



**Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU**



Provincia di Ravenna

Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio

Servizio Programmazione e Progettazione

LAVORI DI SOSTITUZIONE EDILIZIA DELLE OFFICINE SITE IN VIA BRUNELLI NR.1/2 DEL POLO TECNICO PROFESSIONALE DI LUGO CON SEDE IN VIA LUMAGNI NR.24/26 - LUGO (RA) - CUP J41B22001670004 - FINANZIATO CON FONDI NEXT GENERATION EU PNRR

Missione 4 - Componente 1 - Investimento 3.3 Piano di messa in sicurezza e riqualificazione dell'edilizia scolastica

PROGETTO ESECUTIVO

Presidente: Michele de Pascale	Consigliere delegato Pubblica Istruzione - Edilizia Scolastica - Patrimonio: Maria Luisa Martinez
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Marco Conti	Responsabile del Servizio: Arch.Giovanna Garzanti
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:	Arch. Giovanna Garzanti
PROGETTISTA COORDINATORE:	Arch. Sara Saliba
PROGETTISTA OPERE ARCHITETTONICHE:	Arch. Sara Saliba
COLLABORATORE ALLA PROGETTAZIONE:	Geom. Matteo Montuschi
ELABORAZIONE GRAFICA:	Geom. Matteo Montuschi
Professionisti esterni:	
PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI:	Ing. Massimo Rosetti
PROGETTISTA IMPIANTI ELETTRICI:	Ing. Davide Lucchi
PROGETTISTA IMPIANTI MECCANICI:	Ing. Patrizio Berretti
PROGETTAZIONE ACUSTICA:	Ing. Letizia Pretolani
COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:	Ing. Massimo Rosetti
PROGETTISTA ANTINCENDIO:	Ing. Patrizio Berretti
ESPERTO CAM IN EDILIZIA:	Arch. Gino Mazzone

Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:
0	EMISSIONE	MR	SS	GG	03/07/2023
1					
2					
3					

TITOLO ELABORATO: RELAZIONE SPECIALISTICA DELLE OPERE STRUTTURALI US4

PROFESSIONISTA RESPONSABILE: Ing. Massimo Rosetti <small>FIRMATO DIGITALMENTE</small> <small>Timbro e firma del Professionista</small>				
Elaborato num: STR04	Revisione: 00	Data: 03/07/2023	Scala:	Nomefile: PE_STR_04_REL.STR_r.00.pdf

1. PREMESSA.....	3
2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	4
3. RELAZIONE SUI MATERIALI	28
4. RELAZIONE DI CALCOLO	29
5. ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI	39
6. PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA	40
7. RELAZIONE SUI RISULTATI Sperimentali	51
8. ELABORATI GRAFICI DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE	52
9. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA.....	53
10. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....	53

1. PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione di un ampliamento delle sede dell'I.T.G.C. "G. Compagnoni" e dell'I.T.I.S. "G. Marconi" di Lugo siti in via Lumagni 24/26.

L'ampliamento [denominato US1] verrà realizzato in adiacenza ad un fabbricato esistente e a questo sarà connesso dal punto di vista della fruibilità, mentre dal punto di vista strutturale sarà da questo separato da un giunto. Il nuovo fabbricato avrà 2 piani fuori terra e copertura piana. Contestualmente verrà realizzata anche una struttura a 3 piani in acciaio per dare continuità ai corpi [denominato US2] ed una scala di emergenza in acciaio [denominata US3], contestualmente si interverrà sulla scala esistente con la sostituzione dell'impalcato e la realizzazione di tamponamenti per la creazione di un corridoio di collegamento tra i corpi principali, questo intervento [denominato US4] è oggetto della presente. Tutti i corpi saranno strutturalmente indipendenti mediante la realizzazione di un adeguato giunto di separazione.

Il progetto verrà redatto secondo l'attuale norma sulle costruzioni D.M. 17/1/2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»" e la Circolare n. 7/CSLLPP del 21 gennaio 2019 contenente le "Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".

La presente relazione tratta della trasformazione di parte della scala in acciaio esistente in corridoi di collegamento con la US1 e US2.

Per una migliore lettura del progetto si rimanda alle tavole architettoniche.

2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

2.1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

a) DESCRIZIONE DEL CONTESTO EDILIZIO E DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

Il fabbricato oggetto di intervento si trova in via Lumagni n.24-26 nel comune di Lugo (RA).



Questo territorio della pianura presenta pendenza media $<15^\circ$ per cui non sono previsti effetti di amplificazione legati alla topografia. Il fattore ST (coefficiente di amplificazione topografica) è valutato quindi pari a 1.0

Per quanto riguarda le caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche del sito si rimanda al capitolo 6 della presente relazione.

b) DESCRIZIONE GENERALE DELLA STRUTTURA

L'intervento consiste nella sostituzione di parte del grigliato del primo e secondo piano e nella posa di un solaio di copertura nella scala in acciaio esistente e nella realizzazione di un tamponamento a secco nella parte di arrivo del pianerottolo della scala.

I nuovi solaio saranno realizzati con lamiera e getto integrativo.

Al momento della redazione della presente la scala non è stata ancora realizzata, ma sarà completata prima dell'inizio lavori. In ogni caso avrà già la predisposizione per quanto sopra esposto.

c) NORMATIVA TECNICA E RIFERIMENTI TECNICI UTILIZZATI

- D.M. 17/01/2018 *Aggiornamento delle "Norme tecniche delle costruzioni"*
- Circolare n. 7/CSLLPP del 21 gennaio 2019 *"Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche delle costruzioni"*
- La progettazione è stata redatta nella piena osservanza delle Leggi 64/74 e 1086/71 e dei relativi decreti attuativi.

Si sono inoltre tenute in considerazione, ove non in contrasto con le norme su indicate, le prescrizioni delle corrispondenti norme europee ed in particolare:

- EN 1992-1-1, Eurocodice 2, Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- EN 1993 Eurocodice 3 *"Progettazione delle strutture in acciaio"*
- EN 1998-1, Eurocodice 8, Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
-

d) PARAMETRI DI PROGETTO

In considerazione della ordinarietà delle opere si assume:

- *vita nominale $V_N = 50$ anni;*
- *classe d'uso III;*
- *periodo di riferimento $V_R = 75$ anni*
- *categoria sottosuolo C;*
- *categoria topografica T1;*
- *L'intervento è ubicato in zona sismica 2:*

Sito di costruzione: LUGO (RA), via Lumagni n. 24-26 LON. 11.9093 LAT. 44.4162

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

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	45	0.069	2.435	0.271
SLD	75	0.086	2.435	0.281
SLV	712	0.214	2.409	0.311
SLC	1462	0.274	2.425	0.320

SPETTRI AZIONE SISMICA

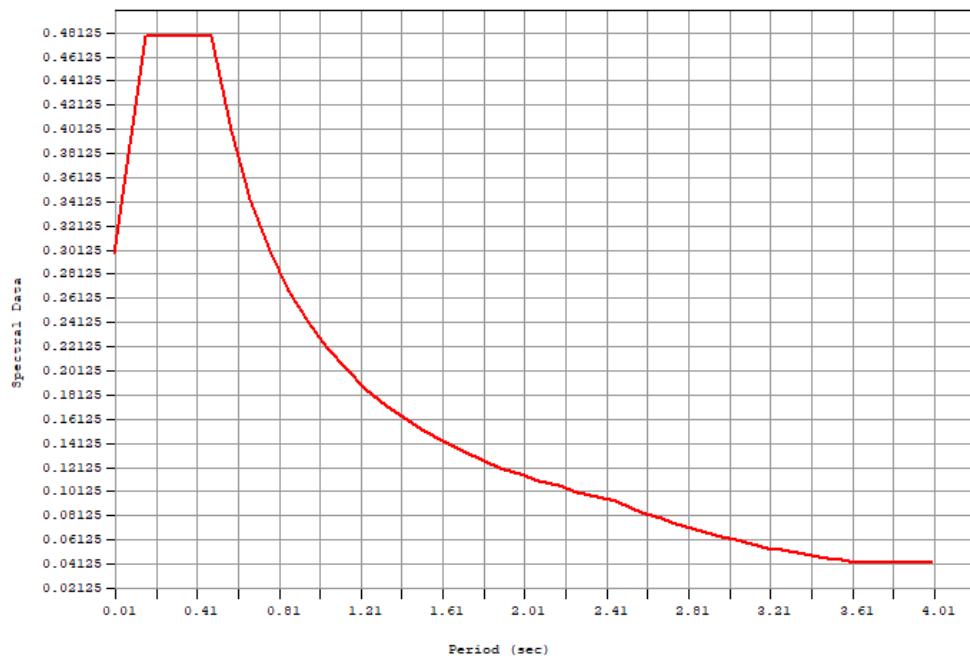


Figura 1 RSFuncSLV q=1,5

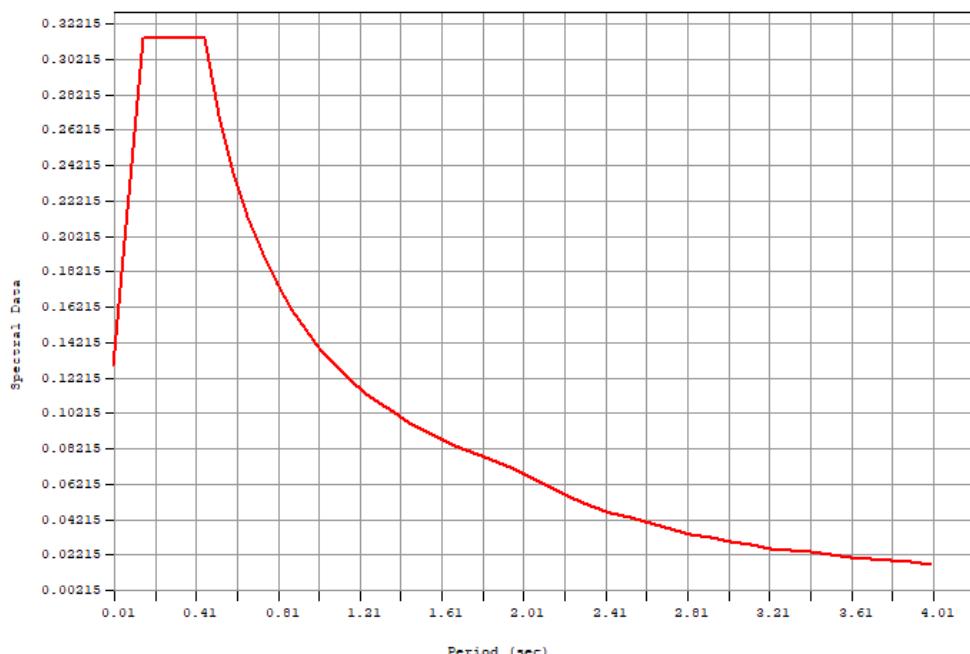


Figura 2 RSFuncSLD q=1,0

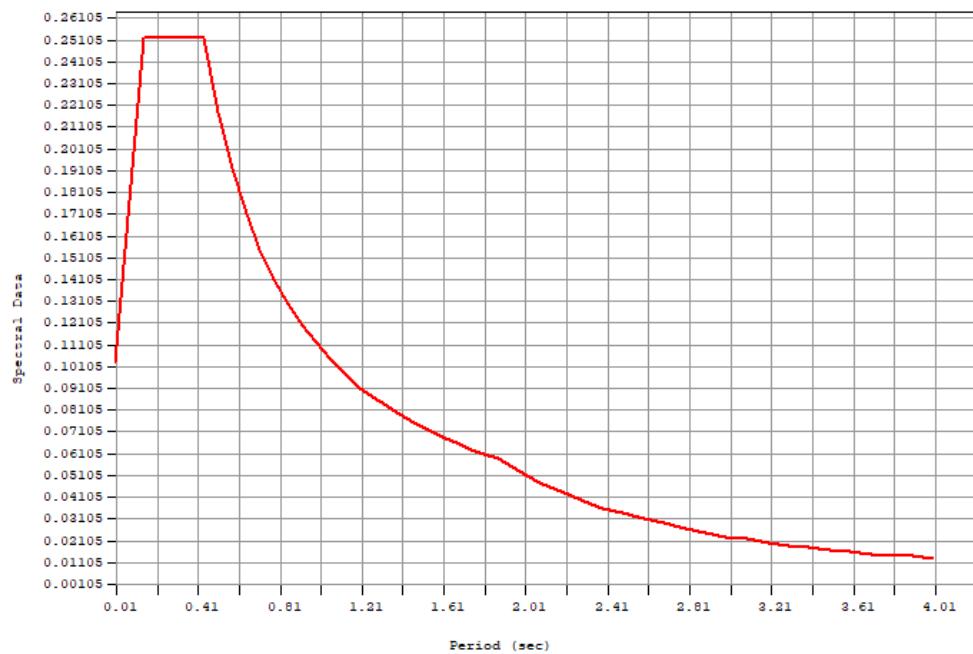


Figura 3 RSFuncSLO q=1,0

AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE:

Gradini e pianerottolo in lamiera

analisi dei carichi:	- peso proprio	30	kg/mq
	- gradino sp. 20/10 rinforzato		
	<i>totale carichi permanenti strutturali</i>	30	kg/mq
	- eventuali rivestimenti	20	kg/mq
	<i>totale carichi permanenti non strutturali</i>	20	kg/mq
	<i>carichi variabili (Cat. C scale comuni)</i>	400	kg/mq
	<i>Carichi variabili (Qk neve, accumulo medio)</i>	250	kg/mq

Impalcato di piano solaio lamiera grecata e soletta collaborante

analisi dei carichi:	- peso proprio	13	kg/mq
	- lamiera sp.10/10		
	<i>totale carichi permanenti strutturali</i>	220	kg/mq
	- isocal 8cm	40	kg/mq
	- massetto 5cm	100	"
	- pavimento gres	40	"
	- materassino acustico Knauff	15	"
	- controsoffitto Knauff	10	"
	- Eventuali tramezzi in crtongesso	60	"
	<i>totale carichi permanenti non strutturali</i>	265	kg/mq
	<i>carichi variabili (Cat. C)</i>	300	kg/mq

Impalcato di copertura: solaio lamiera grecata e soletta collaborante

analisi dei carichi:	- peso proprio	13	kg/mq
	- lamiera sp.10/10		
	<i>totale carichi permanenti strutturali</i>	220	kg/mq
	- isolamento sp. 15cm + imperm.	50	kg/mq
	- massetto pendenze 8cm	130	"
	<i>totale carichi permanenti non strutturali</i>	180	kg/mq
	<i>carichi variabili (Qk Neve)</i>	120	kg/mq

CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

AZIONE DELLA NEVE PAR. 3.4 NTC18

1. DEFINIZIONE DEI DATI

Il carico di riferimento neve al suolo, per località poste a quota $a_s \leq 1500$ m s.l.m., non dovrà essere assunto minore di quello indicato in tabella, cui corrispondono valori associati ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per altitudini $a_s \geq 1500$ m s.l.m. si dovrà fare riferimento a valori statistici locali utilizzando comunque valori non inferiori a quelli previsti per 1500m

1.1 a_s (altitudine sul livello del mare): 18 [m]

1.2 zona: Zona I - Mediterranea

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

2 CALCOLO DEL CARICO NEVE AL SUOLO

q_{sk} valore caratteristico della neve al suolo 1,50 [kN/m²]

3 CALCOLO DEI COEFFICIENTI

3.1 Coefficiente di esposizione

Il coefficiente di esposizione deve essere utilizzato per modificare il valore del carico della neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Normalmente si adotta $C_E=1$. Si riportano in tabella i coefficienti consigliati per le diverse classi di topografia.

Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati, senza costruzioni o alberi più alti.	0,9
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti.	1,1

3.1.1 Classe di topografia:

Il coefficiente di esposizione vale:

C_E	1,00
-------	------

3.2 Coefficiente termico

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

Il coefficiente topografico vale:

C_t	1,00
-------	------

3.2 Coefficiente di forma

3.2.1 Inclinazione della falda α (1)

0 [deg]

3.2.2 Inclinazione della falda α (2)

0 [deg]

Il coefficiente topografico vale:

C_t	1,00
-------	------

3.2 Coefficiente di forma

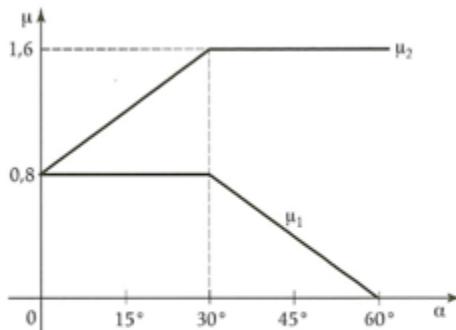
3.2.1 Inclinazione della falda α (1)

0 [deg]

3.2.2 Inclinazione della falda α (2)

0 [deg]

3.2.3 Legge di variazione del coefficiente di forma:



$\mu_1 (\alpha_1)$	0,80
$\mu_1 (\alpha_2)$	0,80
$\mu_2 (\alpha)$	0,80

	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60$
$\mu_1 (\alpha)$	0,80	$0,8(60-\alpha)/30$	0,00
$\mu_2 (\alpha)$	$0,8+0,8 \alpha/30$	1,60	0,00

4 CARICO NEVE SULLA COPERTURA E COMBINAZIONI DI CARICO

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/m²])} = \mu_i q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

μ_i (coefficiente di forma)

q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/m²])

C_E (coefficiente di esposizione)

C_t (coefficiente termico)

4.1 Combinazione per il caso di copertura ad una falda



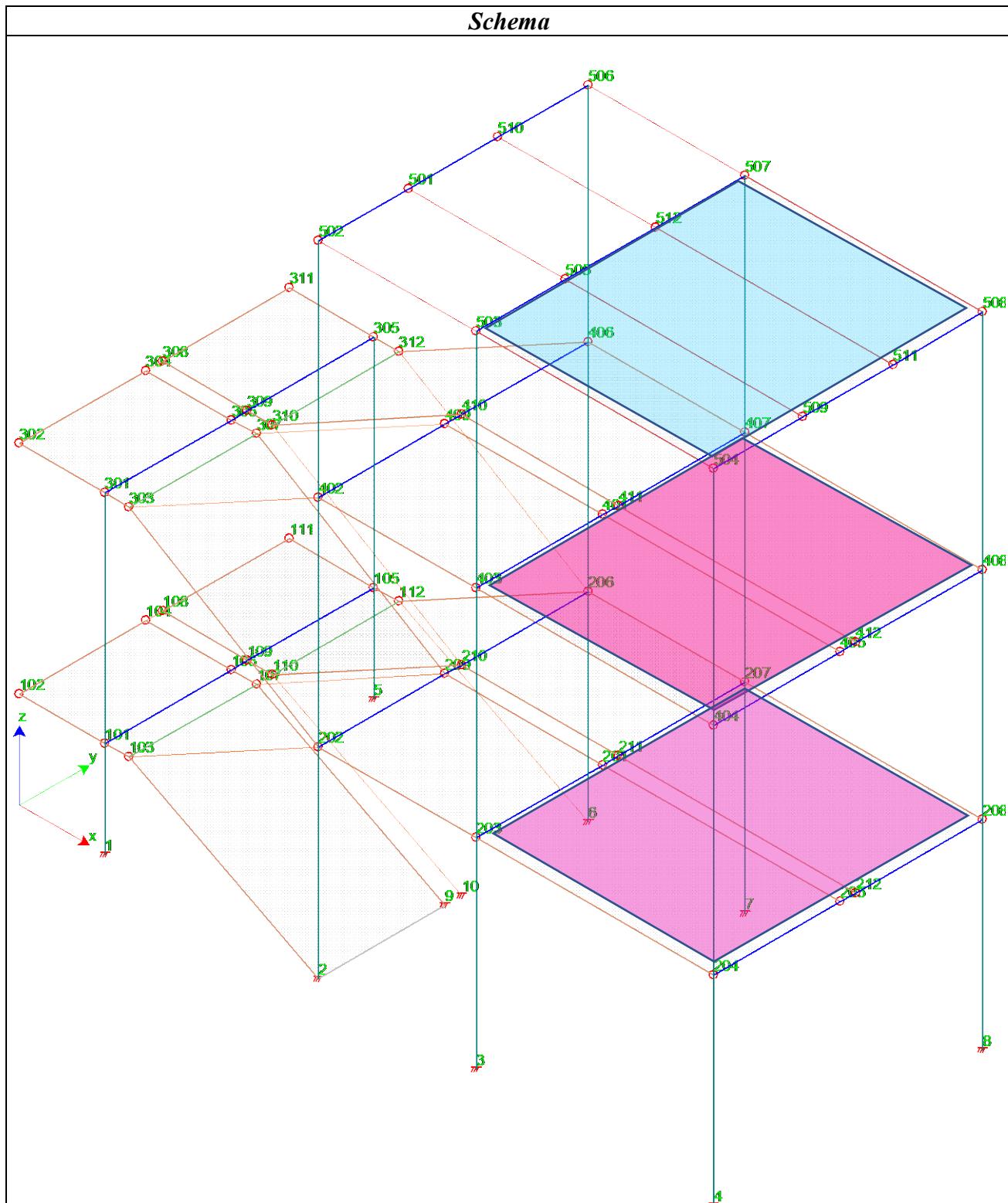
Per ulteriori dettagli si rimanda ai tabulati di calcolo.

e) MATERIALI

L'acciaio da carpenteria impiegato è **S275J0** con le caratteristiche seguenti:

- modulo di elasticità $E = 210000 MPa$
- carico di rottura alla trazione $f_{t_k} = 430 MPa$
- carico di snervamento alla trazione $f_{t_k} = 275 MPa$
- peso specifico $\gamma = 7,87 kN/m^3$
- coeff. parziale di sicurezza $\gamma_{M0} = 1.05; \gamma_{M2} = 1.25$

f) ILLUSTRAZIONE DEI CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE



Nel disegno le aree colorate rappresentano le zone con modifiche al solaio

Il corpo di fabbrica è stato schematizzato mediante struttura spaziale con comportamento appartenente alla tipologia di “strutture a telaio”. Si è scelto di progettare la struttura come non dissipativa, pertanto il fattore di struttura adottato è pari a $q=1,5$, tale fattore di struttura risulta

congruente alla tipologia strutturale adottata in quanto risulta minore di 2/3 q_{CDB} riferito ad una struttura a telaio in acciaio ($q_0 = 5,0 \times \alpha_u/\alpha_l$; $q_{CDB} = 4,0 \times 1,2 = 6,0$; $\rightarrow 2/3 q_{CDB} = 4$).

Il calcolo è stato eseguito nello spirito del metodo degli Stati Limite considerando i seguenti gruppi di combinazioni di carico:

- 1) combinazioni di carico comprendenti gli effetti del sisma (agli SLO, SLD e SLV);
- 2) combinazioni delle condizioni di carico statiche che agiscono sulla struttura.

Per il dettaglio delle combinazioni di carico adottate si vedano i tabulati di calcolo allegati.

Le verifiche della fondazione esistente (platea spessore 40cm armata con rete Ø12 20x20 sia superiormente sia inferiormente) non sono riportate in quanto, data l'esiguità degli incrementi dei carichi rispetto a quelli di progetto iniziali, sarebbero manifestamente soddisfatte.

g) INDICAZIONI DELLE PRINCIPALI COMBINAZIONI

Le combinazioni di carico adottate nelle analisi sono le seguenti:

- per le verifiche di resistenza agli (SLU) si è utilizzata la combinazione fondamentale (2.5.1) del D.M. 17/01/2018

$$1,3G_1 + 1,5G_2 + 1,5(Q_k + \psi_{01}Q_{k2})$$

- per le verifiche a deformabilità, fessurazione, tensioni di esercizio (nella struttura e in fondazione) sono state utilizzate le seguenti combinazioni di carico:

- combinazione rara (2.5.2) del D.M. 17/01/2018

$$G_1 + G_2 + Q_k + \psi_{02}Q_{k2}$$

- combinazione frequente (2.5.3) del D.M. 17/01/2018

$$G_1 + G_2 + \psi_{11}Q_k + \psi_{12}Q_{k2}$$

- combinazione quasi permanente (2.5.4) del D.M. 17/01/2018

$$G_1 + G_2 + \psi_{21}Q_k + \psi_{22}Q_{k2}$$

- per le verifiche sismiche si è utilizzata la combinazione sismica (2.5.5) del D.M. 17/01/2018

$$E + G_1 + G_2 + \psi_{21}Q_k + \psi_{22}Q_{k2}$$

Dove:

Ambienti suscett.ad affollamento (Cat C) per coperture NEVE	Ψ_{0i}	Ψ_{1i}	Ψ_{2i}
	0.7	0.6	0.6
	0.5	0.2	0.0

h) INDICAZIONE MOTIVATA DEL METODO DI ANALISI

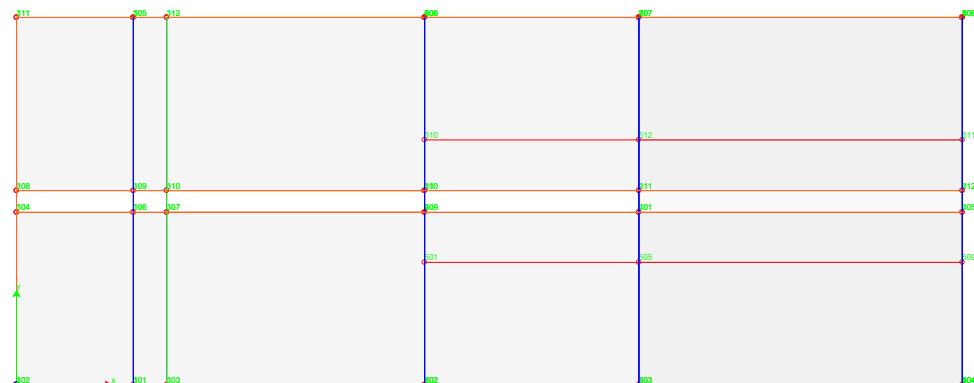
Il calcolo è stato eseguito secondo quanto prescritto ai punti 7.3.3.1 del D.M. 17/1/2018 mediante analisi lineare dinamica della struttura.

In conformità a quanto prescritto dal D.M. 17/1/2018 le masse della struttura sottoposte al moto impresso dal sisma sono quelle del peso proprio e dei carichi permanenti nonché di un'aliquota dei carichi variabili secondo quanto indicato nella tabella 2.5.I del suddetto DM.

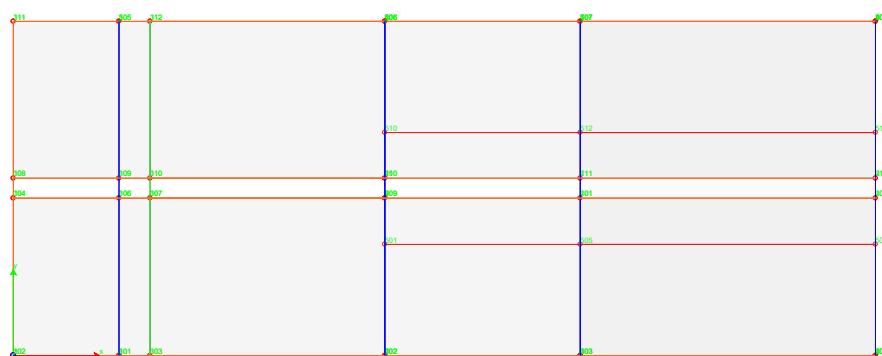
In particolare, sono stati considerati i modi di vibrare a cui corrisponde l'eccitazione di più dell'85% delle masse della struttura quindi le sollecitazioni e gli spostamenti complessivi sono stati calcolati mediante combinazione quadratica completa dei valori relativi a ciascun modo di vibrare.

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLV		7	0.17	45.6
90.00 [°] SLV		1	0.46	57.2
180.00 [°] SLV		7	0.17	45.6
270.00 [°] SLV		1	0.46	57.2

Modo di vibrare n.1



Modo di vibrare n.7



i) CRITERI DI VERIFICA

Le verifiche degli elementi strutturali, saranno eseguite mediante il metodo degli Stati Limite; per gli elementi strutturali non soggetti ad elevate sollecitazioni è stata omessa la verifica perché si ritiene manifestamente soddisfatta. Le sezioni dei profili adottati riportati negli elaborati esecutivi ed i relativi collegamenti sono stati calcolati in funzione degli schemi risultanti e risultano sufficienti ad assorbire le sollecitazioni di calcolo e a soddisfare gli stati limite ultimi, deformazioni e limitazione delle tensioni.

Al fine di garantire il contenimento del danno agli elementi non strutturali, si è verificato che lo spostamento di interpiano agli SLO sia inferiore a $dr < 2/3 * 0.005h$ (dove h è l'altezza di interpiano pari a 11,20m), cioè inferiore a **37,3mm**.

Nodi	U_x		U_y		U_z		$ U_{xyz} $	
	U_x [cm]	Nodi	U_y [cm]	Nodi	U_z [cm]	Nodi	$ U_{xyz} $ [cm]	
24	4-504	0.77	4-504	0.65	1-301	0.01	4-504	1.00
25	8-508	0.77	8-508	-0.65	5-305	0.01	8-508	1.01
26	4-504	0.40	4-504	2.16	8-508	-0.01	4-504	2.20
27	8-508	-0.40	8-508	2.16	4-504	0.01	8-508	2.20
28	8-508	-0.77	8-508	0.65	5-305	-0.01	8-508	1.01
29	4-504	-0.77	4-504	-0.65	1-301	-0.01	4-504	1.00
30	8-508	0.40	8-508	-2.16	4-504	-0.01	8-508	2.20
31	4-504	-0.40	4-504	-2.16	8-508	0.01	4-504	2.20

Spostamenti Max in direzione U_x [cm]

Nodi	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
4 504	24	0.77	0.65	0.40	-0.03	-0.65	-0.77	0.03	-0.40
8 508	25	0.66	0.77	0.03	-0.40	-0.77	-0.66	0.40	-0.03
4 504	26	0.77	0.65	0.40	-0.03	-0.65	-0.77	0.03	-0.40
8 508	27	0.66	0.77	0.03	-0.40	-0.77	-0.66	0.40	-0.03
8 508	28	0.66	0.77	0.03	-0.40	-0.77	-0.66	0.40	-0.03
4 504	29	0.77	0.65	0.40	-0.03	-0.65	-0.77	0.03	-0.40
8 508	30	0.66	0.77	0.03	-0.40	-0.77	-0.66	0.40	-0.03
4 504	31	0.77	0.65	0.40	-0.03	-0.65	-0.77	0.03	-0.40

Spostamenti Max in direzione U_y [cm]

Nodi	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
4 504	24	0.65	-0.65	2.16	2.16	0.65	-0.65	-2.16	-2.16
8 508	25	0.65	-0.65	2.16	2.16	0.65	-0.65	-2.16	-2.16
4 504	26	0.65	-0.65	2.16	2.16	0.65	-0.65	-2.16	-2.16
8 508	27	0.65	-0.65	2.16	2.16	0.65	-0.65	-2.16	-2.16
8 508	28	0.65	-0.65	2.16	2.16	0.65	-0.65	-2.16	-2.16
4 504	29	0.65	-0.65	2.16	2.16	0.65	-0.65	-2.16	-2.16
8 508	30	0.65	-0.65	2.16	2.16	0.65	-0.65	-2.16	-2.16
4 504	31	0.65	-0.65	2.16	2.16	0.65	-0.65	-2.16	-2.16

Spostamenti Max in direzione U_z [cm]

Nodi	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
1 301	24	0.01	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.00	-0.01
5 305	25	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	-0.00
8 508	26	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.00	0.01	0.01	0.01
4 504	27	0.00	-0.01	0.01	0.01	0.01	-0.00	-0.01	-0.01
5 305	28	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.01	-0.00
1 301	29	0.01	0.01	0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.00	-0.01

4 504	30	0.00	-0.01	0.01	0.01	0.01	-0.00	-0.01	-0.01
8 508	31	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	-0.00	0.01	0.01	0.01

Spostamenti Max in direzione $|U_{xyz}|$ [cm]

Nodi	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
4 504	24	1.00	0.92	2.20	2.16	0.92	1.00	2.16	2.20
8 508	25	0.92	1.01	2.16	2.20	1.01	0.92	2.20	2.16
4 504	26	1.00	0.92	2.20	2.16	0.92	1.00	2.16	2.20
8 508	27	0.92	1.01	2.16	2.20	1.01	0.92	2.20	2.16
8 508	28	0.92	1.01	2.16	2.20	1.01	0.92	2.20	2.16
4 504	29	1.00	0.92	2.20	2.16	0.92	1.00	2.16	2.20
8 508	30	0.92	1.01	2.16	2.20	1.01	0.92	2.20	2.16
4 504	31	1.00	0.92	2.20	2.16	0.92	1.00	2.16	2.20

Spostamenti Massimi :

Combinazione di Carico 27 Fra i nodi 8 508 $|U_{xyz}|$ Spostamento 2.20 [cm]

Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.005000 H

du/H x 1000 Max in direzione U_x

Nodi	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]	L [cm]	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	24	0.743	0.634	0.388	-0.025	-0.634	-0.743	0.025	-0.388
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	25	0.636	0.745	0.026	-0.389	-0.745	-0.636	0.389	-0.026
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	26	0.743	0.634	0.388	-0.025	-0.634	-0.743	0.025	-0.388
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	27	0.636	0.745	0.026	-0.389	-0.745	-0.636	0.389	-0.026
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	28	0.636	0.745	0.026	-0.389	-0.745	-0.636	0.389	-0.026
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	29	0.743	0.634	0.388	-0.025	-0.634	-0.743	0.025	-0.388
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	30	0.636	0.745	0.026	-0.389	-0.745	-0.636	0.389	-0.026
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	31	0.743	0.634	0.388	-0.025	-0.634	-0.743	0.025	-0.388

du/H x 1000 Max in direzione U_y

Nodi	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]	L [cm]	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	24	0.626	-0.630	2.092	2.094	0.630	-0.626	-2.094	-2.092
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	25	0.626	-0.630	2.092	2.094	0.630	-0.626	-2.094	-2.092
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	26	0.626	-0.630	2.092	2.094	0.630	-0.626	-2.094	-2.092
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	27	0.626	-0.630	2.092	2.094	0.630	-0.626	-2.094	-2.092
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	28	0.626	-0.630	2.092	2.094	0.630	-0.626	-2.094	-2.092
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	29	0.626	-0.630	2.092	2.094	0.630	-0.626	-2.094	-2.092
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	30	0.626	-0.630	2.092	2.094	0.630	-0.626	-2.094	-2.092
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	31	0.626	-0.630	2.092	2.094	0.630	-0.626	-2.094	-2.092

du/H x 1000 Max in direzione U_z

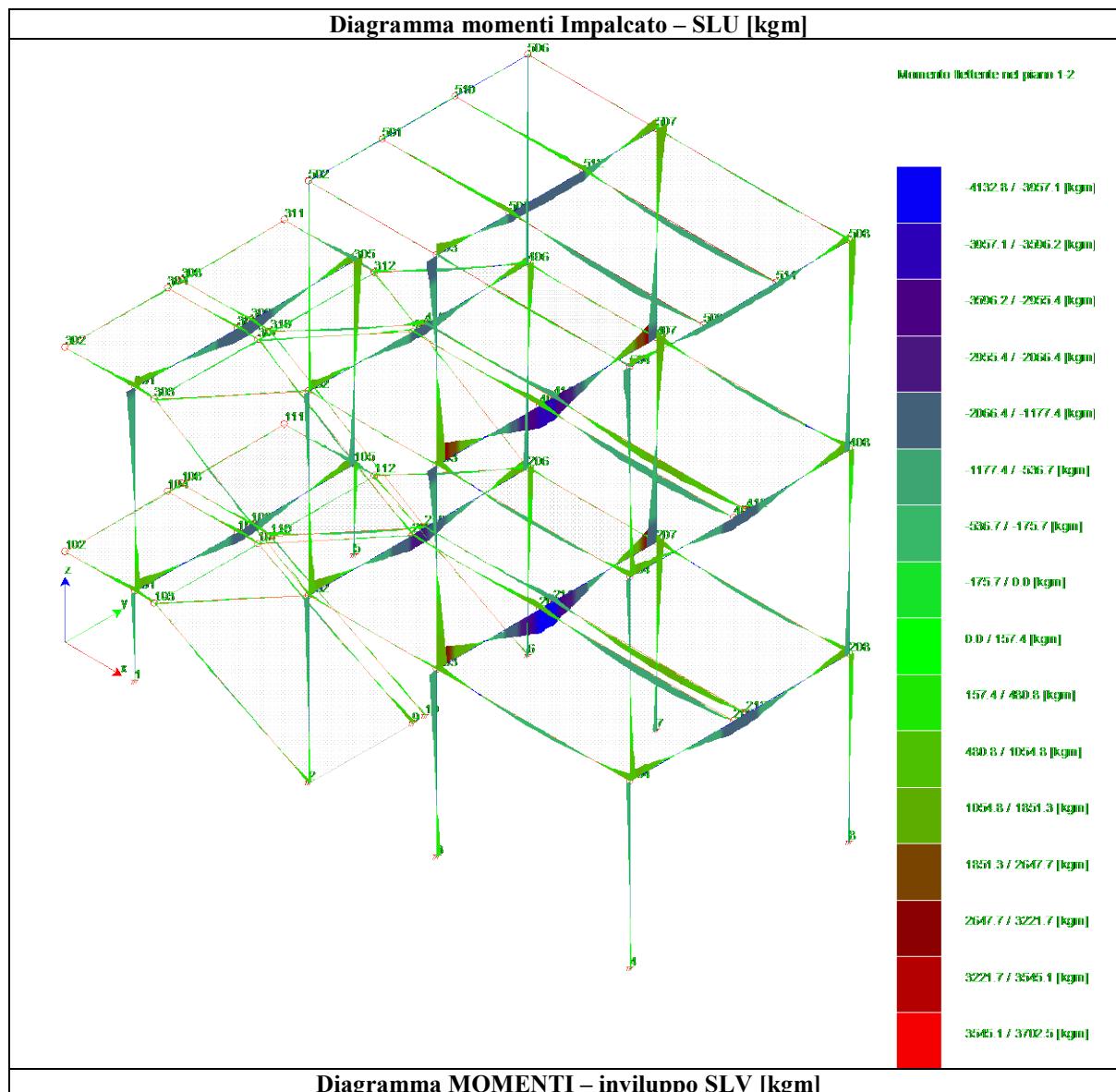
Nodi	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]	L [cm]	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
1 301	0.00	0.00	506.00	506.00	24	0.023	0.020	0.013	0.000	-0.020	-0.023	-0.000	-0.013
5 305	0.00	0.00	506.00	506.00	25	0.020	0.024	0.000	-0.013	-0.024	-0.020	0.013	-0.000
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	26	-0.006	0.002	-0.014	-0.013	-0.002	0.006	0.013	0.014
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	27	0.002	-0.006	0.013	0.014	0.006	-0.002	-0.014	-0.013
5 305	0.00	0.00	506.00	506.00	28	0.020	0.024	0.000	-0.013	-0.024	-0.020	0.013	-0.000
1 301	0.00	0.00	506.00	506.00	29	0.023	0.020	0.013	0.000	-0.020	-0.023	-0.000	-0.013
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	30	0.002	-0.006	0.013	0.014	0.006	-0.002	-0.014	-0.013
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	31	-0.006	0.002	-0.014	-0.013	-0.002	0.006	0.013	0.014

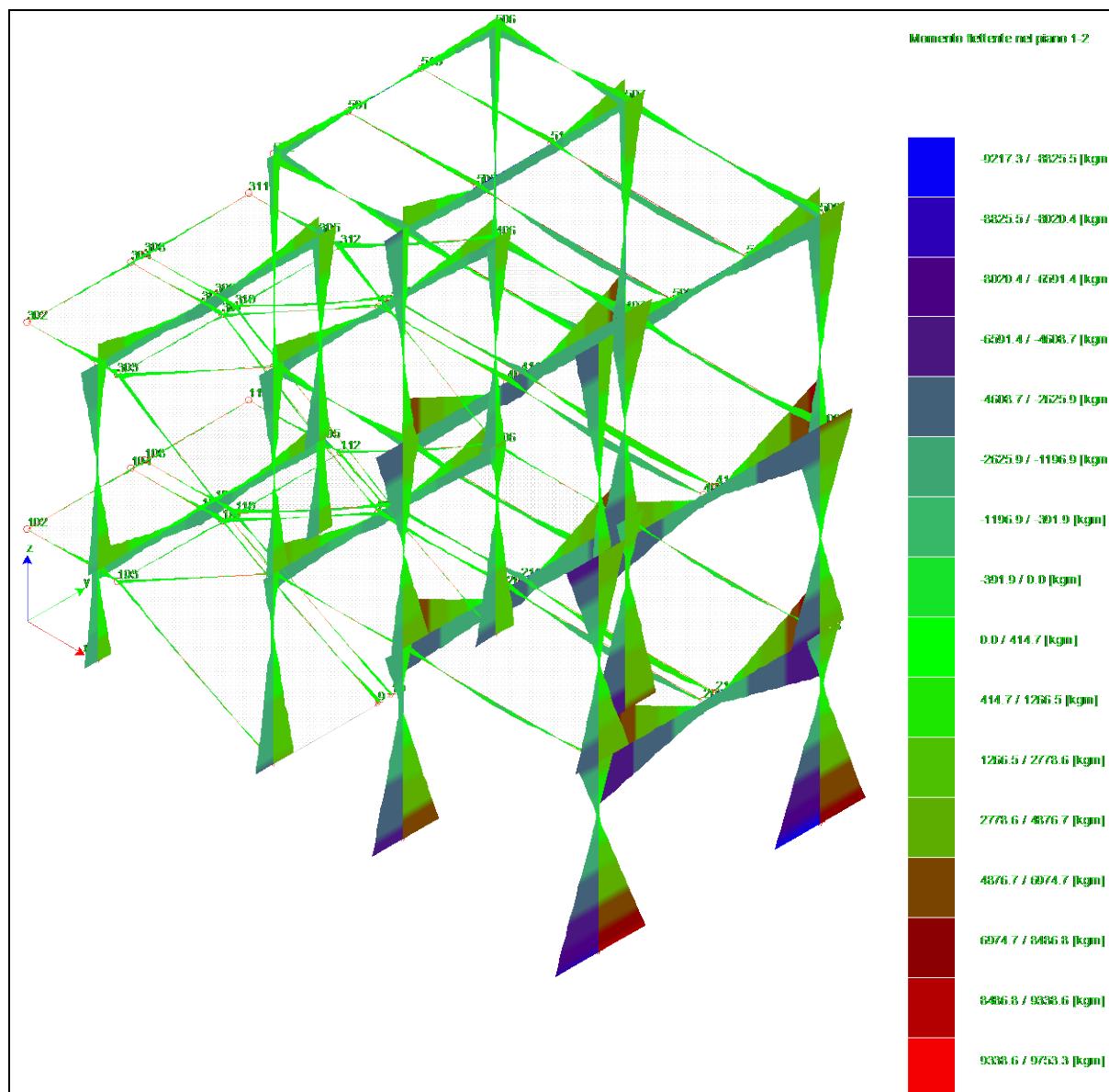
du/H x 1000 Max in direzione $|U_{xyz}|$

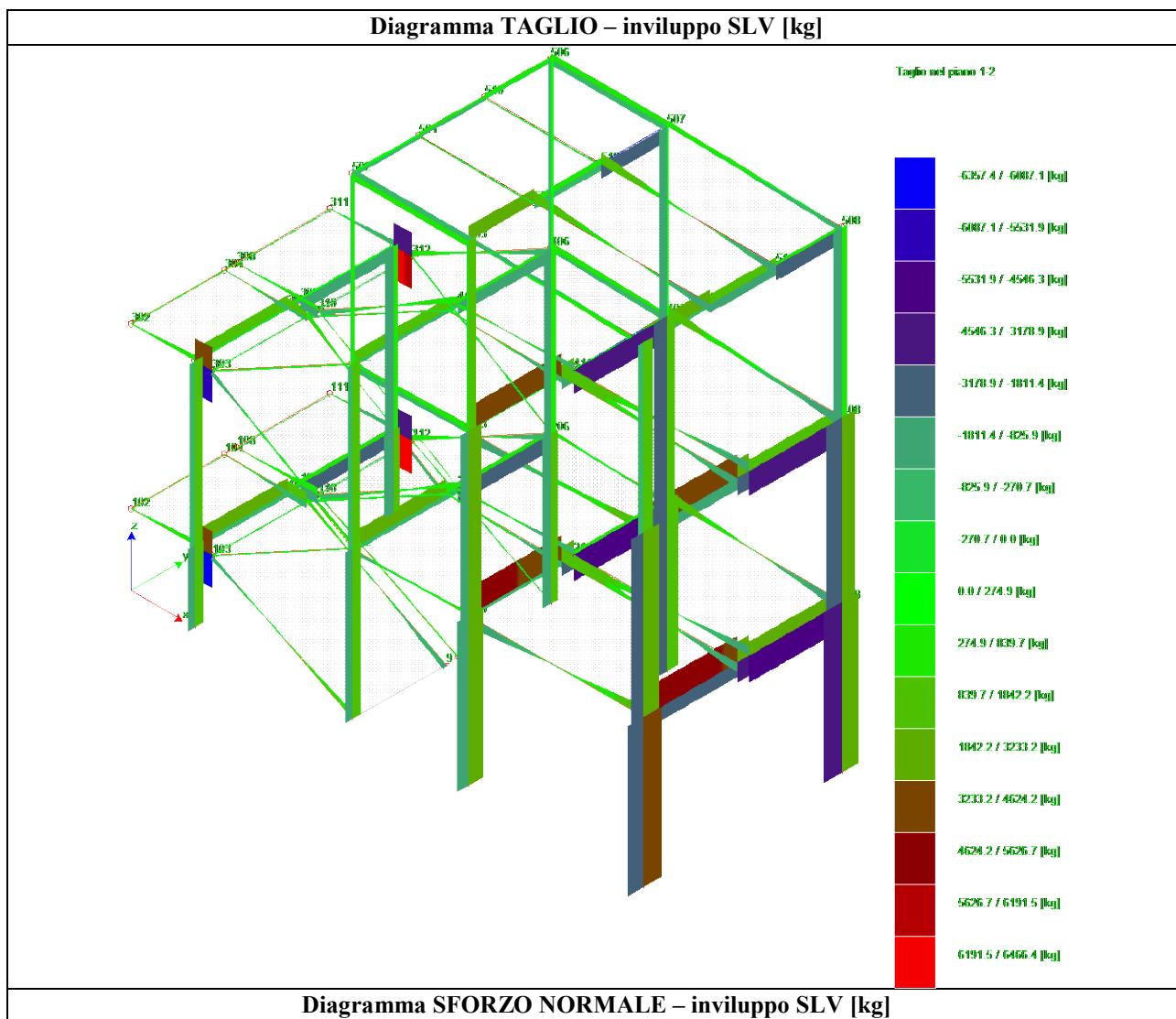
Nodi	dx [cm]	dy [cm]	dz [cm]	L [cm]	Comb.	24	25	26	27	28	29	30	31
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	24	0.971	0.893	2.128	2.094	0.893	0.971	2.094	2.128
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	25	0.893	0.976	2.093	2.129	0.976	0.893	2.129	2.093
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	26	0.971	0.893	2.128	2.094	0.893	0.971	2.094	2.128
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	27	0.893	0.976	2.093	2.129	0.976	0.893	2.129	2.093
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	28	0.893	0.976	2.093	2.129	0.976	0.893	2.129	2.093
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	29	0.971	0.893	2.128	2.094	0.893	0.971	2.094	2.128

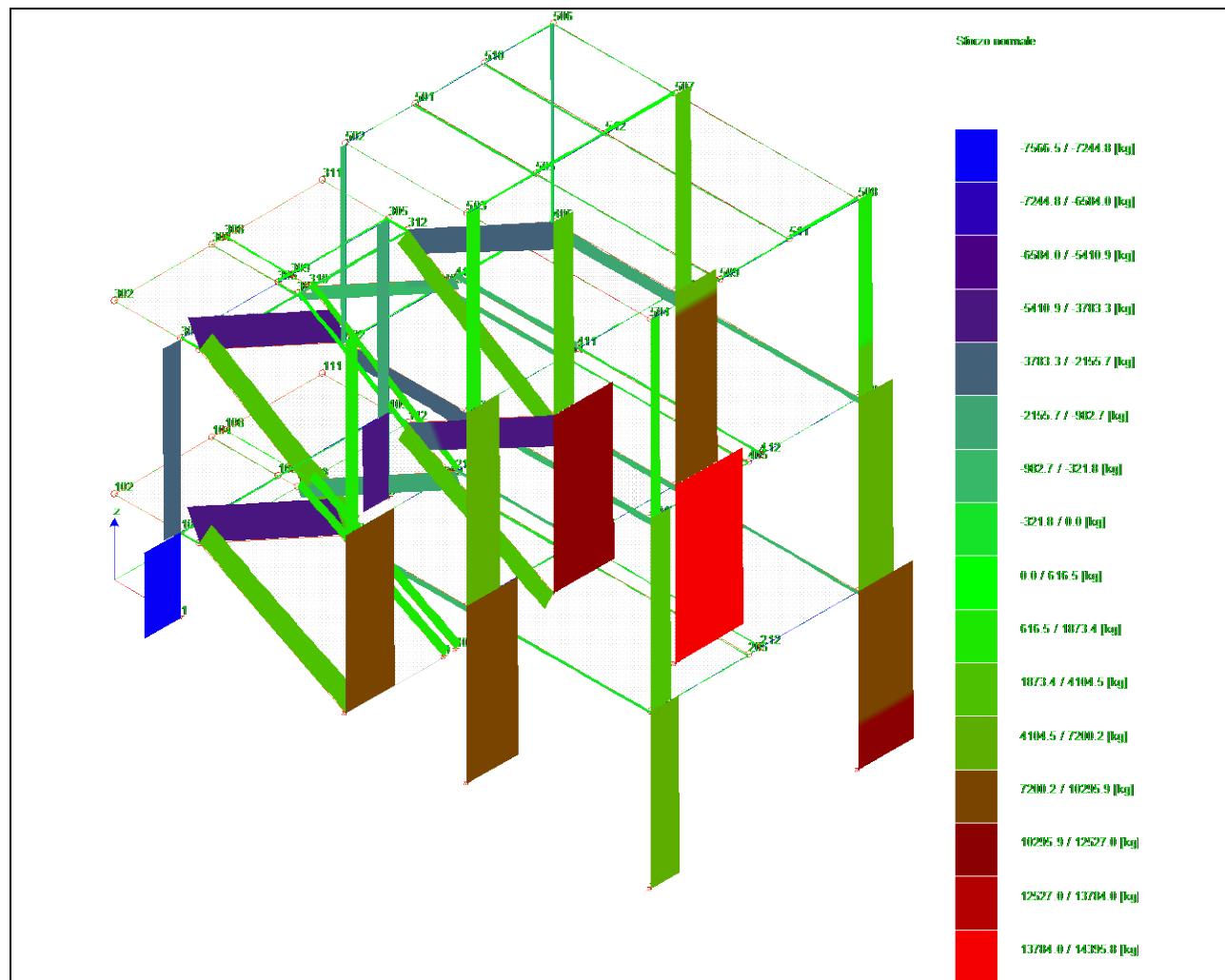
8 508	0.00	0.00	1033.00	1033.00	30	0.893	0.976	2.093	2.129	0.976	0.893	2.129	2.093
4 504	0.00	0.00	1033.00	1033.00	31	0.971	0.893	2.128	2.094	0.893	0.971	2.094	2.128

j) RAPPRESENTAZIONE DEFORMATE E SOLLECITAZIONI MAGGIORMENTE SIGNIFICATIVE









GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti. Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Il lavoro di previsione è stato così articolato:

- valutazione delle sollecitazioni per effetto dei carichi verticali;
- stima delle masse; stima del periodo fondamentale; valutazione delle forze con analisi statica;

Per avere un termine di paragone con il quale giudicare i risultati forniti dal programma di calcolo si è effettuata una valutazione semplificata delle caratteristiche di sollecitazione nella struttura, usando modelli molto semplici secondo quanto richiesto dal capitolo 10 delle NTC 18. Per esempio le sollecitazioni ottenute sulle travi per i carichi verticali direttamente agenti sono stati confrontati con semplici schemi a trave continua.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnistica del software abbiano dato esito positivo.

k) CARATTERISTICHE E AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO

Il programma adottato per la modellazione strutturale è il seguente:

Structural Analisys & Design

Ditta produttrice: **En.Ex.Sys. s.r.l.** - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla: WinStrand

Piattaforma software: Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso: Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione: Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

-ELEMENTI FINITI IMPLEMENTATI

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastri).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.

- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

- SCHEMI DI CARICO

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

- TIPO DI RISOLUZIONE

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDL^T .
- Analisi Statica:
 - modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
 - ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).
- Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):
 - Via statica equivalente.
 - Modale con il metodo dello spettro di risposta.

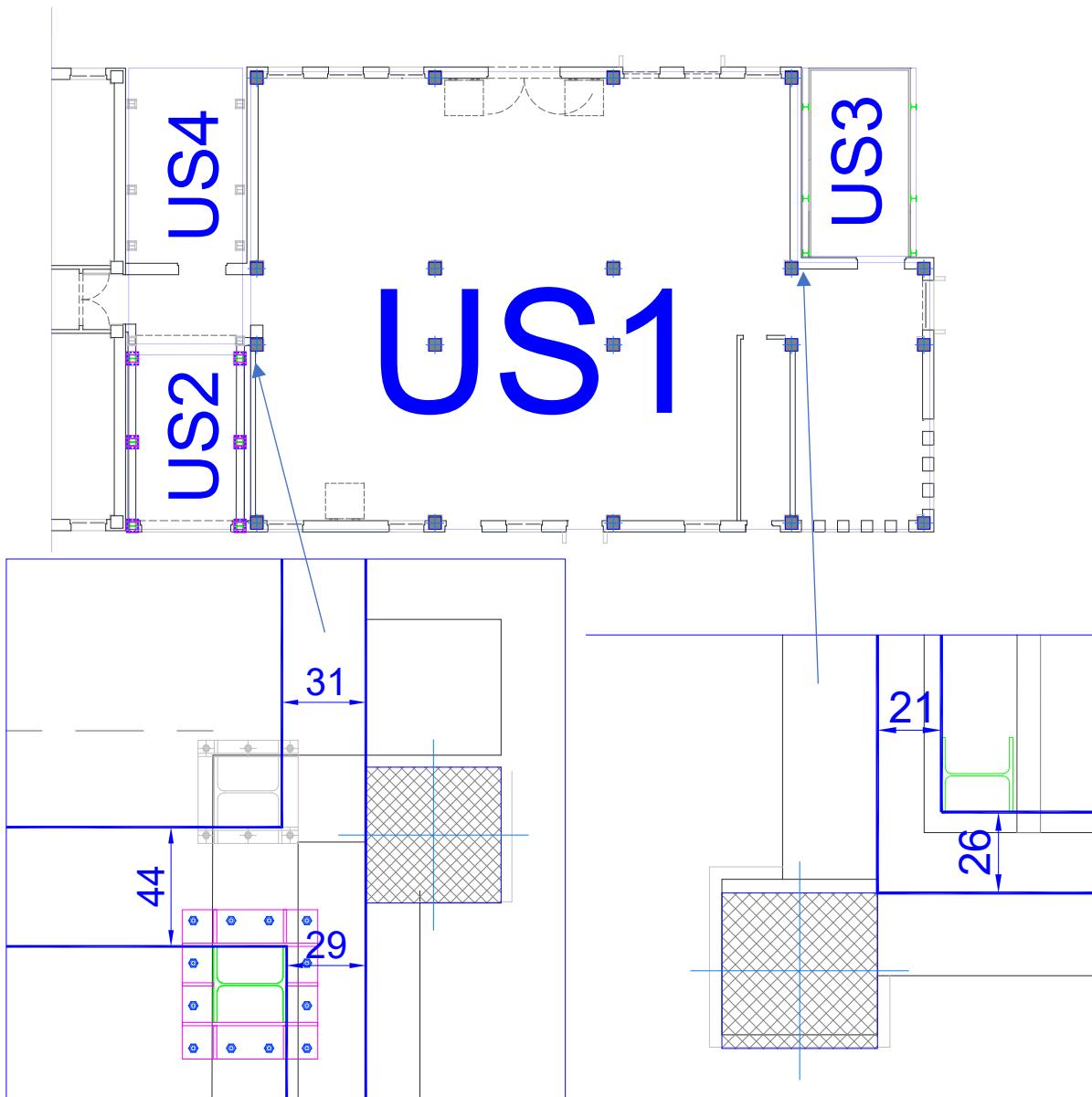
L'esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore, contiene un esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi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

I) STRUTTURE DI FONDAZIONE

Viste le esigue sollecitazioni trasmesse in primis alla platea di spessore 40cm armata con rete Ø12 maglia 20x20, il sottoscritto ingegnere ritiene non necessario eseguire verifiche sulla porzione di fondazione in quanto sarebbero manifestamente soddisfatte.

2.2. TABULATI DI CALCOLO E VERIFICHE

L'edificio in oggetto verrà realizzato in adiacenza ad altri fabbricati in acciaio e con struttura intelaiata in c.a.. La distanza tra costruzioni contigue deve essere tale da evitare fenomeni di martellamento e comunque non può essere inferiore alla somma degli spostamenti massimi determinati per lo SLV, calcolati per ciascuna costruzione secondo il § 7.3.3 (analisi lineare) o il § 7.3.4 (analisi non lineare) e tenendo conto, laddove significativo, dello spostamento relativo delle fondazioni delle due costruzioni contigue, secondo quanto indicato ai §§ 3.2.4.1, 3.2.4.2 e 7.3.5; La distanza tra due punti di costruzioni che si fronteggiano non potrà in ogni caso essere inferiore a 1/100 della quota dei punti considerati, misurata dallo spiccato della fondazione o dalla sommità della struttura scatolare rigida di cui al § 7.2.1, moltiplicata per $2agS/g \leq 1$.



La distanza minima tra le strutture è pari a 21 cm

Lo spostamento massimo di US1 è pari a:

Nodo 1

$$US1x201 = 6.43 \text{ cm}$$

$$US1y201 = 8.23 \text{ cm}$$

Nodo 15

$$US1x115 = 2.60 \text{ cm}$$

$$US1y115 = 3.59 \text{ cm}$$

Nodo 16

$$US1x216 = 6.91 \text{ cm}$$

$$US1y216 = 8.23 \text{ cm}$$

Lo spostamento massimo di US2 calcolato è pari a:

$$US2x = 5.1 \text{ cm}$$

$$US2y = 7.8 \text{ cm}$$

Lo spostamento massimo di US3 calcolato è pari a:

$$US3x = 5.5 \text{ cm}$$

$$US3y = 5.6 \text{ cm}$$

Lo spostamento massimo di US4 calcolato è pari a:

$$US4x = 3.0 \text{ cm}$$

$$US4y = 4.6 \text{ cm}$$

	US1 - nodo1	US2	US4	Tot.	Giunto	Verifica
Dir X	6,43	5,5	3	11,93	29	OK
Dir Y	8,23	5,6	4,6	10,2	44	OK

	US1 - nodo16		US4	Tot.	Giunto	Verifica
Dir X	6,91		3	9,91	31	OK
Dir Y						

	US1 - nodo15	US2		Tot.	Giunto	Verifica
Dir X	2,6	5,1		7,7	21	OK
Dir Y	3,59	7,8		7,8	26	OK

3. RELAZIONE SUI MATERIALI

Materiali:

Il calcestruzzo impiegato per le FONDAZIONI è **C35/45** con le seguenti caratteristiche:

- resistenza caratteristica cilindrica	$f_{ck} = 35 \text{ MPa};$
- resistenza caratteristica cubica	$R_{ck} = 45 \text{ MPa};$
- modulo di elasticità normale	$E = 30000 \text{ MPa};$
- peso specifico medio	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3;$
- coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_c = 1.5;$

Le armature sono in acciaio **B450C** con le seguenti caratteristiche:

- tensione di snervamento caratteristica	$f_{yk} = 450 \text{ MPa};$
- tensione di rottura caratteristica	$f_{tk} = 540 \text{ MPa};$
- modulo di elasticità normale	$E = 200000 \text{ MPa};$
- coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1.15$

L'acciaio da carpenteria impiegato è **S275JR** con le caratteristiche seguenti:

- modulo di elasticità	$E = 210000 \text{ MPa}$
- carico di rottura alla trazione	$f_{tk} = 430 \text{ MPa}$
- carico di snervamento alla trazione	$f_{yk} = 275 \text{ MPa}$
- peso specifico	$\gamma = 7,87 \text{ kN/m}^3$
- coeff. parziale di sicurezza	$\gamma_{Mo} = 1.05; \gamma_{M2} = 1.25$

La struttura in acciaio verrà realizzata in classe EXC3 secondo la UNI EN 1090

I bulloni impiegati sono ad alta resistenza cl.8.8 e dadi classe 6S secondo UNI EN 15048 -1

4. RELAZIONE DI CALCOLO

Nel seguito si riportano le verifiche della struttura esistente.

Come livello di confidenza si è scelto LC3 con corrispondente fattore di confidenza $FC=1$ dato che della struttura esistente sono disponibili gli esecutivi, le relazioni di calcolo, i certificati dei materiali e quant'altro necessario.

Come anticipato la struttura esistente era già stata calcolata e verificata per le modifiche illustrate nella presente; si riportano comunque i tabulati di calcolo.

Elementi maggiormente sollecitati

Elementi Pilastro

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_d/S_r	Max Elemento nodi	Max S_d/S_r
1 HEA 260/Pilastri	202 402	0.14	8 208	0.45

Elementi Trave

Sezione	Min Elemento nodi	Min S_d/S_r	Max Elemento nodi	Max S_d/S_r
1 HEA 240/TR HEA 240	502 501	0.10	212 208	0.59
2 UPN 200/TR UPN 200 - Rampe	108 111	0.06	312 305	0.56
3 UPN 180/TR UPN 160 - Rampe	103 107	0.07	307 310	0.19
4 UPN 180/TR UPN 180 - copertura	512 511	0.32	502 503	0.52

VERIFICA PILASTRI SEZIONE 1 PROFILO HEA 260 Pilastri

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - N - Mx - My
- Instabilità Nel Piano 1/2 : Profilo singolo
- Instabilità Nel Piano 1/3 : Profilo singolo
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna). : N - Mx - My
- Instabilità Flesso-Torsionale : A doppio T
- Acciaio tipo : **Acciaio**
- Tensione di Snervamento : 2750.0 [kg/cm²]
- Tensione di Rottura : 4300.0 [kg/cm²]

Asta Da	Luc e A [cm 1]	Snellezza			Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione			Svergolamento		
		1/2	1/3	Class e	Sd/S r	Comb . .	Class e	Sd/S r	Comb . .	Class e	Sd/S r	Comb . .	Class e	Sd/S r	Comb . .	Class e	Sd/S r	Comb . .	
40 8	50 8	360	32. 8	55. 5	1	0.20	6	1	0.02	5	1	0.02	5	1	0.22	5	1	0.20	6
20 8	40 8	350	31. 9	53. 9	1	0.28	6	1	0.05	5	1	0.06	5	1	0.32	6	1	0.28	6
8	20 8	323	29. 4	49. 8	1	0.40	6	1	0.09	5	1	0.10	5	1	0.45	5	1	0.40	6
40 7	50 7	360	32. 8	55. 5	1	0.27	7	1	0.02	2	1	0.03	2	1	0.21	6	1	0.16	5
20 7	40 7	350	31. 9	53. 9	1	0.23	5	1	0.06	1	1	0.07	1	1	0.26	6	1	0.23	5

7	20 7	323	29. 4	49. 8	1	0.31	5	1	0.09	1	1	0.11	1	1	0.37	6	1	0.31	5
40 6	50 6	360	32. 8	55. 5	1	0.20	4	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.14	7	1	0.06	10
20 6	40 6	350	31. 9	53. 9	1	0.13	5	1	0.02	1	1	0.03	1	1	0.14	6	1	0.13	5
6	20 6	323	29. 4	49. 8	1	0.18	5	1	0.06	3	1	0.07	3	1	0.20	5	1	0.18	5
10 5	30 5	350	31. 9	53. 9	1	0.14	6	1	0.05	7	1	0.05	7	1	0.18	6	1	0.14	6
5	10 5	156	14. 2	24. 0	1	0.12	6	1	0.09	7	1	0.09	7	1	0.17	6	1	0.12	6
40 4	50 4	360	32. 8	55. 5	1	0.20	10	1	0.02	9	1	0.02	9	1	0.22	9	1	0.20	10
20 4	40 4	350	31. 9	53. 9	1	0.28	10	1	0.05	9	1	0.06	9	1	0.32	10	1	0.28	10
4	20 4	323	29. 4	49. 8	1	0.40	10	1	0.09	9	1	0.10	9	1	0.45	9	1	0.40	10
40 3	50 3	360	32. 8	55. 5	1	0.27	8	1	0.02	2	1	0.03	2	1	0.21	10	1	0.16	9
20 3	40 3	350	31. 9	53. 9	1	0.23	9	1	0.06	1	1	0.07	1	1	0.26	10	1	0.23	9
3	20 3	323	29. 4	49. 8	1	0.31	9	1	0.09	1	1	0.11	1	1	0.37	10	1	0.31	9
40 2	50 2	360	32. 8	55. 5	1	0.21	8	1	0.01	8	1	0.01	8	1	0.15	8	1	0.06	6
20 2	40 2	350	31. 9	53. 9	1	0.13	9	1	0.02	9	1	0.02	9	1	0.14	9	1	0.13	9
2	20 2	323	29. 4	49. 8	1	0.18	9	1	0.06	4	1	0.07	4	1	0.20	9	1	0.18	9
10 1	30 1	350	31. 9	53. 9	1	0.14	10	1	0.05	8	1	0.05	8	1	0.18	10	1	0.14	10
1	10 1	156	14. 2	24. 0	1	0.12	10	1	0.09	8	1	0.09	8	1	0.17	10	1	0.12	10

VERIFICA TRAVI SEZIONE I PROFILO HEA 240 TR HEA 240

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - N - Mx - My
- Instabilità Nel Piano 1/2 : Profilo singolo
- Instabilità Nel Piano 1/3 : Profilo singolo
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna). : N - Mx - My
- Instabilità Flesso-Torsionale : A doppio T
- Acciaio tipo : **Acciaio**
- Tensione di Snervamento : 2750.0 [kg/cm²]
- Tensione di Rottura : 4300.0 [kg/cm²]

Asta		Luc e [cm 1]	Snellezza		Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione			Svergolamento		
Da	A		1/2	1/3	Class e	Sd/S r	Comb . .	Class e	Sd/S r	Comb . .	Class e	Sd/S r	Comb . .	Class e	Sd/S r	Comb . .	Class e	Sd/S r	Comb . .
51 1	50 8	145	14. 5	24. 2	1	0.25	6	1	0.01	6	1	0.01	6	1	0.28	6	1	0.27	6
50 9	51 1	145	14. 5	24. 2	1	0.11	6	1	0.00	2	1	0.00	2	1	0.14	6	1	0.12	6
50 4	50 9	145	14. 5	24. 2	1	0.25	10	1	0.01	10	1	0.01	10	1	0.28	10	1	0.27	10

51	50	7	145	14.	24.	1	0.21	5	1	0.01	6	1	0.01	6	1	0.24	5	1	0.22	5
50	51	2	145	14.	24.	1	0.11	9	1	0.01	2	1	0.01	2	1	0.14	10	1	0.11	9
50	50	5	145	14.	24.	1	0.21	9	1	0.01	10	1	0.01	10	1	0.24	9	1	0.22	9
51	50	6	145	14.	24.	1	0.10	7	1	0.00	5	1	0.00	5	1	0.09	5	1	0.08	10
50	51	0	145	14.	24.	1	0.09	8	1	0.00	4	1	0.00	4	1	0.10	3	1	0.03	9
50	50	1	145	14.	24.	1	0.10	8	1	0.00	9	1	0.00	9	1	0.09	9	1	0.08	6
41	40	8	205	20.	34.	1	0.47	6	1	0.00	6	1	0.00	6	1	0.53	6	1	0.52	6
40	41	2	26	2.6	4.3	1	0.12	7	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0	1	0.11	1
40	40	5	205	20.	34.	1	0.47	10	1	0.00	10	1	0.00	10	1	0.53	10	1	0.52	10
41	40	7	205	20.	34.	1	0.40	5	1	0.00	5	1	0.00	5	1	0.46	5	1	0.44	5
40	41	1	26	2.6	4.3	1	0.21	1	1	0.00	1	1	0.00	1	1	0.22	1	1	0.21	1
40	40	3	205	20.	34.	1	0.40	9	1	0.00	9	1	0.00	9	1	0.46	9	1	0.44	9
41	40	6	205	20.	34.	1	0.20	5	1	0.00	3	1	0.00	3	1	0.24	5	1	0.22	5
40	41	0	26	2.6	4.3	1	0.12	8	1	0.00	4	1	0.00	4	1	0.14	4	1	0.10	1
40	40	2	205	20.	34.	1	0.20	9	1	0.00	9	1	0.00	9	1	0.24	9	1	0.22	9
30	30	5	205	20.	34.	1	0.18	6	1	0.01	6	1	0.01	6	1	0.21	6	1	0.20	6
30	30	6	26	2.6	4.3	1	0.13	1	1	0.00	1	1	0.00	1	1	0.18	8	1	0.13	1
30	30	1	205	20.	34.	1	0.18	10	1	0.01	10	1	0.01	10	1	0.21	10	1	0.20	10
21	20	8	205	20.	34.	1	0.52	6	1	0.00	6	1	0.00	6	1	0.59	6	1	0.58	6
20	21	2	26	2.6	4.3	1	0.11	1	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0	1	0.11	1
20	20	5	205	20.	34.	1	0.52	10	1	0.00	10	1	0.00	10	1	0.58	10	1	0.58	10
21	20	7	205	20.	34.	1	0.45	5	1	0.00	6	1	0.00	6	1	0.50	5	1	0.50	5
20	21	1	26	2.6	4.3	1	0.22	1	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0	1	0.22	1
20	20	3	205	20.	34.	1	0.45	9	1	0.00	10	1	0.00	10	1	0.50	9	1	0.50	9
21	20	6	205	20.	34.	1	0.26	5	1	0.00	5	1	0.00	5	1	0.30	5	1	0.29	5
20	21	0	26	2.6	4.3	1	0.14	1	3	0.00	0	3	0.00	0	3	0.00	0	1	0.14	1
20	20	2	205	20.	34.	1	0.26	9	1	0.00	9	1	0.00	9	1	0.30	9	1	0.29	9
10	10	5	205	20.	34.	1	0.19	6	1	0.00	7	1	0.00	7	1	0.21	6	1	0.21	6
10	10	6	26	2.6	4.3	1	0.14	8	1	0.00	7	1	0.00	7	1	0.15	8	1	0.14	8
10	10	1	205	20.	34.	1	0.19	10	1	0.00	8	1	0.00	8	1	0.21	10	1	0.21	10

VERIFICA TRAVI SEZIONE 2 PROFILO UPN 200 TR UPN 200 - Rampe

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - N - Mx - My

- Instabilità Nel Piano 1/2 : Profilo singolo
- Instabilità Nel Piano 1/3 : Profilo singolo
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna). : N - Mx - My
- Instabilità Flesso-Torsionale : Non richiesta
- Acciaio tipo : **Acciaio**
- Tensione di Snervamento : 2750.0 [kg/cm²]
- Tensione di Rottura : 4300.0 [kg/cm²]

Asta Da	Luce A [cm]	Snellezza			Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione		
		1/2	1/3	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	
407	408	384	49.8	179.3	1	0.42	7	1	0.02	7	1	0.10	7	1	0.36	7
406	407	254	33.0	118.6	1	0.46	7	1	0.05	7	1	0.12	7	1	0.35	7
401	405	384	49.8	179.3	1	0.27	1	1	0.01	7	1	0.03	7	1	0.18	7
412	411	384	49.8	179.3	1	0.27	1	1	0.01	8	1	0.03	8	1	0.18	8
409	401	254	33.0	118.6	1	0.35	5	1	0.02	7	1	0.04	7	1	0.21	6
411	410	254	33.0	118.6	1	0.34	5	1	0.01	8	1	0.04	8	1	0.20	10
404	403	384	49.8	179.3	1	0.42	8	1	0.02	8	1	0.10	8	1	0.36	8
403	402	254	33.0	118.6	1	0.45	8	1	0.05	8	1	0.12	8	1	0.34	8
312	406	349	45.2	162.8	1	0.20	7	1	0.09	7	1	0.35	7	1	0.40	7
410	310	349	45.2	162.8	1	0.19	6	1	0.02	8	1	0.08	8	1	0.13	10
307	409	349	45.2	162.8	1	0.16	10	1	0.02	7	1	0.06	7	1	0.12	6
308	311	205	26.6	95.7	1	0.11	8	1	0.00	9	1	0.00	9	1	0.05	10
304	308	26	3.4	12.1	1	0.15	10	1	0.00	4	1	0.00	4	1	0.07	5
302	304	205	26.6	95.7	1	0.11	7	1	0.00	5	1	0.00	5	1	0.05	6
312	305	40	5.2	18.7	1	0.56	7	1	0.01	3	1	0.01	3	1	0.27	4
305	311	138	17.9	64.4	1	0.20	8	1	0.00	3	1	0.00	3	1	0.12	5
306	307	40	5.2	18.7	1	0.16	10	1	0.01	10	1	0.01	10	1	0.11	4
310	309	40	5.2	18.7	1	0.15	6	1	0.01	6	1	0.01	6	1	0.11	3
303	402	349	45.2	162.8	1	0.18	8	1	0.09	8	1	0.32	8	1	0.39	8
304	306	138	17.9	64.4	1	0.22	9	1	0.01	9	1	0.02	9	1	0.14	9
309	308	138	17.9	64.4	1	0.23	5	1	0.01	5	1	0.02	5	1	0.14	5
303	301	40	5.2	18.7	1	0.55	8	1	0.01	4	1	0.01	4	1	0.27	3
301	302	138	17.9	64.4	1	0.20	7	1	0.00	4	1	0.00	4	1	0.12	9
210	310	357	46.3	166.5	1	0.09	8	1	0.02	3	1	0.10	3	1	0.13	3
307	209	357	46.3	166.5	1	0.13	10	1	0.03	4	1	0.11	4	1	0.14	9
206	312	357	46.3	166.5	1	0.20	7	1	0.08	4	1	0.32	4	1	0.38	4
207	208	384	49.8	179.3	1	0.25	1	1	0.01	8	1	0.03	8	1	0.20	8
206	207	254	33.0	118.6	1	0.19	7	1	0.02	8	1	0.04	8	1	0.14	7
212	211	384	49.8	179.3	1	0.27	1	1	0.00	8	1	0.02	8	1	0.18	8
201	205	384	49.8	179.3	1	0.27	1	1	0.00	7	1	0.02	7	1	0.18	7
211	210	254	33.0	118.6	1	0.22	5	1	0.01	8	1	0.02	8	1	0.15	10
202	303	357	46.3	166.5	1	0.21	3	1	0.09	3	1	0.33	3	1	0.38	3
209	201	254	33.0	118.6	1	0.22	5	1	0.01	7	1	0.02	7	1	0.15	6
204	203	384	49.8	179.3	1	0.24	1	1	0.01	7	1	0.03	7	1	0.20	7
203	202	254	33.0	118.6	1	0.19	8	1	0.02	7	1	0.04	7	1	0.14	8
112	206	349	45.2	162.8	1	0.16	7	1	0.10	7	1	0.39	7	1	0.41	7
210	110	349	45.2	162.8	1	0.16	3	1	0.03	8	1	0.12	8	1	0.14	8
107	209	349	45.2	162.8	1	0.12	3	1	0.03	7	1	0.10	7	1	0.14	7
108	111	205	26.6	95.7	1	0.06	8	1	0.00	9	1	0.00	9	1	0.04	10
104	108	26	3.4	12.1	1	0.10	10	1	0.00	4	1	0.00	4	1	0.02	3
102	104	205	26.6	95.7	1	0.06	7	1	0.00	5	1	0.00	5	1	0.04	6

112	105	40	5.2	18.7	1	0.43	7	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.40	7
105	111	138	17.9	64.4	1	0.17	1	1	0.00	3	1	0.00	3	1	0.10	6
110	109	40	5.2	18.7	1	0.15	4	1	0.01	6	1	0.01	6	1	0.14	3
106	107	40	5.2	18.7	1	0.15	3	1	0.01	10	1	0.01	10	1	0.14	4
103	202	349	45.2	162.8	1	0.14	8	1	0.10	8	1	0.37	8	1	0.40	8
109	108	138	17.9	64.4	1	0.16	5	1	0.01	5	1	0.01	5	1	0.10	1
104	106	138	17.9	64.4	1	0.16	9	1	0.01	9	1	0.01	9	1	0.10	1
103	101	40	5.2	18.7	1	0.43	8	1	0.01	8	1	0.01	8	1	0.39	8
101	102	138	17.9	64.4	1	0.17	1	1	0.00	4	1	0.00	4	1	0.10	10
10	110	343	44.6	160.4	1	0.11	7	1	0.03	3	1	0.13	3	1	0.14	3
107	9	343	44.6	160.4	1	0.20	1	1	0.04	4	1	0.14	4	1	0.20	1
6	112	343	44.6	160.4	1	0.16	7	1	0.08	4	1	0.31	4	1	0.33	4
2	103	343	44.6	160.4	1	0.17	8	1	0.08	3	1	0.31	3	1	0.34	3

VERIFICA TRAVI SEZIONE 3 PROFILO UPN 180 TR UPN 160 - Rampe

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - N - Mx - My
- Instabilità Nel Piano 1/2 : Profilo singolo
- Instabilità Nel Piano 1/3 : Profilo singolo
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna). : N - Mx - My
- Instabilità Flesso-Torsionale : Non richiesta
- Acciaio tipo : **Acciaio**
- Tensione di Snervamento : 2750.0 [kg/cm²]
- Tensione di Rottura : 4300.0 [kg/cm²]

Asta Da	A [cm]	Snellezza		Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione			
		1/2	1/3	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	
310	312	205	29.5	101.8	1	0.11	7	1	0.01	8	1	0.02	8	1	0.09	8
307	310	26	3.7	12.9	1	0.19	10	1	0.01	7	1	0.01	7	1	0.11	10
303	307	205	29.5	101.8	1	0.11	8	1	0.01	7	1	0.02	7	1	0.09	7
110	112	205	29.5	101.8	1	0.07	8	1	0.00	8	1	0.01	8	1	0.07	8
107	110	26	3.7	12.9	1	0.10	10	1	0.00	8	1	0.00	8	1	0.07	8
103	107	205	29.5	101.8	1	0.07	7	1	0.00	7	1	0.01	7	1	0.07	7

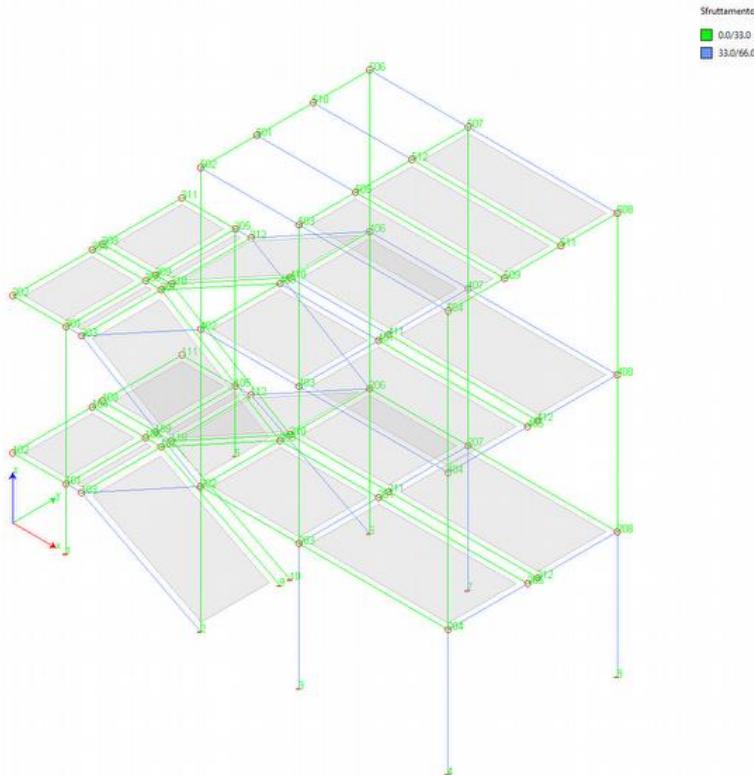
VERIFICA TRAVI SEZIONE 4 PROFILO UPN 180 TR UPN 180 - copertura

Tipo di verifica da eseguire:

- Resistenza (Componenti Azioni Interna)..... : - N - Mx - My
- Instabilità Nel Piano 1/2 : Profilo singolo
- Instabilità Nel Piano 1/3 : Profilo singolo
- Pressoflessione (Componenti Azioni Interna). : N - Mx - My
- Instabilità Flesso-Torsionale : Non richiesta
- Acciaio tipo : **Acciaio**
- Tensione di Snervamento : 2750.0 [kg/cm²]

- Tensione di Rottura : 4300.0 [kg/cm²]

Asta	Luce	Snellezza		Resistenza			Instabilità 1/2			Instabilità 1/3			Pressoflessione					
		Da	A	[cm]	1/2	1/3	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.	Classe	Sd/Sr	Comb.
507	508	384	55.2	190.7			1	0.41	3	1	0.01	8	1	0.05	8	1	0.31	8
506	507	254	36.5	126.1			1	0.52	7	1	0.00	8	1	0.01	8	1	0.41	7
512	511	384	55.2	190.7			1	0.32	2	1	0.01	7	1	0.03	7	1	0.32	2
510	512	254	36.5	126.1			1	0.38	6	1	0.01	7	1	0.02	7	1	0.22	6
505	509	384	55.2	190.7			1	0.32	2	1	0.01	8	1	0.03	8	1	0.32	2
501	505	254	36.5	126.1			1	0.38	10	1	0.01	8	1	0.02	8	1	0.22	10
503	504	384	55.2	190.7			1	0.41	4	1	0.01	7	1	0.05	7	1	0.31	7
502	503	254	36.5	126.1			1	0.52	8	1	0.00	7	1	0.01	7	1	0.41	8



VERIFICA DI UN SOLAIO IN TRAVI DI ACCIAIO E LAMIERA GRECATA

Dati generali:

Normativa di riferimento: DM 17/01/2018 NTC

Categoria carichi variabili: H, I, K - Coperture.

Dati geometrici:

Travi in acciaio

Profilo	Area [cm ²]	Wx [cm ³]	Wpx [cm ³]	Jx [cm ⁴]	P.p. [kg/m]
IPE 180	24.0	146.4	166.5	1317.4	18.8

Interasse travi: i = 150.0 cm

Luce di calcolo: L = 180.0 cm

CALCOLO ESEGUITO CON PROFILO IPE180 – PROFILO REALE UPN 180 CON CARATTERISTICHE GEOMETRICHE MECCANICHE MIGLIORI.

Lamiera grecata collaborante (valori di calcolo riferiti a una striscia di un metro)

Spess. [mm]	h [mm]	Area [cm ²]	W [cm ³]	W _{eff} (cl.4) [cm ³]	J [cm ⁴]	P.p. [kg/m]
1.0	55	15.75	28.66	22.89	78.81	13.29

Spessore complessivo (soletta in CLS + lamiera grecata): tc = 10.0 cm

Larghezza di calcolo della soletta: b = 100.0 cm

MATERIALI

Acciaio travi e lamiera grecata:

Caratteristiche meccaniche dell'acciaio:

f_{yK} Tensione di snervamento

f_{tK} Tensione di rottura

E Modulo elastico

ρ_A Peso per unità di volume

Acciaio: S 275

f_{yK}	f_{tK}	E	ρ_A
daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/m ³
2750.0	4300.0	2100000.0	7850.0

Lamiera grecata in acciaio zincato EN 10147

Nota: la lamiera è resa collaborante con il c.a mediante impronte capaci di ancorare il getto impedendo sia lo scorrimento longitudinale che il distacco verticale.

Acciaio: Fe E 280 G

f_{yK}	f_{tK}	E	ρ_A
daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/m ³
2800.0	3600.0	2100000.0	7850.0

Calcestruzzo della soletta:

Caratteristiche meccaniche del calcestruzzo:

R_{ck} Resistenza cubica

f_{ck} Resistenza cilindrica

f_{ctm} Resistenza media a trazione semplice assiale

f_{cd} Resistenza di progetto a compressione

f_{ctd} Resistenza di progetto a trazione

E_c Modulo elastico

G_c Modulo di elasticità tangenziale

ρ_c Peso per unità di volume

Calcestruzzo classe: C25/30

R_{ck}	f_{ck}	f_{ctm}	f_{cd}	f_{ctd}	E_c	G_c	ρ_c
daN/cm ²	daN/m ³						
300.0	249.0	25.7	141.1	12.0	314470.0	140388.0	2500.0

Acciaio per armature:

Caratteristiche meccaniche dell'acciaio:

f_{yK} Tensione di snervamento

f_{tK} Tensione di rottura

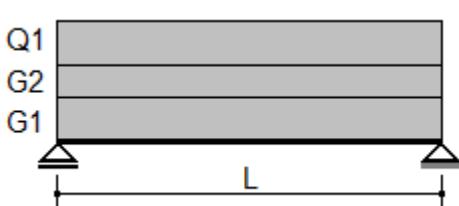
E Modulo elastico

ρ_A Peso per unità di volume

Acciaio: B450C (barre ad aderenza migliorata)

f_{yK}	f_{tK}	E	ρ_A
daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/m ³
4500.0	5400.0	2060000.0	7850.0

SCHEMA STATICO:



ANALISI DEI CARICHI:

Carichi permanenti:

- soletta nervata in CLS	181.3	daN/mq
- p.p. lamiera grecata	13.3	daN/mq
g1 =	194.5	daN/mq

g1 x interasse travi (1.50 m)	291.8	daN/m
peso proprio trave acciaio	18.8	daN/m
G1 =	310.6	daN/m

Carichi permanenti non strutturali:

- pavimento+sottofondo	180.0	daN/mq
- ripartizione tramezzature	0.0	daN/mq
g2 =	180.0	daN/mq

$$G2 = g2 \times \text{interasse travi (1.50 m)} = 270.0 \text{ daN/m}$$

Carichi variabili:

q = sovraccarico variabile	50.0	daN/mq
Q1 = q x interasse travi (1.50 m)	75.0	daN/m

Azioni di calcolo:

Carico per verifiche di resistenza (SLU):

$$Q = G1 \gamma g1 + G2 \gamma g2 + Q1 \gamma q1 = 921.31 \text{ daN/m} \quad (\gamma g1 = 1.30; \gamma g2 = 1.50; \gamma q1 = 1.50)$$

Carico per verifiche in esercizio (SLE combinazione rara)

$$Qr = G1 + G2 + Q1 = 655.62 \text{ daN/m}$$

VERIFICA DELLE TRAVI IN ACCIAIO

Classificazione della sezione:

$$\varepsilon = (235 / f_y)^{1/2} = 0.92$$

Ali in compressione: $b / (2 \text{ tf}) = 5.69 < 9 \varepsilon = 8.32$ (Classe 1)

Anima a flessione: $h_w / t_w = 27.55 < 72 \varepsilon = 66.56$ (Classe 1)

La sezione è di classe 1

Verifica a taglio:

Taglio sollecitante: $V_{sd} = Q L / 2 = 829.18 \text{ daN}$

Area a taglio della sezione: $A_v = t_w h = 9.54 \text{ cm}^2$

Taglio resistente: $V_{rd} = A_v f_y / (\gamma_a \sqrt{3}) = 14425.51 \text{ daN}$

$$V_{sd} / V_{rd} = 0.057 < 1 \text{ (Ok)}$$

Verifica a flessione:

Momento flettente: $M_{sd} = Q L^2 / 8 = 37313.00 \text{ daN cm}$

Essendo: $V_{sd} / V_{rd} < 0.5$ si può trascurare l'effetto del taglio.

Momento resistente: $M_{plaRd} = W_{px} f_y / \gamma_a = 435998.40 \text{ daN cm}$

$$M_{sd} / M_{plaRd} = 0.086 < 1 \text{ (Ok)}$$

Deformabilità:

cmb. SLE (comb. rara)

$$f = 5 Q_r L^4 / (384 E J) = 0.0324 \text{ cm}; f = L / 5557 < L / 350 \text{ (Ok)}$$

Verifica lamiera grecata in fase di getto:

Nella fase di getto, la sezione resistente è costituita dalla sola lamiera grecata.

Carichi:

- peso dei mezzi d'opera	150,0	daN/mq
- getto CLS	181.3	daN/mq
- p.p. lamiera grecata	13.3	daN/mq
g1 =	344.5	daN/mq

$$P = 3.45 \text{ daN/cm}; L = 150.0 \text{ cm}$$

Deformabilità:

$$f = 5 P L^4 / (384 E J) = 0.1372 \text{ cm} < 2 \text{ cm} \text{ (Ok); } f = L / 1093 < L / 180 \text{ (Ok)}$$

Verifica a flessione:

Momento flettente: $M_{sd} = P L^2 / 8 = 9690.24 \text{ daN cm}$

Momento resistente: $M_{rd} = W_{eff} f_{yk} / \gamma_a = 61027.48 \text{ daN cm}$
 $M_{sd} / M_{rd} = 0.159 < 1 \text{ (Ok)}$

Verifica a taglio:

Taglio sollecitante: $V_{sd} = P L / 2 = 258.41 \text{ daN}$

Taglio resistente: $V_{rd} = A_v f_{yk} / (\gamma_a \sqrt{3}) = 10614.63 \text{ daN}$
 $V_{sd} / V_{rd} = 0.024 < 1 \text{ (Ok)}$

VERIFICA DELLA LAMIERA CON CLS COLLABORANTE:

Carichi permanenti:

- soletta nervata in CLS	181.3 daN/mq
<u>- p.p. lamiera grecata</u>	<u>13.3 daN/mq</u>
g1 =	194.5 daN/mq

Carichi permanenti non strutturali:

- pavimento+sottofondo	180.0 daN/mq
<u>- ripartizione tramezzature</u>	<u>0.0 daN/mq</u>
g2 =	180.0 daN/mq

Carichi variabili:

q = sovraccarico variabile 50.0 daN/mq

Azioni di calcolo:

Carichi riferiti ad una striscia di soletta larga $b = 15.0 \text{ cm}$, corrispondente all'interasse delle nervature.

Carico per verifiche di resistenza (SLU):

$$Q = g_1 \gamma g_1 + g_2 \gamma g_2 + q \gamma q_1 = 89.69 \text{ daN/m} \quad (\gamma g_1 = 1.30; \gamma g_2 = 1.50; \gamma q_1 = 1.50)$$

Carico per verifiche in combinazioni rare

$$Q_r = g_1 + g_2 + q = 63.68 \text{ daN/m}$$

Carico per verifiche in combinazioni frequenti

$$Q_f = g_1 + g_2 + q \psi_{11} = 56.18 \text{ daN/m} \quad (\psi_{11} = 0.00)$$

Carico per verifiche in combinazioni quasi permanenti

$$Q_p = g_1 + g_2 + q \psi_{21} = 56.18 \text{ daN/m} \quad (\psi_{21} = 0.00)$$

Verifica a flessione:

Momento sollecitante: $M_{sd} = Q L^2 / 8 = 2522.41 \text{ daN cm}$

Momento resistente: $M_{rd} = 31660.66 \text{ daN cm}$

$M_{sd} / M_{rd} = 0.080 < 1 \text{ (Ok)}$

Verifica a taglio:

La soletta è priva di armatura specifica a taglio. Si applicherà la formula 4.1.22 NTC

Taglio sollecitante: $V_{sd} = Q L / 2 = 67.26 \text{ daN}$

Altezza utile: $d = t_c - h / 2 = 7.25 \text{ cm}$

Larghezza utile della nervatura: $b_0 = 7.50 \text{ cm}$

Area lamiera del tratto $b = 15.0 \text{ cm}$: $A_p = 2.36 \text{ cmq}$

Area cls del tratto $b = 15.0 \text{ cm}$: $A_c = 108.75 \text{ cmq}$

$$\rho = A_p / A_c = 0.022$$

$$k = \min [1 + (200 / d)^{1/2} ; 2] = 2.00$$

$$V_{rd} = \max [0.18 k (100 \rho f_{ck})^{1/3} / \gamma_c ; 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}] b_0 d = 493.55 \text{ daN}$$

$$V_{sd} / V_{rd} = 0.136 < 1 \text{ (Ok)}$$

Verifiche SLE:

Momento sollecitante condizioni rare: $M_{sd} = Q_r L^2 / 8 = 1791.04 \text{ daN cm}$

Tensione max CLS = 8.6 daN/cmq < 149.4 daN/cmq (Ok)
Tensione max lamiera = 196.4 daN/cmq < 2240.0 daN/cmq (Ok)

Momento sollecitante condizioni frequenti: $M_{sd} = Q_f L^2 / 8 = 1580.10$ daN cm
Fessure max $W_k = 0.00000000$ mm < 0.40 mm (Ok)

Momento sollecitante condizioni quasi permanenti: $M_{sd} = Q_p L^2 / 8 = 1580.10$ daN cm
Tensione max CLS = 7.6 daN/cmq < 112.1 daN/cmq (Ok)
Fessure max $W_k = 0.00000000$ mm < 0.30 mm (Ok)

Verifica A_f minima in corrispondenza degli appoggi sulle travi:

Area della sezione trasversale del calcestruzzo posta al di sopra delle nervature: 450.00 cmq/m
Armatura: rete elettrosaldata Ø 8 20x20
 $A_f = 2.51$ cmq/m > 0.2% $A_{cls} = 0.90$ cmq/m (lamiera non puntellata) (Ok)

5. ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI

Si vedano gli elaborati grafici.

6. PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA.

5.1. MANUALE D'USO

STRUTTURE IN FONDAZIONE

PLATEE

Descrizione: Strutture di fondazione diretta di tipo continuo con sviluppo piano, che trasmettono le sollecitazioni statiche e sismiche della sovrastruttura al terreno.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: Le platee sono elementi di fondazione progettate per resistere: a rotture di taglio lungo superfici di scorrimento nel terreno, ad eccessive variazioni di volume del complesso di terreno interessato, ai cedimenti differenziali nei punti di contatto con il terreno.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Prestazioni: Tali elementi di fondazione devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Tempo vita: 30

STRUTTURE DI ELEVAZIONE

TRAVI IN ACCIAIO

Descrizione: Strutture orizzontali o inclinate in acciaio, costituite generalmente da profilati metallici presagomati o ottenuti per composizione saldata, aventi la funzione di trasferire i carichi dei piani della sovrastruttura agli elementi strutturali verticali.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: Le travi in acciaio sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di pressoflessione, taglio e torsione nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Tempo vita: 20

PILASTRI IN ACCIAIO

Descrizione: Strutture verticali in acciaio, costituite generalmente da profilati metallici presagomati o ottenuti per composizione saldata, aventi la funzione di trasferire al piano di fondazione le sollecitazioni statiche e sismiche trasmesse dai piani della sovrastruttura.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: I pilastri in acciaio sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di

pressoflessione e taglio nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

5.2. MANUALE DI MANUTENZIONE

STRUTTURE IN FONDAZIONE

PLATEE

Cedimenti

Descrizione: Dissesti uniformi e/o differenziali con manifestazioni di abbassamento del piano di imposta della fondazione.

Cause: Mutamenti delle condizioni del terreno dovuti a cause quali: variazione della falda freatica, rottura di fognature o condutture idriche in prossimità della fondazione, ecc. Mutamenti delle condizioni di carico applicate.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale; riduzione della stabilità a livello globale della struttura; lesioni all'elemento strutturale e/o alla sovrastruttura.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Opere di consolidamento del terreno o della struttura, georesine, opere di sostegno, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Corrosione

Descrizione: Degradazione che implica l'evolversi di processi chimici che portano alla corrosione delle armature in acciaio per carbonatazione del ricoprimento di calcestruzzo o per cloruri, visibile con distacchi del copriferro, lesioni e striature di ruggine.

Cause: Fattori esterni ambientali o climatici; errata realizzazione dell'elemento strutturale e dei getti di calcestruzzo; manutenzione carente; cause accidentali.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine, vernici, malte e trattamenti specifici, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Fessurazioni

Descrizione: Degrado superficiale che si manifesta con fessurazioni e crepe.

Cause: Ritiro; cedimenti strutturali e/o del terreno; mutamenti di carico e/o temperatura; eccessive deformazioni.

Effetto: Esposizione delle armature agli agenti corrosivi; ampliamento delle fessurazioni stesse con ramificazioni più o meno profonde.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, georesine, malte, macchine di pompaggio a controllo, trattamenti specifici, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Lesioni

Descrizione: Rotture che si manifestano con l'interruzione del tessuto strutturale dell'elemento, le cui caratteristiche e andamento ne definiscono l'importanza e il tipo.

Cause: Le lesioni e le rotture si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale e dell'edificio.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine bicomponenti, malte, rinforzi, opere provvisionali, sottofondazioni locali.

Esecutore: Ditta specializzata

Non perpendicolarità dell'edificio

Descrizione: L'edificio è sottoposto a spostamenti, rotazioni o alterazioni della propria posizione statica di normale funzionamento.

Cause: Cedimenti; rotture; eventi di natura diversa.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale e dell'edificio.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Opere di consolidamento del terreno o della struttura, georesine, opere di sostegno, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

STRUTTURE DI ELEVAZIONE

TRAVI IN ACCIAIO

Bolle o screpolature

Descrizione: Presenza di bolle o screpolature dello strato protettivo superficiale con pericolo di corrosione e formazione di ruggine.

Cause: Azione degli agenti atmosferici e fattori ambientali; urti o minime sollecitazioni meccaniche esterne; perdita di adesione dello strato protettivo.

Effetto: Esposizione dell'elemento metallico agli agenti corrosivi e alla formazione di ruggine.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine e/o passivanti, vernici, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Corrosione o presenza di ruggine

Descrizione: Presenza di zone corrose dalla ruggine, estese o localizzate anche in corrispondenza dei giunti e degli elementi di giunzione.

Cause: Perdita degli strati protettivi e/o passivanti; esposizione agli agenti atmosferici e fattori ambientali; presenza di agenti chimici.

Effetto: Riduzione degli spessori delle varie parti dell'elemento; perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine, passivanti, vernici, prodotti e/o trattamenti specifici per la rimozione della ruggine, attrezzature manuali.

Esecutore: Ditta specializzata

Deformazioni o distorsioni

Descrizione: Presenza di evidenti ed eccessive variazioni geometriche e di forma dell'elemento strutturale e/o di locali distorsioni delle lamiere di metallo che costituiscono l'elemento stesso.

Cause: Le eccessive deformazioni e distorsioni si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Nuovi componenti, elementi di rinforzo, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Imbozzamenti locali

Descrizione: Fenomeno d'instabilità locale che si può presentare nelle lamiere metalliche costituenti un elemento strutturale in acciaio, le quali si instabilizzano fuori dal piano piegandosi e corrugandosi.

Cause: Carichi concentrati; cambiamento delle condizioni di carico.

Effetto: Perdita di stabilità e di portanza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Elementi di rinforzo, irrigidimenti, nuovi componenti, attrezzature per saldature in opera.

Esecutore: Ditta specializzata

Serraggio elementi giuntati

Descrizione: Perdita della forza di serraggio nei bulloni costituenti le giunzioni tra elementi in acciaio.

Cause: Non corretta messa in opera degli elementi giuntati; cambiamento delle condizioni di carico; cause esterne.

Effetto: Perdita di resistenza della giunzione e quindi perdita di stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, attrezzature speciali, chiave dinamometrica.

Esecutore: Ditta specializzata

Trattamenti ignifugi

Descrizione: Perdita della protezione e/o dei rivestimenti ignifugi.

Cause: Agenti atmosferici e fattori ambientali esterni; ammaloramenti dei rivestimenti; minime sollecitazioni meccaniche esterne.

Effetto: Perdita della protezione nei confronti delle elevate temperature che portano deformazioni notevoli e quindi il possibile collasso degli elementi strutturali.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti ignifugi, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

PILASTRI IN ACCIAIO

Bolle o screpolature

Descrizione: Presenza di bolle o screpolature dello strato protettivo superficiale con pericolo di corrosione e formazione di ruggine.

Cause: Azione degli agenti atmosferici e fattori ambientali; urti o minime sollecitazioni meccaniche esterne; perdita di adesione dello strato protettivo.

Effetto: Esposizione dell'elemento metallico agli agenti corrosivi e alla formazione di ruggine.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine e/o passivanti, vernici, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Corrosione o presenza di ruggine

Descrizione: Presenza di zone corrose dalla ruggine, estese o localizzate anche in corrispondenza dei giunti e degli elementi di giunzione.

Cause: Perdita degli strati protettivi e/o passivanti; esposizione agli agenti atmosferici e fattori ambientali; presenza di agenti chimici.

Effetto: Riduzione degli spessori delle varie parti dell'elemento; perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine, passivanti, vernici, prodotti e/o trattamenti specifici per la rimozione della ruggine, attrezzature manuali.

Esecutore: Ditta specializzata

Deformazioni o distorsioni

Descrizione: Presenza di evidenti ed eccessive variazioni geometriche e di forma dell'elemento strutturale e/o di locali distorsioni delle lamiere di metallo che costituiscono l'elemento stesso.

Cause: Le eccessive deformazioni e distorsioni si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Nuovi componenti, elementi di rinforzo, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Imbozzamenti locali

Descrizione: Fenomeno d'instabilità locale che si può presentare nelle lamiere metalliche costituenti un elemento strutturale in acciaio, le quali si instabilizzano fuori dal piano piegandosi e corrugandosi.

Cause: Carichi concentrati; cambiamento delle condizioni di carico.

Effetto: Perdita di stabilità e di portanza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Elementi di rinforzo, irrigidimenti, nuovi componenti, attrezzature per saldature in opera.

Esecutore: Ditta specializzata

Serraggio elementi giuntati

Descrizione: Perdita della forza di serraggio nei bulloni costituenti le giunzioni tra elementi in acciaio.

Cause: Non corretta messa in opera degli elementi giuntati; cambiamento delle condizioni di carico; cause esterne.

Effetto: Perdita di resistenza della giunzione e quindi perdita di stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, attrezzature speciali, chiave dinamometrica.

Esecutore: Ditta specializzata

Trattamenti ignifughi

Descrizione: Perdita della protezione e/o dei rivestimenti ignifughi.

Cause: Agenti atmosferici e fattori ambientali esterni; ammaloramenti dei rivestimenti; minime sollecitazioni meccaniche esterne.

Effetto: Perdita della protezione nei confronti delle elevate temperature che portano deformazioni notevoli e quindi il possibile collasso degli elementi strutturali.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti ignifughi, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

5.3. PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

STRUTTURE IN FONDAZIONE

PLATEE

Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo della consistenza dell'elemento strutturale e dell'eventuale presenza di lesioni. Verifica dell'integrità e perpendicolarità della struttura e delle zone di terreno direttamente interessate dalla stessa.

Modalità d'uso: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Ditta specializzata

Manutenzioni da effettuare

Consolidamento terreno

Descrizione: Opere e/o procedimenti specifici di consolidamento del terreno da scegliere dopo indagini specifiche e approfondite. Trattamenti di miglioramento della resistenza delle fondazioni anche tramite l'impiego di georesine.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Intervento per anomalie di corrosione

Descrizione: Opere di rimozione delle parti ammalorate e della ruggine. Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o anche attraverso l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature. Opere di protezione e/o ricostruzione dei copriferri mancanti.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Intervento per anomalie di fessurazione

Descrizione: Opere di ripristino delle fessure e consolidamento dell'integrità del materiale tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o vernici.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Realizzazione sottofondazioni

Descrizione: Realizzazione di sottofondazioni locali o globali a sostegno del sistema di fondazione e della struttura.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Rinforzo elemento

Descrizione: Realizzazione di interventi di rinforzo strutturale dell'elemento mediante la realizzazione di gabbie di armature integrative con getto di malte a ritiro controllato o attraverso l'applicazione di nuovi componenti di rinforzo che aumentino la sezione resistente dell'elemento strutturale.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Riparazione e ripresa delle lesioni

Descrizione: Interventi di riparazione e di ripristino dell'integrità e della resistenza dell'elemento strutturale lesionato tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o altri prodotti specifici, indicati anche per la ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti; tali trattamenti saranno eseguiti dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato e considerando che la lesione sia stabilizzata o meno.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

STRUTTURE DI ELEVAZIONE

TRAVI IN ACCIAIO

Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo del livello di serraggio degli elementi costituenti le giunzioni. Verifica dell'integrità e della presenza di distorsioni e deformazioni eccessive nell'elemento strutturale, nonché della perpendicolarità della struttura.

Modalità d'uso: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale e dei suoi eventuali strati protettivi. Controllo della presenza di possibili corrosioni dell'acciaio e di locali imbozzamenti.

Modalità d'uso: A vista.

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Utente

Manutenzioni da effettuare

Applicazione prodotti protettivi

Descrizione: Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi e/o passivanti, previa pulizia delle superfici da trattare.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Controllo e riapplicazione serraggio

Descrizione: Verifica ed eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio negli elementi giuntati.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Intervento di rinforzo

Descrizione: Realizzazione di elementi di rinforzo con piastre e profili da aggiungere all'elemento strutturale indebolito anche attraverso l'applicazione di irrigidimenti longitudinali e/o trasversali per le lamiere imbozzate.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Pulizia delle superfici metalliche

Descrizione: Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulla superficie dell'elemento strutturale, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Sostituzione elementi giunzione

Descrizione: Sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (lamiere, dadi, bulloni, rosette) con elementi della stessa classe e tipo.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Sostituzione elemento

Descrizione: Interventi di sostituzione dell'elemento o degli elementi eccessivamente deformati, danneggiati o usurati, considerando di sostituire anche i relativi collegamenti. Durante l'intervento si dovrà verificare e garantire la stabilità globale della struttura o dei singoli elementi che la costituiscono anche attraverso l'uso di opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Trattamenti ignifughi

Descrizione: Trattamenti di rimozione e rifacimento del manto protettivo ignifugo danneggiato o ammalorato presente sulla superficie dell'elemento strutturale di acciaio.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

PILASTRI IN ACCIAIO

Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo del livello di serraggio degli elementi costituenti le giunzioni. Verifica dell'integrità e della presenza di distorsioni e deformazioni eccessive nell'elemento strutturale, nonché della perpendicolarità della struttura.

Modalità d'uso: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale e dei suoi eventuali strati protettivi. Controllo della presenza di possibili corrosioni dell'acciaio e di locali imbozzamenti.

Modalità d'uso: A vista.

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Utente

Manutenzioni da effettuare

Applicazione prodotti protettivi

Descrizione: Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi e/o passivanti, previa pulizia delle superfici da trattare.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Controllo e riapplicazione serraggio

Descrizione: Verifica ed eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio negli elementi giuntati.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Intervento di rinforzo

Descrizione: Realizzazione di elementi di rinforzo con piastre e profili da aggiungere all'elemento strutturale indebolito anche attraverso l'applicazione di irrigidimenti longitudinali e/o trasversali per le lamiere imbozzate.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Pulizia delle superfici metalliche

Descrizione: Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulla superficie dell'elemento strutturale, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Sostituzione elementi giunzione

Descrizione: Sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (lamiere, dadi, bulloni, rosette) con elementi della stessa classe e tipo.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Sostituzione elemento

Descrizione: Interventi di sostituzione dell'elemento o degli elementi eccessivamente deformati, danneggiati o usurati, considerando di sostituire anche i relativi collegamenti. Durante l'intervento si dovrà verificare e garantire la stabilità globale della struttura o dei singoli elementi che la costituiscono anche attraverso l'uso di opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Trattamenti ignifughi

Descrizione: Trattamenti di rimozione e rifacimento del manto protettivo ignifugo danneggiato o ammalorato presente sulla superficie dell'elemento strutturale di acciaio.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

7. RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI

6.1. RELAZIONE GEOLOGICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Si fa riferimento al cap. 14 della relazione strutturale dell'US1.

6.2. RELAZIONE GEOTECNICA SULLE INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DEL TERRENO

Si fa riferimento al cap. 14 della relazione strutturale dell'US1.

6.3. RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA CONCERNENTE LA 'PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE' DEL SITO DI COSTRUZIONE

- Si rimanda a quanto già specificato nella relazione di calcolo strutturale al punto d)

8. ELABORATI GRAFICI DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE

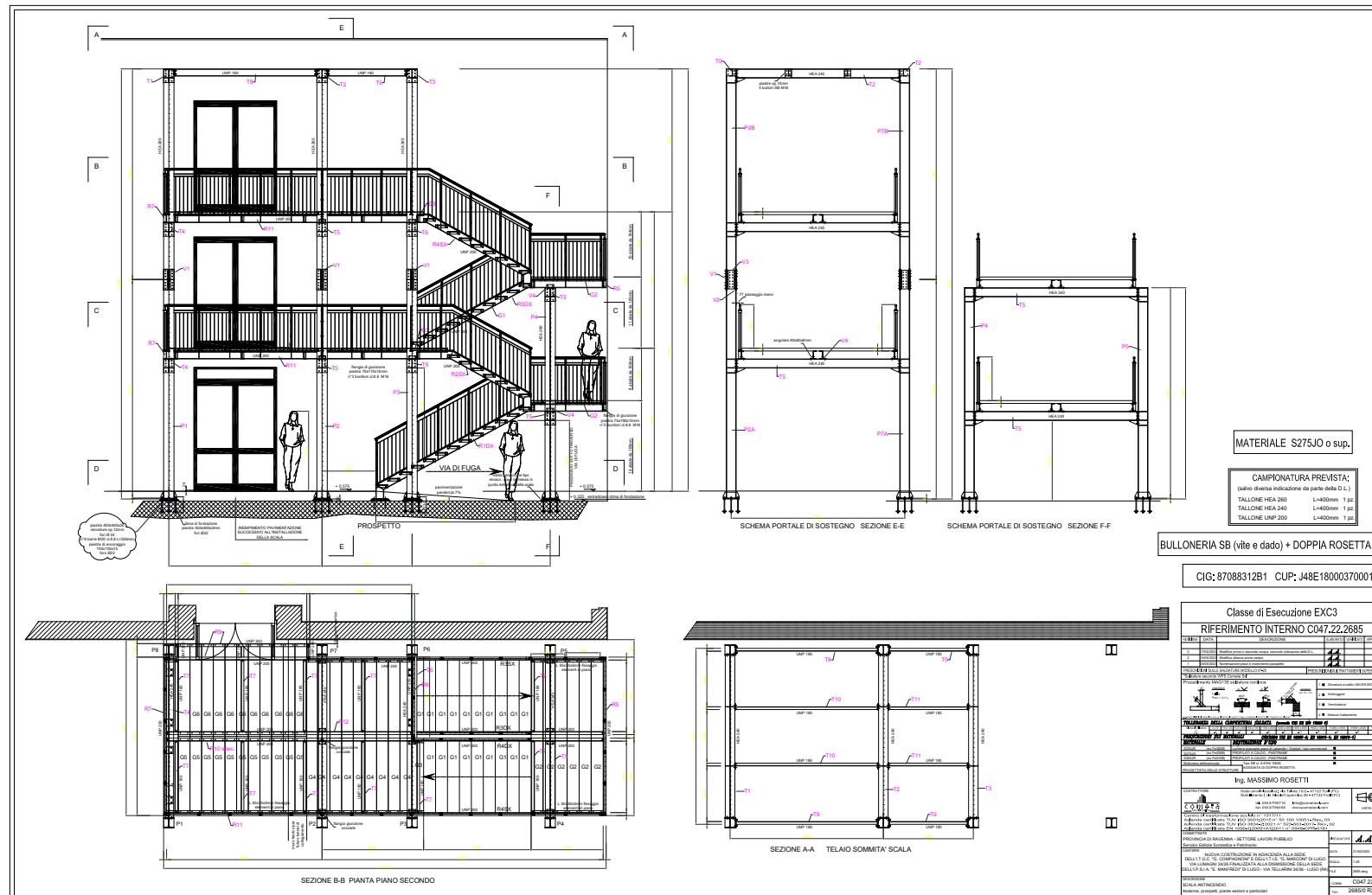


Tavola esecutiva scala

9. VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA

Come detto la scala era già stata calcolata per le modifiche apportate e quindi non c'è variazione nella sicurezza della stessa.

Percentuale di sfruttamento dei profilati metallici (progetto)

Distribuzione degli elementi Pilastro (n. di elementi in ogni campo)

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 1000%
1	HEA 260/Pilastri	81.82 (18)	18.18 (4)	0.00 (0)	0.00 (0)

Distribuzione degli elementi Trave (n. di elementi in ogni campo)

Sezione Numero	Sezione tipo	Sd/Sr ≤ 33%	Sd/Sr ≤ 66%	Sd/Sr ≤ 100%	Sd/Sr ≤ 1000%
1	HEA 240/TR HEA 240	75.76 (25)	24.24 (8)	0.00 (0)	0.00 (0)
2	UPN 200/TR UPN 200 - Rampe	66.67 (36)	33.33 (18)	0.00 (0)	0.00 (0)
3	UPN 180/TR UPN 160 - Rampe	100.00 (6)	0.00 (0)	0.00 (0)	0.00 (0)
4	UPN 180/TR UPN 180 - copertura	25.00 (2)	75.00 (6)	0.00 (0)	0.00 (0)

10. DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.

- Omessa perché al momento della redazione della presente la scala è ancora da realizzarsi –