

# STUDIO MARTIGNONE ASSOCIATI

Ing. Federico Martignone  
Ing. Emanuela Timossi  
Ing. Luca Molisani

Via Palestro 25/3 - 16122 GENOVA  
Tel. 010.87.62.87  
[studio@martignoneassociati.it](mailto:studio@martignoneassociati.it)  
P.IVA/ C.F. 01787210994

---

# STUDIO MARTIGNONE ASSOCIATI

Ing. Federico Martignone  
Ing. Emanuela Timossi  
Ing. Luca Molisani

Via Palestro 25/3 - 16122 GENOVA  
Tel. 010.87.62.87  
[studio@martignoneassociati.it](mailto:studio@martignoneassociati.it)  
P.IVA/ C.F. 01787210994

---

**SOMMARIO**

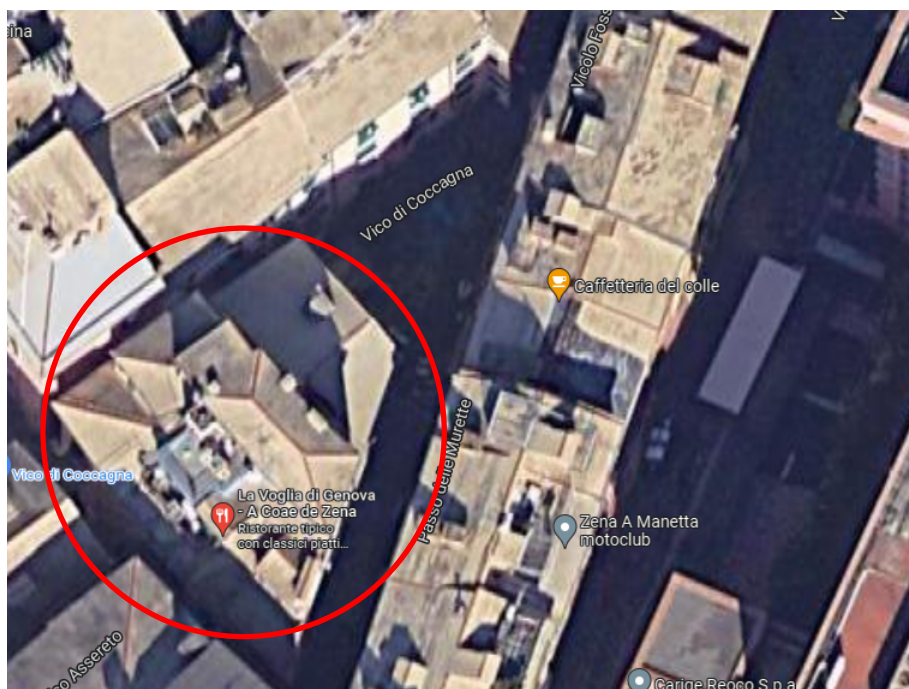
<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>METODO DI VERIFICA E UNITA' DI MISURA.....</b>	<b>6</b>
	<i>3.1 Metodo di verifica.....</i>	<i>6</i>
	<i>3.2 Unità di misura.....</i>	<i>7</i>
<b>4</b>	<b>DATI STRUTTURA.....</b>	<b>8</b>
	<i>4.1 Individuazione della zona sismica di appartenenza.....</i>	<i>8</i>
	<i>4.2 Vita nominale dell'edificio, classe d'uso e periodo di riferimento.....</i>	<i>8</i>
<b>5</b>	<b>INDAGINI SULL'EDIFICIO ESISTENTE - VULNERABILITA' RISCONTRATE.....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI AMBIENTALI.....</b>	<b>12</b>
	<i>6.1 Caratteristiche dei materiali.....</i>	<i>12</i>
	<i>6.2 Condizioni ambientali.....</i>	<i>13</i>
<b>7</b>	<b>CARICHI DI PROGETTO.....</b>	<b>15</b>
	<i>7.1 Carichi solai interni.....</i>	<i>15</i>
	<i>7.2 Carichi rampe scale.....</i>	<i>16</i>
	<i>7.3 Azione del vento.....</i>	<i>17</i>
	<i>7.4 Azione sismica.....</i>	<i>19</i>
<b>8</b>	<b>VERIFICA DEI NUOVI SOLAI.....</b>	<b>24</b>
	<i>8.1 Verifica dei nuovi travetti 12x14.....</i>	<i>24</i>
	<i>8.2 Verifica delle nuove travi 20x24.....</i>	<i>25</i>
<b>9</b>	<b>VERIFICA DEI RINFORZI DELLE TRAVI ESISTENTI.....</b>	<b>28</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione esamina le opere strutturali previste nell'immobile sito in Vico Coccagna3 nel comune di Genova.

L'immobile si trova nella porzione laterale di un edificio con pianta inscritta in un rettangolo di dimensioni 21,00 m x 30,00 m circa che si sviluppa su quattro livelli fuori terra.

L'ossatura portante della costruzione è costituita da pareti in muratura perimetrali e di spina su cui si appoggiano i solai realizzati con travi principali, travetti in legno e tavolato superiore. Nella porzione di edificio oggetto di intervento le pareti laterali sono in muratura di pietra mentre quelle interne di spina sono in mattoni pieni. Un tempo l'edificio aveva forma pressoché triangolare sviluppandosi quindi anche nel distacco oggi presente sul fronte nord in corrispondenza della porzione intervento. In tale porzione, crollata nel corso del secolo scorso, erano un tempo presente anche un vano scala che permetteva l'accesso ai piani di questa zona di edificio. Nella figura seguente si riporta la foto aerea dell'edificio in esame.



Nell'ambito della riqualificazione dell'immobile si prevedono i seguenti interventi strutturali:

- Realizzazione nel distacco a nord dell'edificio di un vano scala con ascensore che permetta l'accesso ai vari livelli dell'edificio. Il nuovo vano scala e il vano ascensore avranno ossatura portante costituita da pareti in cemento armato su cui si appoggeranno le rampe delle scale in soletta piena. Tra il vano scala e l'edificio esistente sarà realizzato un giunto strutturale in modo che le due costruzioni siano indipendenti tra loro e non si verifichino fenomeni di martellamento in condizioni sismiche;
- Rimozione di tutti i solai in legno, in quanto presentano un pessimo stato di conservazione fatta eccezione per la copertura di recente costruzione. Si prevede di realizzare i nuovi solai in travi principali e travetti in legno massiccio con doppio tavolato superiore collegato alle muratura perimetrali in modo da migliorare il comportamento scatolare della costruzione senza aumentare le masse sismiche. Alcune travi principali, ad oggi esistenti, saranno mantenute in quanto sono in comune con i solai dei locali adiacenti non oggetto di intervento. Si prevede pertanto il loro rinforzo mediante l'affiancamento di profili metallici a C collegati tra loro con barre filettate passanti. In corrispondenza dei solai saranno disposte inoltre catene in acciaio volte a collegare tra loro le pareti perimetrali in modo da fornire un adeguato presidio al ribaltamento fuori piano.
- Modifica di alcuni varchi nelle pareti di spina interne accompagnate da opportune architravi di rinforzo.

La realizzazione del nuovo vano scala è classificata *nuova costruzione* mentre gli interventi previsti nell'edificio sono classificati *intervento locale* ai sensi del par. 8.4.1 delle NTC2018.

## 2      **NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO**

La presente Relazione di Calcolo è svolta nel pieno rispetto della Normativa vigente, ed in particolare di:

- **L. 05.11.1971, n. 1086** - Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **D.P.R. 380/01** – Testo unico per l’edilizia
- **D.M. 17.01.2018** - Norme tecniche per le costruzioni.
- **Circolare 21 gennaio 2019 n° 7 C.S.LL.PP:** Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

## 3      **METODO DI VERIFICA E UNITA' DI MISURA**

### 3.1   **Metodo di verifica**

Nelle verifiche è stato impiegato il **METODO DI VERIFICA AGLI STATI LIMITE**, con riferimento all’aggiornamento delle norme tecniche di cui al D.M. 17/01/2018.

Ai fini delle verifiche degli stati limite il D.M. definisce le seguenti combinazioni delle azioni:

Ai fini delle verifiche degli stati limite, si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):  
$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.1]
  - Combinazione caratteristica, cosiddetta rara, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:  
$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.2]
  - Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:  
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.3]
  - Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:  
$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$
 [2.5.4]
  - Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all’azione sismica E:  
$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.5]
  - Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali A:  
$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$
 [2.5.6]
- Gli effetti dell’azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:
- $$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}.$$
- [2.5.7]

**Tab. 2.5.I** – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

### 3.2 Unità di misura

Se non diversamente specificato le unità di misura correntemente utilizzate sono:

- lunghezze: **[cm], [m]**;
- forze e carichi: **[daN], [daN/m], [daN/m<sup>2</sup>]**;
- peso specifico: **[daN/m<sup>3</sup>]**;
- tensioni e resistenze: **[daN/cm<sup>2</sup>]**;
- momenti: **[daN m], [daN cm]**.

## 4 DATI STRUTTURA

### 4.1 Individuazione della zona sismica di appartenenza

Il sito ricade nel Comune di Genova, classificato **Zona 3** ai sensi della attuale classificazione sismica della Regione Liguria approvata con D.G.R. N°216 del 17/03/2017

### 4.2 Vita nominale dell'edificio, classe d'uso e periodo di riferimento

#### Vita Nominale dell'edificio

L'edificio in oggetto rientra nel **tipo di costruzione 2** ai sensi del §2.4.1 del D.M. 17/01/2018,

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 la quale è prevista  $V_N \geq 50$  anni

#### Classe d'uso

La costruzione rientra nella **Classe d'uso II** ai sensi del §2.4.2 del D.M. 17/01/2018:

*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.

#### Periodo di riferimento per l'azione sismica

Il periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R$  (§2.4.3 del D.M. 17/01/2018) vale:

$$V_R = V_N \cdot C_u$$

Nel caso in esame  $C_u = 1.0$  si veda tab. 2.4.II del D.M. 17/01/2008 qui di seguito riportata



**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

per cui si ottiene:

$$V_R = 50 \cdot 1.0 = 50 \text{ anni}$$

## 5 INDAGINI SULL'EDIFICIO ESISTENTE- VULNERABILITA' RISCONTRATE

L'edificio nel suo complesso è stato costruito secondo dettami normativi differenti da quelli attuali, cioè le norme tecniche delle costruzioni (aggiornamento 2018);

A seguito delle indagini eseguite sono state riscontrate le seguenti vulnerabilità:

- 1) I solai in legno non sono adeguatamente fissati alle murature esistenti, non forniscono quindi un adeguato presidio al ribaltamento fuori piano;
- 2) I solai con travetti e tavolato singolo sono sprovvisti di controventature orizzontali o irrigidimenti tali da considerarli piani rigidi;
- 3) Non sono presenti cordolature di piano che forniscano un comportamento scatolare alla costruzione;
- 4) Diversi elementi lignei a tutti i livelli della costruzione (eccetto la copertura) sono in pessimo stato di conservazione per l'attacco di insetti e funghi. Alcune travi principali presentano evidenti inflessioni che segnalano la loro inadeguatezza a sostenere i carichi a cui sono oggetti con un adeguato margine di sicurezza come previsto dalle norme attuali.

Nelle figure seguenti si riportano le foto delle indagini effettuate sui solai.



**Trave principale primo solaio.**



**Porzione di solaio del piano primo.**



**Trave principale terzo solaio.**



**Solaio soppalco pino sottotetto.**

## 6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E CONDIZIONI AMBIENTALI

### 6.1 Caratteristiche dei materiali

#### **- Calcestruzzo per strutture di fondazione C32/40**

Classe di lavorabilità: S3

Classe di esposizione: XC2

Rapporto max a/c=0.6 - Contenuto minimo di cemento 300 kg/mc

Diametro massimo degli inerti 20 mm

#### **- Calcestruzzo per strutture in elevazione C32/40**

Classe di lavorabilità: S3

Classe di esposizione: XC4

Rapporto max a/c=0.6 - Contenuto minimo di cemento 300 kg/mc

Diametro massimo degli inerti 30 mm

#### **- Acciaio per c.a. in barre ad aderenza migliorata B450C saldabile**

Tensione caratteristica di snervamento  $f_{yk} > 4500 \text{ daN/cm}^2$

Tensione caratteristica di rottura  $f_{tk} > 5400 \text{ daN/cm}^2$

#### **- Acciaio per carpenteria metallica S275**

- Tensione nominale di snervamento  $f_{yk} > 2750 \text{ daN/cm}^2$

- Tensione nominale di rottura  $f_{tk} > 4300 \text{ daN/cm}^2$

$(f_t/f_y)_k > 1.2$  - - Allungamento a rottura  $> 20\%$

#### **- Bulloni classe 8.8**

#### **- Legno massiccio classe C24**

Resistenza a flessione  $f_{m,k} > 240 \text{ daN/cm}^2$

Resistenza a taglio  $f_{v,g,k} > 25 \text{ daN/cm}^2$

Modulo elastico parallelo alla fibratura medio  $E_{0,mean} = 110000 \text{ daN/cm}^2$

Modulo elastico tangenziale medio  $G_{,mean} = 6900 \text{ daN/cm}^2$

Massa volumica caratteristica  $\rho_k = 350 \text{ daN/m}^3$

## 6.2 Condizioni ambientali

### Elementi in cemento armato

Il D.M. 17/01/2018 prevede le seguenti condizioni ambientali:

**Tab. 4.1.III** – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Nell'intervento in esame le condizioni ambientali sono ordinarie (XC2) per quanto riguarda le opere di fondazione del nuovo vano scala mentre sono aggressive (XC4) per le strutture in elevazione.

### Elementi in legno

Gli elementi in legno trovano tutti all'interno di un ambiente riscaldato per cui sono in **classe di servizio 1** ai sensi della tab. 4.4.II delle NTC08.

**Tab. 4.4.II** - Classi di servizio

Classe di servizio 1	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20 °C e un'umidità relativa dell'aria circostante che non superi il 65%, se non per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 2	È caratterizzata da un'umidità del materiale in equilibrio con l'ambiente a una temperatura di 20 °C e un'umidità relativa dell'aria circostante che superi l'85% solo per poche settimane all'anno.
Classe di servizio 3	È caratterizzata da umidità più elevata di quella della classe di servizio 2.

Le verifiche vengono quindi condotte assumendo i seguenti valori di  $k_{def}k_{mod}$  ai sensi delle tab.4.4V e 4.4.IV:

Tab. 4.4.IV -Valori di  $k_{mod}$  per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio	Classe di durata del carico					
			Permanente	Lunga	Media	Breve	Istantanea	
Legno massiccio	UNI EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
Legno lamellare incollato (*)	UNI EN 14080	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
LVL	UNI EN 14374, UNI EN 14279	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Compensato	UNI EN 636:2015	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Pannello di scaglie orientate (OSB)	UNI EN 300:2006	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		OSB/3	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di particelle (truciolare)	UNI EN 312 :2010	Parti 4, 5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		Parte 5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		Parti 6, 7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		Parte 7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Pannello di fibre, pannelli duri	UNI EN 622-2:2005	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		HB.HLA 1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Pannello di fibre, pannelli semiduri	UNI EN 622-3:2005	MBH.LA1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	-	-	-	0,45	0,80	
Pannello di fibra di legno, ottenuto per via secca (MDF)	UNI EN 622-5:2010	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MDF.HLS	2	-	-	-	0,45	0,80

Per i materiali non compresi nella Tabella si potrà fare riferimento ai pertinenti valori riportati nei riferimenti tecnici di comprovata validità indicati nel Capitolo 12, nel rispetto dei livelli di sicurezza delle presenti norme.

(\*) I valori indicati si possono adottare anche per i pannelli di tavole incollate a strati incrociati, ma limitatamente alle classi di servizio 1 e 2.

Tab. 4.4.V -Valori di  $k_{def}$  per legno e prodotti strutturali a base di legno

Materiale	Riferimento	Classe di servizio		
		1	2	3
Legno massiccio	UNI EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Legno lamellare incollato *	UNI EN 14080	0,60	0,80	2,00
LVL	UNI EN 14374, UNI EN 14279	0,60	0,80	2,00
Compensato	UNI EN 636:2015		0,80	-
			0,80	1,00
			0,80	1,00
Pannelli di scaglie orientate (OSB)	UNI EN 300:2006	OSB/2	2,25	-
		OSB/3 OSB/4	1,50	2,25
Pannello di particelle (truciolare)	UNI EN 312:2010	Parte 4	2,25	-
		Parte 5	2,25	3,00
		Parte 6	1,50	-
		Parte 7	1,50	2,25
Pannello di fibre, pannelli duri	UNI EN 622-2:2005	HB.LA	2,25	-
		HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00
Pannello di fibre, pannelli semiduri	UNI EN 622-3:2005	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	-
		MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00
Pannello di fibra di legno, ottenuto per via secca (MDF)	UNI EN 622-5:2010	MDF.LA	2,25	-
		MDF.HLS	2,25	3,00

Per materiale posto in opera con umidità prossima al punto di saturazione delle fibre, e che possa essere soggetto a essiccazione sotto carico, il valore di  $k_{def}$  dovrà, in assenza di idonei provvedimenti, essere aumentato a seguito di opportune valutazioni, sommando ai termini della tabella un valore comunque non inferiore a 2,0.

Per i materiali non compresi nella Tabella si potrà fare riferimento ai pertinenti valori riportati nei riferimenti tecnici di comprovata validità indicati nel Capitolo 12, nel rispetto dei livelli di sicurezza delle presenti norme.

\* I valori indicati si possono adottare anche per i pannelli di tavole incollate a strati incrociati, ma limitatamente alle classi di servizio 1 e 2.

## 7 CARICHI DI PROGETTO

### 7.1 Carichi solai interni

#### Permanenti

Peso proprio travetti = 20 daN/m<sup>2</sup>

Peso proprio tavolato = 20 daN/m<sup>2</sup>

**Totale permanenti compiutamente definiti: = 40 daN/ m<sup>2</sup>**

Peso massetto = 140 daN/m<sup>2</sup>

Peso pavimentazione = 40 daN/m<sup>2</sup>

**Totale permanenti non compiutamente definiti: = 180 daN/m<sup>2</sup>**

#### Variabili

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>k</sub> [kN]	H <sub>k</sub> [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b>			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	<b>Uffici</b>			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atrii di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00	

**Sovraccarico variabile:**

**= 200 daN/m<sup>2</sup>**

## 7.2 Carichi rampe scale

### Permanenti

Peso proprio soletta = 500 daN/m<sup>2</sup>

**Totale permanenti compiutamente definiti:** **= 500 daN/ m<sup>2</sup>**

Peso gradini = 150 daN/m<sup>2</sup>

Peso pavimentazione = 40 daN/m<sup>2</sup>

**Totale permanenti non compiutamente definiti:** **= 190 daN/ m<sup>2</sup>**

### Variabili

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>k</sub> [kN]	H <sub>k</sub> [kN/m]
A	<b>Ambienti ad uso residenziale</b>			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	<b>Uffici</b>			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	<b>Ambienti suscettibili di affollamento</b>			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atrii di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4. Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5. Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00	

**Sovraccarico variabile:**

**= 400 daN/m<sup>2</sup>**



## 7.3 Azione del vento

L'area in cui viene eseguito l'intervento si trova in **zona 7**, (si veda fig. 3.3.1 )



Fig. 3.3.1 - Mappa delle zone in cui è suddiviso il territorio italiano

Tab. 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

La classe di rugosità, di cui alla tabella 3.3.III è assimilata alla **A**, la categoria di esposizione del sito risulta quindi la **IV**.

Tab. 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 15 m
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	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ...)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).

ZONE 7,8			
	mare		costa
	1,5 km	0,5 km	
A	--	--	IV
B	--	--	IV
C	--	--	III
D	I	II	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7			

**Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione**

Categoria di esposizione del sito	$K_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Sulla base dei valori dei coefficienti delle tabelle 3.3.I. e 3.3.II si valuta la pressione del vento, in corrispondenza dell'imposta delle coperture dell'edificio esistente ( $h=11$  m), a meno dei coefficienti di pressione.

	Zona	<b>7</b>	
Altitud. sito sul livello mare	$a_s$	<b>108</b>	m
	$a_0$	1000	m
	$k_s$	0,54	
	$v_{b,0}$	28	m/s
Coefficiente di altitudine	$c_a$	1,0	-
<b>Velocità base di riferimento</b>	$v_b$	<b>28</b>	<b>m/s</b>
Periodo di ritorno di progetto	$T_R$	<b>50</b>	anni
Coefficiente di ritorno	$c_r$	1,00	-
Velocità di riferimento	$v_r$	28,00	m/s
Densità dell'aria	$r$	1,25	kg/m <sup>3</sup>
Pressione cinetica di riferimento	$q_r$	490	N/m <sup>2</sup>
Classe di rugosità del terreno:		B	-
Categoria di esposizione del sito		IV	-
	$K_r$	0,22	
	$z_0$	0,30	m
	$z_{min}$	8,00	m
Altezza del punto considerato	$z$	11,00	m
Coeff. di topografia	$c_t$	1,00	-
Coeff. di esposizione	$c_e(z)$	1,85	-
Coeff. dinamico	$c_d$	1,00	-
<b>Pressione del vento</b>	$p=q_r \cdot c_e \cdot c_d$	<b>906</b>	<b>N/m<sup>2</sup></b>

**Pressione del vento**

**= 91daN/m<sup>2</sup>**

## 7.4 Azione sismica

Il nuovo vano scala è una costruzione di **Tipo 2 e Classe d'uso II** come esposto nei paragrafi precedenti.

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito dalle Norme Tecniche 17 gennaio 2018. Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche, i parametri necessari a tracciare lo spettro.

I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

- $a_g$ : accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*_C$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La norma prevede che i valori delle tre grandezze siano calcolati per un periodo di ritorno assegnato ( $T_R$ ), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite e al periodo di riferimento per l'azione sismica ( $V_R$ ), definito al precedente cap.4, in funzione del tipo di costruzione e della classe d'uso.

**Tab. 3.2.I** – Probabilità di superamento  $P_{V_R}$  in funzione dello stato limite considerato

Stati Limite	$P_{V_R}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$	
	Stati limite di esercizio	SLO
SLD		63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

$$T_R = - V_R / \ln (1 - P_{V_R}) = - C_U V_N / \ln (1 - P_{V_R}) \quad [3.2.0]$$

I periodi che definiscono lo spettro sono determinati a seconda della **categoria di sottosuolo** (Tabella 3.2.II delle norme tecniche) che, nel caso in oggetto, viene assunto in via cautelativa di **tipo D** (non essendo ancora disponibili informazioni sulla stratigrafia del terreno), e della categoria topografica che, nel caso in oggetto risulta di tipo **T2**.

Sulla base della categoria di sottosuolo e della categoria topografica vengono definiti rispettivamente il **Coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_S$**  e il **Coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**  che nel caso in oggetto valgono rispettivamente:

$$S_S = 1,8$$

$$S_T = 1,2$$

Il vano scala sarà analizzato come struttura non dissipativa assumendo quindi un fattore di struttura  $q=1$ . Di seguito si riportano gli spettri di risposta allo SLU e allo SLD.

**STAMPA DEI DATI DI PROGETTO****INTESTAZIONE E DATI CARATTERISTICI DELLA STRUTTURA**

Nome dell'archivio di lavoro	C081 – ARTE – Vico Coccagna
Intestazione del lavoro	C081 – ARTE – Vico Coccagna
Tipo di struttura	Nello Spazio
Tipo di analisi	Dinamica
Tipo di soluzione	Lineare
Unita' di misura delle forze	daN
Unita' di misura delle lunghezze	cm

**NORMATIVA**

Vita nominale costruzione	50 anni
Classe d'uso costruzione	II
Vita di riferimento	50 anni
Localita'	Genova - Vico di Coccagna 3
Longitudine (WGS84)	8.93401
Latitudine (WGS84)	44.4048
Categoria del suolo	D
Coefficiente topografico	1.2
Coefficiente di smorzamento	5%
Eccentricita' accidentale	5%
Numero di frequenze	10
Comportamento strutturale	NON Dissipativo

**PARAMETRI SISMICI**

	TR	ag/g	FO	TC*	CC	Ss	Pga (ag*S) (m/s^2)
SLD	50	0.0299	2.5280	0.21	2.74	1.80	0.634
SLV	475	0.0681	2.5380	0.29	2.33	1.80	1.443

**STATO LIMITE ULTIMO**

Fattore di comportamento q per sisma orizzontale	qor=1
--	-------

**STATO LIMITE DI DANNO**

Fattore di comportamento q per sisma orizzontale	qor=1
Coeff.moltiplicativo sisma	1.000

**PARAMETRI SISMICI**

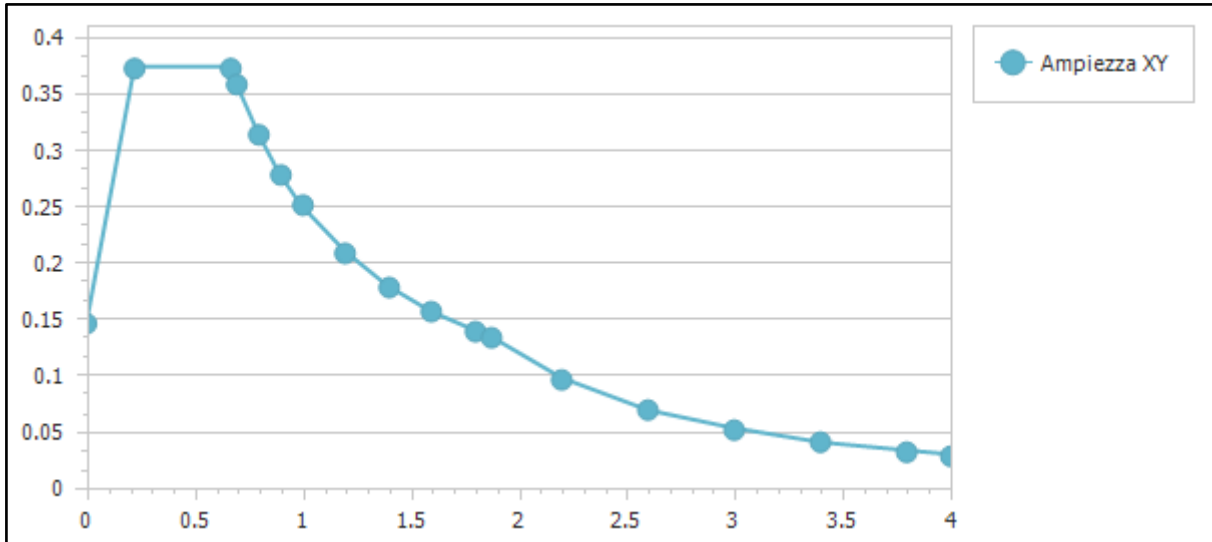
Angolo del sisma nel piano orizzontale	0
Sisma verticale	Assente
Combinazione dei modi	CQC

Combinazione componenti azioni sismiche	NTC - Eurocodice 8
$\lambda$	0.3
$\mu$	0.3

La struttura viene analizzata allo SLV considerando un comportamento non dissipativo; l'analisi effettuata, di tipo lineare, viene svolta riferendosi a uno spettro di progetto ottenuto assumendo un fattore di struttura  $q=1.0$ .

Di seguito si riporta lo spettro di risposta allo SLU in accelerazione delle componenti orizzontali impiegato nelle verifiche:

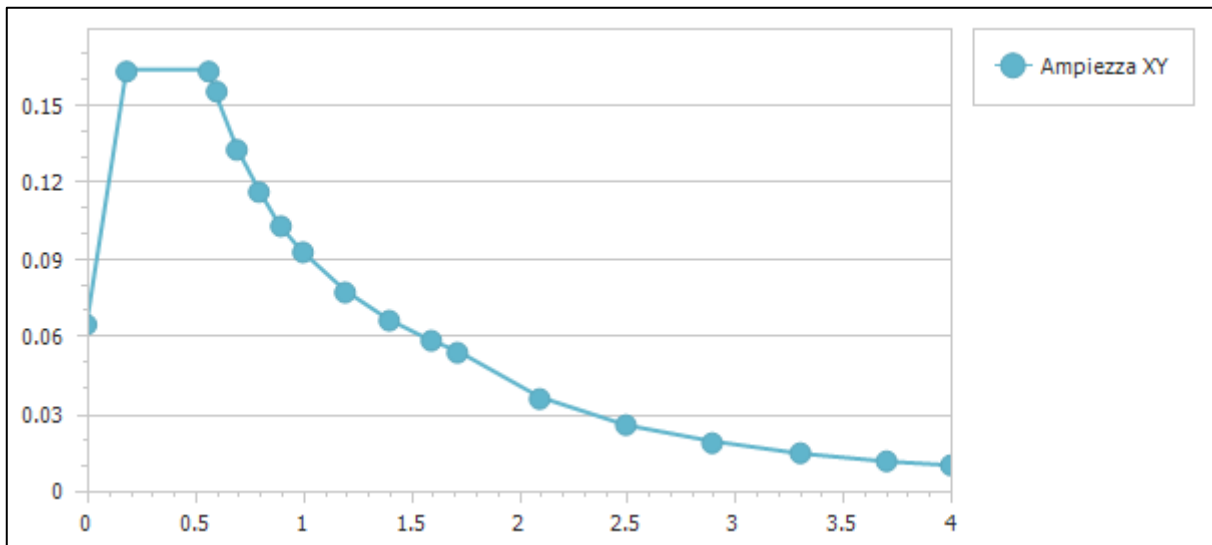
Num.	Periodo	Ampiezza XY
1	0.000	0.147
2	0.224	0.373
3	0.672	0.373
4	0.700	0.358
5	0.800	0.314
6	0.900	0.279
7	1.000	0.251
8	1.200	0.209
9	1.400	0.179
10	1.600	0.157
11	1.800	0.139
12	1.872	0.134
13	2.200	0.097
14	2.600	0.069



### Spettro di risposta allo SLV

Di seguito si riporta lo spettro di risposta allo SLD in accelerazione delle componenti orizzontali:

Num.	Periodo	Ampiezza XY
1	0.000	0.065
2	0.190	0.163
3	0.570	0.163
4	0.600	0.155
5	0.700	0.133
6	0.800	0.116
7	0.900	0.103
8	1.000	0.093
9	1.200	0.078
10	1.400	0.066
11	1.600	0.058
12	1.720	0.054
13	2.100	0.036
14	2.500	0.026



**Spettro di risposta allo SLD**

## 8 VERIFICA DEI NUOVI SOLAI

### 8.1 Verifica dei nuovi travetti 12x14

<b>Dati generali</b>						
Classe di servizio	1					
Coeff. di sicurezza materiale	$\gamma_M$	1,5	-			
Coeff. Correttivo Combinazione I - solo Perm.	$k_{mod,I}$	0,6	-			
Coeff. Correttivo Combinazione II - Variabile	$k_{mod,II}$	0,8	-			
Coeff. aument. Def.	$k_{def}$	0,6	-			
<b>Dati materiale</b>						
Resistenza a flessione caratteristica	$f_{m,k}$	240	daN/cm <sup>2</sup>			
Coefficiente correttivo per altezze minori di 150 mm	$k_h$	1,01	-			
Resistenza a flessione caratteristica corretta	$f_{m,k}$	243,3346	daN/cm <sup>2</sup>			
Resistenza a taglio caratt.	$f_{v,k}$	40	daN/cm <sup>2</sup>			
Fattore di riduzione per ver. a taglio	$k_{cr}$	0,50	-			
Modulo elast. Medio parall. alle fibre	$E_{0,mean}$	110000	daN/cm <sup>2</sup>			
Modulo di taglio medio	$G_{mean}$	6900	daN/cm <sup>2</sup>			
Massa volumica media	$\rho_{mean}$	420	kg/m <sup>3</sup>			
<b>Dati geometrici</b>						
Larghezza della sezione	b	12	cm			
Altezza della sezione	h	14	cm			
Trave sagomata secondo la pendenza del tetto	no					
Momento di inerzia	J	2744	cm <sup>4</sup>			
Modulo di resistenza	W	392	cm <sup>3</sup>			
Luce della trave	L	230	cm			
<b>Carichi</b>						
Carico perm. caratt. Compdef. unif. distr.	$G_1$	40	daN/m <sup>2</sup>			
Carico per. caratt. Non comp. Def. unif. distr.	$G_2$	180	daN/m <sup>2</sup>			
Carico variabile 1 caratt.unif. distr.	$Q_{k1}$	200	daN/m <sup>2</sup>			
Coeff. comb. Carico	$\psi_{01}$	0,7	-			
Coeff. comb. Carico	$\psi_{21}$	0,3	-			
Carico variabile 2 caratt.unif. distr.	$Q_{k2}$	0	daN/m <sup>2</sup>			
Coeff. comb. Carico	$\psi_{02}$	0,5	-			
Coeff. comb. Carico	$\psi_{22}$	0,5	-			
Larghezza di influenza	i	0,6	m			
Inclinazione della falda (per travi di colmo)	$\alpha$	0	°			
Carico lin. perman. caratt. Ort. trave Comp. Def	$q_{Gk1}$	31	daN/m			



Carico lin. perman. caratt. Ort. trave Non Comp. Def	$q_{Gk2}$	108	daN/m				
Carico lineare var. caratt. Dovuto a $Q_{k1}$	$q_{Qk1}$	120	daN/m				
Carico lineare var. caratt. Dovuto a $Q_{k2}$	$q_{Qk2}$	0	daN/m				
<b>Stato limite di esercizio</b>							
Def. istantanea carico variabile $Q_{k1}$	$u_{21,inst}$	0,15	cm	<	0,77	cm	L/300
Def. istantanea carico variabile $Q_{k2}$	$u_{22,inst}$	0,00	cm	<	0,77	cm	L/300
Def. istantanea carichi permanenti	$u_{1,inst}$	0,177	cm				
<u>Verifica con <math>Q_{k1}</math>-carico Dominante</u>							
Def. finale carichi permanenti: $u_{1,inst}(1+k_{def})$	$u_{1,fin}$	0,28	cm				
Def. finale carico $Q_{k1}$ : $u_{21,inst}(1+\psi_{21}k_{def})$	$u_{21,fin}$	0,18	cm				
Def. finale carico $Q_{k2}$ : $u_{22,inst}(\psi_{02}+\psi_{22}k_{def})$	$u_{22,fin}$	0,00	cm				
Def. finale = $u_{in} + u_{dif}$	$u_{fin}$	0,46	cm	<	0,92	cm	L/250
<u>Verifica con <math>Q_{k2}</math>-carico Dominante</u>							
Def. finale carichi permanenti: $u_{1,inst}(1+k_{def})$	$u_{1,fin}$	0,28	cm				
Def. finale carico $Q_{k1}$ : $u_{21,inst}(\psi_{01}+\psi_{21}k_{def})$	$u_{21,fin}$	0,13	cm				
Def. finale carico $Q_{k2}$ : $u_{22,inst}(1+\psi_{22}k_{def})$	$u_{22,fin}$	0,00	cm				
Def. finale = $u_{in} + u_{dif}$	$u_{fin}$	0,42	cm	<	0,92	cm	L/250
<b>Stato limite ultimo</b>							
<u>Comb. I: <math>\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2</math></u>							
Momento flettente di calcolo	$M_{Ed}$	13382	daNcm				
Sforzo di taglio di calcolo	$V_{Ed}$	233	daN				
Tensione di calcolo per flessione	$\sigma_{m,y,d}$	34,1	daN/cm <sup>2</sup>	<	97	daN/cm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d}$
Tensione tangenziale di calcolo	$\tau_d$	4,16	daN/cm <sup>2</sup>	<	16	daN/cm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$
<u>Comb. II: <math>\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}</math></u>							
Momento flettente di calcolo	$M_{Ed}$	25284	daNcm				
Sforzo di taglio di calcolo	$V_{Ed}$	440	daN				
Tensione di calcolo per flessione	$\sigma_{m,y,d}$	64,5	daN/cm <sup>2</sup>	<	130	daN/cm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d}$
Tensione tangenziale di calcolo	$\tau_d$	7,85	daN/cm <sup>2</sup>	<	21	daN/cm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$

## 8.2 Verifica delle nuove travi 20x24

<b>Dati generali</b>							
Classe di servizio	1						
Coeff. di sicurezza materiale	$\gamma_M$	1,5	-				
Coeff. Correttivo Combinazione I - solo Perm.	$k_{mod,I}$	0,6	-				

Coeff. Correttivo Combinazione II - Variabile	$k_{mod,II}$	0,8	-				
Coeff. aument. Def.	$k_{def}$	0,6	-				
<b>Dati materiale</b>							
Resistenza a flessione caratteristica	$f_{m,k}$	240	daN/cm <sup>2</sup>				
Coefficiente correttivo per altezze minori di 150 mm	$k_h$	1,00	-				
Resistenza a fless caratteristica corretta	$f_{m,k}$	240	daN/cm <sup>2</sup>				
Resistenza a taglio caratt.	$f_{v,k}$	40	daN/cm <sup>2</sup>				
Fattore di riduzione per ver. a taglio	$k_{cr}$	0,50	-				
Modulo elast. Medio parall. alle fibre	$E_{0,mean}$	110000	daN/cm <sup>2</sup>				
Modulo di taglio medio	$G_{mean}$	6900	daN/cm <sup>2</sup>				
Massa volumica media	$\rho_{mean}$	420	kg/m <sup>3</sup>				
<b>Dati geometrici</b>							
Larghezza della sezione	$b$	20	cm				
Altezza della sezione	$h$	24	cm				
Trave sagomata secondo la pendenza del tetto	no						
Momento di inerzia	$J$	23040	cm <sup>4</sup>				
Modulo di resistenza	$W$	1920	cm <sup>3</sup>				
Luce della trave	$L$	370	cm				
<b>Carichi</b>							
Carico perm. caratt. Compdef. unif. distr.	$G_1$	40	daN/m <sup>2</sup>				
Carico per. caratt. Non comp. Def. unif. distr.	$G_2$	180	daN/m <sup>2</sup>				
Carico variabile 1 caratt.unif. distr.	$Q_{k1}$	200	daN/m <sup>2</sup>				
Coeff. comb. Carico	$\psi_{01}$	0,7	-				
Coeff. comb. Carico	$\psi_{21}$	0,3	-				
Carico variabile 2 caratt.unif. distr.	$Q_{k2}$	0	daN/m <sup>2</sup>				
Coeff. comb. Carico	$\psi_{02}$	0,5	-				
Coeff. comb. Carico	$\psi_{22}$	0,5	-				
Larghezza di influenza	$i$	2,1	m				
Inclinazione della falda (per travi di colmo)	$\alpha$	0	°				
Carico lin. perman. caratt. Ort. trave Comp. Def	$q_{Gk1}$	104	daN/m				
Carico lin. perman. caratt. Ort. trave Non Comp. Def	$q_{Gk2}$	378	daN/m				
Carico lineare var. caratt. Dovuto a $Q_{k1}$	$q_{Qk1}$	420	daN/m				
Carico lineare var. caratt. Dovuto a $Q_{k2}$	$q_{Qk2}$	0	daN/m				
<b>Stato limite di esercizio</b>							
Def. istantanea carico variabile $Q_{k1}$	$u_{21,inst}$	0,43	cm	<	1,23	cm	L/300
Def. istantanea carico variabile $Q_{k2}$	$u_{22,inst}$	0,00	cm	<	1,23	cm	L/300
Def. istantanea carichi permanenti	$u_{1,inst}$	0,494	cm				

<u>Verifica con <math>Q_{k1}</math>-carico Dominante</u>							
Def. finale carichi permanenti: $u_{1,inst}(1+k_{def})$	$u_{1,fin}$	0,79	cm				
Def. finale carico $Q_{k1}$ : $u_{21,inst}(1+\psi_{21}k_{def})$	$u_{21,fin}$	0,51	cm				
Def. finale carico $Q_{k2}$ : $u_{22,inst}(\psi_{02}+\psi_{22}k_{def})$	$u_{22,fin}$	0,00	cm				
Def. finale = $u_{in} + u_{dif}$	$u_{fin}$	1,30	cm	<	1,48	cm	L/250
<u>Verifica con <math>Q_{k2}</math>-carico Dominante</u>							
Def. finale carichi permanenti: $u_{1,inst}(1+k_{def})$	$u_{1,fin}$	0,79	cm				
Def. finale carico $Q_{k1}$ : $u_{21,inst}(\psi_{01}+\psi_{21}k_{def})$	$u_{21,fin}$	0,38	cm				
Def. finale carico $Q_{k2}$ : $u_{22,inst}(1+\psi_{22}k_{def})$	$u_{22,fin}$	0,00	cm				
Def. finale = $u_{in} + u_{dif}$	$u_{fin}$	1,17	cm	<	1,48	cm	L/250
<b>Stato limite ultimo</b>							
<u>Comb. I: <math>\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2</math></u>							
Momento flettente di calcolo	$M_{Ed}$	120200	daNcm				
Sforzo di taglio di calcolo	$V_{Ed}$	1299	daN				
Tensione di calcolo per flessione	$\sigma_{m,y,d}$	62,6	daN/cm <sup>2</sup>	<	96	daN/cm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d}$
Tensione tangenziale di calcolo	$\tau_d$	8,12	daN/cm <sup>2</sup>	<	16	daN/cm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$
<u>Comb. II: <math>\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1}</math></u>							
Momento flettente di calcolo	$M_{Ed}$	228008	daNcm				
Sforzo di taglio di calcolo	$V_{Ed}$	2465	daN				
Tensione di calcolo per flessione	$\sigma_{m,y,d}$	118,8	daN/cm <sup>2</sup>	<	128	daN/cm <sup>2</sup>	$f_{m,y,d}$
Tensione tangenziale di calcolo	$\tau_d$	15,41	daN/cm <sup>2</sup>	<	21	daN/cm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$

## 9 VERIFICA DEI RINFORZI DELLE TRAVI ESISTENTI

Come esposto nelle premesse le travi in legno che è necessario mantenere saranno rinforzate affiancando due profili metallici CNP200 collegati tra loro e alle travi stesse con bare passanti. Le verifiche sono condotte considerando, in via cautelativa, affidando l'intero carico agente ai nuovi profili in acciaio.

<b>VERIFICHE DI RESISTENZA E DEFORMABILITA'</b>			
<b>CARATTERISTICHE SEZIONE</b>	N	2	profili
Tipo profilo		UPN200	
Area della sezione lorda del profilo	A	64,4	cm <sup>2</sup>
Altezza totale della sezione	h	40,0	cm
Larghezza dell'ala	b	15,0	cm
Spessore dell'ala	t <sub>f</sub>	1,70	cm
Spessore dell'anima	t <sub>w</sub>	2,30	cm
Raggio di raccordo tra anima ed ala	r	2,3	
Altezza dell'anima	h <sub>w</sub>	36,6	cm
Area resistente a taglio	A <sub>v</sub>	33,9	cm <sup>2</sup>
Modulo di resistenza	W <sub>pl</sub>	455,4	cm <sup>3</sup>
Momento d'inerzia	J	3822,0	cm <sup>4</sup>
Modulo elastico	E	2060000	daN/cm <sup>2</sup>
Tensione di snervamento dell'acciaio	f <sub>yk</sub>	2750	daN/cm <sup>2</sup>
Coefficiente di sicurezza per la resistenza	γ <sub>M0</sub>	1,05	
	ε	0,92	-
	η	1,20	-
<b>DATI DI CALCOLO</b>			
Permanenti compiutamente definiti	G <sub>1</sub>	40	daN/m <sup>2</sup>
Permanenti non compiutamente definiti	G <sub>2</sub>	180	daN/m <sup>2</sup>
Sovraccarico variabile	Q <sub>k</sub>	200	daN/m <sup>2</sup>
Larghezza di competenza	i	1,70	m
Peso proprio trave	p.p.	50,6	daN/m
Carico lin. perm. comp. definito	q <sub>Gk1</sub>	1,19	daN/cm
Carico lin. perm. noncomp. definito	q <sub>Gk2</sub>	3,06	daN/cm
Carico lineare variab.	q <sub>Qk</sub>	3,40	daN/cm
Luce di calcolo	L	250	cm
Carico concentrato - permanente comp. def.	G <sub>k</sub>	0	daN
Carico concentrato - perm. noncomp. def.	P <sub>k</sub>	0	daN
Carico concentrato - variabile	Q <sub>k</sub>	0	daN
Distanza da uno degli appoggi	d	0	cm
L/f min per Carico totale		250	
L/f min per Sovr. variabile		300	

<b>MOLTIPLICATORE DEI CARICHI</b>			
Permanenti compiutamente definiti	$\gamma_{G1}$	1,30	
Permanenti non compiutamente definiti	$\gamma_{G2}$	1,50	
Variabili	$\gamma_Q$	1,50	
<b>VERIFICHE DI RESISTENZA</b>			
Momento max di calcolo	$M_{Ed}$	87748	daNcm
Taglio max di calcolo	$V_{Ed}$	1404	daN
	$M_{c,Rd}$	1192714	daNcm
	$V_{c,Rd}$	51252	daN
Verifica a flessione retta	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0,07	<1
Verifica a taglio	$V_{Ed}/V_{c,Rd}$	0,03	<1
<b>VERIFICHE A INSTABILITA' PER TAGLIO DELL'ANIMA</b>			
	$h_w/t_w$	15,9	-
	$72\varepsilon/\eta$	55,5	-
	$h_w/t_w < 72\varepsilon/h$	Si omette la verifica	
<b>VERIFICHE DI DEFORMAZIONE</b>			
Freccia max per Sovr. var.	$f_{var}$	0,02	cm
Rapporto L/f		11382	
Freccia max per intero carico	$f_{tot}$	0,05	cm
Rapporto L/f		5061	