



COMUNE DI PAVIA
Provincia di Pavia

**RIQUALIFICAZIONE SOCIALE E ARCHITETTONICA DELL'AREA URBANA
DELL'EX MONASTERO DI SAN DALMAZIO IN PAVIA (POP297)**

CUI S00296180185202100032 CUP G15F21000090001
CIG 87209324C0

PROGETTO ESECUTIVO

STRUTTURALE

RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE

IL SINDACO
Mario Fabrizio Fracassi

IL RUP
Ing. Adriano Sora

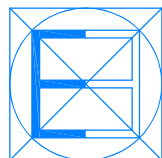
ASS. LAVORI PUBBLICI
Dott. Antonio Bobbio Pallavicini

DIRIGENTE SETTORE 6
Arch. Mara Latini

PROGETTISTI

COORDINAMENTO PROGETTUALE: ING. ROBERTO MONTAGNA

R.T.P.:



Ebner srl

Società Unipersonale Capitale sociale € 50.000 i.v.

Sede operativa: Via G. Mazzini 1, 27043 Broni (PV)

Tel/Fax 0385.51584

e-mail: direttivo@ebnersas.it - ebner@pec.it

Sito web: www.ebnersas.it

Progettista: Ing. Roberto Montagna

(capogruppo mandataria)



UNI EN ISO 9001-2015
SGQ Certificato n. C2019-02916



ARCH. PAOLO MARCHESI
(mandante)

DOTT. MAURIZIO VISCONTI
(mandante)

ING. DANIELE GRAMEGNA
(mandante)

Elaborato:	RS_ST	Pagine:	97	Disegnatore:	G.G.	N. progetto:	1221EBS	Nome file:	1221EBS-E-RS_ST.docx
------------	--------------	---------	----	--------------	------	--------------	---------	------------	----------------------

PIANO DI SVILUPPO CONTROLLO E REGISTRAZIONE DELLA PROGETTAZIONE

FASI DELLA PROGETTAZIONE	CONTROLLI E MODIFICHE			
	Rev. 0	Rev. 1	Rev. 2	Rev. 3
Progetto fattibilità tecnica economica	Novembre 2015-Marzo 2021			
Progetto Definitivo	Dicembre 2021			
Progetto Esecutivo	Agosto 2022	Gennaio 2023		
As. Built e Validazione e collaudo				
Perizia di variante				

A norma di legge il presente disegno non potrà essere riprodotto né consegnato a terzi né utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza l'autorizzazione scritta di questa società che ne detiene la proprietà

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

INDICE

1. CORPO A	3
1.1 Descrizione generale dell'opera	3
1.2 Vita Nominale, classe d'uso, periodo di riferimento	4
1.3 Analisi dei carichi	5
1.3.1 Peso proprio degli elementi strutturali	5
1.3.2 Carichi in copertura	5
1.3.3 Azione del vento	6
1.3.4 Azione della neve	8
1.3.5 Azione sismica	8
1.4 Criteri di progettazione e di modellazione	14
1.5 Descrizione dei risultati delle calcolazioni	15
1.6 Origini e caratteristiche dei codici di calcolo	19
1.7 Verifiche distanza tra costruzioni contigue	22
1.8 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	23
1.9 Qualità e dosatura dei materiali	29
2. CORPO B	30
2.1 Descrizione generale dell'opera	30
2.2 Vita nominale, classe d'uso, periodo di riferimento	31
2.3 Analisi dei carichi	32
2.3.1 Peso proprio degli elementi strutturali	32
2.3.2 Carichi in copertura	32
2.3.3 Carichi solaio	32
2.3.4 Azione della neve	33
2.3.5 Azione sismica	33
2.4 Criteri di progettazione e di modellazione	39
2.5 Descrizione dei risultati delle calcolazioni	42
2.6 Origini e caratteristiche dei codici di calcolo	48
2.7 Verifiche distanza tra costruzioni contigue	51
2.8 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	52
2.9 Qualità e dosatura dei materiali	58
3. CORPO C	59
3.1 Descrizione generale dell'opera	59

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

3.2 Vita nominale, classe d'uso, periodo di riferimento	60
3.3 Analisi dei carichi	61
3.3.1 Peso proprio degli elementi strutturali	61
3.3.2 Carichi in copertura	61
3.3.3 Carichi solaio ingresso	61
3.3.4 Azione della neve	63
3.3.5 Azione sismica	63
3.4 Criteri di progettazione e di modellazione	66
3.5 Descrizione dei risultati delle calcolazioni	68
3.6 Origini e caratteristiche dei codici di calcolo	71
3.7 Verifiche distanza tra costruzioni contigue	74
3.8 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	75
3.9 Qualità e dosatura dei materiali	80
4. LOCALI TECNICI	81
4.1 Descrizione generale dell'opera	81
4.2 Vita nominale, classe d'uso, periodo di riferimento	82
4.3 Analisi dei carichi	83
4.3.1 Peso proprio degli elementi strutturali	83
4.3.2 Carichi in copertura	83
4.3.3 Azione della neve	83
4.3.4 Azione sismica	84
4.4 Criteri di progettazione e di modellazione	86
4.5 Descrizione dei risultati delle calcolazioni	88
4.6 Origini e caratteristiche dei codici di calcolo	90
4.7 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati	93
4.8 Qualità e dosatura dei materiali	96

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

1. CORPO A

1.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'intervento edilizio riguarda la realizzazione delle nuove opere strutturali del corpo palestra, progettualmente denominato corpo A. Nello specifico si prevede la demolizione della struttura in acciaio esistente, mantenendo solamente ai fini estetici due capriate, il tutto puramente a scopo di memoria storica come richiesto dalla sovrintendenza. In seguito alla demolizione il progetto prevede la realizzazione di nuove fondazioni in calcestruzzo armato e la nuova edificazione di una struttura in carpenteria metallica avente la stessa geometria dell'esistente, ma con sezioni idonee a sopperire i nuovi carichi strutturali imposti.

L'opera è situata nel comune di Pavia in vicolo San Dalmazio. La destinazione d'uso di progetto è quella di una palestra ad uso pubblico. Nello specifico è prevista una classe d'uso II.

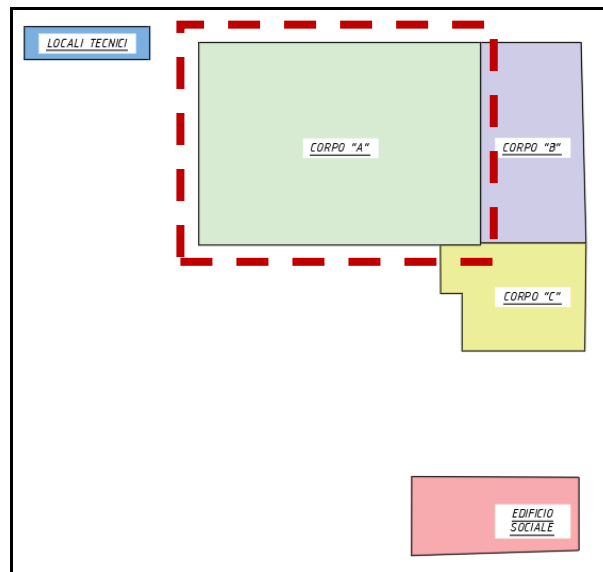


Figura 1 Localizzazione intervento

Il corpo A ha forma rettangolare avente lati di circa 33,40 m x 23,60 m, l'altezza esterna in corrispondenza del colmo misura circa m 12,00, mentre l'altezza esterna di gronda misura circa m 6,90. Le nuove capriate sono composte da doppi profili a L simmetricamente opposti ad una distanza di circa cm 70 e avente reticolare con altezza media di circa m 1,50. In corrispondenza del corpo B (corpo spogliatoi) una capriata risulta asimmetrica in quanto è stato necessario arretrare di circa un metro verso l'interno a causa dell'interferenza con una muratura esistente. Lateralmente sono previsti controventi laterali verticali, mentre in copertura sono previsti controventi a croce posti all'estremità della struttura, in

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

corrispondenza del colmo è prevista una controventatura a croce per tutta la lunghezza. Tutti i profili risultano imbullonati fra loro e collegati mediante appositi fazzoletti. Le fondazioni sono previste da piastre continue aventi dimensione b x h m 2,50 x 0,90.

1.2 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO

Con riferimento ai tipi di costruzione descritti nella tabella 2.4.1 delle NTC, l'opera oggetto di analisi è definibile come "opera ordinaria", pertanto la sua vita nominale è pari a 50 anni ($V_n \geq 50$ anni).

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Per quanto riguarda le conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche, la costruzione oggetto di analisi può essere definita come appartenente alla classe d'uso II.

<i>Classe I:</i> Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i> Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i> 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. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il coefficiente d'uso, C_U , pertanto risulta essere pari a 1,00.

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

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Il periodo di riferimento, VR, quindi, diventa:

$$VR = VN \text{ CU} = 50 \times 1,0 = 50 \text{ anni.}$$

1.3 ANALISI DEI CARICHI

1.3.1 Peso proprio degli elementi strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali è valutato automaticamente dal programma di calcolo note le caratteristiche della sezione, considerando un peso specifico del calcestruzzo armato pari a 25,00 kN/m³ e dell'acciaio pari a 78,50 kN/m³.

1.3.2 Carichi in copertura

- G1 = 0,6 kN/m
- G2 = 1,2 kN/m
- Qn = 1,8 kN/m
- Qv = 0,9 kN/m

I carichi in copertura sono stati applicati sui singoli elementi degli arcarecci in copertura, pertanto considerando già l'interasse di circa m 1,40.

Trattandosi di un edificio posizionato tra costruzioni contigue più alte e a ridosso di altri edifici si è ritenuto opportuno inserire solamente la spinta del vento in falda.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

1.3.3 Azione del vento

Tabella 3.3.I - Valori dei parametri $v_{b,0}$, a_0 , k_a

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_a [1/s]
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,010
2	Emilia Romagna	25	750	0,015
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,020
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,020
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,015
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,020
7	Liguria	28	1000	0,015
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,010
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,020

Determinazione dei parametri relativi alla zona:

Zona	$v_{b,0}$	a_0	k_a
1	25	1000	0,01

Altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione: a_s **77** [m s.l.m]

Determinazione del valore caratteristico della velocità del vento: v_b **25** [m/s]

Determinazione della pressione del vento:

q_b **0,39** [kN/m²]

Tabella 3.3.III - Classi di rugosità del terreno

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione. Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, a meno di analisi dettagliate, verrà assegnata la classe più sfavorevole.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

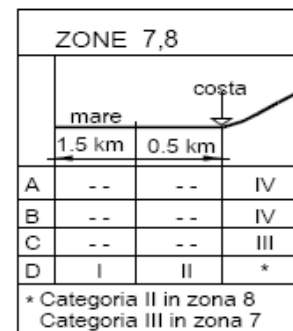
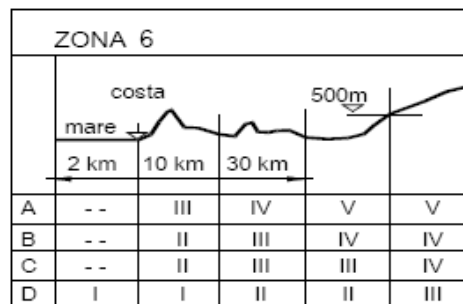
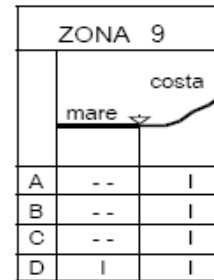
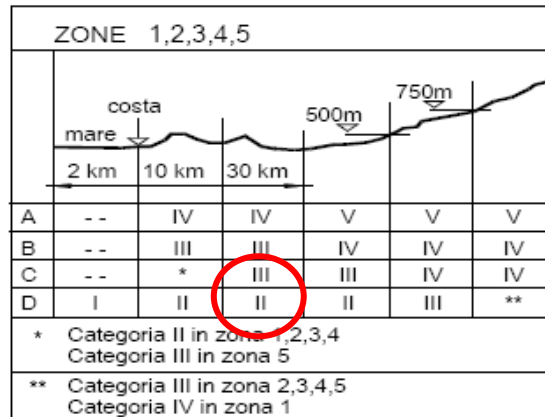


Figura 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

Cat. esp.	Kr	Zo	Zmin	Z
IV	0,22	0,30	8,00	12,00
Ce	1,91			
Cp,pres	0,8			
Cp,depres	-0,4			
Cd	1			
Ct	1			
pf,pres	0,596	[kN/m ²]		
pf,depress	-0,298	[kN/m ²]		

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

1.3.4 Azione della neve

DETERMINAZIONE DEL CARICO NEVE			
Determinazione del carico neve sulla copertura			
Zona:	I - Mediterranea	$a_s =$	77 [m s.l.m]
	$a_s < 200$	$a_s > 200$	
q_{sk}	1,50	-	[kN/m ²]

Tabella 3.4.I – Valori di C_E per diverse classi di topografia			
Topografia	Descrizione		C_E
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.		1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti		1,1
C_e	1,0	coefficiente d'esposizione	
C_t	1,0	coefficiente termico	
α	0 [°]	angolo di inclinazione della copertura	
μ_1	0,80	coefficiente di forma per le coperture	
q_s	1,20	[kN/m ²]	

1.3.5 Azione sismica

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
Vn	50
Classe d'uso	II
Vr	50
Tipo di analisi	Lineare statica
Considera sisma Z	Solo se $A_g \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1

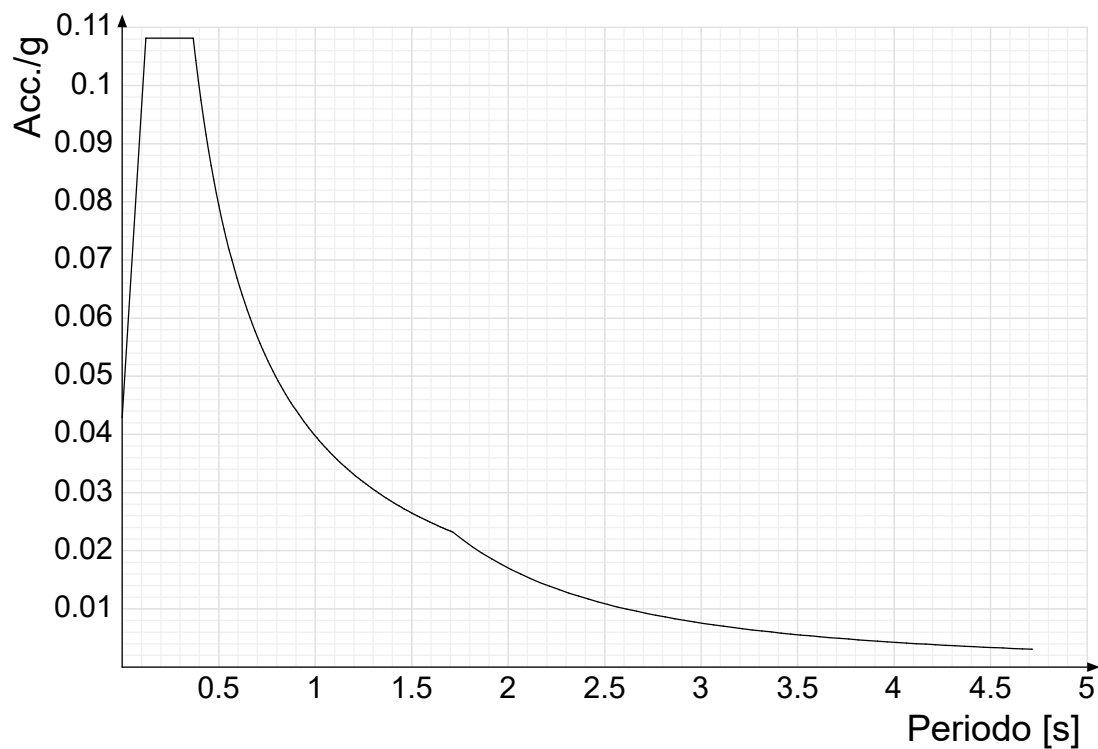
Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Località	Pavia; Latitudine ED50 45,1854° (45° 11' 7"); Longitudine ED50 9,1625° (9° 9' 45"); Altitudine s.l.m. 78,45 m.	
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
Ss orizzontale SLD	1.5	
Tb orizzontale SLD	0.123	[s]
Tc orizzontale SLD	0.368	[s]
Td orizzontale SLD	1.714	[s]
Ss orizzontale SLV	1.5	
Tb orizzontale SLV	0.149	[s]
Tc orizzontale SLV	0.447	[s]
Td orizzontale SLV	1.877	[s]
St	1	
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	50	
Ag/g SLD	0.0286	
Fo SLD	2.52	
Tc* SLD	0.209	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	475	
Ag/g SLV	0.0692	
Fo SLV	2.517	
Tc* SLV	0.28	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	Non dissipativa	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[m]

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

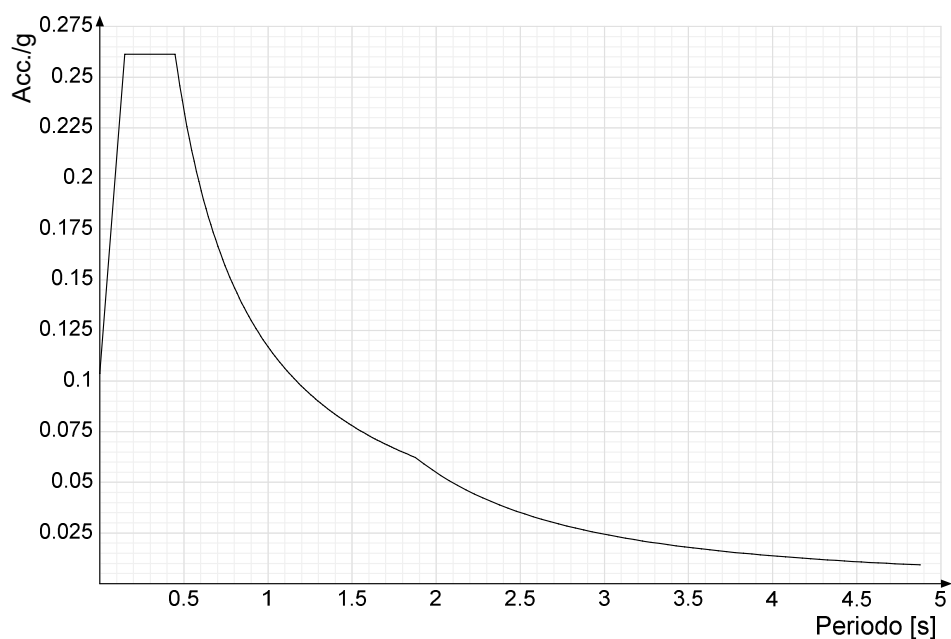
Regolarità in pianta	No	
Regolarità in elevazione	Si	
Edificio acciaio	Si	
Edificio esistente	No	
Altezza costruzione	12	[m]
T1,x	0.32092	[s]
T1,y	0.62278	[s]
λ SLD,x	0.85	
λ SLD,y	0.85	
λ SLV,x	0.85	
λ SLV,y	0.85	

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]

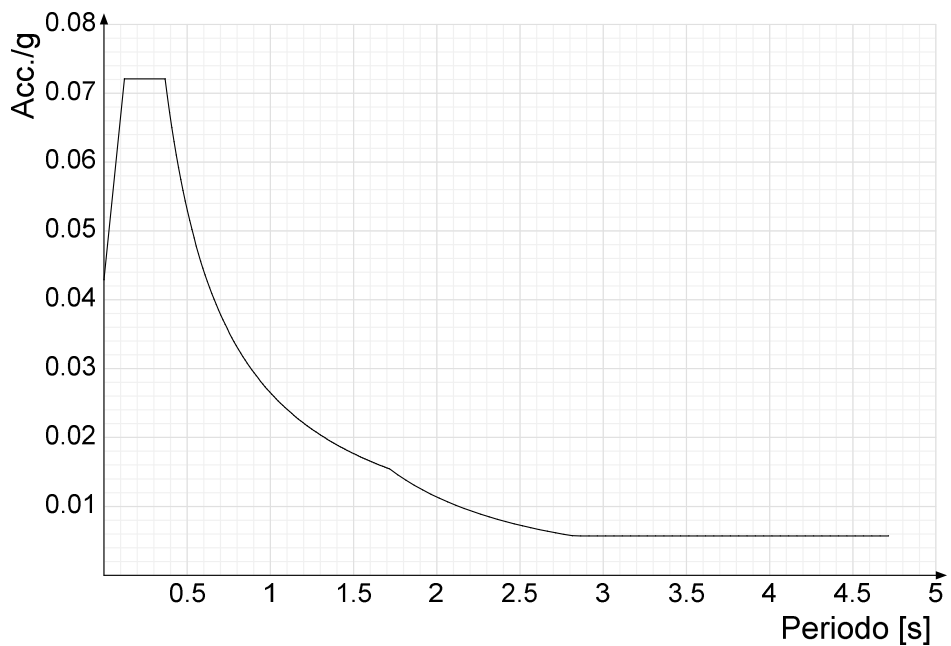


<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]

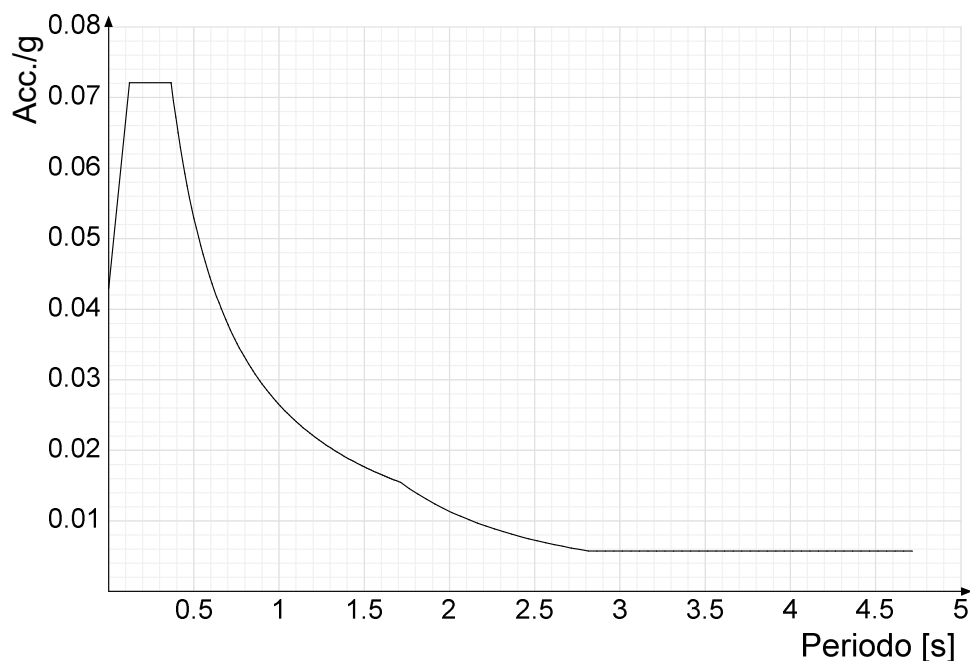


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5

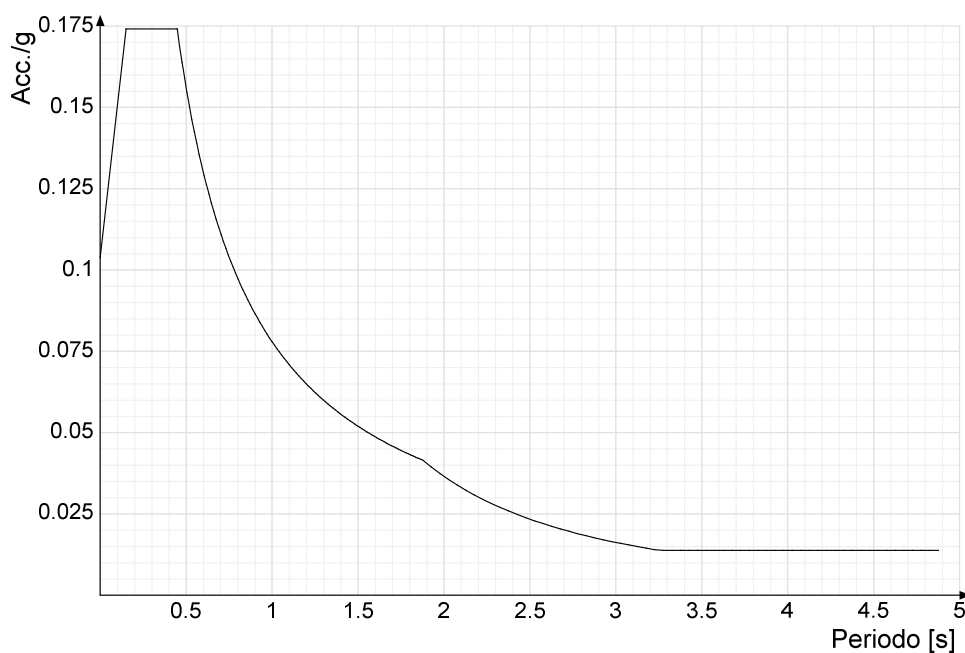


<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5

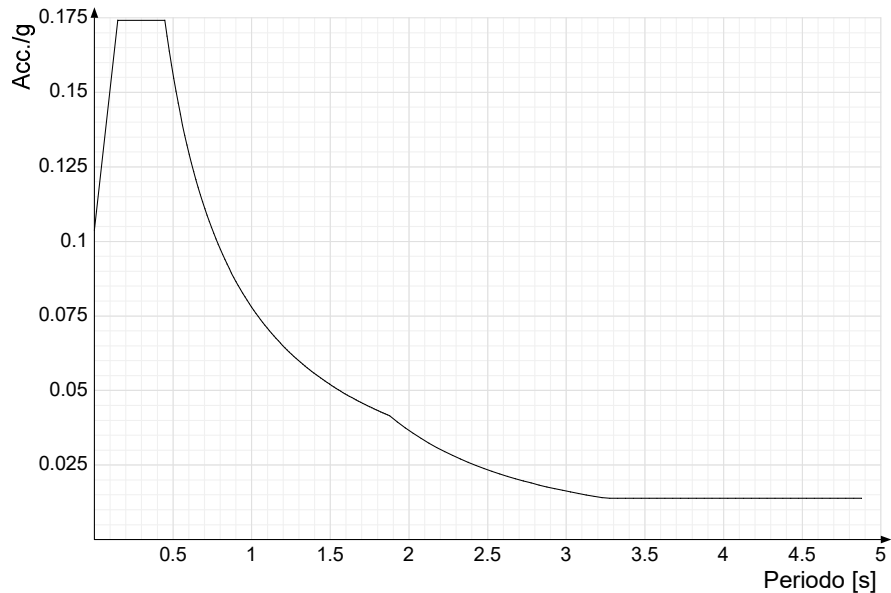


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5



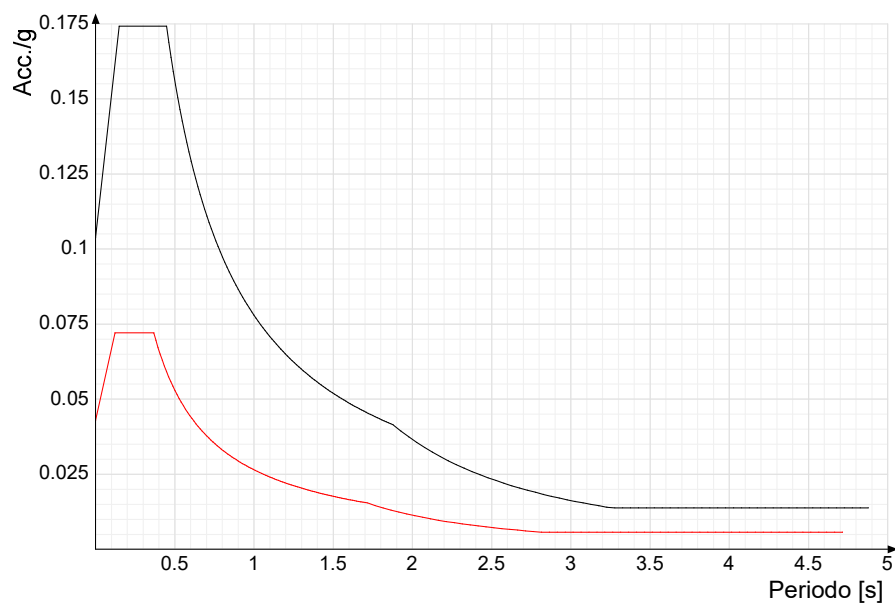
<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5



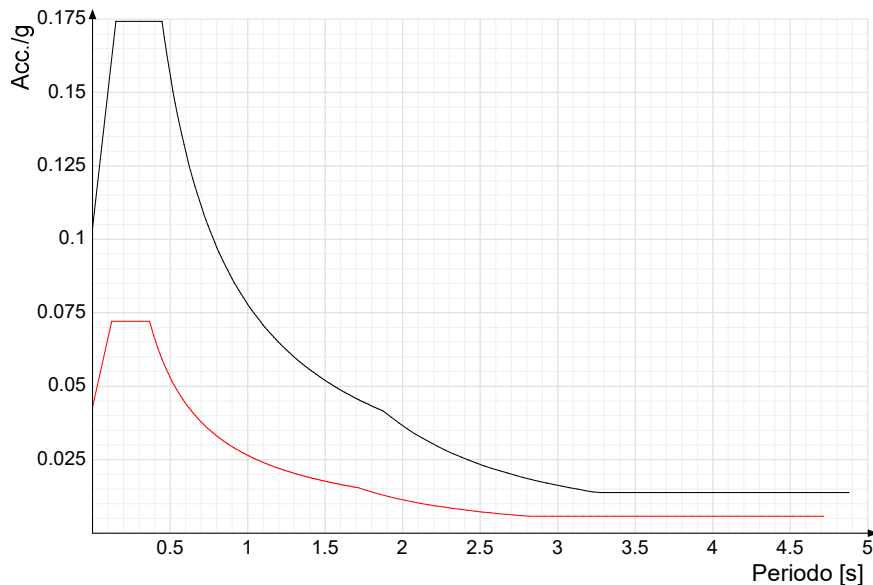
Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD §3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV §3.2.3.5 (di colore nero).



1.4 CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE

Le analisi strutturali sono state condotte mediante analisi statica lineare considerando la tipologia strutturale di tipo non dissipativo, non regolare in piante a e regolare in elevazione. Pertanto il fattore di comportamento in condizioni SLD e SLV risulta pari a 1,5. L'azione sismica verticale non è stata presa in considerazione in quanto l'accelerazione a_g risulta inferiore a 0,15 g, il tutto conformemente al paragrafo 3.2.3.1 delle NTC 2018.

La categoria del suolo utilizzata è di tipo C mentre la categoria topografica è di tipo T1. Sono stati valutati n. 100 modi di vibrare e i risultati hanno portato a una massa totale in x di circa il 97,91% mentre in y di circa 98,3%. Il primo periodo associato alla massa in y del 86,4 % risulta pari a 0,622 secondi, mentre quello in x associato alla massa del 22,5 % risulta pari a 0,32 secondi.

Tali valori risultano congrui con la tipologia strutturale snella sulla quale si sta operando e la tipologia edilizia stretta e lunga confermano la percentuale di massa partecipante in entrambe le direzioni.

Le strutture esistenti che saranno mantenute non sono state modellate in quanto considerate aventi funzionalità puramente decorative.

In fase di modellazione gli elementi di controventamento di falda e perimetrali sono stati definiti come tiranti ed elementi di controvento tipo di S.Andrea, a differenza dei controventi di colmo che sono stati

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

inseriti come bielle incernierando le estremità, tutti gli altri elementi strutturali sono stati modellati come incastrati tra di loro.

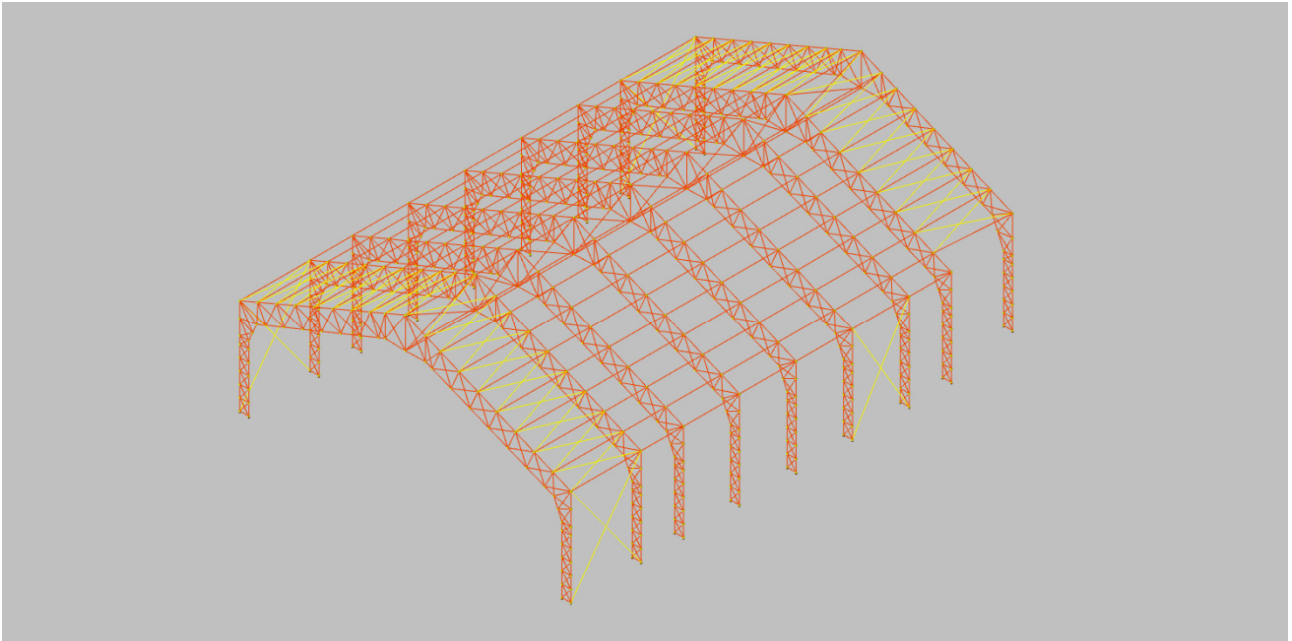


Figura 2 Modello – Vista 3D

1.5 DESCRIZIONE DEI RISULTATI DELLE CALCOLAZIONI

I risultati di calcolo riportati nella relazione principale estrapolata dal programma di calcolo ha fornito sollecitazioni, deformazioni e spostamenti dei singoli elementi. E' stato quindi possibile verificare i singoli elementi maggiormente sollecitati secondo le normative vigenti. Di seguito si riportano sinteticamente le principali immagini del programma relative al modello, alle deformate, ai modi di vibrare, alle sollecitazioni principali.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

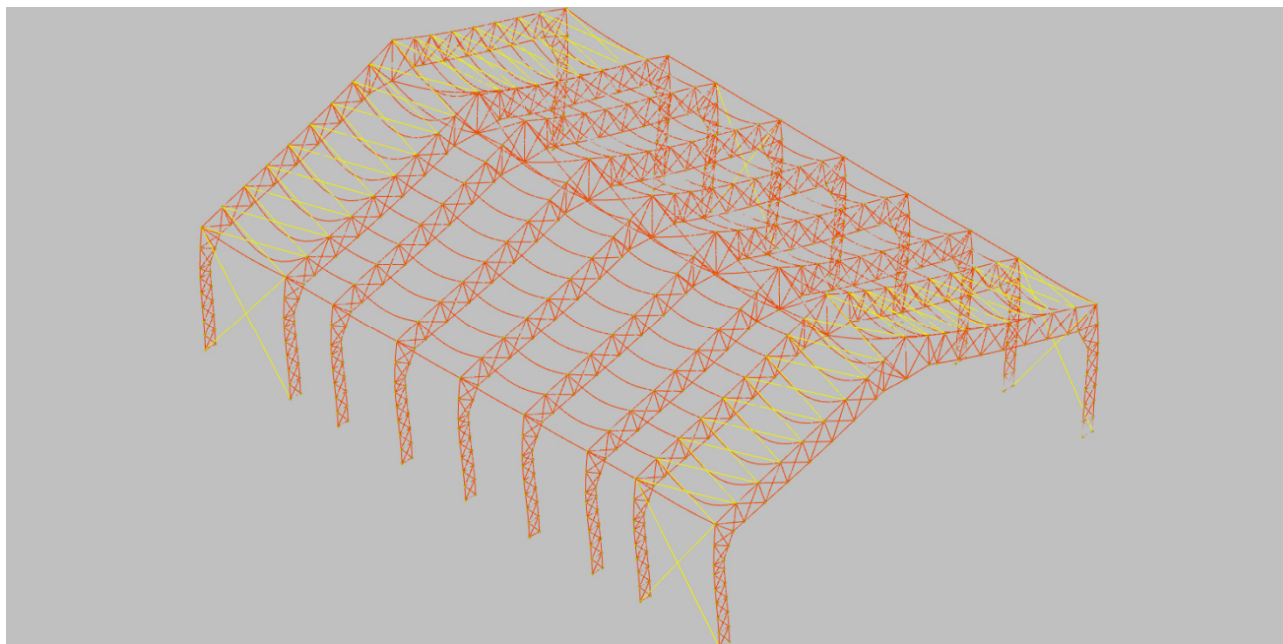


Figura 3 Spostamenti SLU – Vista 3D

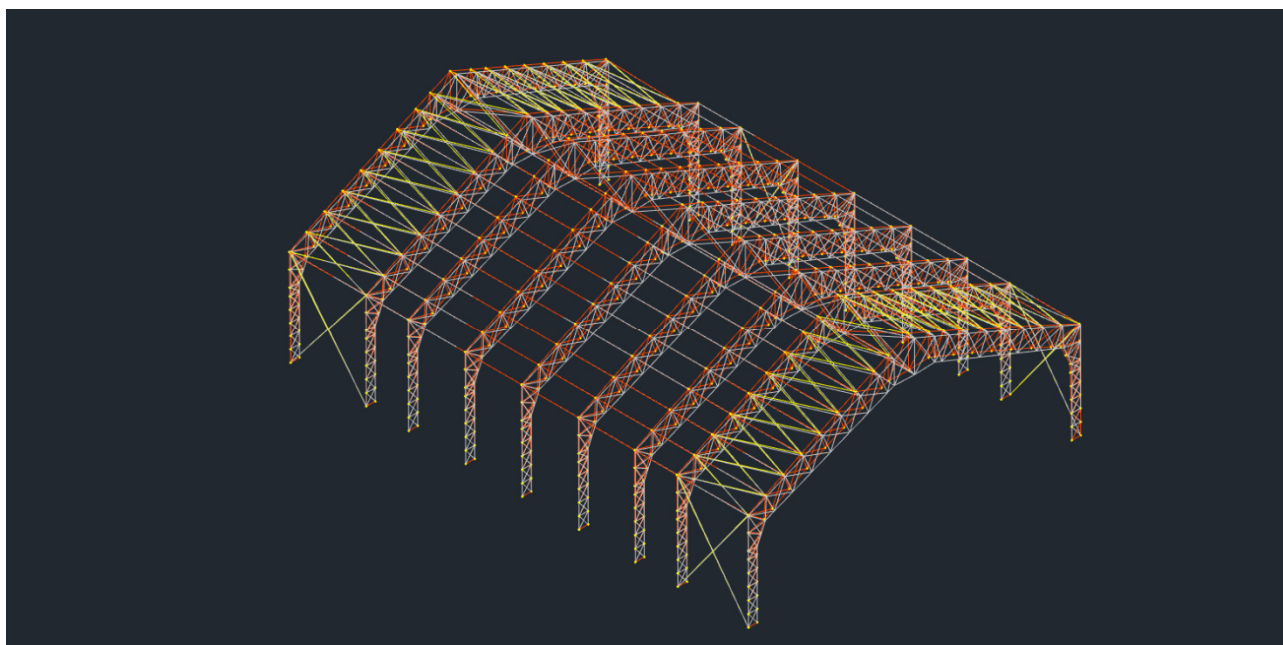


Figura 4 Spostamenti 1° modo di Vibrare - Vista 3D

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

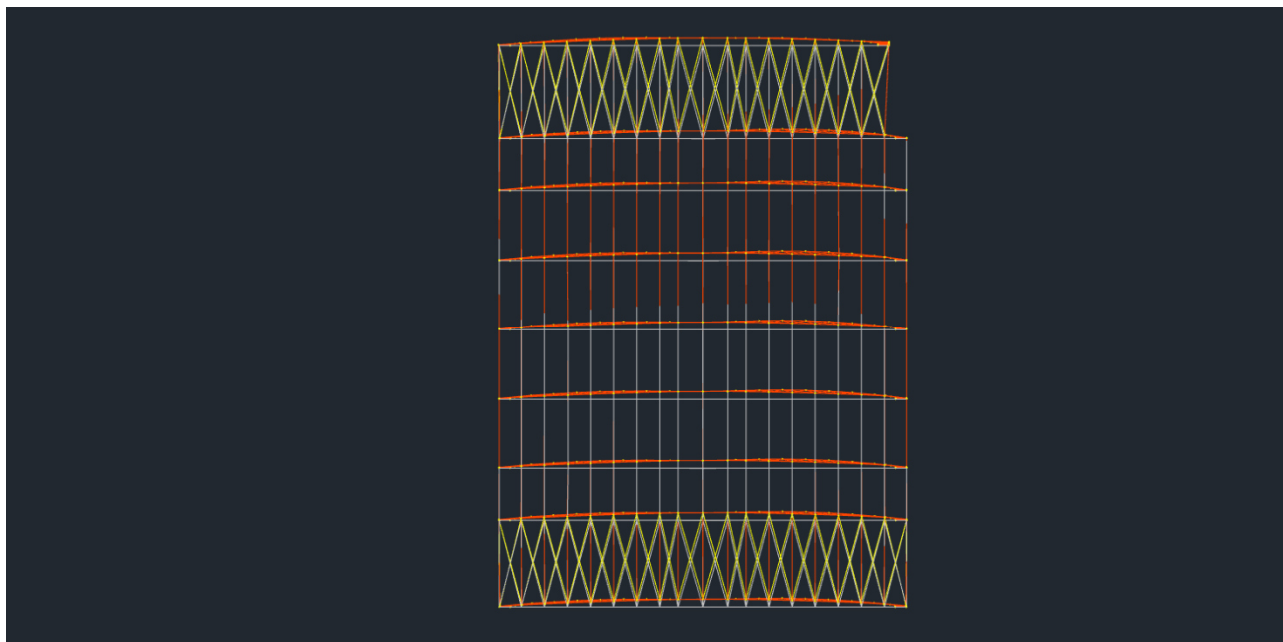


Figura 5 Spostamenti 1° Modo di vibrare - Vista in pianta

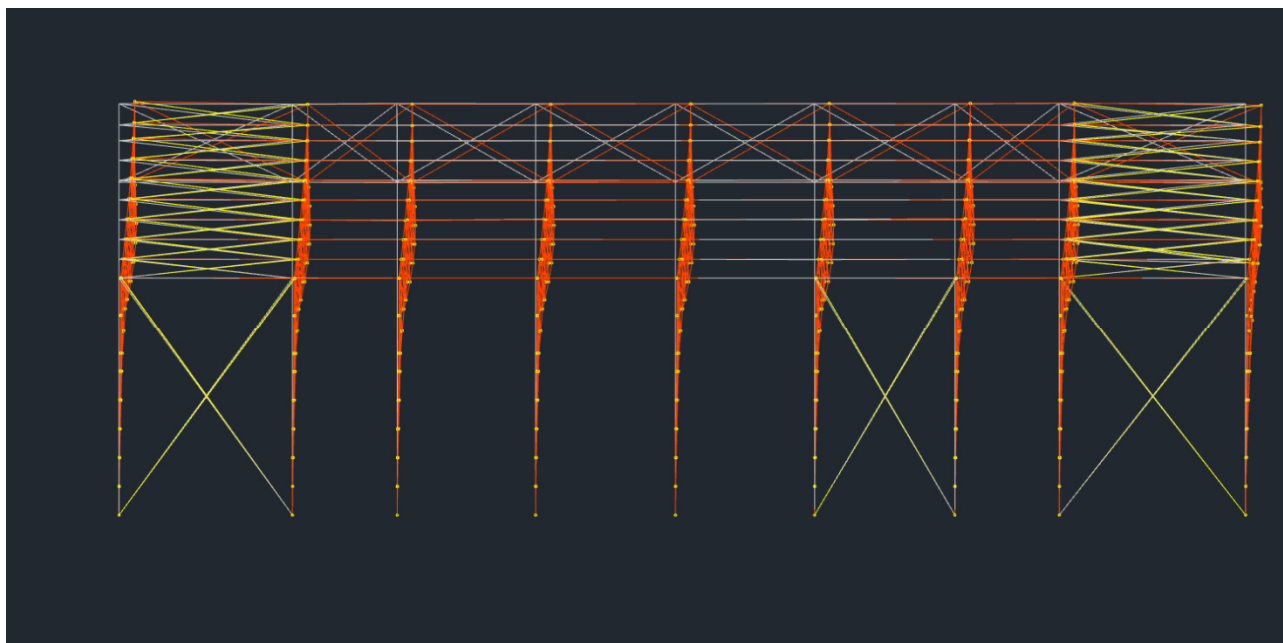


Figura 6 Spostamenti 1° Modo di Vibrare - Vista laterale

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

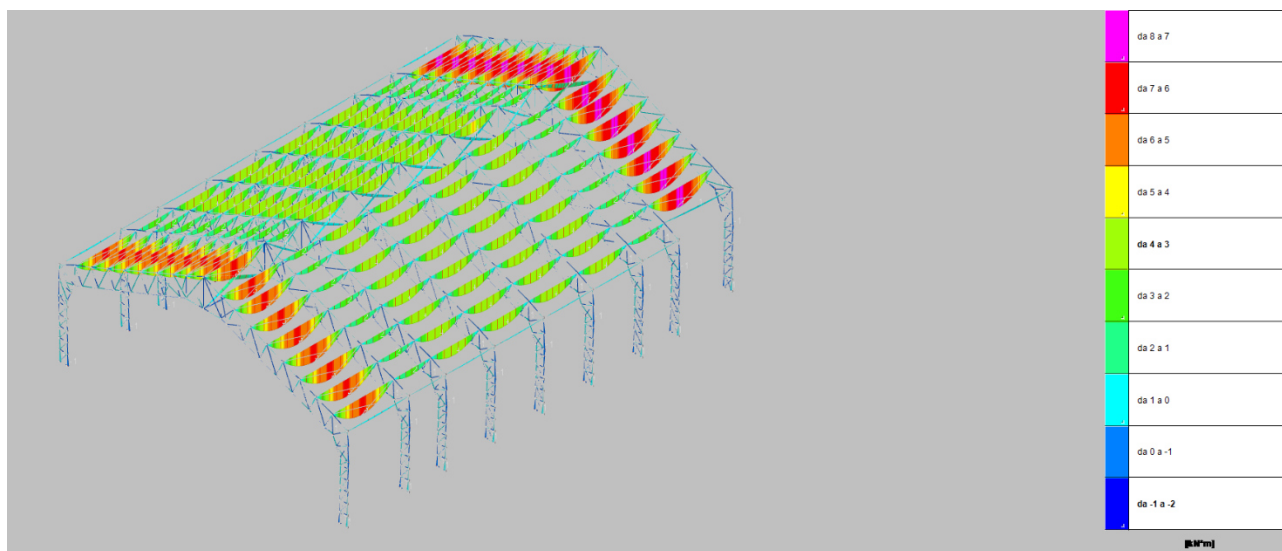


Figura 7 Sollecitazioni aste M3 in SLE quasi permanente – Vista in 3D

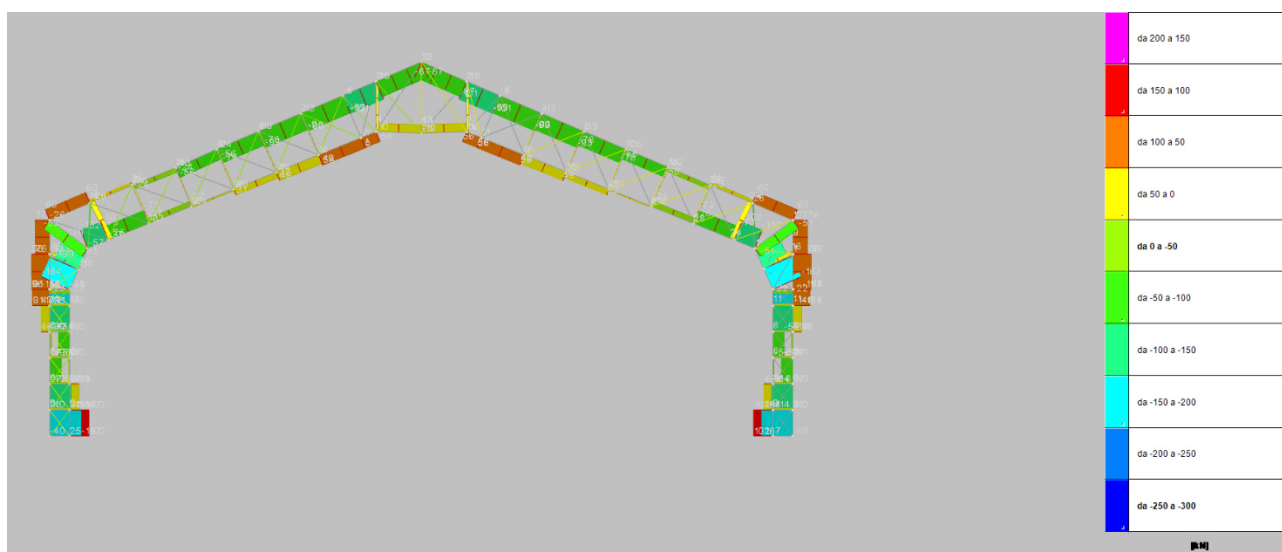


Figura 8 Sollecitazioni aste F1 (N) in SLE quasi permanente - Capriata tipo

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

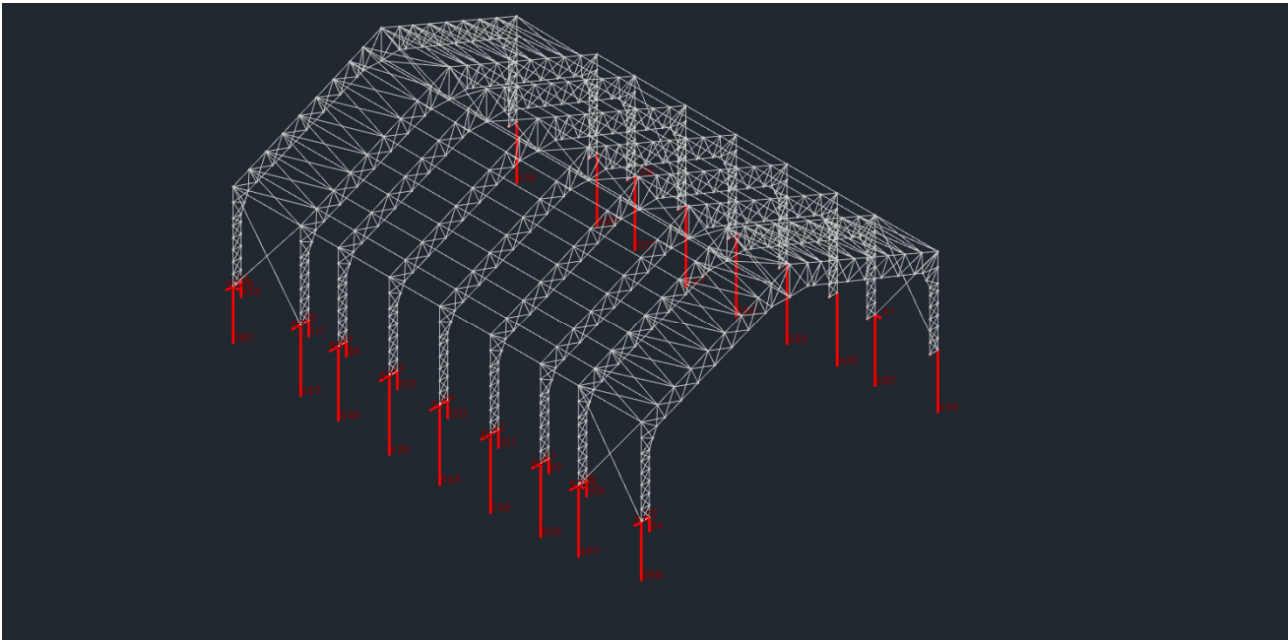


Figura 9 Reazioni massime - Vista 3D

1.6 ORIGINI E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Descrizione del programma Sismicad

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili.

Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli:

- un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore;
- il solutore agli elementi finiti;
- un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.20

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 19, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.20

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

Identificatore licenza: SW-7136120

Intestatario della licenza: GIORGI ING. GIULIANO - VIA LEVATA, 14 - STRADELLA (PV)

Versione regolarmente licenziata

Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse.

I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidità finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente.

Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura.

Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità:

- travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidità flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidità assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione;

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

- le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito;
- le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati;
- le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale;
- i plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale;
- i pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti;
- i plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidità elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;
- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidità alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale;
- la deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio;
- i disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali;
- alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche;
- alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento;
- il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

Verifiche delle membrature in acciaio

Le verifiche delle membrature in acciaio (solo per utenti Sismicad acciaio) possono essere condotte

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

secondo CNR 10011 (stato limite o tensioni ammissibili), CNR 10022, D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o Eurocodice 3.

Sono previste verifiche di resistenza e di instabilità.

1.7 VERIFICHE DISTANZA TRA COSTRUZIONI CONTIGUE

Le norme tecniche per le costruzioni NTC2018 forniscono precise indicazioni sulla **distanza reciproca** da assicurare fra due costruzioni contigue. Tale distanza deve essere maggiore o uguale alla somma degli **spostamenti orizzontali massimi** di ciascuna costruzione, calcolati in combinazione sismica allo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita) eseguendo un'analisi modale con spettro di risposta oppure un'analisi statica non lineare (pushover).

Nello specifico la palestra risulta realizzata in prossimità del corpo B: le colonne verticali in acciaio risultano distanti circa cm 65 dalle colonne del corpo B, quest'ultima avente altezza di circa m 7,00 dal piano fondazionale alla sommità della finitura della copertura.

La distanza minima che deve essere rispettata nel caso di nuove costruzioni contigue è data da:

$$D_{min} = \frac{h_p}{100} \cdot 2 \frac{a_g}{g} \cdot S$$

D_{min} = distanza minima reciproca fra due punti che si fronteggiano di due costruzioni adiacenti

h_p = quota dei punti che si fronteggiano misurata dallo spiccato della fondazione o dalla sommità della fondazione scatolare rigida (in caso di piano interrato):

a_g/g = accelerazione di picco al suolo allo SLV, espressa in funzione di g (g = accelerazione di gravità);

S = coefficiente di amplificazione che tiene conto dell'amplificazione topografica e stratigrafica ($S = S_s \cdot S_T$)

$$H/100 \times 2a_g/g \times S = 700/100 \times 2 \times 0,0692 \times 1,5 = 1,45 \text{ cm}$$

Massimo spostamento del blocco A da modello circa cm 2 da moltiplicare per il fattore di struttura di comportamento pari a 1,5.

Per quanto riguarda gli spostamenti massimi del corpo B gli stessi risultano trascurabili, pertanto, la dimensione del giunto risulterà pari a $1,45 + 2 \times 1,5 = 4,45 \text{ cm} \llll$ di cm 65 di giunto strutturale.

Si precisa che le colonne dei due corpi di fabbrica risultano notevolmente distanti tra loro, e le problematiche dovute al martellamento risultano ovviate. Nello specifico però è importante sottolineare il fatto che le travi di copertura del Corpo A proseguiranno a sbalzo rispetto all'ultima capriata, fino ad arrivare al di sopra del tamponamento del timpano del Corpo B. In tal caso le travi non dovranno essere vincolate al Corpo B, ma libere di scorrere.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandatataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

1.8 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

Vedasi documenti allegati.

Allegato A - Verifica geotecnica

Azioni agenti	
N1 [kN]	560
N2 [kN]	120
My [kNm]	0
V1x [kN]	44
V2x [kN]	0
Peso proprio fondazione [kN]	225

Nz_tot [kN]	905
My_tot [kNm]	0
Vx_tot [kN]	44
Mx_tot [kNm]	0

Caratteristiche geometriche fondazione	
B [m]	2,5
L [m]	4
H [m]	0,9
D [m]	1
B' [m]	2,5
L' [m]	4
ey [m]	0,0
ex [m]	0,0

Coefficients di capacità portante		
Contributo stabilizzante	Nq	20,55
Contributo attritivo	Ny	25,86
Contributo coesivo	Nc	32,45
	kp	3,12

Fattori correttivi		
Fattori di forma	sq	1,38
Fattori di forma	sc	1,40
Fattori di forma	sy	0,75

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

	K	0,400 < 1
Fattori di profondità	dq	1,12
Fattori di profondità	dy	1
Fattori di profondità	dc	1,12

	m	1,62
<i>Fattori di inclinazione del carico</i>	iq	0,92
<i>Fattori di inclinazione del carico</i>	ic	0,92
<i>Fattori di inclinazione del carico</i>	iy	1,92

<i>m</i>	1,6
<i>fi</i>	31
<i>sen (fi)</i>	0,51
<i>tg (fi)</i>	0,6
<i>cotg(fi)</i>	1,66
<i>arctg (D/B')</i>	22,78

<i>Inclinazione del carico in condizioni sismiche</i>		
<i>Fattori di inclinazione del carico</i>	iq	1,92
<i>Fattori di inclinazione del carico</i>	iy	0,92
<i>Fattori di inclinazione del piano di posa</i>	gq	1
<i>Fattori di inclinazione del piano di posa</i>	gc	1
<i>Fattori di inclinazione del piano di posa</i>	gy	1

<i>Fattori di inclinazione del piano campagna</i>	bq	1
<i>Fattori di inclinazione del piano campagna</i>	bc	1
<i>Fattori di inclinazione del piano campagna</i>	by	1

<i>Fattori inerziali sisma</i>	zq	0,73
<i>Fattori inerziali sisma</i>	zc	1,01
<i>Fattori inerziali sisma</i>	zy	0,73

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Parametri meccanici terreno di fondazione		
c' [kN/m2]	0	oppure 0
ϕ °	31	
Df [m] (profondità della falda)	7	
γ 'T1 [kN/m3]	4,11	
γ 'T2 [kN/m3]	3,82	
γ 'T3[kN/m3]	4,50	
a1 [m]	6	
q1 [kN/m2]	3,93	
γ H2O	9,80	

Verifica in condizioni drenate (falda a PC)			
	coefficienti		
Nq	0,97	20,55	19,87
N γ	0,91	25,86	23,41
Nc	1,36	32,45	44,11

Calcolo della capacità portante qlim				
	kN/m2		kg/m2	Qlim [kg/cm²]
contributo attritivo	171,98	1	17197,883	1,72
contributo coesivo	0	1	0	0
contributo stabilizzante	117,59	1	11759,002	1,18

Verifica di capacità portante		
Qed [kg/cm2]	0,91	
Qrd = qlim / gamma R [kg/cm2]	12,59	
CS = Qrd/Qed	13,91	Verificato!

Verifica di scorrimento		γR
Hed [kN]	44,00	
Hrd [kN]	493,64	1,1

Hed [kg]	4400	
Hrd [kg]	49363,64	
CS = Hrd/Hed	11,22	Verificato!

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Allegato B - Verifica trave di fondazione

N1 [kN]	557
N2 [kN]	560
N3 [kN]	55
L1 [m]	4,02
L2 [m]	4
P1 [kN/m]	277,114428
P2 [kN/m]	139,650873
P3 [kN/m]	27,5

q2 [kN/m]	69,8254364
q3 [kN/m]	83,5754364

Mb [kN]	94,0339152		
Mbc [kN]	-70,525436		
Mc [kN]	94,0339152	111,4339	<i>max</i>
Mcd [kN]	-83,575436		
Md [kN]	111,433915		

Tb - [kN]	0
Tb + [kN]	144,677485
Tc - [kN]	280,698254
Tc + [kN]	167,150873
Td - [kN]	167,150873
Td + [kN]	0

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Allegato B - Verifica trave di fondazione

VERIFICA TRAVE DI FONDAZIONE					
Caratteristiche dei materiali:					
cls:	acciaio:				
R _{ck}	30,0	[N/mm ²]	B 450 C		
f _{ck}	24,9	[N/mm ²]	f _{yk}	450	[N/mm ²]
f _{cd}	14,1	[N/mm ²]	f _{yd}	391	[N/mm ²]
f _{ctm}	2,6	[N/mm ²]	E _s	206000	[N/mm ²]
f _{ctk}	1,8	[N/mm ²]	ε _{sy}	1,90	‰
f _{ctd}	1,2	[N/mm ²]	ε _{su}	10,00	‰
f _{bk}	4,0	[N/mm ²]			
E _c	31220	[N/mm ²]			
ε _{cy}	2,00	‰			
ε _{cu}	3,50	‰			
Caratteristiche della sezione:					
Geometriche		Armatura			
			compr.	teso	
b	2500	[mm]	n	11	11
h	900	[mm]	·	20	20 [mm]
c	50	[mm]	n	0	0
d	850	[mm]	·	12	12 [mm]
			A' _s , A _s	3456	3456 [mm ²]
Verifica dei limiti di armatura prescritti dalla norma [d.m. 17 gennaio 2018]					
Armatura longitudinale:	limite minimo		3140,80	[mmq]	
	limite massimo		90000,00	[mmq]	VERIFICATO
Determinazione del campo di rottura					
x	54,6	[mm]	x		
ξ = x/d	0,064		ξ = x/d		
ε _c	0,69	‰	ε _c		
ε' _s	0,06	‰	ε' _s		
ε _s	10,00	‰	ε _s		

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	---	--------------------------------------

σ'_s	12	[N/mm ²]	σ'_s	
σ_s	391	[N/mm ²]	σ_s	
<hr/>				
Verifica a flessione				
M_{sd}	111,49	[kNm]		
M_{rd}	1118,72	[kNm]	$M_{rd} > M_{sd}$	VERIFICATO
<hr/>				
Armatura a taglio				
ϕ_w		[mm]	ϕ_w	8 [mm]
A_{sw}	1257	[mm ²]	A_{sw}	0 [mm ²]
s	250	[mm]	s	150 [mm]
n bracci	4		n bracci	0
<hr/>				
Sollecitazione tagliante				
V_{sd}	280,69	[kN]		
<hr/>				
Verifica resistenza a taglio della sezione senza armatura				
k	1,485		v_{min}	0,316
ρ_l	0,002		σ_{cp}	0,000
V_{rd}	671,66	[kN]		Armatura minima
<hr/>				
Verifica resistenza a taglio mediante apposita armatura				
V_{rsd}	1504,69	[kN]		
V_{rcd}	6746,34	[kN]		
V_{rd}	2176,34	[kN]		VERIFICATO
<hr/>				
Verifica dei limiti di armatura prescritti dalla norma [d.m. 17 gennaio 2018]				
armatura trasversale:	limite minimo		3750	[mm ² /m] VERIFICATO
	s_{max}		330	[mm] VERIFICATO

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

1.9 QUALITA' E DOSATURA DEI MATERIALI

(ai sensi dell'art. 4 della Legge 5.11.1971, n. 1086 e dell'art.64 del D.P.R. 06.06.2001 n.380)

Nella esecuzione delle opere strutturali in cemento armato normale, di cui all'oggetto, è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

- a) Calcestruzzo a prestazione garantita secondo EN 206-1/2006:
 - Classe di resistenza a compressione: C25/30 ($R_{ck_{28gg}} > 30$ MPa)
 - Classe di esposizione: XC2
 - Diametro massimo aggregati: 30 mm
 - Classe di consistenza: S4/S5

- b) Armatura metallica in acciaio, costituita da barre ad aderenza migliorata B450C (DM 17/01/2018):
 - Tensione caratteristica di snervamento: $f_{y_nom} = 450$ MPa
 - Tensioni di rottura: $f_{t_nom} = 540$ MPa

- c) Legno Lamellare GL24h

- d) Acciaio strutturale S275

- e) Bulloneria in classe 10.8

Circa le prescrizioni esecutive si richiamano le disposizioni di cui alle norme tecniche vigenti emanate dal Ministero delle Infrastrutture.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

2. CORPO B

2.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'intervento edilizio riguarda la realizzazione delle nuove opere strutturali del corpo spogliato, progettualmente denominato corpo B. Nello specifico si prevede la demolizione completa della struttura esistente in muratura portante, solaio in latero cemento e copertura lignea, mantenendo solamente la parete in muratura lungo vicolo San Dalmazio. In seguito alla demolizione il progetto prevede la realizzazione di nuove fondazioni in calcestruzzo armato e la nuova edificazione di una struttura a telaio avente pilastri e travi in cls armato, solaio non praticabile in latero cemento e copertura lignea a falda. L'opera è situata nel comune di Pavia in vicolo San Dalmazio. La destinazione d'uso di progetto è quella di una palestra ad uso pubblico. Nello specifico è prevista una classe d'uso II.

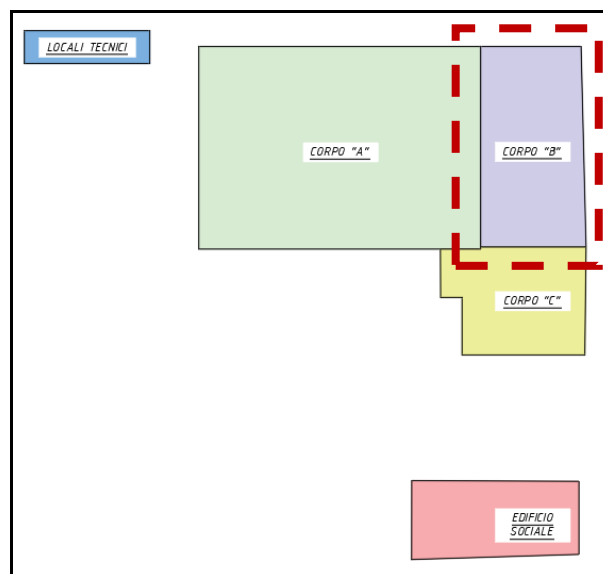


Figura 2 Localizzazione intervento

Il corpo B ha forma rettangolare avente lati di circa 22,75 m x 10,50 m, l'altezza esterna in corrispondenza del colmo misura circa m 5,70, mentre l'altezza esterna di gronda misura circa m 4,15. La struttura è composta da pilastri e travi in calcestruzzo armato. Pilastri in calcestruzzo armato hanno sezioni di cm 30 x 30, travi in calcestruzzo di sezione cm 80 x 24 e cm 45 x 24. La struttura si sviluppa per un piano fuori terra, piano terra e sottotetto non praticabile. La copertura è del tipo a falde inclinate con struttura in legno, la trave di colmo, sorretta dai pilastri centrali, ha sezione cm 20 x 46 e cm 12 x 24.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Per quanto concerne la larghezza della trave centrale da 80 cm di base, pur non essendo conforme con i limiti geometrici suggeriti da normativa, si è ritenuto opportuno procedere alla realizzazione di una trave avente tale geometria per una questione di praticità del cantiere (evitando sia una ripresa di getto nel caso di trave ribassate o rialzata), sia per evitare di avere un eccessivo quantitativo di armatura contenuto in una base ridotta.

2.2 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO

Con riferimento ai tipi di costruzione descritti nella tabella 2.4.1 delle NTC, l'opera oggetto di analisi è definibile come "opera ordinaria", pertanto la sua vita nominale è pari a 50 anni ($V_n \geq 50$ anni).

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Per quanto riguarda le conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche, la costruzione oggetto di analisi può essere definita come appartenente alla classe d'uso II.

<i>Classe I:</i> Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i> Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i> 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. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il coefficiente d'uso, C_u , pertanto risulta essere pari a 1,00.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

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

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

Il periodo di riferimento, VR, quindi, diventa:

$$VR = VN C_U = 50 \times 1,0 = 50 \text{ anni.}$$

2.3 ANALISI DEI CARICHI

2.3.1 Peso proprio degli elementi strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali è valutato automaticamente dal programma di calcolo note le caratteristiche della sezione, considerando un peso specifico del calcestruzzo armato pari a 25,00 kN/m³ e dell'acciaio pari a 78,50 kN/m³.

2.3.2 Carichi in copertura

- G1 = 0,5 kN/m
- G2 = 0,8 kN/m
- Qn = 1,2 kN/m

2.3.3 Carichi solaio

- G1 = 3,0 kN/m
- G2 = 0,5 kN/m
- Qk = 0,5 kN/m

I carichi in copertura sono stati applicati sui singoli elementi lignei di copertura, pertanto considerando già l'interasse di circa m 0,73.

Trattandosi di un edificio posizionato tra costruzioni contigue più alte e a ridosso di altri edifici si è ritenuto opportuno inserire solamente la spinta del vento in falda.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

2.3.4 Azione della neve

DETERMINAZIONE DEL CARICO NEVE			
Determinazione del carico neve sulla copertura			
Zona:	I - Mediterranea	$a_s = 77$	[m s.l.m.]
	$a_s < 200$	$a_s > 200$	
q_{sk}	1,50	-	[kN/m ²]

Tabella 3.4.I – Valori di C_E per diverse classi di topografia			
Topografia	Descrizione		C_E
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.		1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti		1,1
C_e	1,0	coefficiente d'esposizione	
C_t	1,0	coefficiente termico	
α	0 [°]	angolo di inclinazione della copertura	
μ_1	0,80	coefficiente di forma per le coperture	
q_s	1,20	[kN/m ²]	

2.3.5 Azione sismica

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari
V_n	50
Classe d'uso	II
V_r	50
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Considera sisma Z	Solo se $A_g \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1

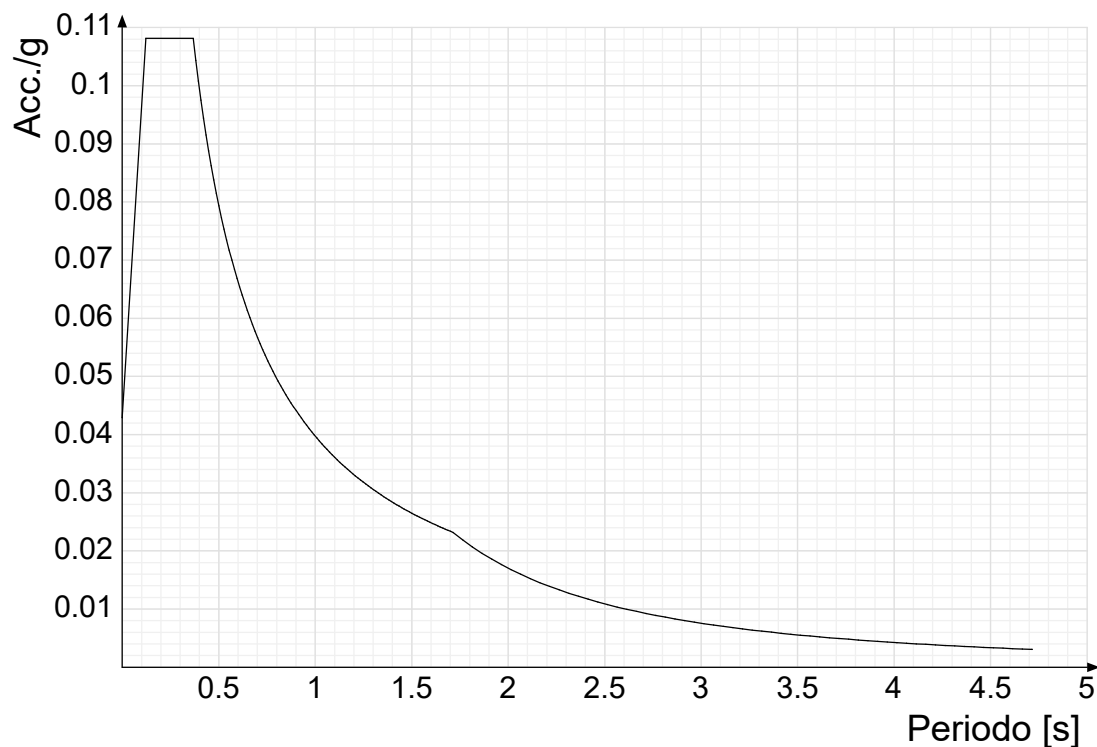
Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Località	Pavia; Latitudine ED50 45,1854° (45° 11' 7");	
	Longitudine ED50	
	9,1625° (9° 9' 45"); Altitudine s.l.m. 78,45 m.	
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
Ss orizzontale SLD	1.5	
Tb orizzontale SLD	0.123	[s]
Tc orizzontale SLD	0.368	[s]
Td orizzontale SLD	1.714	[s]
Ss orizzontale SLV	1.5	
Tb orizzontale SLV	0.149	[s]
Tc orizzontale SLV	0.447	[s]
Td orizzontale SLV	1.877	[s]
St	1	
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	50	
Ag/g SLD	0.0286	
Fo SLD	2.52	
Tc* SLD	0.209	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	475	
Ag/g SLV	0.0692	
Fo SLV	2.517	
Tc* SLV	0.28	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	CD"B"	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[m]

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

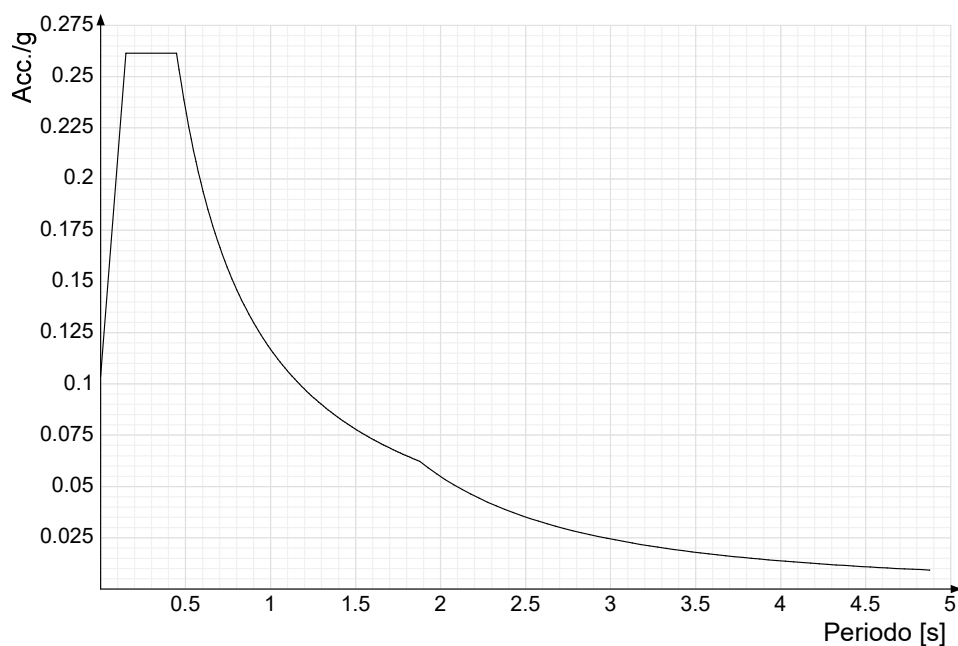
Regolarità in pianta	Si	
Regolarità in elevazione	Si	
Edificio C.A.	Si	
Tipologia C.A.	Strutture a telaio $q_0=3.0 \cdot a_u/a_1$	
a_u/a_1 C.A.	Strutture a telaio di un piano $a_u/a_1=1.1$	
Edificio esistente	No	
Altezza costruzione	5.3	[m]
T1,x	0.02216	[s]
T1,y	0.01272	[s]
λ SLD,x	1	
λ SLD,y	1	
λ SLV,x	1	
λ SLV,y	1	

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]

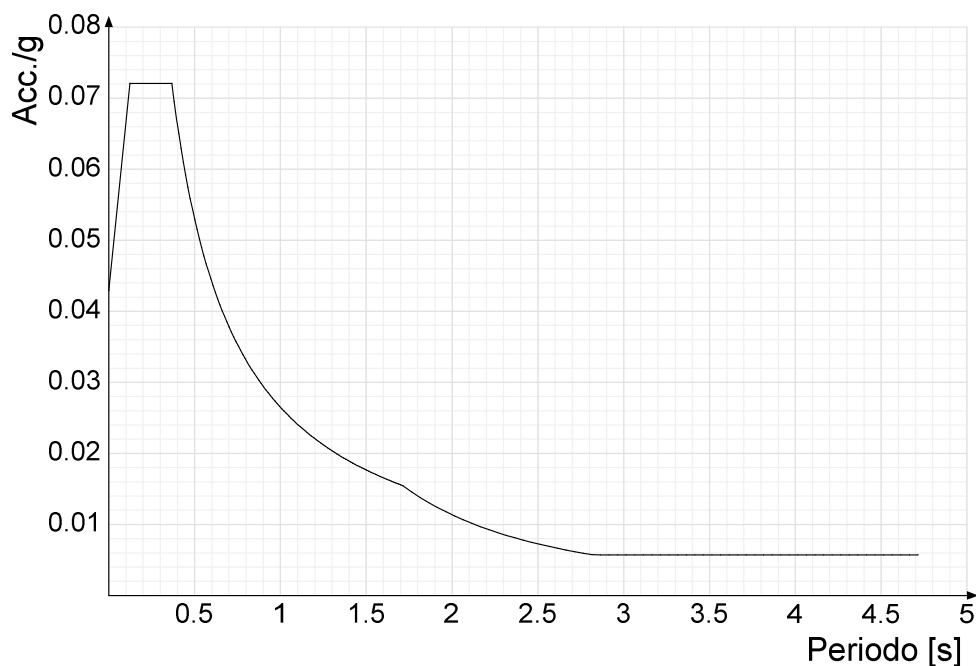


<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]

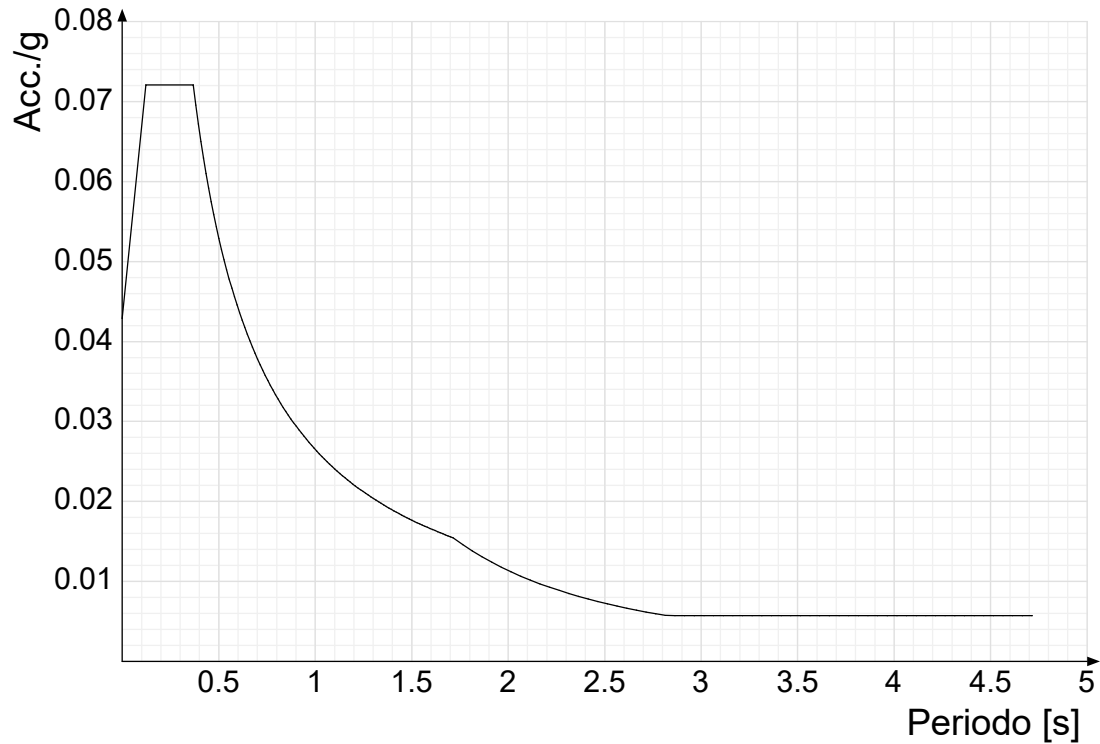


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5

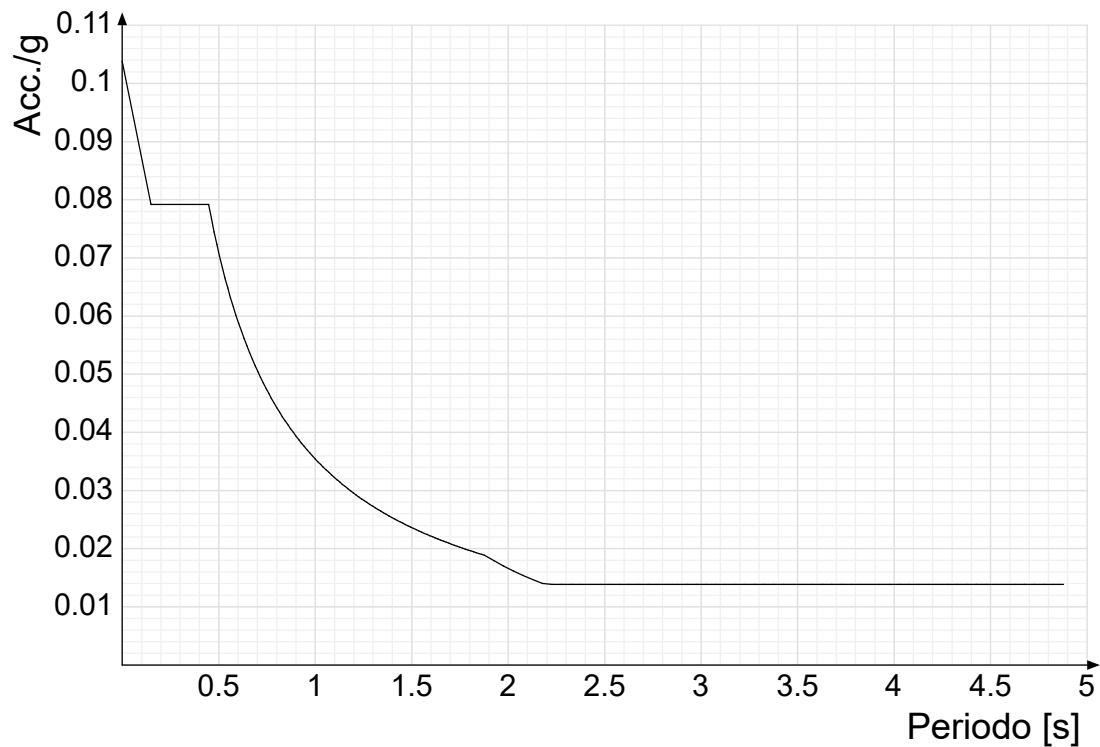


<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5

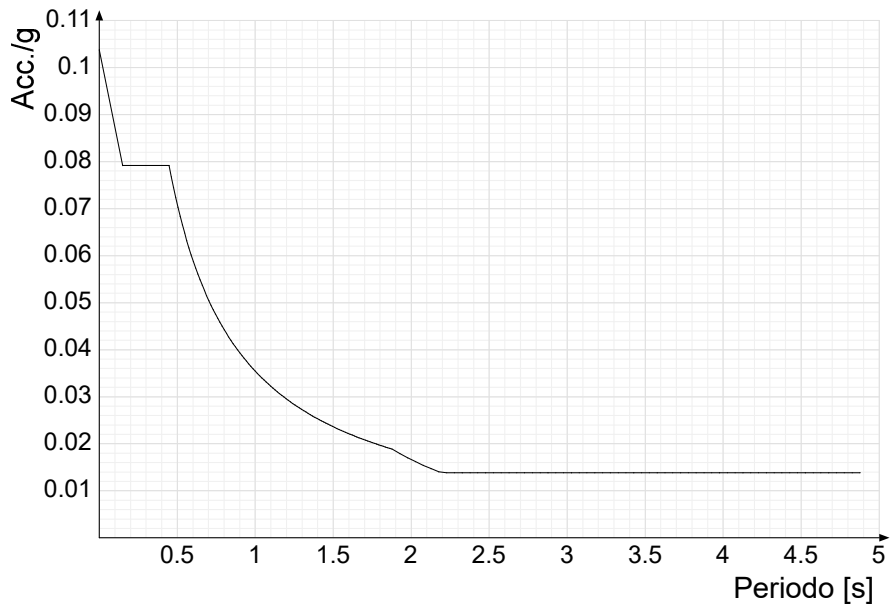


Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5



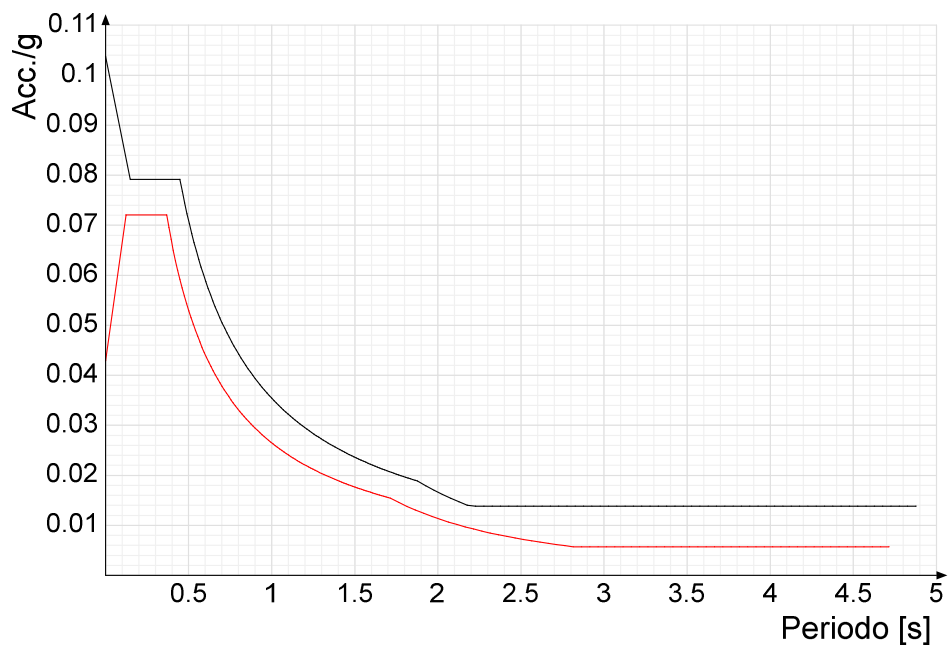
<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5



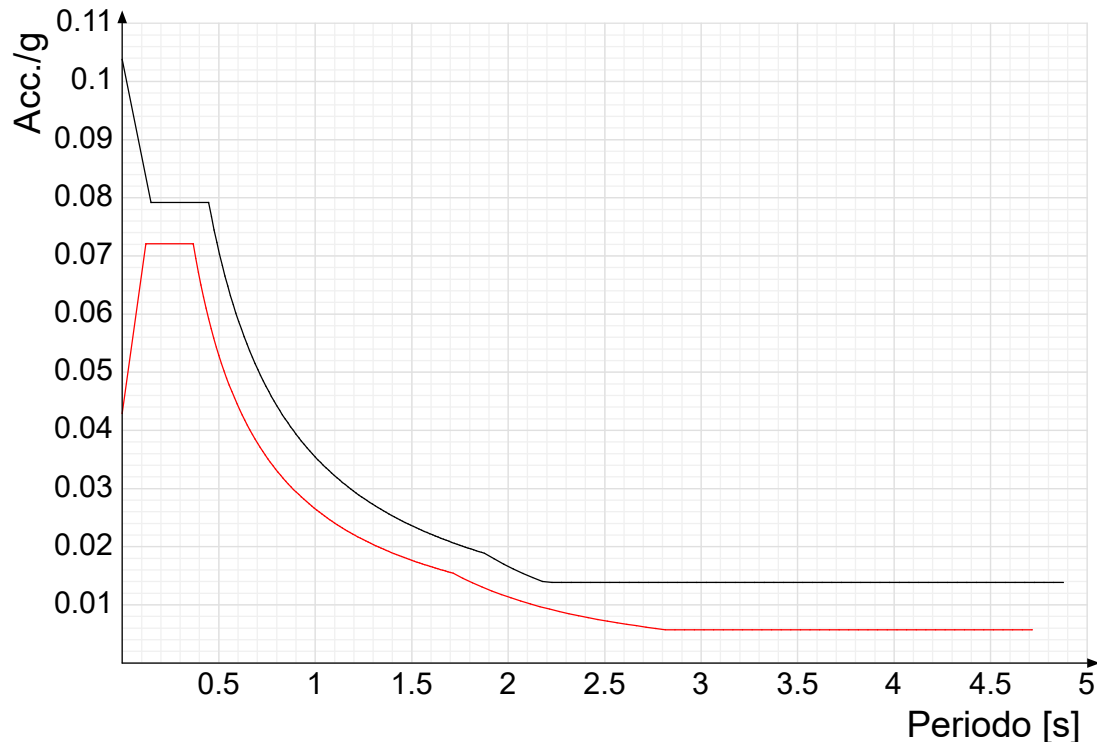
Confronti spettri SLV-SLD

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD §3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV §3.2.3.5 (di colore nero).



<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD §3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



2.4 CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE

Le analisi strutturali sono state condotte mediante analisi dinamica lineare considerando la tipologia strutturale in classe di duttilità bassa, regolare in pianta e regolare in elevazione. Pertanto il fattore di comportamento in condizioni SLD risulta pari a 1.5 e in condizioni SLV risulta pari a 3,3. L'azione sismica verticale non è stata presa in considerazione in quanto l'accelerazione a_g risulta inferiore a 0,15 g, il tutto conformemente al paragrafo 3.2.3.1 delle NTC 2018.

Si precisa che il fattore di comportamento è stato imposto considerando una struttura a telaio, trascurando completamente la connessione della parete muraria e la muratura stessa. Questo in quanto la muratura esistente risulta scarica e, avendo una nuova struttura a telaio a se stante, è stata considerata come semplice tamponamento. La connessione con la parete stessa è stata fatta per rispettare le "regole del buon costruire".

Per questo motivo, e considerando che si tratta di una semplice struttura ad un piano fuori terra in bassa zona sismica, è stata considerata la stessa regolare sia in elevazione sia in pianta.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

La categoria del suolo utilizzata è di tipo C mentre la categoria topografica è di tipo T1. Sono stati valutati n. 6 modi di vibrare e i risultati hanno portato a una massa totale in x di circa il 99,7 % mentre in y di circa 60,9%. Il primo periodo associato alla massa in y del 60,9 % risulta pari a 0,012 secondi, mentre quello in x associato alla massa del 99,7 % risulta pari a 0,022 secondi. Di seguito si riportano i risultati dell'analisi modale effettuata.

Risposta modale

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.998123

Traslazione Y: 0.998838

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.999126

Rotazione Y: 0.985688

Rotazione Z: 0.997114

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.022161711	0.997728839	0.000328172	0	0.000313414	0.981420525	0.280358964	0.997728839	0.000328172
2	0.012715163	0.000160923	0.6089189	0	0.732247473	0.000160128	0.422750346	0.000160923	0.6089189
3	0.010513695	0.000001155	0.008827129	0	0.006475703	0.000901981	0.004796605	0.000001155	0.008827129
4	0.009370056	0.000156619	0.061372945	0	0.042459094	0.003173308	0.010088904	0.000156619	0.061372945
5	0.008884449	0.000062219	0.235153949	0	0.158857813	0.000032154	0.20233857	0.000062219	0.235153949
6	0.008270522	0.000013317	0.084236457	0	0.058772103	0.00000009	0.076780587	0.000013317	0.084236457

In fase di modellazione, dovendo modellare un edificio a ridosso di altri corpi di fabbrica, sono stati considerati dei vincoli di piano al fine di considerare l'interazione con muri ed edificio ad esso aderente. Per questo motivo i periodi dei modi di vibrare risultano notevolmente bassi.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p>RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p>STRUTTURE</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

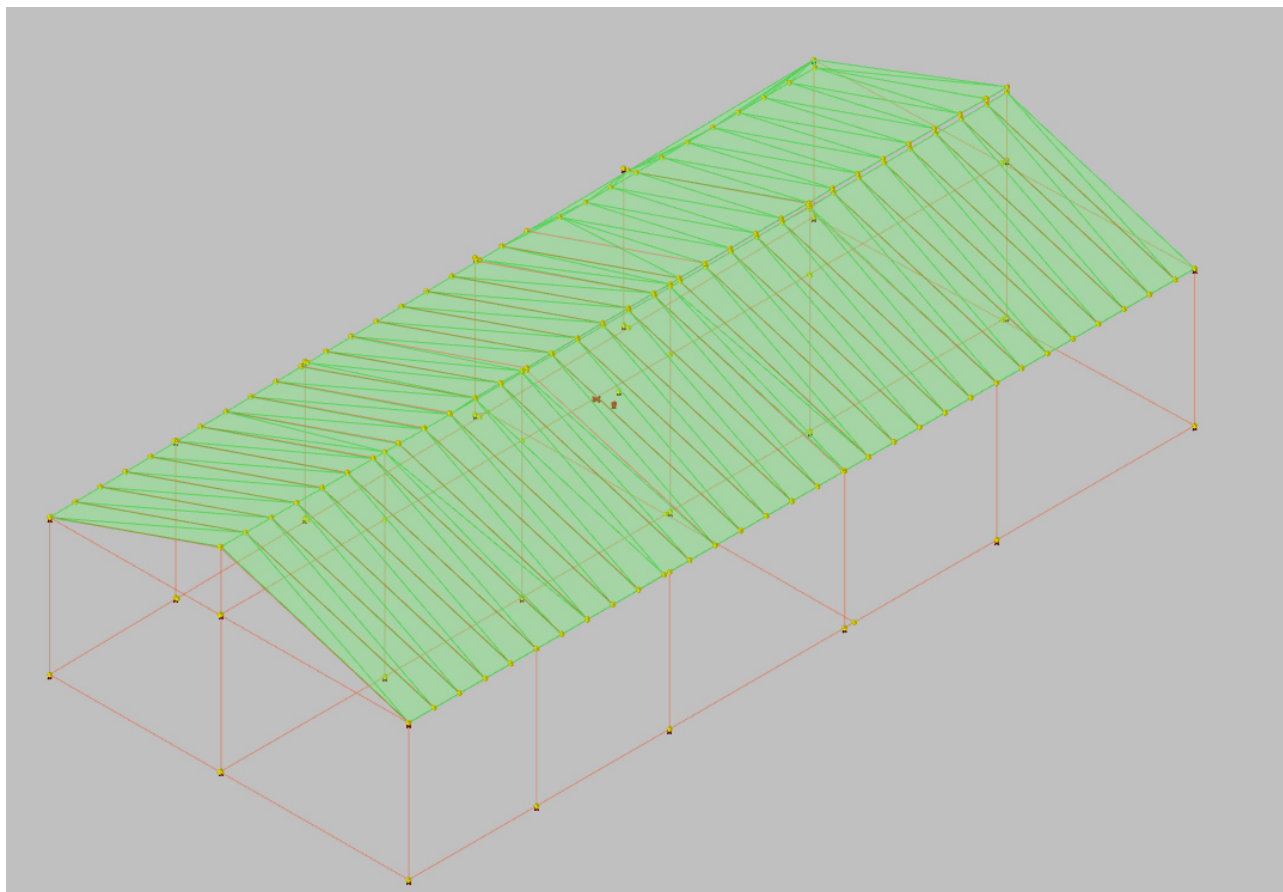


Figura 2 Modello – Vista 3D

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

2.5 DESCRIZIONE DEI RISULTATI DELLE CALCOLAZIONI

I risultati di calcolo riportati nella relazione principale estrapolata dal programma di calcolo ha fornito sollecitazioni, deformazioni e spostamenti dei singoli elementi. E' stato quindi possibile verificare i singoli elementi maggiormente sollecitati secondo le normative vigenti.

Per quanto riguarda i risultati ottenuti dal programma di calcolo in termini di quantitativo di armatura rispetto a quanto riportato nelle tavole esecutive si precisa che, ai fini di una questione di praticità di gestione del cantiere, si è ritenuto idoneo adattare il quantitativo di armatura alle geometrie individuate per travi e pilastri. Il tutto garantendo ovviamente le verifiche dei singoli elementi soddisfatte.

Di seguito si riportano sinteticamente le principali immagini del programma relative al modello, alle deformate, ai modi di vibrare, alle sollecitazioni principali.

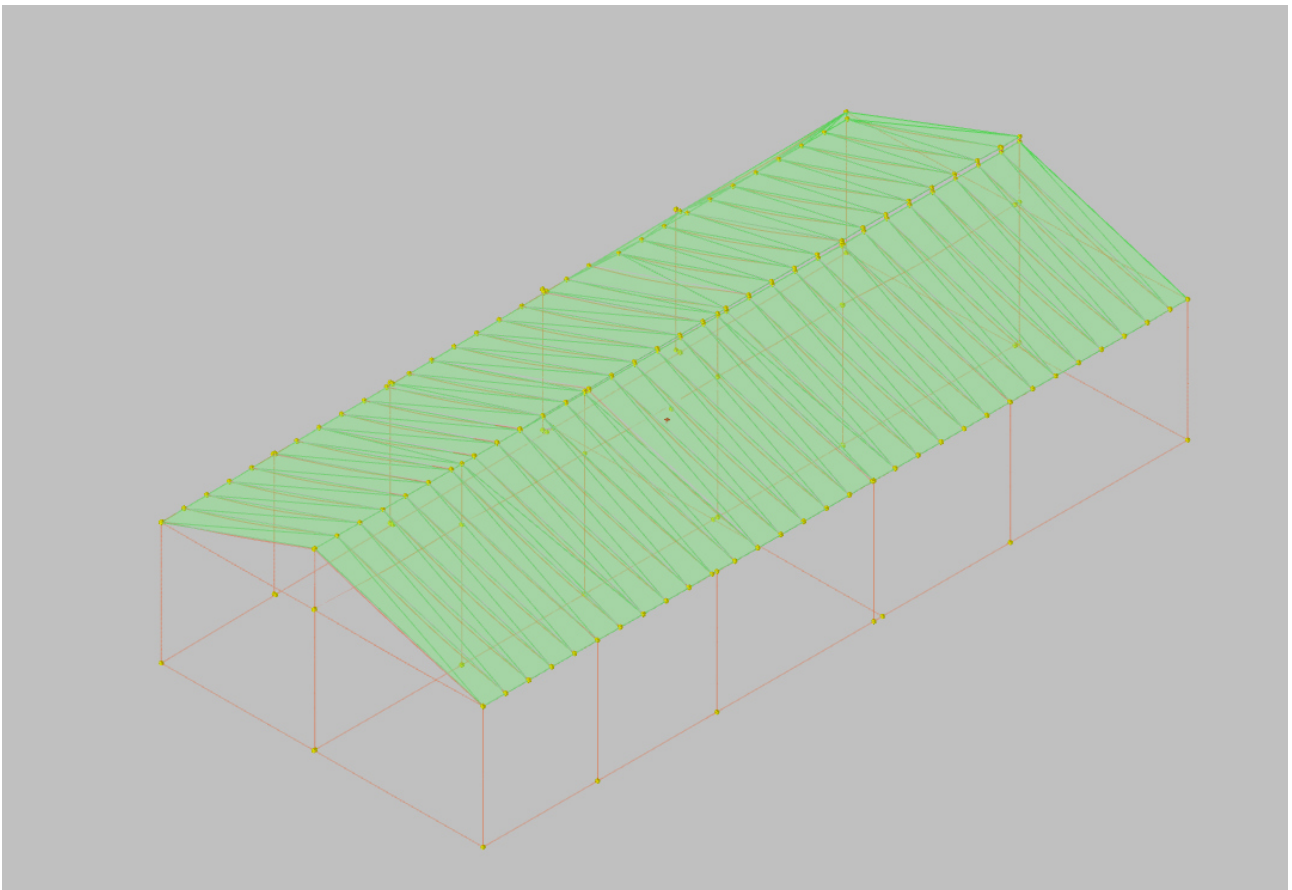


Figura 3 Spostamenti SLU – Vista 3D

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

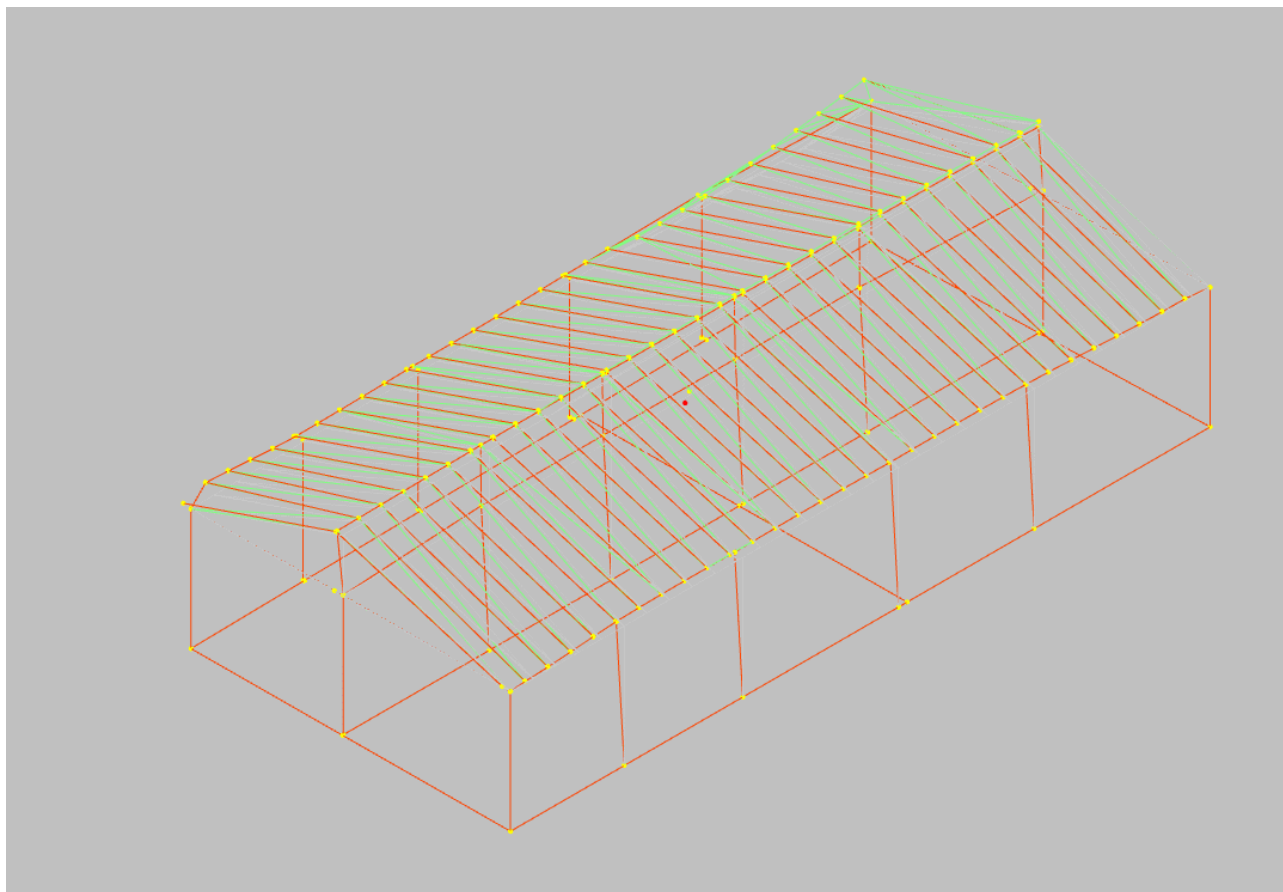


Figura 4 Spostamenti 1° modo di Vibrare - Vista 3D

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

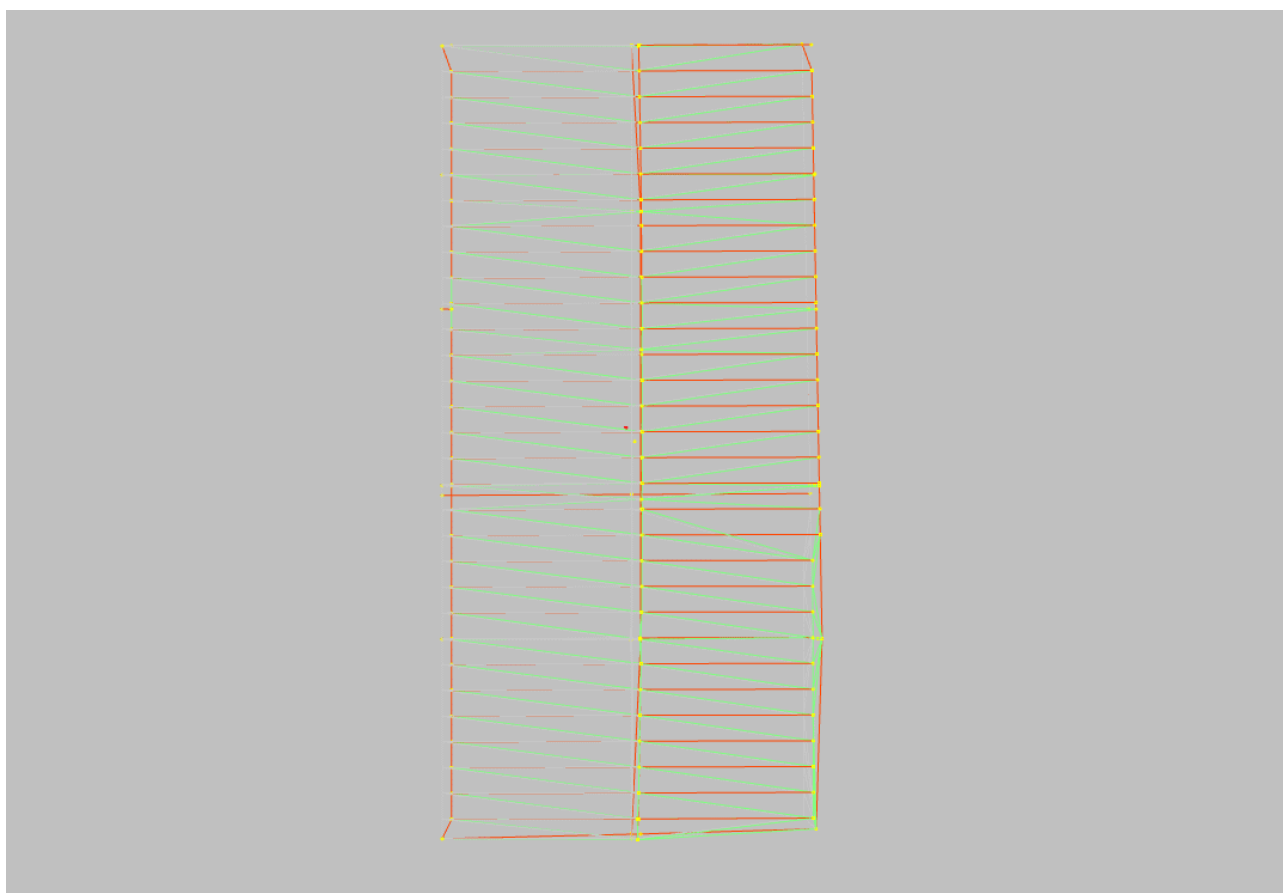


Figura 5 Spostamenti 1° Modo di vibrare - Vista in pianta

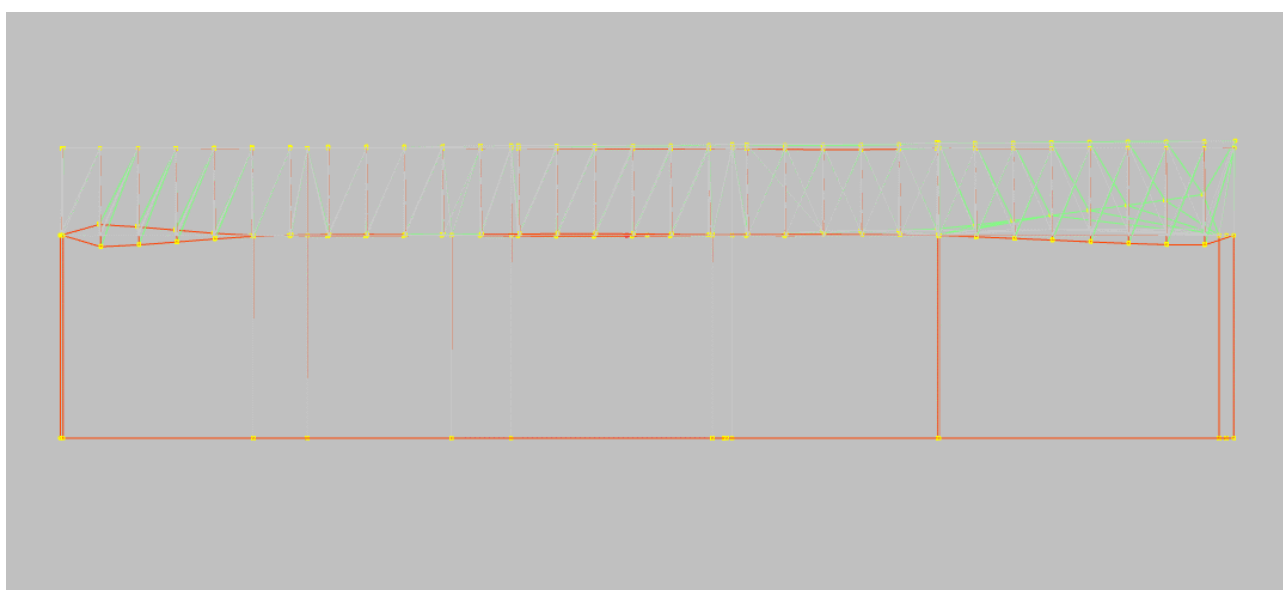


Figura 6 Spostamenti 1° Modo di Vibrare - Vista laterale

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p>RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p>STRUTTURE</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

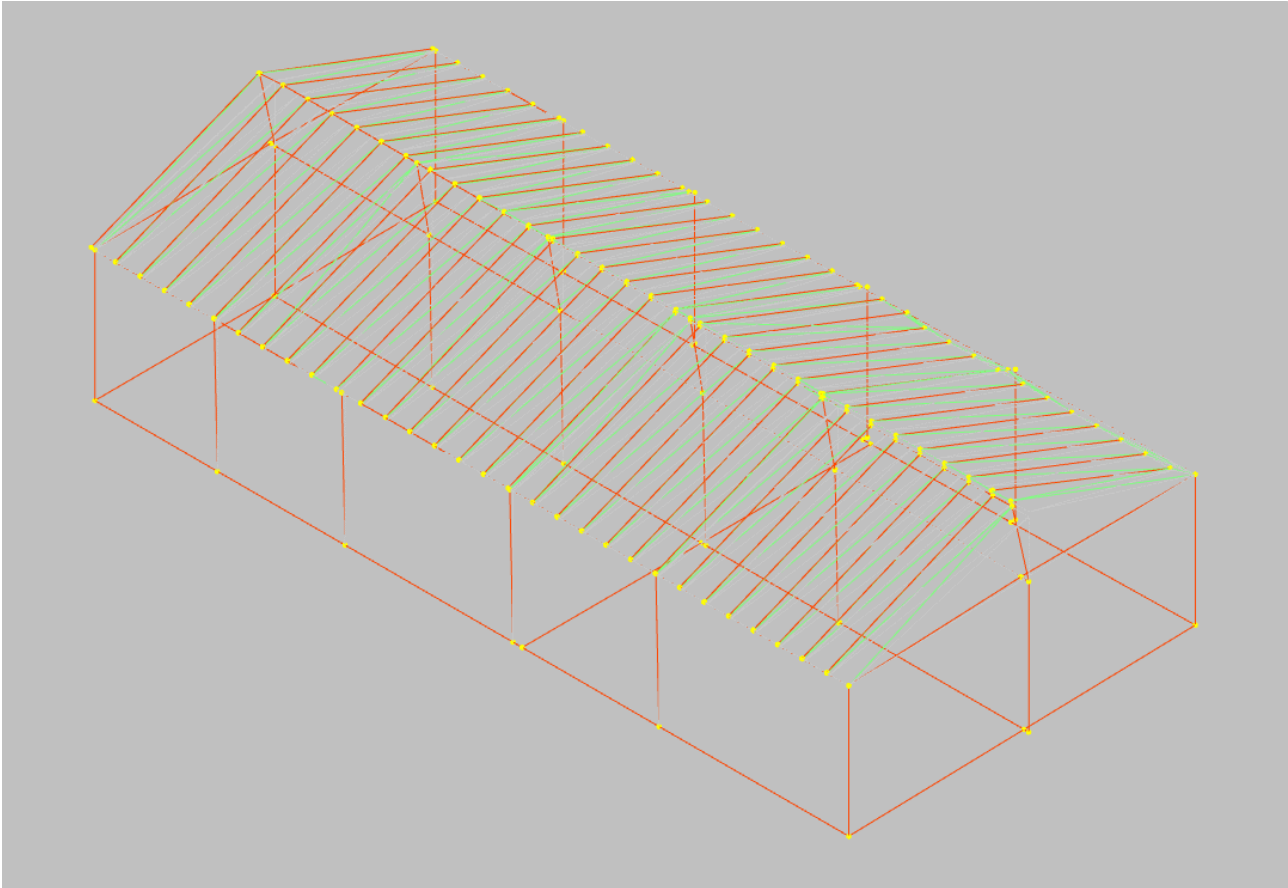


Figura 7 Spostamenti 2° Modo di Vibrare - Vista 3D

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

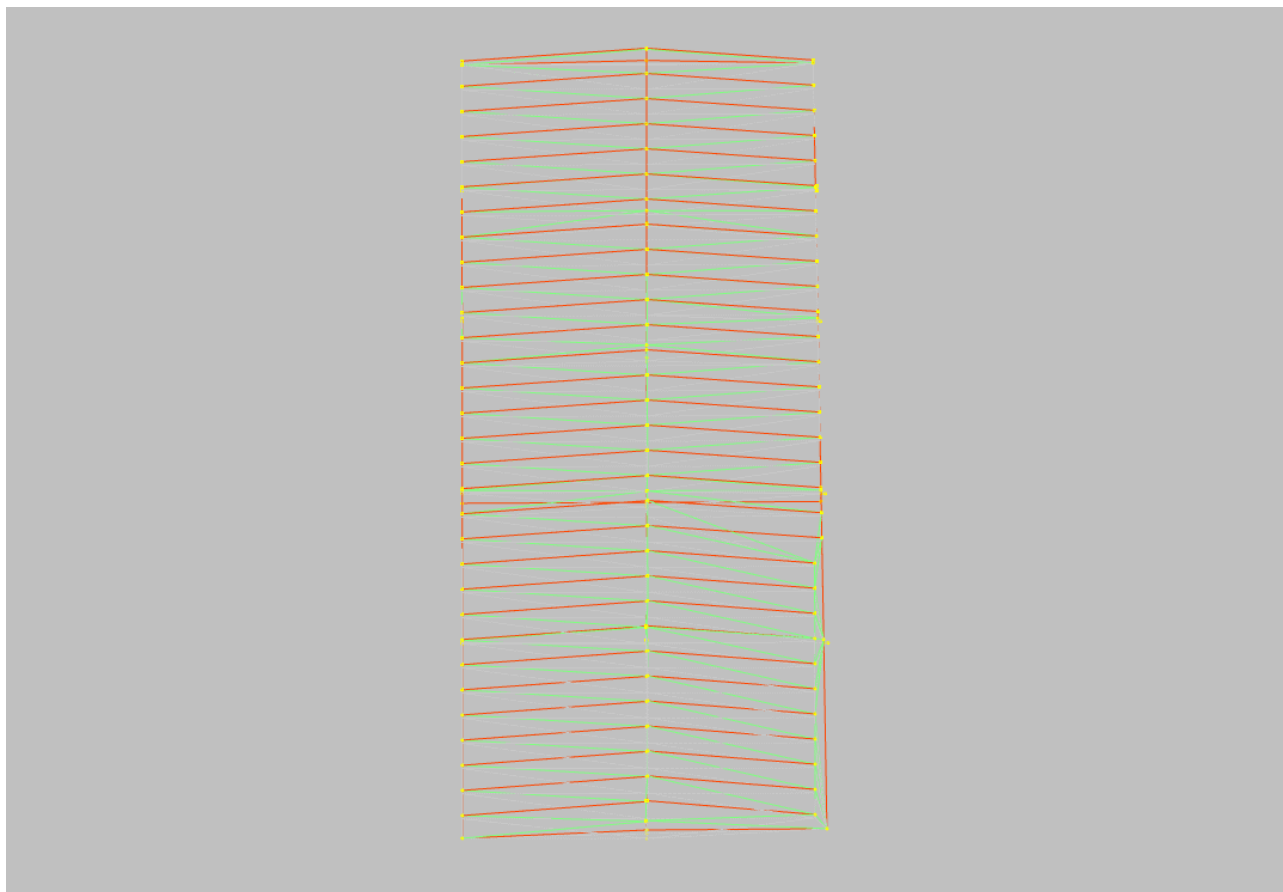


Figura 8 Spostamenti 2° Modo di Vibrare - Vista in Pianta

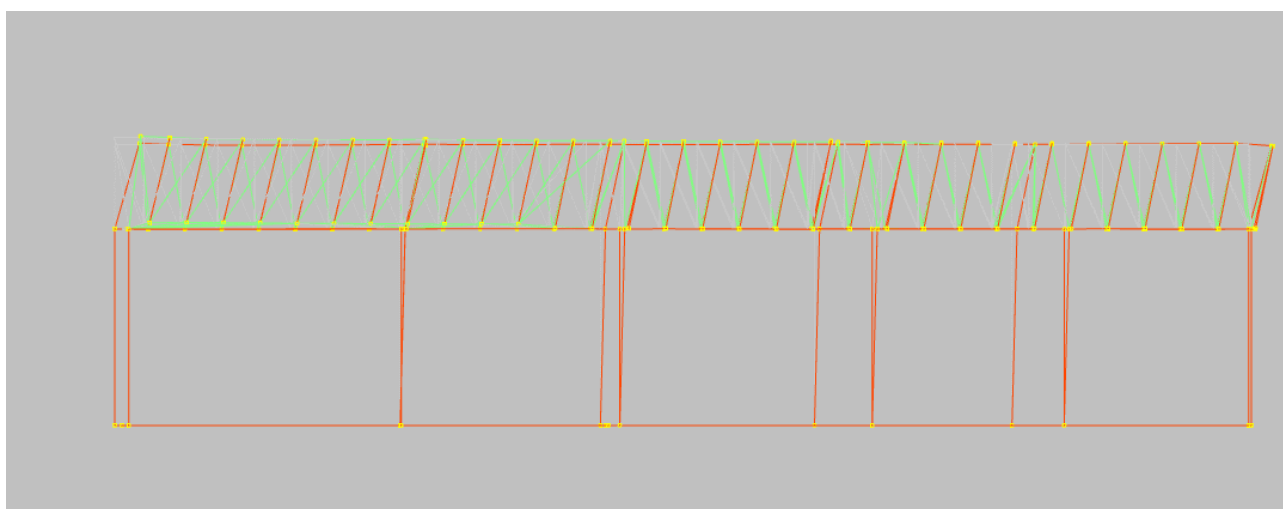


Figura 9 Spostamenti 2° Modo di Vibrare - Vista laterale

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

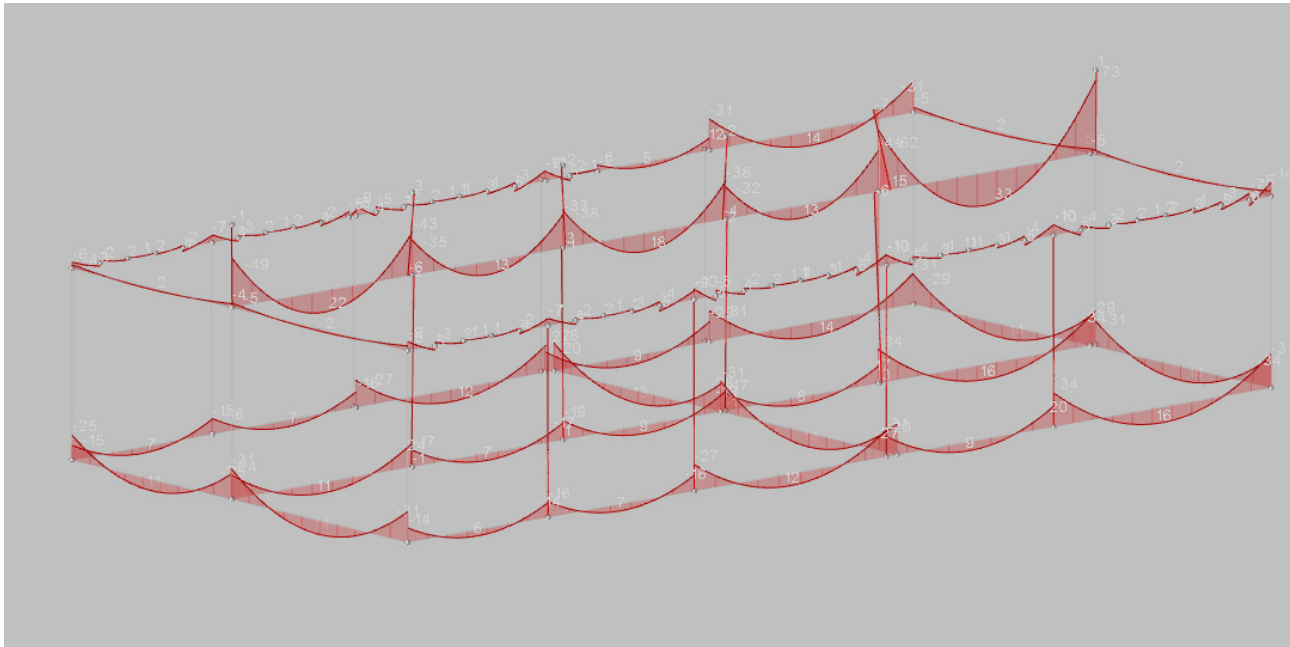


Figura 10 Sollecitazioni aste M3 in SLU quasi permanente – Vista in 3D

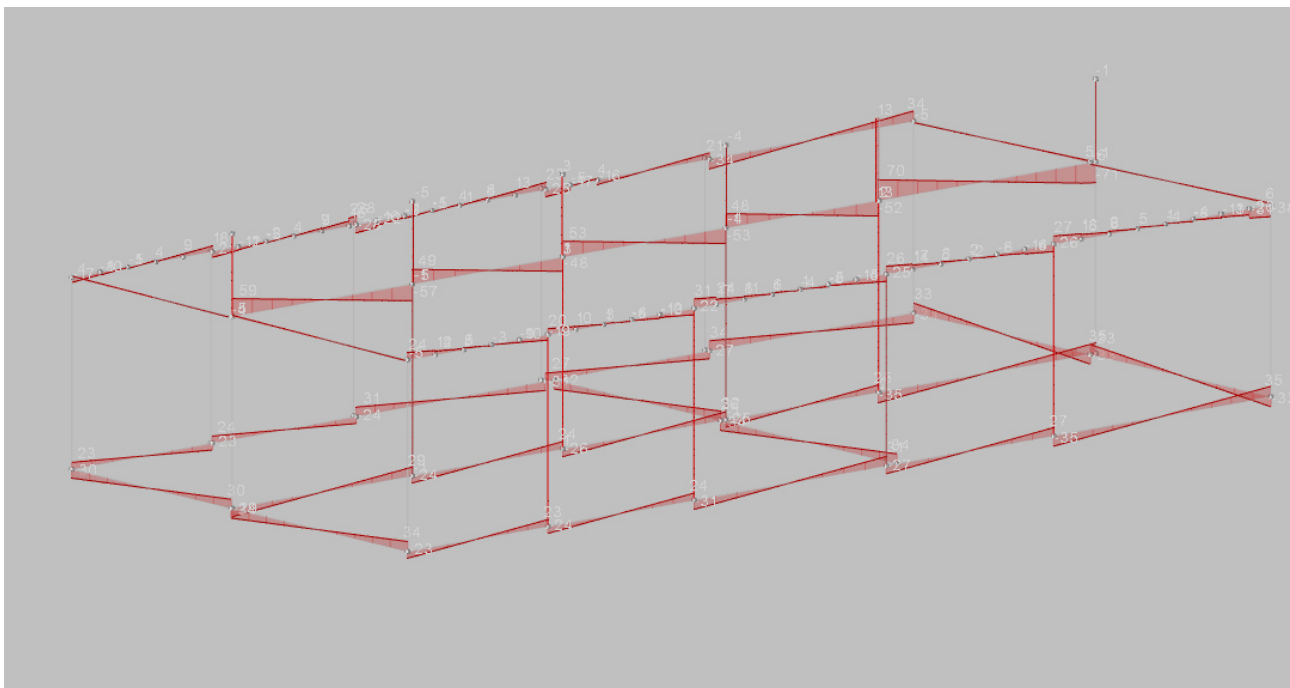


Figura 11 Sollecitazioni aste F2 (N) in SLU quasi permanente – Vista 3D

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

2.6 ORIGINI E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Descrizione del programma Sismicad

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili.

Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli:

- un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore;
- il solutore agli elementi finiti;
- un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.20

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 19, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.20

Identificatore licenza: SW-7136120

Intestatario della licenza: GIORGI ING. GIULIANO - VIA LEVATA, 14 - STRADELLA (PV)

Versione regolarmente licenziata

Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse.

I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidità finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente.

Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura.

Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità:

- travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione;
- le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito;
- le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati;
- le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale;
- i plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale;
- i pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti;
- i plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidezza elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidità alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale;
- la deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio;
- i disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali;
- alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche;
- alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento;
- il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

Verifiche delle membrature in acciaio

Le verifiche delle membrature in acciaio (solo per utenti Sismicad acciaio) possono essere condotte secondo CNR 10011 (stato limite o tensioni ammissibili), CNR 10022, D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o Eurocodice 3.

Sono previste verifiche di resistenza e di instabilità.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

2.7 VERIFICHE DISTANZA TRA COSTRUZIONI CONTIGUE

Le norme tecniche per le costruzioni NTC2018 forniscono precise indicazioni sulla **distanza reciproca** da assicurare fra due costruzioni contigue. Tale distanza deve essere maggiore o uguale alla somma degli **spostamenti orizzontali massimi** di ciascuna costruzione, calcolati in combinazione sismica allo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita) eseguendo un'analisi modale con spettro di risposta oppure un'analisi statica non lineare (pushover).

Nello specifico la palestra risulta realizzata in prossimità del corpo B: le colonne verticali in acciaio risultano distanti circa cm 65 dalle colonne del corpo B, quest'ultima avente altezza di circa m 7,00 dal piano fondazionale alla sommità della finitura della copertura.

La distanza minima che deve essere rispettata nel caso di nuove costruzioni contigue è data da:

$$D_{min} = \frac{h_p}{100} \cdot 2 \frac{a_g}{g} \cdot S$$

D_{min} = distanza minima reciproca fra due punti che si fronteggiano di due costruzioni adiacenti

h_p = quota dei punti che si fronteggiano misurata dallo spiccato della fondazione o dalla sommità della fondazione scatolare rigida (in caso di piano interrato):

a_g/g = accelerazione di picco al suolo allo SLV, espressa in funzione di g (g = accelerazione di gravità);

S = coefficiente di amplificazione che tiene conto dell'amplificazione topografica e stratigrafica ($S = S_s \cdot S_T$)

$$H/100 \times 2a_g/g \times S = 700/100 \times 2 \times 0,0692 \times 1,5 = 1,45 \text{ cm}$$

Massimo spostamento del blocco A da modello circa cm 2 da moltiplicare per il fattore di struttura di comportamento pari a 1,5.

Per quanto riguarda gli spostamenti massimi del corpo B gli stessi risultano trascurabili, pertanto, la dimensione del giunto risulterà pari a $1,45 + 2 \times 1,5 = 4,45 \text{ cm} \llll$ di cm 65 di giunto attuale.

Si precisa che le colonne dei due corpi di fabbrica risultano notevolmente distanti tra loro, e le problematiche dovute al martellamento risultano ovviate. Nello specifico però è importante sottolineare il fatto che le travi di copertura del Corpo A proseguiranno a sbalzo rispetto all'ultima capriata, fino ad arrivare al di sopra del tamponamento a timpano del Corpo B.

Nello specifico la palestra Corpo C risulta realizzata in aderenza al corpo B (vedasi pilastro n.18), il tutto nonostante si siano dimensionate con modelli differenti le singole unità in quanto aventi comportamenti del tutto differenti. Come precisato le modellazioni hanno tenuto conto dei tali aderenze mediante vincoli applicati.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

2.8 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

Vedasi documenti allegati.

Allegato A - Verifica geotecnica

Azioni agenti	
N1 [kN]	202,0
Peso proprio fondazione [kN]	37,5

Nz_tot [kN]	239,5
-------------	-------

Caratteristiche geometriche fondazione	
B [m]	1,0
L [m]	3,0
H [m]	0,5
D [m]	1,0
B' [m]	1,0
L' [m]	3,0
ey [m]	0,0
ex [m]	0,0

Coefficienti di capacità portante		
Contributo stabilizzante	Nq	20,55
Contributo attritivo	Ny	25,86
Contributo coesivo	Nc	32,45
	kp	3,12

Fattori correttivi		
Fattori di forma	sq	1,20
Fattori di forma	sc	1,21
Fattori di forma	sy	0,87

	K	1,00
Fattori di profondità	dq	1,29
Fattori di profondità	dy	1
Fattori di profondità	dc	1,30

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

	m	1,75
Fattori di inclinazione del carico	iq	1,00
Fattori di inclinazione del carico	ic	1,00
Fattori di inclinazione del carico	iy	2,00

<i>m</i>	1,75
<i>fi</i>	31
<i>sen (fi)</i>	0,51
<i>tg (fi)</i>	0,6
<i>cotg(fi)</i>	1,66
<i>arctg (D/B')</i>	45,00

Inclinazione del carico in condizioni sismiche		
Fattori di inclinazione del carico	iq	2,00
Fattori di inclinazione del carico	iy	1,00
Fattori di inclinazione del piano di posa	gq	1
Fattori di inclinazione del piano di posa	gc	1
Fattori di inclinazione del piano di posa	gy	1

Fattori di inclinazione del piano campagna	bq	1
Fattori di inclinazione del piano campagna	bc	1
Fattori di inclinazione del piano campagna	by	1

Fattori inerziali sisma	zq	0,73
Fattori inerziali sisma	zc	1,01
Fattori inerziali sisma	zy	0,73

Parametri meccanici terreno di fondazione		
<i>c'</i> [kN/m ²]	0	oppure 0
ϕ °	31	
<i>Df</i> [m] (profondità della falda)	7	
γ' T1 [kN/m ³]	4,11	
γ' T2 [kN/m ³]	3,82	
γ' T3[kN/m ³]	4,50	
<i>a</i> 1 [m]	6	
<i>q</i> 1 [kN/m ²]	3,93	
γ _H2O	9,80	

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

<i>Verifica in condizioni drenate (falda a PC)</i>					
	coefficienti				
Nq	1,12		20,55		23,05
Ny	1,26		25,86		32,52
Nc	1,59		32,45		51,56
<i>Calcolo della capacità portante qlim</i>					
	kN/m2		kg/m2	kg/cm2	qlim
contributo attritivo	107,73	1	10773,19	1,08	1,08
contributo coesivo	0	1	0	0	0
contributo stabilizzante	848,21	1	14035,52	1,40	1,40

Verifica di capacità portante	
Qed [kg/cm2]	0,80
Qrd = qlim / gamma R [kg/cm2]	3,24
CS = Qrd/Qed	4,05

Verificato!

Verifica di scorrimento		γR
Hed [kN]		
Hrd [kN]	130,64	1,1
CS = Hrd/Hed		Verificato!

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Allegato B - Verifica trave di fondazione

Calcolo delle sollecitazioni

N1 [kN]	180
N2 [kN]	244
N3 [kN]	202
L1 [m]	4,24
L2 [m]	3,96
P1 [kN/m]	84,90
P2 [kN/m]	59,51
P3 [kN/m]	102,02

q2 [kN/m]	29,75
q3 [kN/m]	80,76

Mb [kN]	44,57		
Mbc [kN]	-33,43		
Mc [kN]	44,57	105,5453	max
Mcd [kN]	-79,15		
Md [kN]	105,54		

Tb - [kN]	0
Tb + [kN]	77,46
Tc - [kN]	126,16
Tc + [kN]	159,91
Td - [kN]	159,91
Td + [kN]	0

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Allegato B - Verifica trave di fondazione

VERIFICA TRAVE DI FONDAZIONE						
Caratteristiche dei materiali:						
cls:			acciaio:			
R_{ck}	30,0	[N/mm ²]	B 450 C			
f_{ck}	24,9	[N/mm ²]	f_{yk}	450	[N/mm ²]	
f_{cd}	14,1	[N/mm ²]	f_{yd}	391	[N/mm ²]	
f_{ctm}	2,6	[N/mm ²]	E_s	206000	[N/mm ²]	
f_{ctk}	1,8	[N/mm ²]	ϵ_{sy}	1,90	%	
f_{ctd}	1,2	[N/mm ²]	ϵ_{su}	10,00	%	
f_{bk}	4,0	[N/mm ²]				
E_c	31220	[N/mm ²]				
ϵ_{cy}	2,00	%				
ϵ_{cu}	3,50	%				
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>						
Caratteristiche della sezione:						
Geometriche			Armatura			
				compr.	teso	
b	1000	[mm]	n	8	8	
h	500	[mm]	ϕ	16	16	[mm]
c	50	[mm]	n	0	0	
d	450	[mm]	ϕ	12	12	[mm]
			A'_s, A_s	1608	1608	[mm ²]
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>						
Verifica dei limiti di armatura prescritti dalla norma [d.m. 17 gennaio 2018]						
Armatura longitudinale:		limite minimo	665,11	[mmq]		
		limite massimo	20000,00	[mmq]		VERIFICATO
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>						
Determinazione del campo di rottura						
x	58,3	[mm]				
$\xi = x/d$	0,130		Campo 2			
ϵ_c	1,49	%				
ϵ'_s	0,21	%	Acciaio lembo compresso non snervato			
ϵ_s	10,00	%	Acciaio lembo teso snervato			

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	---	--------------------------------------

σ'_s	44	[N/mm ²]		
σ_s	391	[N/mm ²]		
•				
Verifica a flessione				
M_{sd}	105,54	[kNm]		
M_{rd}	266,68	[kNm]	$M_{rd} > M_{sd}$	VERIFICATO
Armatura a taglio				
ϕ_w	10	[mm]	ϕ_w	8 [mm]
A_{sw}	314	[mm ²]	A_{sw}	0 [mm ²]
s	150	[mm]	s	150 [mm]
n bracci	4		n bracci	0
Sollecitazione tagliante				
V_{sd}	159,91	[kN]		
Verifica resistenza a taglio della sezione senza armatura				
k	1,667		v_{min}	0,376
ρ_l	0,004		σ_{cp}	0,000
V_{rd}	186,51	[kN]		Armatura minima
Verifica resistenza a taglio mediante apposita armatura				
V_{rsd}	331,92	[kN]		
V_{rod}	1428,64	[kN]		
V_{rd}	518,43	[kN]		VERIFICATO
Verifica dei limiti di armatura prescritti dalla norma [d.m. 17 gennaio 2018]				
armatura trasversale:	limite minimo	1500	[mm ² /m]	VERIFICATO
	s_{max}	330	[mm]	VERIFICATO

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

2.9 QUALITA' E DOSATURA DEI MATERIALI

(ai sensi dell'art. 4 della Legge 5.11.1971, n. 1086 e dell'art.64 del D.P.R. 06.06.2001 n.380)

Nella esecuzione delle opere strutturali in cemento armato normale, di cui all'oggetto, è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

- f) Calcestruzzo a prestazione garantita secondo EN 206-1/2006:
- Classe di resistenza a compressione: C25/30 ($R_{ck_{28gg}} > 30$ MPa)
 - Classe di esposizione: XC2
 - Diametro massimo aggregati: 30 mm
 - Classe di consistenza: S4/S5
- g) Armatura metallica in acciaio, costituita da barre ad aderenza migliorata B450C (DM 17/01/2018):
- Tensione caratteristica di snervamento: $f_{y_nom} = 450$ MPa
 - Tensioni di rottura: $f_{t_nom} = 540$ MPa
- h) Legno Massiccio (tipo abete)

Circa le prescrizioni esecutive si richiamano le disposizioni di cui alle norme tecniche vigenti emanate dal Ministero delle Infrastrutture.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

3. CORPO C

3.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'intervento edilizio riguarda la realizzazione di una serie di interventi strutturali in corrispondenza dell'ex caserma dei pompieri, successivamente denominato Corpo C.

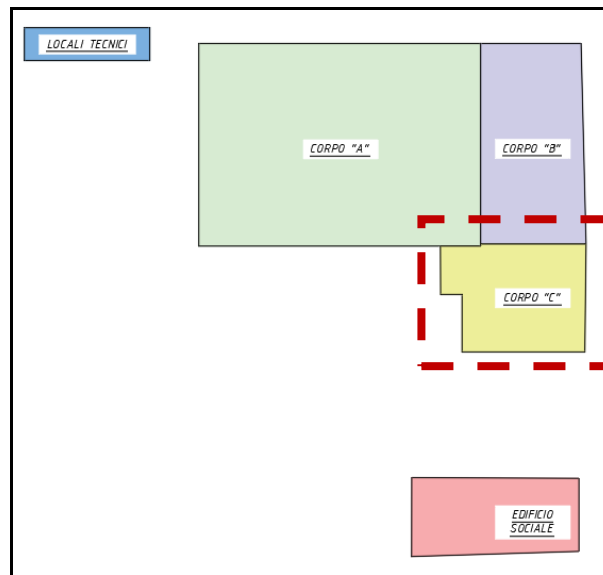


Figura 3 Localizzazione intervento

L'intervento prevede la demolizione della copertura lignea, del solaio interpiano e dei pilastri in muratura esistenti notevolmente ammalorati. Inoltre si prevede la demolizione e il rifacimento del solaio di copertura in corrispondenza dell'ingresso principale.

Internamente si prevede il consolidamento delle fondazioni, al momento inesistenti, mediante realizzazione di trave continua collegata alle murature perimetrali, la realizzazione di nuovi montanti verticali in acciaio a supporto di una struttura a telaio a quota primo orizzontamento e avente funzione di irrigidimento perimetrale, effetto scatolare e riduzione della luce di libera inflessione delle pareti esistenti. Il nuovo solaio di ingresso è previsto in latero-cemento, mentre internamente, a supporto di alcuni impianti, si prevede la realizzazione di una copertura avente travi principali e secondarie con sovrastante lamiera grecata.

In copertura si prevede il rifacimento delle falde con struttura lignea e realizzazione di cordolatura perimetrale mediante installazione di piatto metallico sommitale reso solidale alla muratura.

Al fine di migliorare e ripristinare localmente delle lesioni delle murature si prevedono, solamente in una zona limitata della muratura, un rinforzo mediante rete in fibra naturale tipo geosteel grid 400 della Kerakoll o similari.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

L'opera è situata nel comune di Pavia in vicolo San Dalmazio. La destinazione d'uso di progetto è quella di una palestra ad uso pubblico. Nello specifico è prevista una classe d'uso II.

Il corpo C ha forma irregolare inscrivibile in un rettangolo avente lati di circa m 17 x 13, l'altezza esterna in corrispondenza del colmo misura circa m 10,30, mentre l'altezza esterna di gronda misura circa m 7,00. La struttura è composta da pilastri e travi in calcestruzzo acciaio e pareti portanti in muratura di mattoni pieni. La struttura si sviluppa per un piano fuori terra. La copertura è del tipo a falde inclinate con struttura in legno, la trave principali sono previste disassate rispetto al colmo, e sorrette dai pilastri in acciaio.

3.2 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO

Con riferimento ai tipi di costruzione descritti nella tabella 2.4.1 delle NTC, l'opera oggetto di analisi è definibile come "opera ordinaria", pertanto la sua vita nominale è pari a 50 anni ($V_n \geq 50$ anni).

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Per quanto riguarda le conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche, la costruzione oggetto di analisi può essere definita come appartenente alla classe d'uso II.

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso 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 in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie 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. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Il coefficiente d'uso, C_U , pertanto risulta essere pari a 1,00.

<i>Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_U</i>				
CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0

Il periodo di riferimento, V_R , quindi, diventa:

$$V_R = V_N C_U = 50 \times 1,0 = 50 \text{ anni.}$$

3.3 ANALISI DEI CARICHI

3.3.1 Peso proprio degli elementi strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali è valutato automaticamente dal programma di calcolo note le caratteristiche della sezione, considerando un peso specifico del calcestruzzo armato pari a 25,00 kN/m³ e dell'acciaio pari a 78,50 kN/m³.

3.3.2 Carichi in copertura

- $G_1 = 0,5 \text{ kN/mq}$
- $G_2 = 0,8 \text{ kN/mq}$
- $Q_n = 1,2 \text{ kN/mq}$

3.3.3 Carichi solaio ingresso

- $G_2 = 3,0 \text{ kN/m}$
- $Q_k = 0,5 \text{ kN/m}$

In fase di modellazione, ai fini di ottenere risultati sensati, in copertura non sono stati modellati i singoli travetti, ma sono stati applicati carichi concentrati derivanti dalla copertura stessa, precisamente le travi principali scaricano quanto segue:

Sui pilastri centrali:

- $G_1 = 16,32 \text{ kN/mq}$
- $G_2 = 25,92 \text{ kN/mq}$
- $Q_n = 39,20 \text{ kN/mq}$

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

Sulle murature perimetrali:

- $G1 = 8,16 \text{ kN/mq}$
- $G2 = 12,96 \text{ kN/mq}$
- $Qn = 19,60 \text{ kN/mq}$

I carichi lineari dovuti a copertura e gronde risultano:

Sul perimetro:

- $G1 = 1,25 \text{ kN/m}$
- $G2 = 2,00 \text{ kN/m}$
- $Qn = 3,00 \text{ kN/m}$

Sui tratti inclinati dovuti alle gronde risultano:

- $G1 = 0,25 \text{ kN/m}$
- $G2 = 0,40 \text{ kN/m}$
- $Qn = 0,60 \text{ kN/m}$

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

3.3.4 Azione della neve

DETERMINAZIONE DEL CARICO NEVE			
Determinazione del carico neve sulla copertura			
Zona:	I - Mediterranea	$a_s =$	77 [m s.l.m]
	$a_s < 200$	$a_s > 200$	
q_{sk}	1,50	-	[kN/m ²]

Tabella 3.4.I – Valori di C_E per diverse classi di topografia			
Topografia	Descrizione		C_E
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.		1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti		1,1
C_e	1,0	coefficiente d'esposizione	
C_t	1,0	coefficiente termico	
α	0 [°]	angolo di inclinazione della copertura	
μ_1	0,80	coefficiente di forma per le coperture	
q_s	1,20 [kN/m ²]		

3.3.5 Azione sismica

Analisi

Normativa

D.M. 17-01-18 (N.T.C.)

Tipo di costruzione

2 - Costruzioni con livelli di prestazioni

ordinari

Vn

50

Classe d'uso

II

Vr

50

Tipo di analisi

Lineare dinamica

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Considera sisma Z	Solo se $Ag \geq 0.15$ g, conformemente a §3.2.3.1	
Località	Pavia; Latitudine ED50 45,1854° (45° 11' 7"); Longitudine ED50 9,1625° (9° 9' 45"); Altitudine s.l.m. 78,45 m.	
Categoria del suolo	C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti	
Categoria topografica	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
Ss orizzontale SLD	1.5	
Tb orizzontale SLD	0.123	[s]
Tc orizzontale SLD	0.368	[s]
Td orizzontale SLD	1.714	[s]
Ss orizzontale SLV	1.5	
Tb orizzontale SLV	0.149	[s]
Tc orizzontale SLV	0.447	[s]
Td orizzontale SLV	1.877	[s]
St	1	
PVr SLD (%)	63	
Tr SLD	50	
Ag/g SLD	0.0286	
Fo SLD	2.52	
Tc* SLD	0.209	[s]
PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	475	
Ag/g SLV	0.0692	
Fo SLV	2.517	
Tc* SLV	0.28	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	CD"B"	
Rotazione del sisma	0	[deg]

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Quota dello '0' sismico	0	[m]
Regolarità in pianta	No	
Regolarità in elevazione	No	
Edificio muratura	Si	
Tipologia muratura	Costruzioni di muratura ordinaria	
au/a1 muratura	au/a1=(1.0+1.7)/2	
Edificio esistente	Si	
Altezza costruzione	10	[m]
T1,x	0.0644	[s]
T1,y	0.09869	[s]
λ SLD,x	0.85	
λ SLD,y	0.85	
λ SLV,x	0.85	
λ SLV,y	0.85	
Limite spostamenti interpiano SLD	0.002	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	2.25	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	2.25	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale		

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

pali trivellati, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15
Percentuale di adeguamento (%)	100
Parametro percentuale di adeguamento	Tr
Esegui verifiche in combinazioni SLD secondo Circolare 7	Si

3.4 CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE

Le analisi strutturali sono state condotte mediante analisi dinamica considerando la tipologia strutturale in classe di duttilità bassa, non regolare sia in pianta sia in elevazione. La tipologia strutturale considerata e prevalente risulta essere in muratura di tipo ordinaria. Pertanto il fattore di comportamento in condizioni SLD risulta pari a 1.5 e in condizioni SLV risulta pari a 2,25. L'azione sismica verticale non è stata presa in considerazione in quanto l'accelerazione a_g risulta inferiore a 0,15 g, il tutto conformemente al paragrafo 3.2.3.1 delle NTC 2018.

La categoria del suolo utilizzata è di tipo C mentre la categoria topografica è di tipo T1. Sono stati valutati n. 6 modi di vibrare e i risultati hanno portato a una massa totale di circa il 100% sia in direzione X sia in direzione Y.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Risposta modale

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 0.999939

Traslazione Y: 0.999683

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 0.998435

Rotazione Y: 0.991272

Rotazione Z: 0.999943

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.098685018	0.323775059	0.362949087	0	0.343512423	0.30724684	0.225394515	0.323775059	0.362949087
2	0.064398939	0.635378058	0.313473329	0	0.303585801	0.612251022	0.746560399	0.635378058	0.313473329
3	0.038940775	0.033927755	0.307270149	0	0.326037909	0.035661079	0.021265443	0.033927755	0.307270149
4	0.018808694	0.006563063	0.000081236	0	0.001204004	0.031529159	0.004764362	0.006563063	0.000081236
5	0.017581706	0.000268353	0.015755086	0	0.02408021	0.00062876	0.001826585	0.000268353	0.015755086
6	0.010825131	0.000027089	0.000153864	0	0.000014696	0.00395465	0.000131304	0.000027089	0.000153864

In fase di modellazione, a favore di sicurezza, essendo l'edificio a ridosso di altri corpi di fabbrica, non sono stati considerati dei vincoli di piano al fine di considerare l'interazione con muri ed edificio ad esso aderente.

Sempre a favore di sicurezza, non stati considerati gli irrigidimenti in fibra locali in quanto considerati in una limitata porzione muraria e per il ripristino di una piccola lesione esistente.

Le murature portanti sono state modellate come aste, lo stesso per quanto riguarda gli impalcati in acciaio.

Le murature esistenti sono state considerate con un fattore di confidenza pari a LC2, le stesse risultano in mattoni pieni e in buono stato di conservazione.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

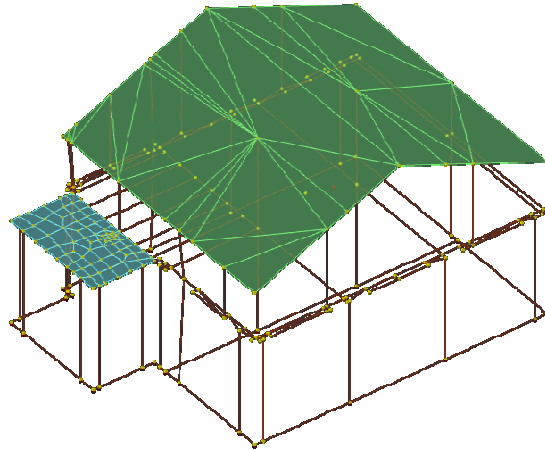


Figura 2 Modello – Vista 3D

3.5 DESCRIZIONE DEI RISULTATI DELLE CALCOLAZIONI

I risultati di calcolo riportati nella relazione principale estrapolata dal programma di calcolo ha fornito sollecitazioni, deformazioni e spostamenti dei singoli elementi. E' stato quindi possibile verificare i singoli elementi maggiormente sollecitati secondo le normative vigenti. Di seguito si riportano sinteticamente le principali immagini del programma relative al modello, alle deformate, ai modi di vibrare, alle sollecitazioni principali.

Per quanto riguarda i meccanismi di collasso locale dei maschi murari mediante analisi cinematica lineare, si precisa che sono stati considerati solamente i principali ribaltamenti fuori piano dei singoli maschi.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

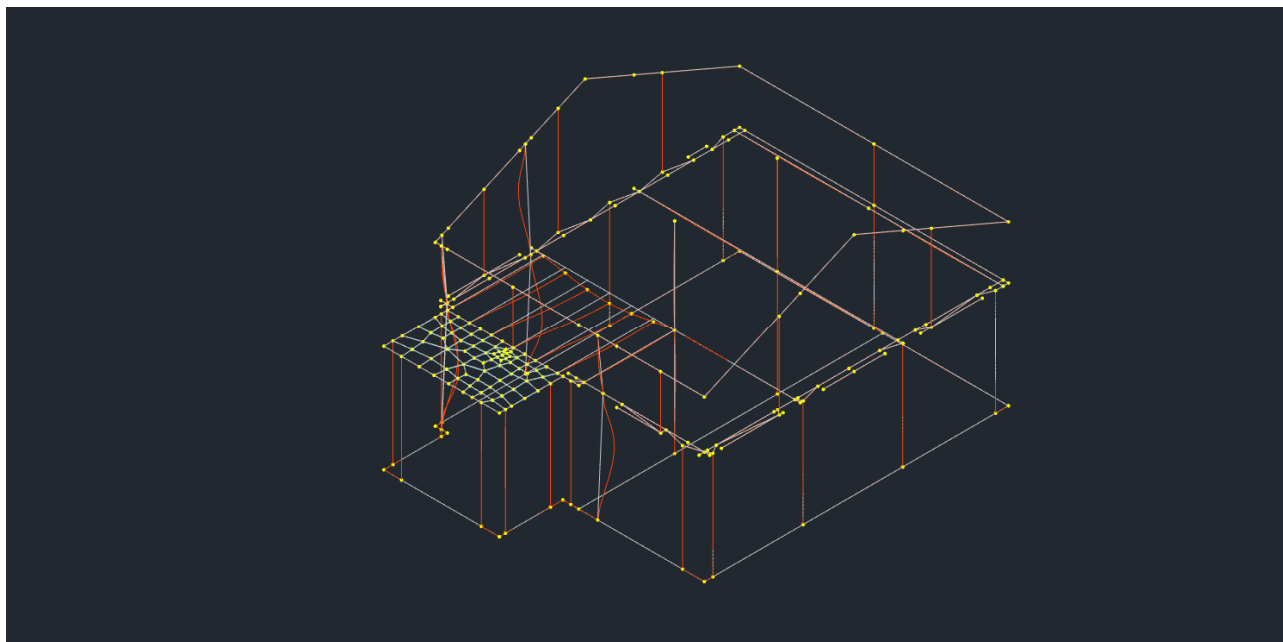


Figura 3 Spostamenti SLU – Vista 3D

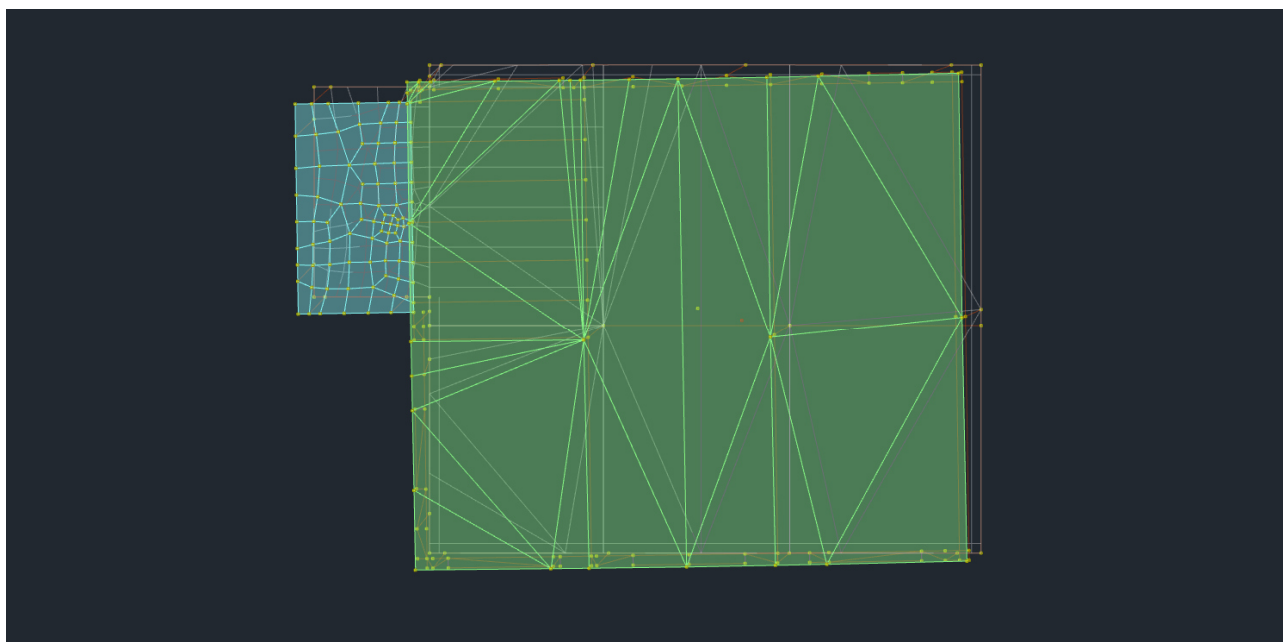


Figura 4 - 2° Modo di vibrare - Vista in pianta

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">STRUTTURE</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

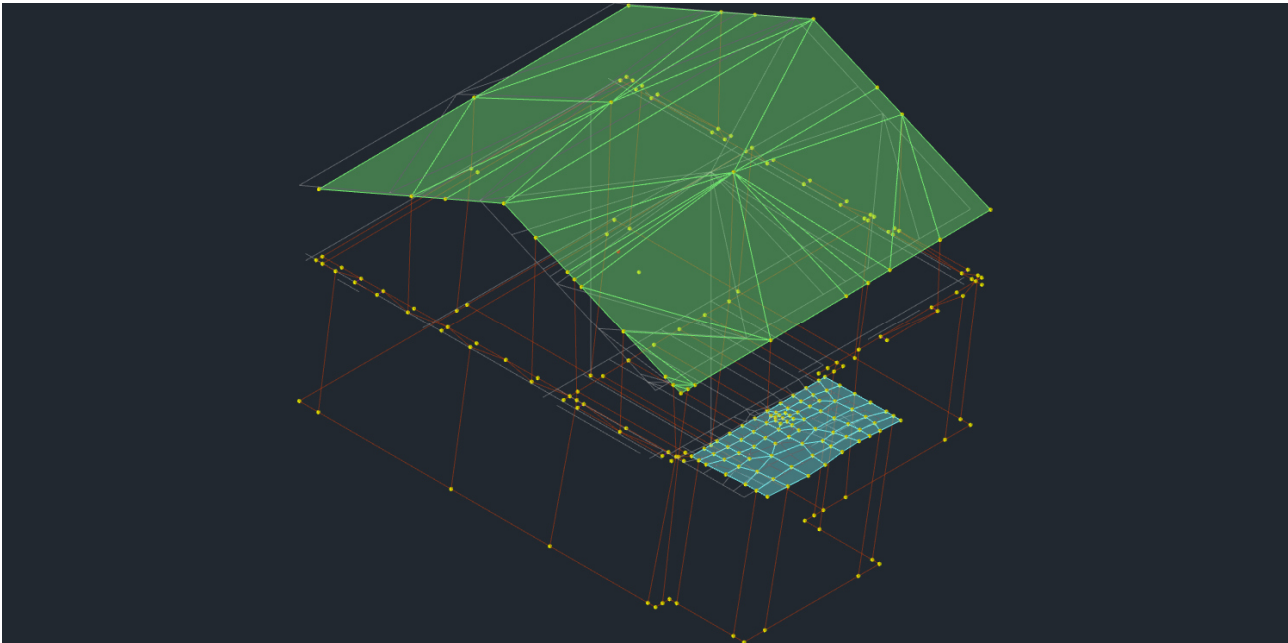


Figura 5 - 2° Modo di vibrare - Vista 3D

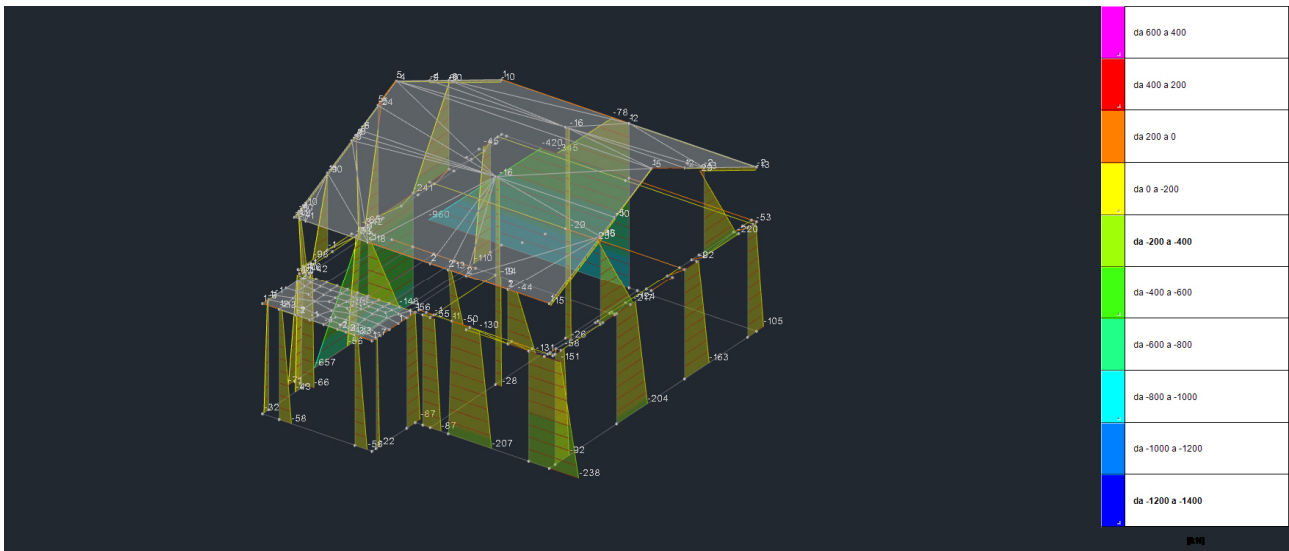


Figura 10 Sollecitazioni aste F1 in SLU quasi permanente – Vista in 3D

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

3.6 ORIGINI E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Descrizione del programma Sismicad

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili.

Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli:

- un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore;
- il solutore agli elementi finiti;
- un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.20

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 19, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.20

Identificatore licenza: SW-7136120

Intestatario della licenza: GIORGI ING. GIULIANO - VIA LEVATA, 14 - STRADELLA (PV)

Versione regolarmente licenziata

Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse.

I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidità finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente.

Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura.

Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità:

- travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione;
- le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito;
- le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati;
- le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale;
- i plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale;
- i pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti;
- i plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidezza elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidità alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale;
- la deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio;
- i disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali;
- alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche;
- alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento;
- il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

Verifiche delle membrature in acciaio

Le verifiche delle membrature in acciaio (solo per utenti Sismicad acciaio) possono essere condotte secondo CNR 10011 (stato limite o tensioni ammissibili), CNR 10022, D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o Eurocodice 3.

Sono previste verifiche di resistenza e di instabilità.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

3.7 VERIFICHE DISTANZA TRA COSTRUZIONI CONTIGUE

Le norme tecniche per le costruzioni NTC2018 forniscono precise indicazioni sulla **distanza reciproca** da assicurare fra due costruzioni contigue. Tale distanza deve essere maggiore o uguale alla somma degli **spostamenti orizzontali massimi** di ciascuna costruzione, calcolati in combinazione sismica allo SLV (Stato Limite di Salvaguardia della Vita) eseguendo un'analisi modale con spettro di risposta oppure un'analisi statica non lineare (pushover).

Nello specifico il corpo C risulta realizzata in aderenza al corpo B (vedasi pil. 18), il tutto nonostante si siano dimensionate con modelli differenti le singole unità in quanto aventi comportamenti del tutto differenti. Come precisato le modellazioni hanno tenuto conto dei tali aderenze mediante vincoli applicati.

Diversamente da quanto sopra, il corpo C risulta realizzato in una limitata porzione in prossimità del corpo A: in tal caso le colonne verticali in acciaio risultano distanti circa cm 22 dalla muratura del corpo C, quest'ultima avente altezza di circa m 11,00 dal piano fondazionale alla sommità della finitura della copertura.

La distanza minima che deve essere rispettata nel caso di nuove costruzioni contigue è data da:

$$D_{min} = \frac{h_p}{100} \cdot 2 \frac{a_g}{g} \cdot S$$

D_{min} = distanza minima reciproca fra due punti che si fronteggiano di due costruzioni adiacenti

h_p = quota dei punti che si fronteggiano misurata dallo spiccato della fondazione o dalla sommità della fondazione scatolare rigida (in caso di piano interrato):

a_g/g = accelerazione di picco al suolo allo SLV, espressa in funzione di g (g = accelerazione di gravità);

S = coefficiente di amplificazione che tiene conto dell'amplificazione topografica e stratigrafica ($S = S_s \cdot S_T$)

$$H/100 \times 2a_g/g \times S = 1100/100 \times 2 \times 0,0692 \times 1,5 = 2,28 \text{ cm}$$

Massimo spostamento del blocco C da modello circa cm 1,5 da moltiplicare per il fattore di struttura di comportamento pari a 2,517.

Per quanto riguarda gli spostamenti massimi del corpo A da modello risulta pari a 2 cm da moltiplicare per il fattore di struttura di comportamento pari a 1,5, pertanto la dimensione minima del giunto risulterà pari a $1,5 \times 2,517 + 2 \times 1,5 = 6,77 \text{ cm} \ll$ di cm 22 di giunto.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

3.8 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

Vedasi documenti allegati.

Allegato A - Verifica geotecnica

Azioni agenti	
Azione assiale [kN]	345,0
Peso proprio fondazione [kN]	15,0

Nz_tot [kN]	360,0
-------------	-------

Caratteristiche geometriche fondazione	
B [m]	0,6
L [m]	1,0
H [m]	0,5
D [m]	1,0
B' [m]	1,0
L' [m]	1,0
ey [m]	0,0
ex [m]	0,0

Coefficients di capacità portante		
Contributo stabilizzante	Nq	20,55
Contributo attritivo	Ny	25,86
Contributo coesivo	Nc	32,45
	kp	3,12

Fattori correttivi		
Fattori di forma	sq	1,36
Fattori di forma	sc	1,38
Fattori di forma	sy	0,76

	K	45,00
Fattori di profondità	dq	13,97
Fattori di profondità	dy	1
Fattori di profondità	dc	14,63

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	---	--------------------------------------

	m	1,63
Fattori di inclinazione del carico	iq	1,00
Fattori di inclinazione del carico	ic	1,00
Fattori di inclinazione del carico	iy	2,00

m	1,63
fi	31
sen (fi)	0,51
tg (fi)	0,6
cotg(fi)	1,66
arctg (D/B')	45,00

Inclinazione del carico in condizioni sismiche		
Fattori di inclinazione del carico	iq	2,00
Fattori di inclinazione del carico	iy	1,00
Fattori di inclinazione del piano di posa	gq	1
Fattori di inclinazione del piano di posa	gc	1
Fattori di inclinazione del piano di posa	gy	1

Fattori di inclinazione del piano campagna	bq	1
Fattori di inclinazione del piano campagna	bc	1
Fattori di inclinazione del piano campagna	by	1

Fattori inerziali sisma	zq	0,73
Fattori inerziali sisma	zc	1,01
Fattori inerziali sisma	zy	0,73

Parametri meccanici terreno di fondazione		
c' [kN/m2]	0	
φ °	31	
Df [m] (profondità della falda)	7	
γ'T1 [kN/m3]	4,11	
γ'T2 [kN/m3]	3,82	
γ'T3[kN/m3]	4,50	
a1 [m]	6	
q1 [kN/m2]	3,93	
γ_H2O	9,80	

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

<i>Verifica in condizioni drenate (falda a PC)</i>			
	coefficienti		
Nq	13,78	20,55	283,20
Nγ	1,10	25,86	38,52
Nc	20,33	32,45	659,71
<i>Calcolo della capacità portante qlim</i>			
	<i>kN/m2</i>	<i>kg/m2</i>	<i>qlim [kg/cm²]</i>
contributo attritivo	49,71	4970,71	0,50
contributo coesivo	0	0	0
contributo stabilizzante	21190,71	2119034,9	211,90

Verifica di capacità portante	
Qed [kg/cm2]	6,00
Qrd = qlim / gamma R [kg/cm2]	55,41
CS = Qrd/Qed	9,23

Verificato!

Verifica di scorrimento		γR
Hed [kN]	Trascurabile	
Hrd [kN]	196,36	1,1
CS = Hrd/Hed		Verificato!

Allegato B - Verifica trave di fondazione

Calcolo delle sollecitazioni

Per il calcolo delle sollecitazioni si considera lo schema di trave continua. La sollecitazione si ottiene dalla media delle azioni gravanti sulla trave. Per la determinazione del momento sollecitante si considera lo schema statico a mensola.

N1 [kN]	161
N2 [kN]	345
N3 [kN]	279
L1 [m]	4,15
L2 [m]	4,66
Carico medio [kN/m]	91,88
q [kN/m]	153,14
M [kNm]	27,56
V [kN]	91,88

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

VERIFICA TRAVE					
Caratteristiche dei materiali:					
cls:			acciaio:		
R _{ck}	30,0	[N/mm ²]	B 450 C		
f _{ck}	24,9	[N/mm ²]	f _{yk}	450	[N/mm ²]
f _{cd}	14,1	[N/mm ²]	f _{yd}	391	[N/mm ²]
f _{ctm}	2,6	[N/mm ²]	E _s	206000	[N/mm ²]
f _{ctk}	1,8	[N/mm ²]	ε _{sy}	1,90	%o
f _{ctd}	1,2	[N/mm ²]	ε _{su}	10,00	%o
f _{bk}	4,0	[N/mm ²]			
E _c	31220	[N/mm ²]			
ε _{cy}	2,00	%o			
ε _{cu}	3,50	%o			

Caratteristiche della sezione:					
Geometriche		Armatura			
			compr.	teso	
b	600	[mm]	n	5	5
h	500	[mm]	φ	16	16 [mm]
c	30	[mm]	n	0	0
d	470	[mm]	φ	12	12 [mm]
			A' _s , A _s	1005	1005 [mm ²]

Verifica dei limiti di armatura prescritti dalla norma [d.m. 17 gennaio 2018]					
Armatura longitudinale:		limite minimo	416,80	[mmq]	
		limite massimo	12000,00	[mmq]	VERIFICATO

Determinazione del campo di rottura					
x	50,6	[mm]			
ξ = x/d	0,108		Campo 2		
ε _c	1,21	%o			
ε' _s	0,49	%o	Acciaio lembo compresso non snervato		
ε _s	10,00	%o	Acciaio lembo teso snervato		
σ' _s	101	[N/mm ²]			
σ _s	391	[N/mm ²]			

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

. <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> Verifica a flessione			
M_{sd}	27,56	[kNm]	
M_{rd}	175,93	[kNm]	$M_{rd} > M_{sd}$ VERIFICATO
. <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> Armatura a taglio			
ϕ_w	10	[mm]	ϕ_w 8 [mm]
A_{sw}	157	[mm ²]	A_{sw} 0 [mm ²]
s	200	[mm]	s 150 [mm]
n bracci	2		n bracci 0
. <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> Sollecitazione tagliante			
V_{sd}	91,88	[kN]	
. <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> Verifica resistenza a taglio della sezione senza armatura			
k	1,652		U_{min} 0,371
ρ_l	0,004		σ_{cp} 0,000
V_{rd}	115,77	[kN]	Armatura minima
. <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> Verifica resistenza a taglio mediante apposita armatura			
V_{rsd}	130,00	[kN]	
V_{rcd}	895,28	[kN]	
V_{rd}	245,77	[kN]	VERIFICATO
.			

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

3.9 QUALITA' E DOSATURA DEI MATERIALI

(ai sensi dell'art. 4 della Legge 5.11.1971, n. 1086 e dell'art.64 del D.P.R. 06.06.2001 n.380)

Nella esecuzione delle opere strutturali in cemento armato normale, di cui all'oggetto, è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

- i) Calcestruzzo a prestazione garantita secondo EN 206-1/2006:
 - Classe di resistenza a compressione: C25/30 ($R_{ck28gg} > 30$ MPa)
 - Classe di esposizione: XC2
 - Diametro massimo aggregati: 30 mm
 - Classe di consistenza: S4/S5

- j) Armatura metallica in acciaio, costituita da barre ad aderenza migliorata B450C (DM 17/01/2018):
 - Tensione caratteristica di snervamento: $f_{y_nom} = 450$ MPa
 - Tensioni di rottura: $f_{t_nom} = 540$ MPa

- k) Legno Massiccio (tipo abete)

- l) Acciaio da carpenteria metallica tipo S235J0

- m) Bulloneria in classe 10.9

- n) Fibre di rinforzo in FRCM tipo Kerakoll Geosteel grid 400.

Circa le prescrizioni esecutive si richiamano le disposizioni di cui alle norme tecniche vigenti emanate dal Ministero delle Infrastrutture.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center"><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p align="center"><u>STRUTTURE</u></p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	---

4. LOCALI TECNICI

4.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

L'intervento edilizio riguarda la realizzazione di un nuovo edificio denominato Locali tecnici. L'opera è situata nel comune di Pavia in vicolo San Dalmazio.

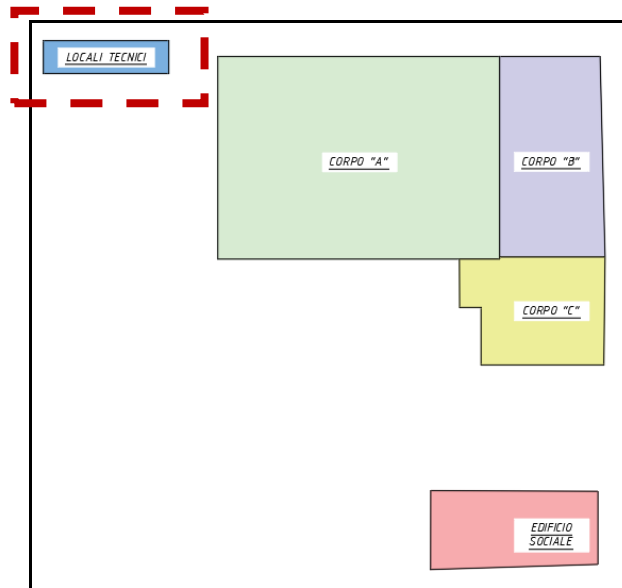


Figura 4 Localizzazione intervento

Il locale tecnico ha forma rettangolare avente lati di circa 11,30 m x 3,85 m, l'altezza esterna in copertura misura m 3,28. La struttura è caratterizzata da una platea avente dimensioni maggiori rispetto al fabbricato in quanto dovrà ospitare un macchinario esterno, precisamente risulta rettangolare con lati di m 14,70x4,25. Le strutture portanti in elevazione sono previste in murature portanti tipo Poroton P800 spessore cm 30, altezza interna di m 3,00, cordoli perimetrali in spessore di solaio dim. Bxh 30x28 e solaio in lastre predalle 5+18+5 per un totale di 28 cm.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

4.2 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO, PERIODO DI RIFERIMENTO

Con riferimento ai tipi di costruzione descritti nella tabella 2.4.1 delle NTC, l'opera oggetto di analisi è definibile come "opera ordinaria", pertanto la sua vita nominale è pari a 50 anni ($V_n \geq 50$ anni).

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Per quanto riguarda le conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche, la costruzione oggetto di analisi può essere definita come appartenente alla classe d'uso II.

<i>Classe I:</i> Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i> Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i> 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. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il coefficiente d'uso, C_U , pertanto risulta essere pari a 1,00.

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

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

Il periodo di riferimento, V_R , quindi, diventa:

$$V_R = V_N C_U = 50 \times 1,0 = 50 \text{ anni.}$$

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

4.3 ANALISI DEI CARICHI

4.3.1 Peso proprio degli elementi strutturali

Il peso proprio degli elementi strutturali è valutato automaticamente dal programma di calcolo note le caratteristiche della sezione, considerando un peso specifico del calcestruzzo armato pari a 25,00 kN/m³ e dell'acciaio pari a 78,50 kN/m³.

4.3.2 Carichi in copertura

- G1 = 3,50 kN/m
- G2 = 4,50 kN/m
- Qn = 1,30 kN/m

4.3.3 Azione della neve

DETERMINAZIONE DEL CARICO NEVE			
Determinazione del carico neve sulla copertura			
Zona:	I - Mediterranea	$a_s =$	77 [m s.l.m.]
	$a_s < 200$	$a_s > 200$	
Q_{sk}	1,50	-	[kN/m ²]
Tabella 3.4.I – Valori di C_E per diverse classi di topografia			
Topografia	Descrizione		C_E
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.		1,0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del circostante terreno o circondata da costruzioni o alberi più alti		1,1
C_e	1,0	coefficiente d'esposizione	
C_t	1,0	coefficiente termico	
α	0 [°]	angolo di inclinazione della copertura	
μ_1	0,80	coefficiente di forma per le coperture	
Q_s	1,20	[kN/m ²]	Si considera 1,30 kN/m ² a favore di sicurezza

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

4.3.4 Azione sismica

Normativa	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)
Tipo di costruzione ordinari	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni
Vn	50
Classe d'uso	II
Vr	50
Tipo di analisi	Lineare dinamica
Considera sisma Z §3.2.3.1	Solo se $Ag \geq 0.15$ g, conformemente a
Località 7"); Longitudine ED50	Pavia; Latitudine ED50 45,1854° (45° 11' 9,1625° (9° 9' 45")); Altitudine s.l.m. 78,45
Categoria del suolo mediamente addensati o terreni	C - Depositi di terreni a grana grossa a grana fina mediamente consistenti
Categoria topografica isolati con	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi inclinazione media $i \leq 15^\circ$
Ss orizzontale SLD	1.5
Tb orizzontale SLD	0.123 [s]
Tc orizzontale SLD	0.368 [s]
Td orizzontale SLD	1.714 [s]
Ss orizzontale SLV	1.5
Tb orizzontale SLV	0.149 [s]
Tc orizzontale SLV	0.447 [s]
Td orizzontale SLV	1.877 [s]
St	1
PVr SLD (%)	63
Tr SLD	50
Ag/g SLD	0.0286
Fo SLD	2.52
Tc* SLD	0.209 [s]

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

PVr SLV (%)	10	
Tr SLV	475	
Ag/g SLV	0.0692	
Fo SLV	2.517	
Tc* SLV	0.28	[s]
Smorzamento viscoso (%)	5	
Classe di duttilità	CD"B"	
Rotazione del sisma	0	[deg]
Quota dello '0' sismico	0	[m]
Regolarità in pianta	Si	
Regolarità in elevazione	Si	
Edificio muratura	Si	
Tipologia muratura	Costruzioni di muratura ordinaria	
$q_0=1.75 \cdot a_u/a_1$		
au/a1 muratura	$a_u/a_1=1.7$	
Edificio esistente	No	
Altezza costruzione	3.26	[m]
T1,x	0.03147	[s]
T1,y	0.04021	[s]
λ SLD,x	1	
λ SLD,y	1	
λ SLV,x	1	
λ SLV,y	1	
Limite spostamenti interpiano SLD	0.002	
Fattore di comportamento per sisma SLD X	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLD Y	1.5	
Fattore di comportamento per sisma SLV X	2.98	
Fattore di comportamento per sisma SLV Y	2.98	
Coefficiente di sicurezza per carico limite (fondazioni superficiali)	2.3	
Coefficiente di sicurezza per scorrimento (fondazioni superficiali)	1.1	
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, punta	1.15	

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali infissi, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale pali trivellati, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, punta	1.35
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale compressione	1.15
Coefficiente di sicurezza portanza verticale micropali, laterale trazione	1.25
Coefficiente di sicurezza portanza trasversale pali	1.3
Fattore di correlazione resistenza caratteristica dei pali in base alle verticali indagate	1.7
Coefficiente di sicurezza per ribaltamento (plinti superficiali)	1.15
Esegui verifiche in combinazioni SLD secondo Circolare 7	Si

4.4 CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI MODELLAZIONE

Le analisi strutturali sono state condotte mediante analisi modale considerando la tipologia strutturale di tipo dissipativo, regolare in piante e regolare in elevazione. La tipologia di edificio è stato considerato in muratura portante ordinaria. Pertanto il fattore di comportamento in condizioni SLD risulta pari a 1,5, mentre in condizioni SLV risulta pari a 2,98. L'azione sismica verticale non è stata presa in considerazione in quanto l'accelerazione a_g risulta inferiore a 0,15 g, il tutto conformemente al paragrafo 3.2.3.1 delle NTC 2018.

La categoria del suolo utilizzata è di tipo C mentre la categoria topografica è di tipo T1. Sono stati valutati n. 3 modi di vibrare e i risultati hanno portato a una massa totale in x e in y del 100%.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Risposta modale

Modo: identificativo del modo di vibrare.

Periodo: periodo. [s]

Massa X: massa partecipante in direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa Y: massa partecipante in direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa Z: massa partecipante in direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa rot. X: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale X. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Y: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Y. Il valore è adimensionale.

Massa rot. Z: massa rotazionale partecipante attorno la direzione globale Z. Il valore è adimensionale.

Massa sX: massa partecipante in direzione Sisma X. Il valore è adimensionale.

Massa sY: massa partecipante in direzione Sisma Y. Il valore è adimensionale.

Totale masse partecipanti:

Traslazione X: 1

Traslazione Y: 1

Traslazione Z: 0

Rotazione X: 1

Rotazione Y: 1

Rotazione Z: 1

Modo	Periodo	Massa X	Massa Y	Massa Z	Massa rot. X	Massa rot. Y	Massa rot. Z	Massa sX	Massa sY
1	0.040210634	0.003094081	0.971711429	0	0.971711429	0.003094081	0.806159406	0.003094081	0.971711429
2	0.031474875	0.544739347	0.021803558	0	0.021803558	0.544739347	0.136235656	0.544739347	0.021803558
3	0.025812067	0.452166573	0.006485013	0	0.006485013	0.452166573	0.057604937	0.452166573	0.006485013

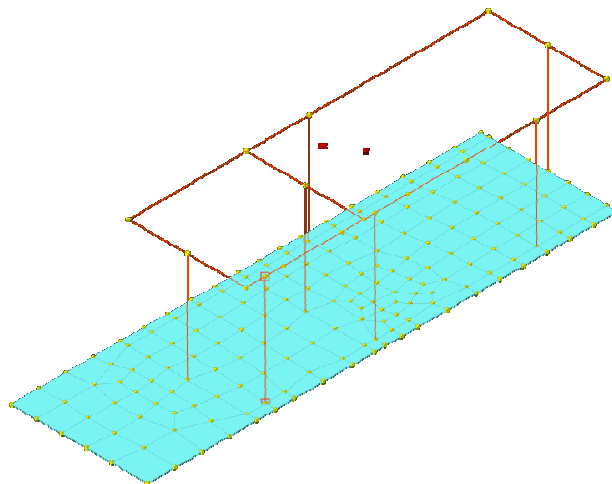


Figura 2 Modello – Vista 3D

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

4.5 DESCRIZIONE DEI RISULTATI DELLE CALCOLAZIONI

I risultati di calcolo riportati nella relazione principale estrapolata dal programma di calcolo ha fornito sollecitazioni, deformazioni e spostamenti dei singoli elementi. E' stato quindi possibile verificare i singoli elementi maggiormente sollecitati secondo le normative vigenti. Di seguito si riportano sinteticamente le principali immagini del programma relative al modello e ai modi di vibrare.

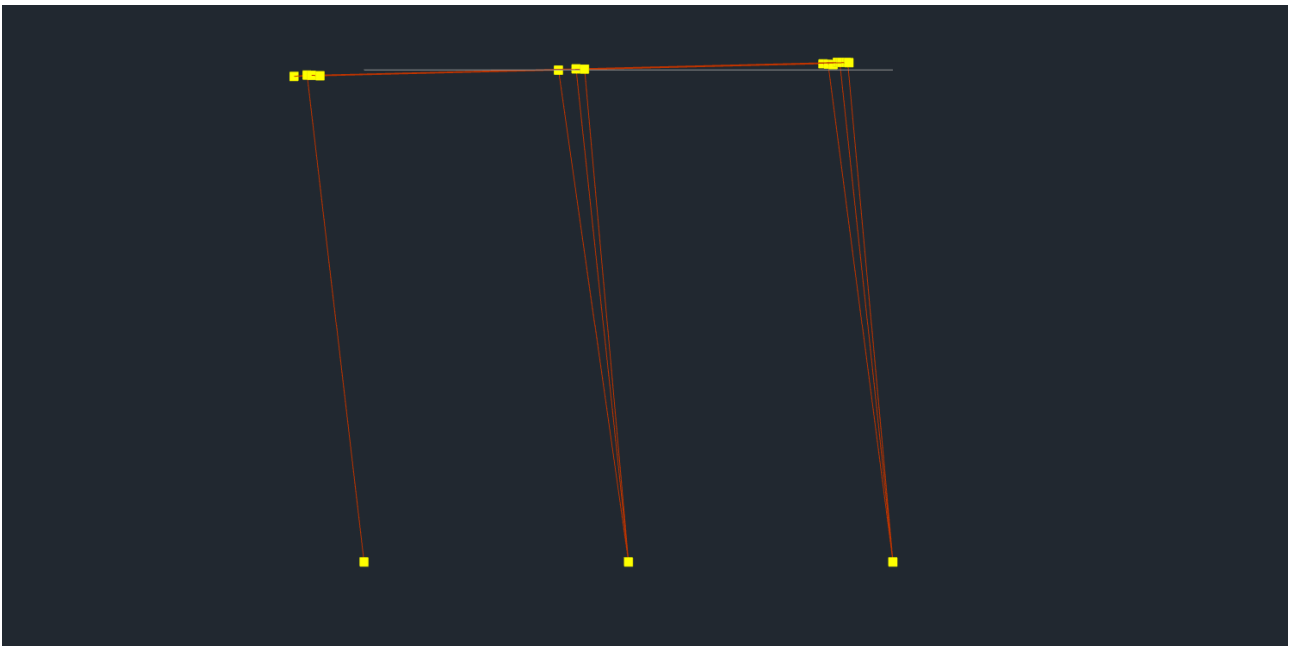


Figura 3 - 1° modo di vibrare – Vista laterale

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

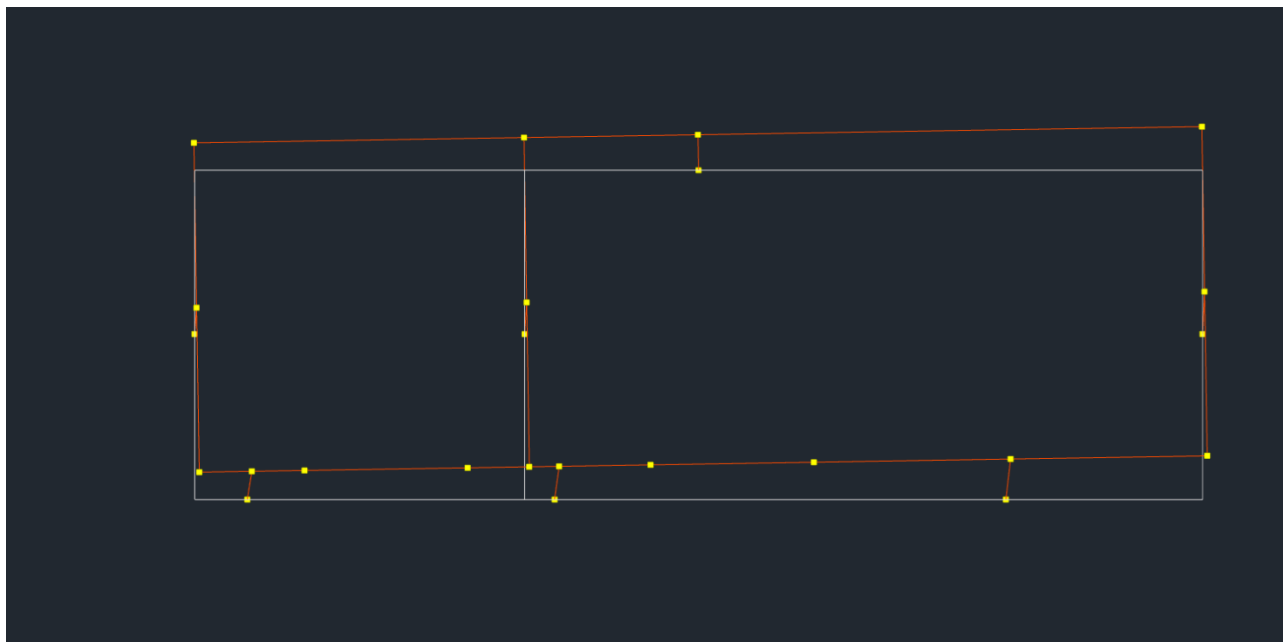


Figura 4 - 1° modo di vibrare – Vista laterale

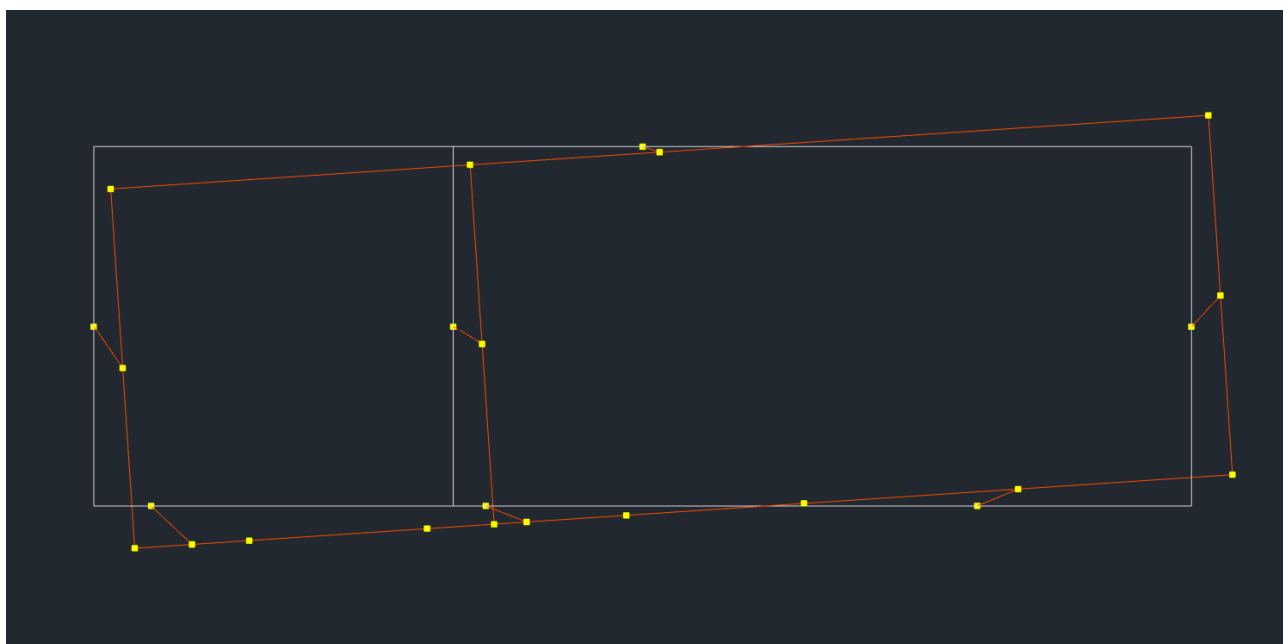


Figura 5 - 2° modo di vibrare – Vista in pianta

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>STRUTTURE</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
---	--	--

4.6 ORIGINI E CARATTERISTICHE DEI CODICI DI CALCOLO

Descrizione del programma Sismicad

Si tratta di un programma di calcolo strutturale che nella versione più estesa è dedicato al progetto e verifica degli elementi in cemento armato, acciaio, muratura e legno di opere civili.

Il programma utilizza come analizzatore e solutore del modello strutturale un proprio solutore agli elementi finiti tridimensionale fornito col pacchetto. Il programma è sostanzialmente diviso in tre moduli:

- un pre processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore;
- il solutore agli elementi finiti;
- un post processore che a soluzione avvenuta elabora i risultati eseguendo il progetto e la verifica delle membrature e producendo i grafici ed i tabulati di output.

Specifiche tecniche

Denominazione del software: Sismicad 12.20

Produttore del software: Concrete

Concrete srl, via della Pieve, 19, 35121 PADOVA - Italy

<http://www.concrete.it>

Rivenditore: CONCRETE SRL - Via della Pieve 19 - 35121 Padova - tel.049-8754720

Versione: 12.20

Identificatore licenza: SW-7136120

Intestatario della licenza: GIORGI ING. GIULIANO - VIA LEVATA, 14 - STRADELLA (PV)

Versione regolarmente licenziata

Schematizzazione strutturale e criteri di calcolo delle sollecitazioni

Il programma schematizza la struttura attraverso l'introduzione nell'ordine di fondazioni, poste anche a quote diverse, platee, platee nervate, plinti e travi di fondazione poggianti tutte su suolo elastico alla Winkler, di elementi verticali, pilastri e pareti in c.a. anche con fori, di orizzontamenti costituiti da solai orizzontali e inclinati (falde), e relative travi di piano e di falda; è ammessa anche l'introduzione di elementi prismatici in c.a. di interpiano con possibilità di collegamento in inclinato a solai posti a quote diverse.

I nodi strutturali possono essere connessi solo a travi, pilastri e pareti, simulando così impalcati infinitamente deformabili nel piano, oppure a elementi lastra di spessore dichiarato dall'utente simulando in tal modo impalcati a rigidità finita. I nodi appartenenti agli impalcati orizzontali possono essere connessi rigidamente ad uno o più nodi principali giacenti nel piano dell'impalcato; generalmente un nodo principale coincide con il baricentro delle masse. Tale opzione, oltre a ridurre significativamente i tempi di

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

elaborazione, elimina le approssimazioni numeriche connesse all'utilizzo di elementi lastra quando si richiede l'analisi a impalcati infinitamente rigidi.

Per quanto concerne i carichi, in fase di immissione dati, vengono definite, in numero a scelta dell'utente, condizioni di carico elementari le quali, in aggiunta alle azioni sismiche e variazioni termiche, vengono combinate attraverso coefficienti moltiplicativi per fornire le combinazioni richieste per le verifiche successive. L'effetto di disassamento delle forze orizzontali, indotto ad esempio dai torcenti di piano per costruzioni in zona sismica, viene simulato attraverso l'introduzione di eccentricità planari aggiuntive le quali costituiscono ulteriori condizioni elementari di carico da cumulare e combinare secondo i criteri del paragrafo precedente.

Tipologicamente sono ammessi sulle travi e sulle pareti carichi uniformemente distribuiti e carichi trapezoidali; lungo le aste e nei nodi di incrocio delle membrature sono anche definibili componenti di forze e coppie concentrate comunque dirette nello spazio. Sono previste distribuzioni di temperatura, di intensità a scelta dell'utente, agenti anche su singole porzioni di struttura.

Il calcolo delle sollecitazioni si basa sulle seguenti ipotesi e modalità:

- travi e pilastri deformabili a sforzo normale, flessione deviata, taglio deviato e momento torcente. Sono previsti coefficienti riduttivi dei momenti di inerzia a scelta dell'utente per considerare la riduzione della rigidezza flessionale e torsionale per effetto della fessurazione del conglomerato cementizio. E' previsto un moltiplicatore della rigidezza assiale dei pilastri per considerare, se pure in modo approssimato, l'accorciamento dei pilastri per sforzo normale durante la costruzione;
- le travi di fondazione su suolo alla Winkler sono risolte in forma chiusa tramite uno specifico elemento finito;
- le pareti in c.a. sono analizzate schematizzandole come elementi lastra-piastra discretizzati con passo massimo assegnato in fase di immissione dati;
- le pareti in muratura possono essere schematizzate con elementi lastra-piastra con spessore flessionale ridotto rispetto allo spessore membranale;
- i plinti su suolo alla Winkler sono modellati con la introduzione di molle verticali elastoplastiche. La traslazione orizzontale a scelta dell'utente è bloccata o gestita da molle orizzontali di modulo di reazione proporzionale al verticale;
- i pali sono modellati suddividendo l'asta in più aste immerse in terreni di stratigrafia definita dall'utente. Nei nodi di divisione tra le aste vengono inserite molle assialsimmetriche elastoplastiche precaricate dalla spinta a riposo che hanno come pressione limite minima la spinta attiva e come pressione limite massima la spinta passiva modificabile attraverso opportuni coefficienti;
- i plinti su pali sono modellati attraverso aste di rigidezza elevata che collegano un punto della struttura in elevazione con le aste che simulano la presenza dei pali;

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>STRUTTURE</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

- le piastre sono discretizzate in un numero finito di elementi lastra-piastra con passo massimo assegnato in fase di immissione dati; nel caso di platee di fondazione i nodi sono collegati al suolo da molle aventi rigidità alla traslazione verticale ed richiesta anche orizzontale;
- la deformabilità nel proprio piano di piani dichiarati non infinitamente rigidi e di falde (piani inclinati) può essere controllata attraverso la introduzione di elementi membranali nelle zone di solaio;
- i disassamenti tra elementi asta sono gestiti automaticamente dal programma attraverso la introduzione di collegamenti rigidi locali;
- alle estremità di elementi asta è possibile inserire svincolamenti tradizionali così come cerniere parziali (che trasmettono una quota di ciò che trasmetterebbero in condizioni di collegamento rigido) o cerniere plastiche;
- alle estremità di elementi bidimensionali è possibile inserire svincolamenti con cerniere parziali del momento flettente avente come asse il bordo dell'elemento;
- il calcolo degli effetti del sisma è condotto, a scelta dell'utente, con analisi statica lineare, con analisi dinamica modale o con analisi statica non lineare, in accordo alle varie normative adottate. Le masse, nel caso di impalcati dichiarati rigidi sono concentrate nei nodi principali di piano altrimenti vengono considerate diffuse nei nodi giacenti sull'impalcato stesso. Nel caso di analisi sismica vengono anche controllati gli spostamenti di interpiano.

Verifiche delle membrature in acciaio

Le verifiche delle membrature in acciaio (solo per utenti Sismicad acciaio) possono essere condotte secondo CNR 10011 (stato limite o tensioni ammissibili), CNR 10022, D.M. 14-01-08, al D.M. 17-01-18 o Eurocodice 3.

Sono previste verifiche di resistenza e di instabilità.

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

4.7 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

Vedasi documenti allegati.

Allegato A - Verifica geotecnica

Il calcolo delle sollecitazioni si ottiene dall'analisi dei carichi degli elementi che compongono la sovrastruttura. Si è considerata una luce di influenza di m 2,125.

Solaio	kN/m ²	Coefficienti per le azioni	Linfl [m]	kN/m
G1 = peso proprio struttura di copertura	3,5	1,3	2,125	9,66875
G2 = peso proprio non strutturale	4,5	1,5	2,125	14,34375
Qk = carico accidentale	1,3	1,5	2,125	4,14375
Muro		kN/m ³		
	0,9	9	1,3	10,53
Fondazione		kN/m ³		
	0,35	25	1,3	11,375

Carico lineare totale - SLU	50,06	kN/m
-----------------------------	-------	------

Caratteristiche geometriche fondazione	
B [m]	1
L [m]	1
H [m]	0,35
D [m]	0,5
B' [m]	1,0
L' [m]	1
ey [m]	0,0
ex [m]	0,0

Coefficienti di capacità portante		
Contributo stabilizzante	Nq	20,55
Contributo attritivo	Nγ	25,86
Contributo coesivo	Nc	32,45
	kp	3,12

Fattori correttivi		
Fattori di forma	sq	1,60
Fattori di forma	sc	1,63
Fattori di forma	sy	0,60

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	---	--------------------------------------

	K	0,250
Fattori di profondità	dq	1,07
Fattori di profondità	dy	1
Fattori di profondità	dc	1,08
	m	1,50
Fattori di inclinazione del carico	iq	1,00
Fattori di inclinazione del carico	ic	1,00
Fattori di inclinazione del carico	iy	2,00

Parametri meccanici terreno di fondazione	
c' [kN/m ²]	0
φ °	31
Df [m] (profondità della falda)	7
γ'T1 [kN/m ³]	4,116
γ'T2 [kN/m ³]	3,822
γ'T3[kN/m ³]	4,508
a1 [m]	6,5
q1 [kN/m ²]	3,9396
γ_H ₂ O	9,8

Verifica in condizioni drenate (falda = PC)		
Verifica in condizioni drenate		
	coefficienti	
Nq	1,24	20,55
Ny	0,87	25,86
Nc	1,77	32,45

Calcolo della capacità portante qlim		
	kN/m ²	qlim [kg/cm ²]
contributo attritivo	51,63	0,52
contributo coesivo	0	0
contributo stabilizzante	172,83	1,73

Verifica Di Capacita' Portante	
Qed [kg/cm ²]	0,50
Qrd = qlim / gamma R [kg/cm ²]	0,98
CS = Qrd/Qed	1,95

Verificato!

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	---	--------------------------------------

Verifica Di Scorrimento		
		γR
Hed [kN]	Trascurabile	
Hrd [kN]	27,27	1,1

Hed [kg]	Trascurabile
Hrd [kg]	2727,27
CS = Hrd/Hed	

Verificato!

Allegato B – Verifica platea di fondazione

VERIFICA PLATEA						
Caratteristiche dei materiali:						
cls:				acciaio:		
R _{ck}	30,0	[N/mm ²]		B 450 C		
f _{ck}	24,9	[N/mm ²]		f _{yk}	450	[N/mm ²]
f _{cd}	14,1	[N/mm ²]		f _{yd}	391	[N/mm ²]
f _{ctm}	2,6	[N/mm ²]		E _s	206000	[N/mm ²]
f _{ctk}	1,8	[N/mm ²]		ε _{sy}	1,90	%
f _{ctd}	1,2	[N/mm ²]		ε _{su}	10,00	%
f _{bk}	4,0	[N/mm ²]				
E _c	31220	[N/mm ²]				
ε _{cy}	2,00	%				
ε _{cu}	3,50	%				
Caratteristiche della sezione:						
Geometriche			Armatura			
				compr.	teso	
b	1000	[mm]	n	6	6	
h	350	[mm]	φ	10	10	[mm]
c	50	[mm]	n	0	0	
d	300	[mm]	φ	12	12	[mm]
			A' _{st} , A _s	471	471	[mm ²]
Verifica dei limiti di armatura prescritti dalla norma [d.m. 17 gennaio 2018]						
Armatura longitudinale:		limite minimo		443,41		[mmq]
		limite massimo		14000,00		[mmq]
						VERIFICATO
Determinazione del campo di rottura						

Ebner S.r.l. (Capogruppo-Mandataria) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA STRUTTURE PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	---	--------------------------------------

x	50,9	[mm]	
$\xi = x/d$	0,170		Campo 2
ε_c	2,04	‰	
ε'_s	0,04	‰	Acciaio lembo compresso non snervato
ε_s	10,00	‰	Acciaio lembo teso snervato
σ'_s	7	[N/mm ²]	
σ_s	391	[N/mm ²]	
Verifica a flessione			
M_{sd}	50,00	[kNm]	
M_{rd}	51,46	[kNm]	$M_{rd} > M_{sd}$ VERIFICATO

4.8 QUALITA' E DOSATURA DEI MATERIALI

(ai sensi dell'art. 4 della Legge 5.11.1971, n. 1086 e dell'art.64 del D.P.R. 06.06.2001 n.380)

Nella esecuzione delle opere strutturali in cemento armato normale, di cui all'oggetto, è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

- o) Calcestruzzo a prestazione garantita secondo EN 206-1/2006:
 - Classe di resistenza a compressione: C25/30 ($R_{ck28gg} > 30$ MPa)
 - Classe di esposizione: XC2
 - Diametro massimo aggregati: 30 mm
 - Classe di consistenza: S4/S5

- p) Armatura metallica in acciaio, costituita da barre ad aderenza migliorata B450C (DM 17/01/2018):
 - Tensione caratteristica di snervamento: $f_{y_nom} = 450$ MPa
 - Tensioni di rottura: $f_{t_nom} = 540$ MPa

- q) Muratura portante tipo Poroton P800

Circa le prescrizioni esecutive si richiamano le disposizioni di cui alle norme tecniche vigenti emanate dal Ministero delle Infrastrutture.

Broni, Gennaio 2023

