/mm}^2$, $\sigma_s = 391.3 \text{ N/mm}^2$, $\epsilon_c = 3.5$, $\epsilon_s = 19.92$, $\delta = 0.7$. The 'Materiali' section shows the following values: $\sigma_{su} = 67.5$, $\sigma_{c2} = 2$, $f_{yd} = 391.3$, $\sigma_{cu} = 3.5$, $E_s = 200000$, $f_{cd} = 18.13$, $E_s/E_c = 15$, $f_{cc}/f_{cd} = 0.8$, $\sigma_{syd} = 1.957$, $\sigma_{c,adm} = 12.25$, $\sigma_{s,adm} = 255$, $\tau_{co} = 0.7333$, $\tau_{c1} = 2.114$.

$$MRd = 28,07 \text{ kNm/m} > M_{ed} = 15,5 \text{ kNm/m}$$

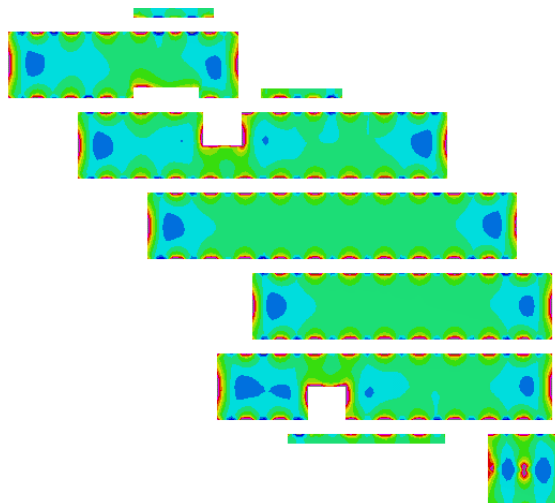
verifica soddisfatta

10.4 PLATEA DI FONDAZIONE

Si riporta di seguito l'involuppo delle massime compressioni nel terreno.

La fondazione di tipo continuo a platea presenta zone di tre differenti spessori.

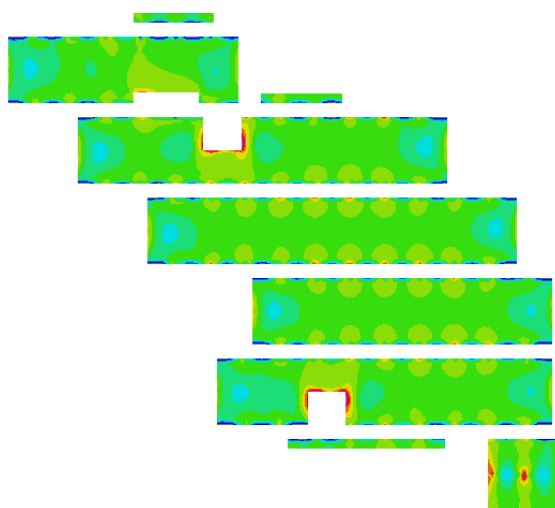
10.4.1 Platea sp. 30 cm



Massimo momento M_y

oltre 58
da 58 a 49
da 49 a 40
da 40 a 31
da 31 a 22
da 22 a 14
da 14 a 5
da 5 a -4
da -4 a -13
da -13 a -22
da -22 a -31
meno di -31

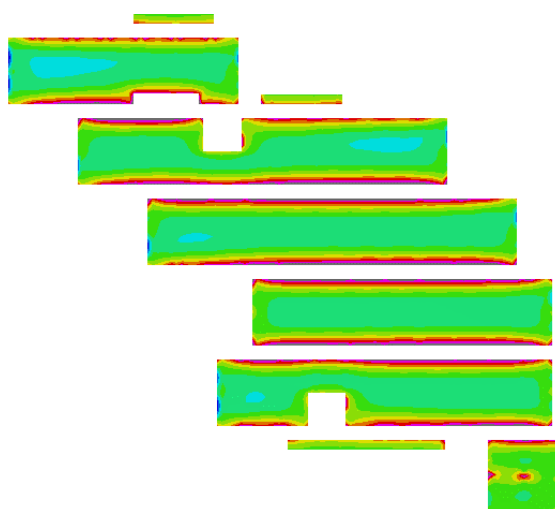
[kN*m/m]



Minimo momento M_y

oltre 58
da 58 a 46
da 46 a 33
da 33 a 21
da 21 a 9
da 9 a -3
da -3 a -15
da -15 a -27
da -27 a -40
da -40 a -52
da -52 a -64
meno di -64

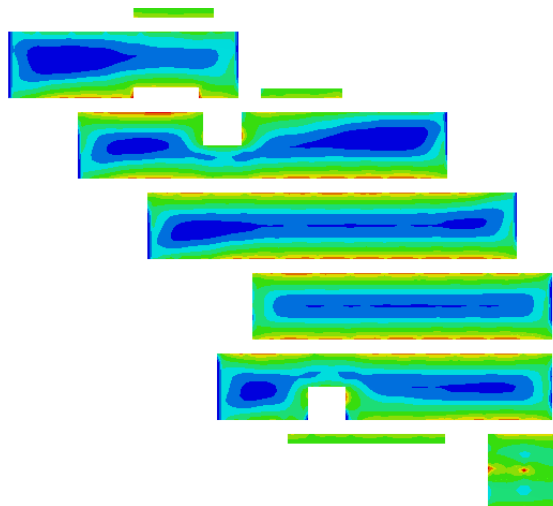
[kN*m/m]



Massimo momento M_x

oltre 104
da 104 a 84
da 84 a 64
da 64 a 44
da 44 a 25
da 25 a 5
da 5 a -15
da -15 a -35
da -35 a -55
da -55 a -75
da -75 a -95
meno di -95

[kN*m/m]



	da 101 a 83
	da 83 a 64
	da 64 a 46
	da 46 a 27
	da 27 a 9
	da 9 a -10
	da -10 a -28
	da -28 a -47
	da -47 a -65
	da -65 a -84

[kN*m/m]

Minimo momento M_x

Si sceglie di armare con un'armatura base $\varnothing 12/20$ inf. e sup dir. X, $\varnothing 14/15$ inf. e sup. dir. Y

MRd X+ = 104.2 kNm/m

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea 30 MX

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

Titolo :

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	10.26	6.4
			2	10.26	24.8

Tipo Sezione
☒ Rettang. re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 0 0 kN
 M xEd 0 0 kNm
 M yEd 0 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 32/40

σ_{su} 67.5 % ϵ_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 %
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13 %
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 % $C_{c,adm}$ 12.25
 $C_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} 104.2 kNm

σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 %
 ϵ_s 15.29 %
 d 24.8 cm
 x 4.619 x/d 0.1862
 δ 0.7

MRd X- = -94.84 kNm/m

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea 30 MX

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

Titolo :

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	10.26	6.4
			2	10.26	24.8

Tipo Sezione
☒ Rettang. re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N Ed 0 0 kN
 M xEd 0 0 kNm
 M yEd 0 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 32/40

σ_{su} 67.5 % ϵ_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 %
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13 %
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 % $C_{c,adm}$ 12.25
 $C_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} -94.84 kNm

σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 %
 ϵ_s 16.75 %
 d 23.6 cm
 x 4.078 x/d 0.1728
 δ 0.7

MRd Y+ = 57.68 kNm/m

MRd Y- = - 63.87 kNm/m

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea 30y

File

Materiali

Opzioni

Visualizza

Progetto Sez. Rett.

Sismica

Normativa: NTC 2008

Titolo :

N° figure elementari

Zoom

N° strati barre

Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	5.1
2	5.65	23.5

Tipo Sezione

☒ Rettang. re
 ☐ Trapezi
 ☐ a T
 ☐ Circolare
 ☐ Rettangoli
 ☐ Coord.

Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N_{Ed}

0

0

kN

M_{Ed}

0

0

kNm

M_{yEd}

0

0

P.to applicazione N

☒ Centro
 ☐ Baricentro cls

☐ Coord. [cm]

xN

0

yN

0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

☒ S.L.U. +
 ☐ S.L.U. -
 ☐ Metodo n

Tipo flessione

☒ Retta
 ☐ Deviata

N° rett.

100

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀

0

cm

Col. modello

Materiali

B450C

32/40

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}

18.13

‰

E_s/E_c

15

f_{cc}/f_{cd}

0.8

?

ε_{syd}

1.957

‰

C_{c,adm}

12.25

C_{s,adm}

255

N/mm²

τ_{co}

0.7333

τ_{c1}

2.114

M_{xRd}

57.68

kN m

σ_c

-18.13

N/mm²

σ_s

391.3

N/mm²

ε_c

3.5

‰

ε_s

23.95

‰

d

23.5

cm

x

3.007

x/d

0.128

δ

0.7

☐ Precompresso

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea 30y

File

Materiali

Opzioni

Visualizza

Progetto Sez. Rett.

Sismica

Normativa: NTC 2008

Titolo :

N° figure elementari

Zoom

N° strati barre

Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	5.65	5.1
2	5.65	23.5

Tipo Sezione

☒ Rettang. re
 ☐ Trapezi
 ☐ a T
 ☐ Circolare
 ☐ Rettangoli
 ☐ Coord.

Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N_{Ed}

0

0

kN

M_{Ed}

0

0

kNm

M_{yEd}

0

0

P.to applicazione N

☒ Centro
 ☐ Baricentro cls

☐ Coord. [cm]

xN

0

yN

0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

☒ S.L.U. +
 ☐ S.L.U. -
 ☐ Metodo n

Tipo flessione

☒ Retta
 ☐ Deviata

N° rett.

100

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀

0

cm

Col. modello

Materiali

B450C

32/40

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}

18.13

‰

E_s/E_c

15

f_{cc}/f_{cd}

0.8

?

ε_{syd}

1.957

‰

C_{c,adm}

12.25

C_{s,adm}

255

N/mm²

τ_{co}

0.7333

τ_{c1}

2.114

M_{xRd}

-63.87

kN m

σ_c

-18.13

N/mm²

σ_s

391.3

N/mm²

ε_c

3.5

‰

ε_s

25.48

‰

d

24.9

cm

x

3.007

x/d

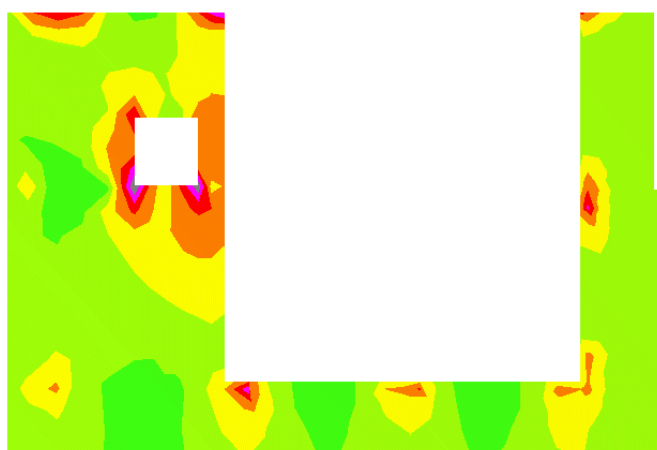
0.1208

δ

0.7

☐ Precompresso

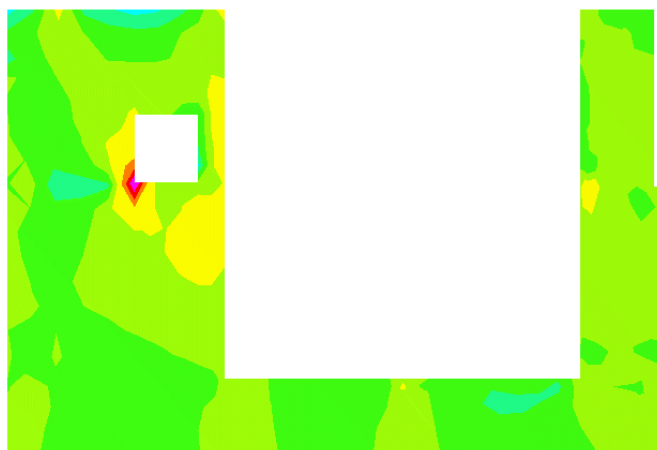
10.4.1 Platea sp. 45 cm



Massimo momento My

oltre 91
da 91 a 72
da 72 a 53
da 53 a 34
da 34 a 16
da 16 a -3
da -3 a -22
da -22 a -41
da -41 a -59
da -59 a -78
da -78 a -97
meno di -97

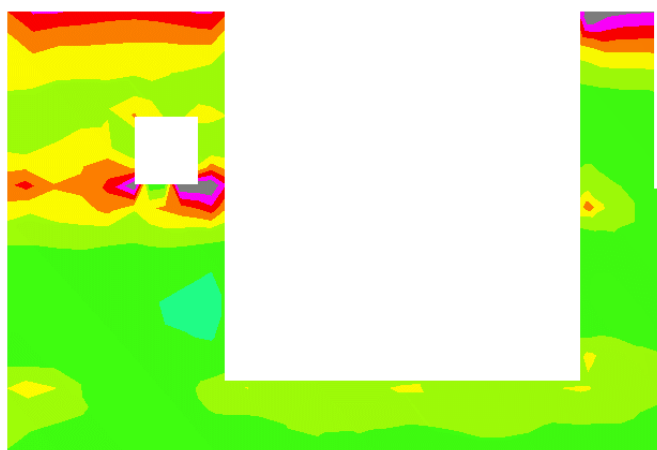
[kN*m/m]



Minimo momento My

oltre 91
da 91 a 72
da 72 a 53
da 53 a 34
da 34 a 16
da 16 a -3
da -3 a -22
da -22 a -41
da -41 a -59
da -59 a -78
da -78 a -97
meno di -97

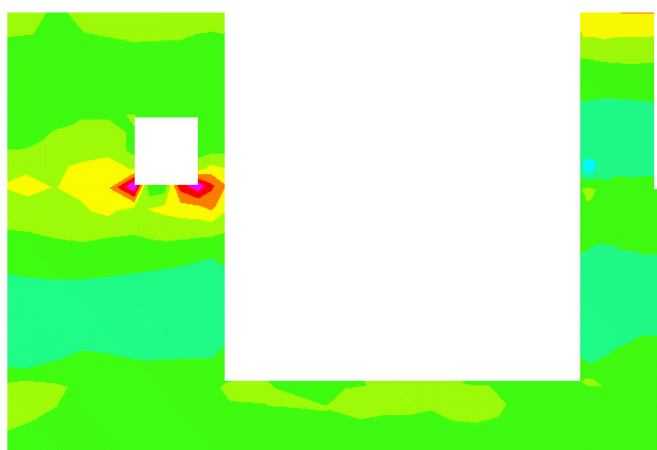
[kN*m/m]



Massimo momento M_x

	oltre 165
	da 165 a 133
	da 133 a 101
	da 101 a 69
	da 69 a 37
	da 37 a 5
	da 5 a -27
	da -27 a -59
	da -59 a -91
	da -91 a -123
	da -123 a -155
	meno di -155

[kN'm/m]



Minimo momento M_x

	oltre 165
	da 165 a 133
	da 133 a 101
	da 101 a 69
	da 69 a 37
	da 37 a 5
	da 5 a -27
	da -27 a -59
	da -59 a -91
	da -91 a -123
	da -123 a -155
	meno di -155

[kN'm/m]

Si sceglie di armare con un'armatura base $\varnothing 12/20$ inf. e sup dir. X, $\varnothing 14/15$ inf. e sup. dir. Y

MRd X+ = 164.5 kNm/m

MRd X- = -155.1 kNm/m

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea 45 x

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

TITOLO :

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	45	1	10.26	6.4
			2	10.26	39.8

Tipo Sezione
☒ Rettang. re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C 32/40

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} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ C_{c,adm} 12.25
 C_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} 164.5 kN m
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_s 3.5 ‰
 ε_s 26.67 ‰
 d 39.8 cm
 x 4.617 x/d 0.116
 δ 0.7

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea 45 x

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

TITOLO :

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	45	1	10.26	6.4
			2	10.26	39.8

Tipo Sezione
☒ Rettang. re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C 32/40

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} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ C_{c,adm} 12.25
 C_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} -155.1 kN m
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_s 3.5 ‰
 ε_s 29.64 ‰
 d 38.6 cm
 x 4.076 x/d 0.1056
 δ 0.7

MRd Y+ = 90.83 kNm/m

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea 45y

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

TITOLO :

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	45	1	5.65	5.1
			2	5.65	38.5

Tipo Sezione
☒ Rettang. re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C 32/40

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} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ C_{c,adm} 12.25
 C_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} 90.83 kN m
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_s 3.5 ‰
 ε_s 41.38 ‰
 d 38.5 cm
 x 3.002 x/d 0.07798
 δ 0.7

MRd Y- = - 97.02 kNm/m

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea 45y

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

TITOLO :

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

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	45	1	5.65	5.1
			2	5.65	38.5

Tipo Sezione
☒ Rettang. re ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso

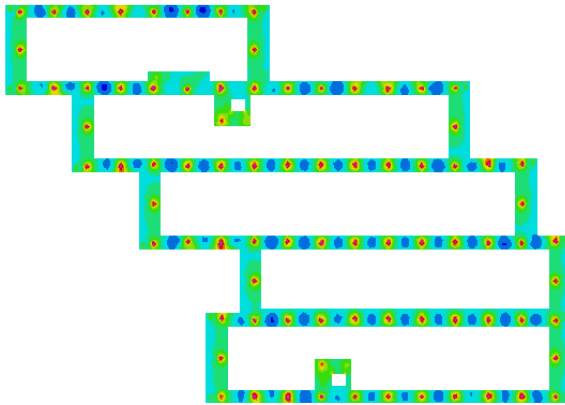
Materiali

B450C 32/40

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} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ C_{c,adm} 12.25
 C_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} -97.02 kN m
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_s 3.5 ‰
 ε_s 43.02 ‰
 d 39.9 cm
 x 3.002 x/d 0.07524
 δ 0.7

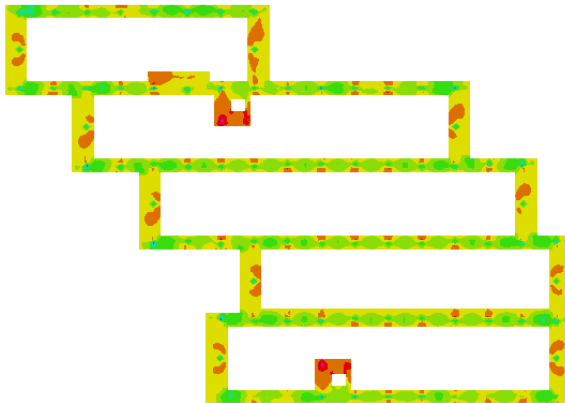
10.4.1 Platea sp. 60 cm



oltre 355
da 355 a 307
da 307 a 260
da 260 a 213
da 213 a 165
da 165 a 118
da 118 a 70
da 70 a 23
da 23 a -24
da -24 a -72
da -72 a -119
meno di -119

[kN'm/m]

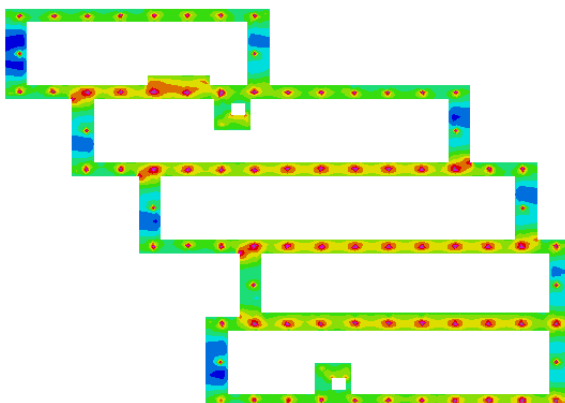
Massimo momento M_y



oltre 181
da 181 a 123
da 123 a 66
da 66 a 8
da 8 a -49
da -49 a -106
da -106 a -164
da -164 a -221
da -221 a -278
da -278 a -336
da -336 a -393
meno di -393

[kN'm/m]

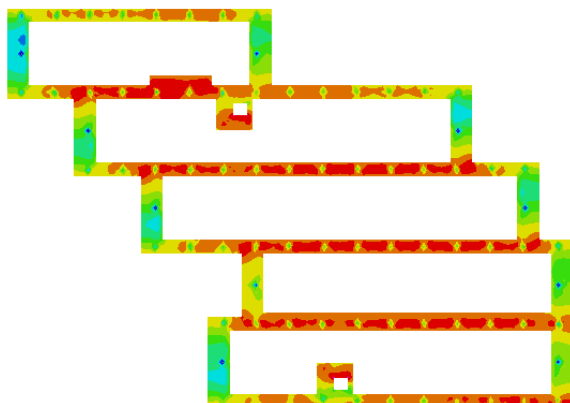
Minimo momento M_y



oltre 401
da 401 a 341
da 341 a 282
da 282 a 223
da 223 a 163
da 163 a 104
da 104 a 45
da 45 a -15
da -15 a -74
da -74 a -133
da -133 a -193
meno di -193

[kN'm/m]

Massimo momento M_x



oltre 195
da 195 a 132
da 132 a 69
da 69 a 6
da 6 a -57
da -57 a -120
da -120 a -183
da -183 a -246
da -246 a -310
da -310 a -373
da -373 a -436
meno di -436

[kN*m/m]

Minimo momento M_x

Si arma con $\varnothing 14$ 10x10 inf e sup, oltre ai ferri inferiori della platea da 30 cm ($\varnothing 12/20$ inf. e sup dir. X, $\varnothing 14/15$ inf. e sup. dir. Y).

MRd X+ = 400.7 kNm/m

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea60X

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

TITOLO :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	15.39	6.4
			2	10.26	24.8
			3	15.39	54.8

Tipo Sezione: ☒ Rettang. re ☐ Trapezi ☐ a T ☐ Circolare ☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: ☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso ☐

Materiali: B450C 32/40

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} 18.13 ‰
 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

M_{xRd} 400.7 kNm
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 25.55 ‰
d 54.8 cm
x 6.603 x/d 0.1205
 δ 0.7

MRd Y+ = 354.6 kNm/m

MRd X- = -435.7 kNm/m

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea60X

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

TITOLO :

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 3 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	15.39	6.4
			2	10.26	24.8
			3	15.39	54.8

Tipo Sezione: ☒ Rettang. re ☐ Trapezi ☐ a T ☐ Circolare ☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

Tipo rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione: ☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Precompresso ☐

Materiali: B450C 32/40

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} 18.13 ‰
 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

M_{xRd} -435.7 kNm
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 28.15 ‰
d 53.6 cm
x 5.927 x/d 0.1106
 δ 0.7

MRd Y- = -393.2 kNm/m

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea 60y

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

Titolo :

N° figure elementari
1
Zoom
N° strati barre
3
Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.39	5.1
2	5.65	23.5
3	15.39	53.5

Sollecitazioni
S.L.U.

Metodo n

P.to applicazione N
☒ Centro
☐ Baricentro cls

☐ Coord. [cm]

xN 0
yN 0

Tipo Sezione
☒ Rettang. 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

Materiali
B450C
32/40

ϵ_{su} 67.5 ‰
 ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 391.3 N/mm²
 ϵ_{cu} 3.5 ‰

E_s/E_c 200'000
 f_{cd} 18.13 ‰

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 -18.13 N/mm²

σ_s 391.3 N/mm²

ϵ_s 3.5 ‰

ϵ_{sc} 31.77 ‰

d 53.5 cm

x 5.309
 x/d 0.09924

δ 0.7

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea 60y

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

Titolo :

N° figure elementari
1
Zoom
N° strati barre
3
Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.39	5.1
2	5.65	23.5
3	15.39	53.5

Sollecitazioni
S.L.U.

Metodo n

P.to applicazione N
☒ Centro
☐ Baricentro cls

☐ Coord. [cm]

xN 0
yN 0

Tipo Sezione
☒ Rettang. 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

Materiali
B450C
32/40

ϵ_{su} 67.5 ‰
 ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 391.3 N/mm²
 ϵ_{cu} 3.5 ‰

E_s/E_c 200'000
 f_{cd} 18.13 ‰

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 -18.13 N/mm²

σ_s 391.3 N/mm²

ϵ_s 3.5 ‰

ϵ_{sc} 28.04 ‰

d 54.9 cm

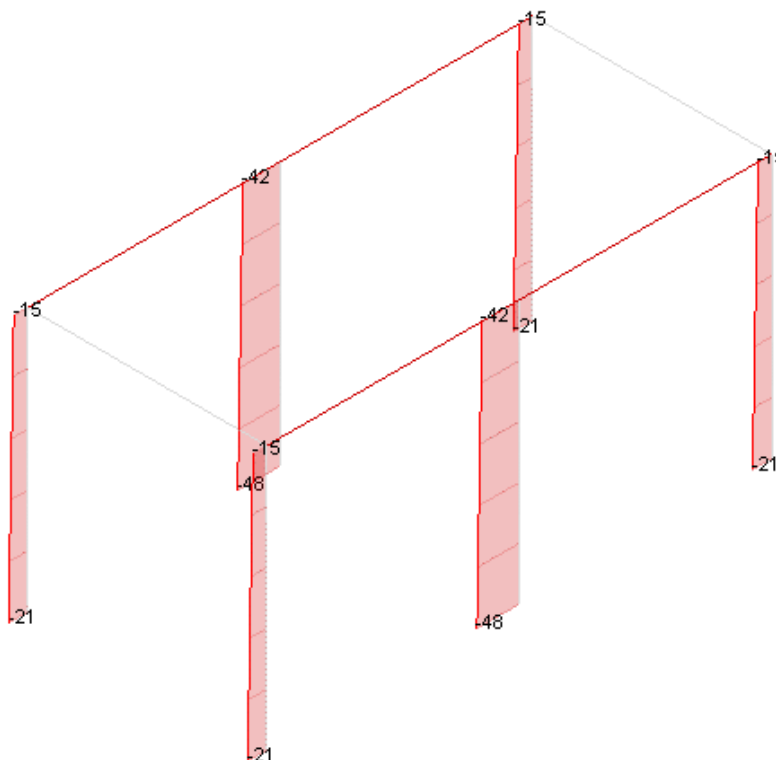
x 6.091
 x/d 0.111

δ 0.7

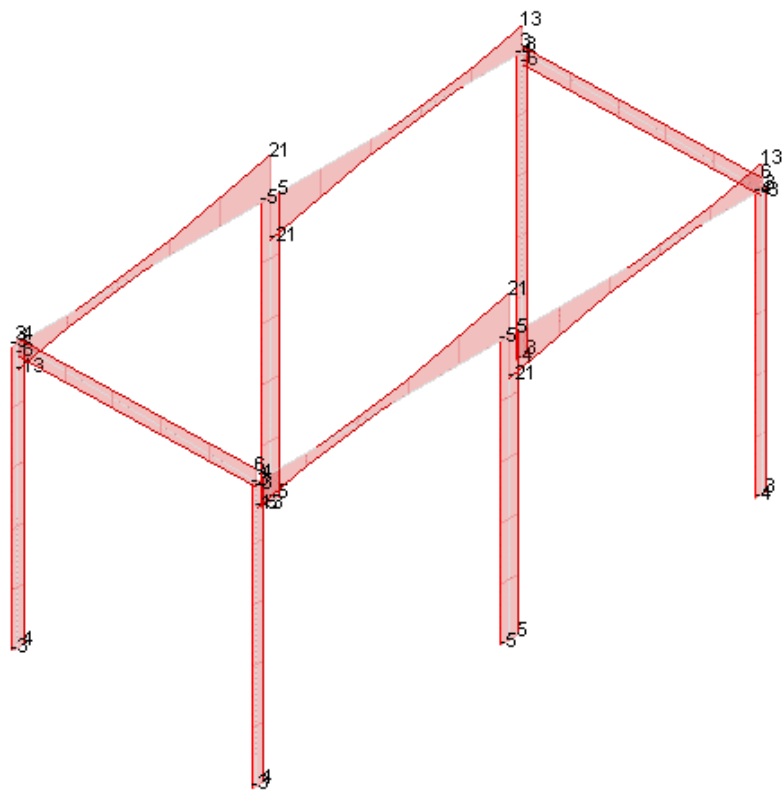
10.5 LOCALE TECNICO

Il locale tecnico ha una struttura gettata in opera con dimensioni in pianta di circa 3x6 m, costituita da nr. 6 pilastri 25 x 25 cm, sono presenti due platee aggiuntive con funzione di basamento impianti. Anche per questo edificio è stato considerato un comportamento non dissipativo ai fini della resistenza alle azioni sismiche.

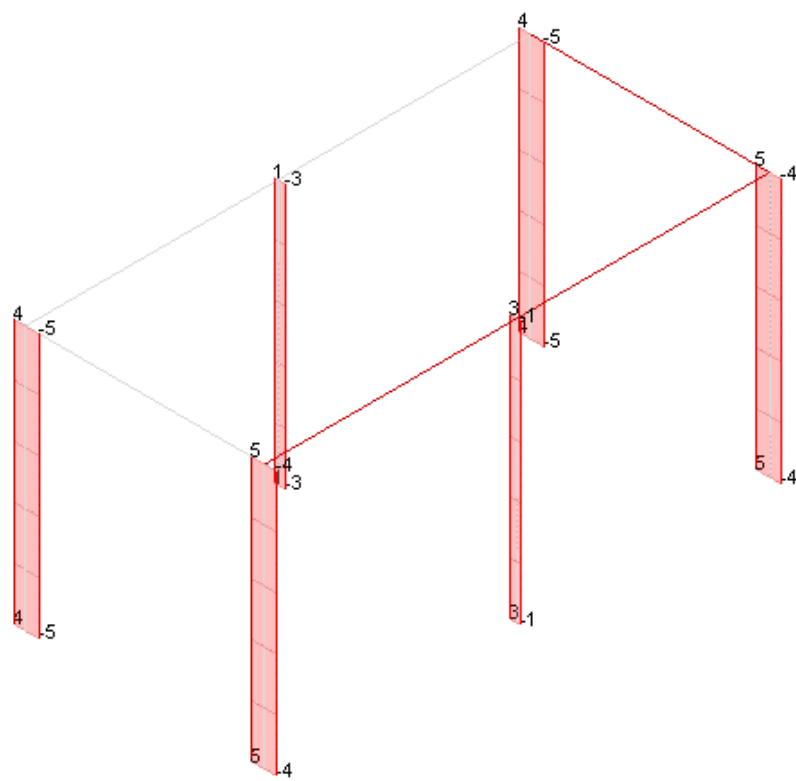
Si riportano di seguito le sollecitazioni di calcolo



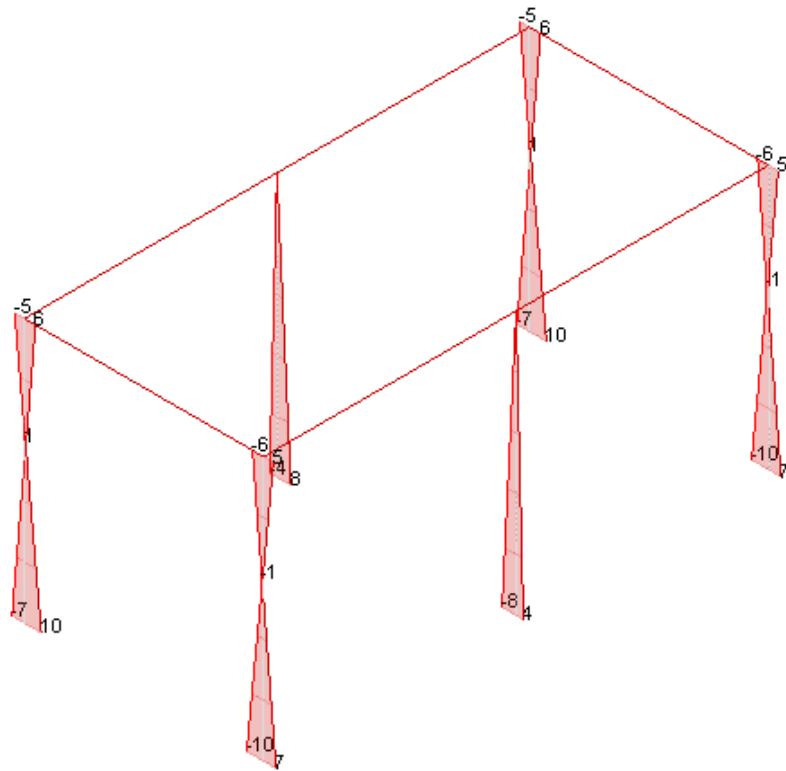
Involuppo sforzo normale N (kN)



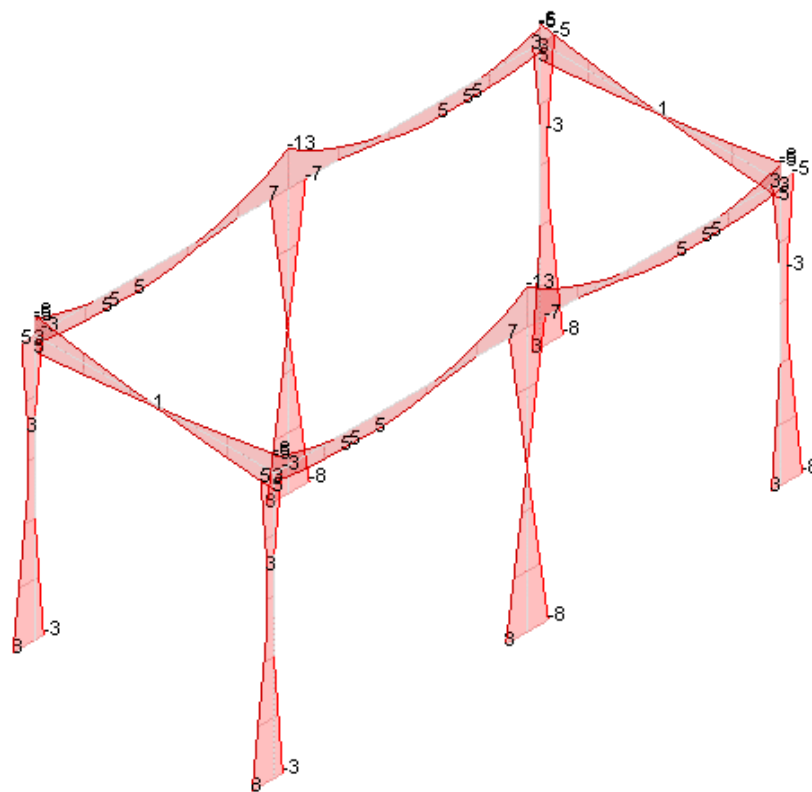
Involuppo taglio V1 (kN)



Involuppo taglio V2 (kN)



Involuppo momento $M1$ (kNm)



Involuppo momento $M2$ (kNm)

10.5.1 Travi

Si riporta di seguito la verifica grafica della trave.

Diagramma verifica stato limite ultimo flessione

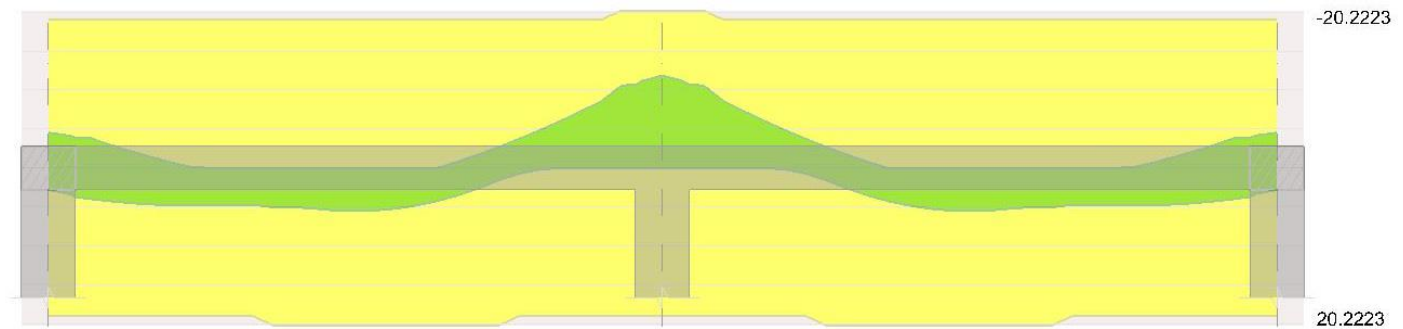


Diagramma verifica stato limite ultimo taglio

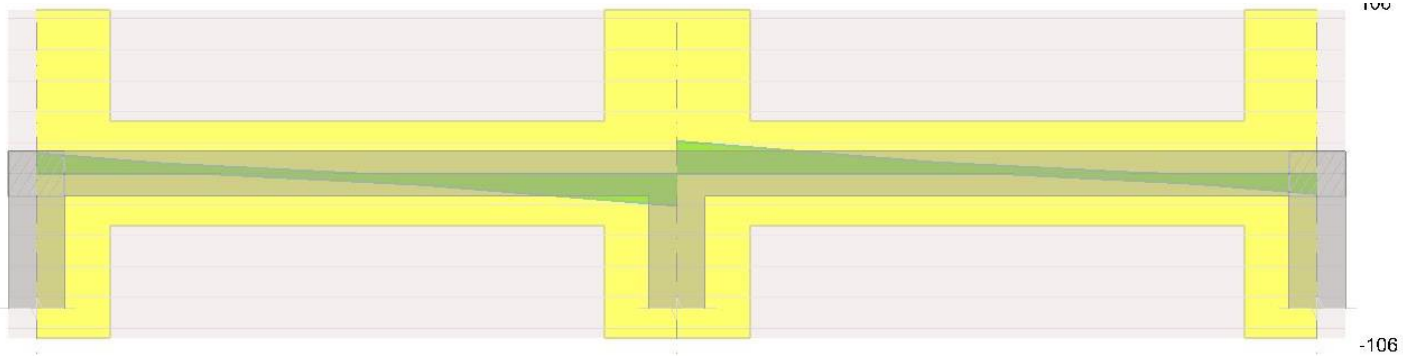
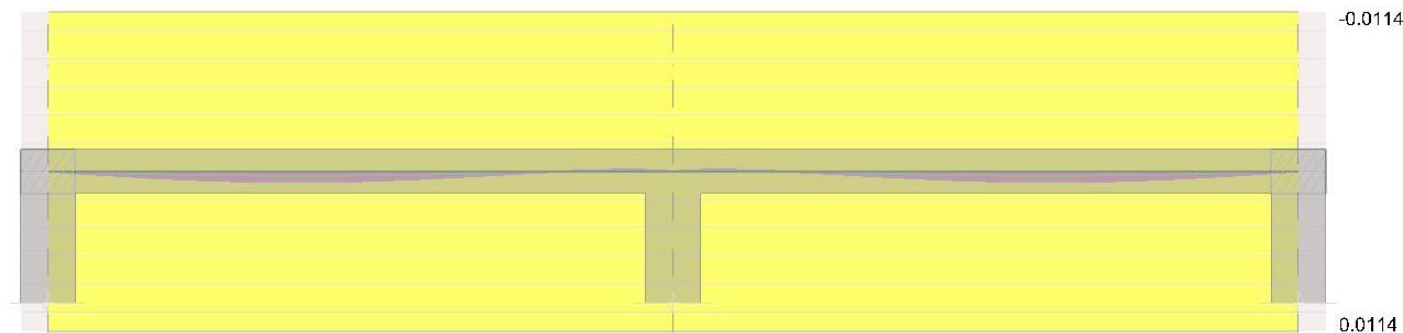


Diagramma verifica stato limite esercizio quasi permanente freccia



10.5.2 Pilastri

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

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

TITOLO :

N° Vertici 4 Zoom N° barre 4 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	12.5	12.5
2	-12.5	12.5
3	-12.5	-12.5
4	12.5	-12.5

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	2.011	-6.4	6.4
2	2.011	6.4	6.4
3	2.011	-6.4	-6.4
4	2.011	6.4	-6.4

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 15 0 kN
M_{Ed} 8 0 kNm
M_{yEd} 10 0

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

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

Tipo flessione Retta Deviato

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio Mx-My

angolo asse neutro 6° 308

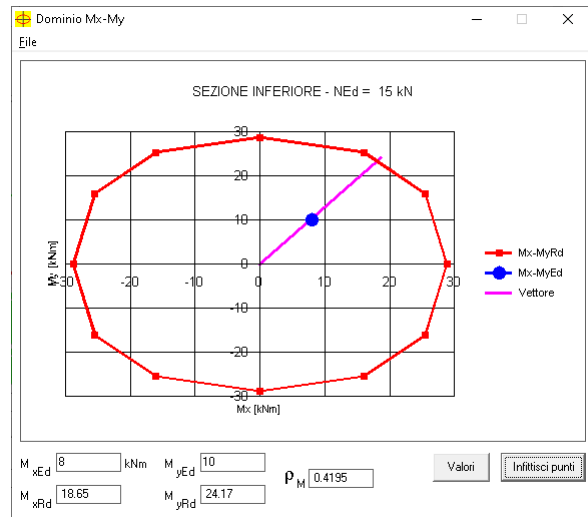
Precompresso

Materiali

B450C 32/40

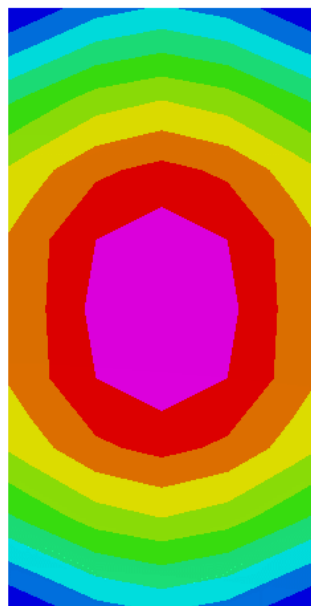
σ_{su} 67.5 % ϵ_{cu} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 %
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 18.13
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 1.957 % $\sigma_{c,adm}$ 12.25
 $\sigma_{c,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.7333
 τ_{c1} 2.114

M_{xRd} 18.65 kNm
M_{yRd} 24.17 kNm
 σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_s 3.5 %
 ϵ_s 4.218 %
d 26.53 cm
x 12.03 x/d 0.4535
 δ 1



10.5.3 Platea

Di seguito si riporta il massimo carico su terreno di fondazione:



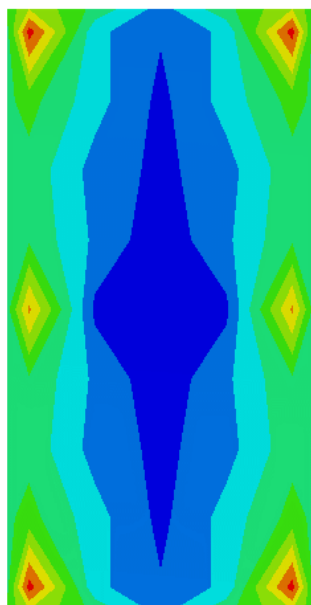
	da -0.38 a -0.385
	da -0.385 a -0.39
	da -0.39 a -0.395
	da -0.395 a -0.4
	da -0.4 a -0.405
	da -0.405 a -0.41
	da -0.41 a -0.415
	da -0.415 a -0.42
	da -0.42 a -0.425
	da -0.425 a -0.43

[daN/cm²]

Involuppo massime pressioni sul terreno (daN/cm²)

La massima compressione è pari a 0,43 daN/cm², che risulta inferiore alla portata limite di 3 daN/cm², riportata in relazione geotecnica.

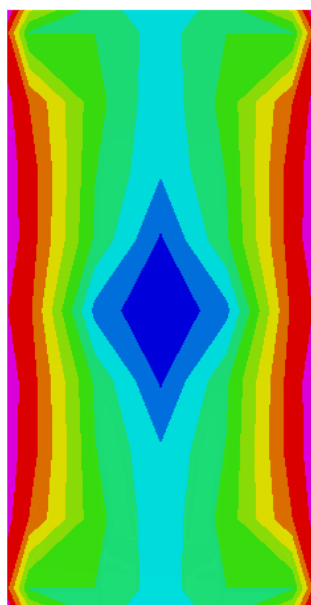
Si riportano di seguito gli involuppi delle sollecitazioni:



	da 19.6 a 16.6
	da 16.6 a 13.7
	da 13.7 a 10.7
	da 10.7 a 7.8
	da 7.8 a 4.8
	da 4.8 a 1.8
	da 1.8 a -1.1
	da -1.1 a -4.1
	da -4.1 a -7
	da -7 a -10

[kN*m/m]

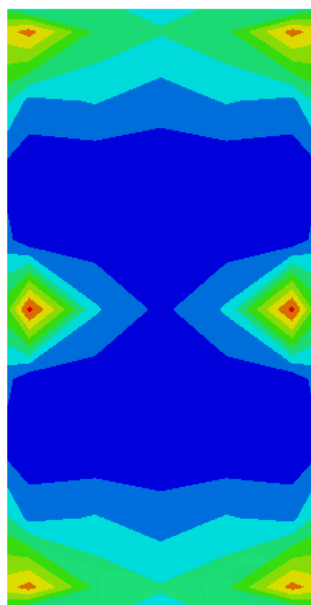
Inviluppo massimo My (kNm/m)



	da 0.6 a -1.2
	da -1.2 a -3
	da -3 a -4.7
	da -4.7 a -6.5
	da -6.5 a -8.3
	da -8.3 a -10
	da -10 a -11.8
	da -11.8 a -13.6
	da -13.6 a -15.4
	da -15.4 a -17.1

[kN*m/m]

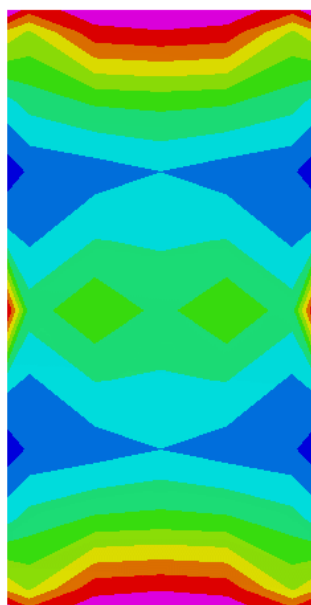
Inviluppo minimo My (kNm/m)



	da 18.8 a 16.2
	da 16.2 a 13.6
	da 13.6 a 11
	da 11 a 8.4
	da 8.4 a 5.9
	da 5.9 a 3.3
	da 3.3 a 0.7
	da 0.7 a -1.9
	da -1.9 a -4.5
	da -4.5 a -7.1

[kN*m/m]

Inviluppo massimo Mx (kNm/m)



	da 0.3 a -1.2
	da -1.2 a -2.7
	da -2.7 a -4.3
	da -4.3 a -5.8
	da -5.8 a -7.3
	da -7.3 a -8.8
	da -8.8 a -10.3
	da -10.3 a -11.8
	da -11.8 a -13.4
	da -13.4 a -14.9

[kN*m/m]

Inviluppo minimo Mx(kNm/m)

Verifica C.A. S.L.U. - File: platea locale tecnico

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

Titolo:

N° strati barre: 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	28	1	3.93	5
			2	3.93	19

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 0 kN
M_{Ed} 19.6 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

M_{xRd} 34.22 kNm

Materiali

B450C 32/40

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

σ_c -18.13 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ϵ_c 3.5 ‰
 ϵ_s 28.33 ‰
d 19 cm
x 2.089 x/d 0.11
 δ 0.7

Tipo Sezione
☒ Rettang. ☐ Trapezi
☐ a T ☐ Circolare
☐ Rettangoli ☐ Coord.

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

Tipo flessione
☒ Retta ☐ Devia

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

☐ Precompresso

11 VERIFICA AL FUOCO

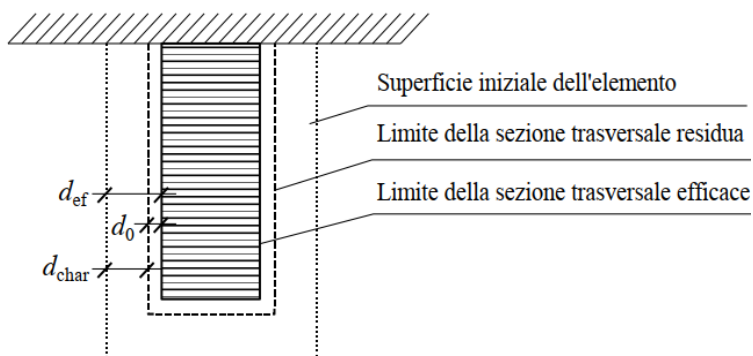
E' garantita la resistenza R60' alle strutture portanti (ex D.M. 16/02/2007):

11.1 STRUTTURE IN C.A. E C.A.P.

Per le strutture in cls, il copriferro minimo netto dettato dalla classe di esposizione XS1 (4,5 cm) è superiore al copriferro baricentrico minimo dettato dal D.M. 16/02/2007 per la verifica tabellare.

11.2 STRUTTURE LIGNEE

Le strutture lignee di copertura sono verificate tenendo conto della riduzione di sezione netta:



Coefficiente parziale per il materiale in caso di incendio:

$$\gamma_{M,fi} = 1$$

$$k_{fi} = 1.15$$

Velocità di carbonatazione convenzionale

$$\beta_n = 0.7 \text{ mm/min}$$

Tempo di esposizione al fuoco

$$t = 60 \text{ minuti}$$

Profondità di carbonatazione convenzionale

$$d_{char,n} = 4.2 \text{ cm}$$

$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

$$k_0 = 1$$

$$d_{ef} = 4.9 \text{ cm}$$

Si è verificato che le sollecitazioni nella combinazione di calcolo SLE quasi permanente siano compatibili con le sezioni ridotte.

Sezione 16x24:	sezione 6.2 x 14.2
Sezione 24x24:	sezione 14.2 x 14.2
Sezione 24x32:	sezione 14.2 x 22.2