



COMUNE DI  
CAMPI BISENZIO

# COMUNE DI CAMPI BISENZIO

(Città Metropolitana di Firenze)

## PROGETTO DEFINITIVO INERENTE I LAVORI DI RESTAURO DEL PALAZZO PRETORIO E LOCALI CONNESSI DA DESTINARE A UFFICI COMUNALI



Responsabile unico del procedimento: *Arch. Mario Berni*

Progettista opere strutturali e coordinatore sicurezza progettazione: *Ing. Stefano Bertagni*

ELABORATO

**S.3**

OGGETTO

**RELAZIONE DI CALCOLO**

SCALA

DATA

Ottobre 2021

**COMUNE DI CAMPI BISENZIO**  
**PROVINCIA DI FIRENZE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

## **RELAZIONE DI CALCOLO**

*(ai sensi dell'art. 24 del DPR 5 ottobre 2010, n. 207)*

**LAVORI DI RESTAURO DEL PALAZZO PRETORIO E LOCALI CONNESSI DA  
DESTINARE AD UFFICI COMUNALI NEL COMUNE DI CAMPI BISENZIO**

**IMMOBILE POSTO IN PIAZZA G .MATTEOTTI**



## Sommario

1. Introduzione .....	3
2. Azioni sulla costruzione .....	5
2.1. Azione del vento .....	5
2.1.1. Velocità di riferimento.....	5
2.1.2. Azioni statiche equivalenti .....	5
2.1.3. Pressione del vento.....	6
2.2. Azione della neve .....	7
2.3. Azione sismica.....	8
2.3.1. Vita nominale, classe d'uso, periodo di riferimento e periodo di ritorno per l'azione sismica .....	8
2.3.2. Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche .....	10
2.3.3. Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali .....	11
2.4. Strutture di orizzontamento e copertura .....	15
2.5. Riepilogo delle ipotesi progettuali assunte .....	24
3. Caratteristiche meccaniche dei materiali.....	25
3.1. Caratteristiche meccaniche della muratura .....	25
3.2. Caratteristiche meccaniche degli elementi in acciaio.....	26
3.3. Caratteristiche meccaniche degli elementi lignei .....	27
4. Modellazione della struttura .....	29

## 1. Introduzione

La presente relazione ha per oggetto l'intervento di restauro del Palazzo Pretorio e locali connessi da destinare ad uffici comunali.

L'edificio oggetto di intervento di proprietà comunale è ubicato nel centro storico del capoluogo di Campi Bisenzio e si affaccia su due fronti, di cui il principale verso piazza Matteotti e l'altro verso via Santo Stefano.

L'ingresso principale è ubicato sulla piazza ed è sormontato da un terrazzino, mentre sulla via sono ubicati altri due ingressi. L'immobile si sviluppa su tre piani fuori terra, fatta eccezione per una porzione su via Santo Stefano che è di soli due piani. Dal piano di copertura emerge una torretta contenente l'orologio della città, che caratterizza la facciata principale. L'edificio è stato dichiarato di interesse Storico dal Ministero dei Beni Culturali nota n. 5511/A952 del 22.04.1987 e, pertanto, sottoposto a vincolo ai sensi del D. Lgs 42/2004.



Fig. 1. Individuazione dell'edificio



*Fig. 1b. Individuazione dell'edificio*



*Fig. 1c. Individuazione delle porzioni di fabbricato a tre livelli, in giallo, e delle parti a due livelli, in celeste*

## 2. Azioni sulla costruzione

Per l'analisi delle sollecitazioni sull'edificio si considerano le azioni in conformità a quanto previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni NTC2018 e relativa Circolare Applicativa 21/01/2019 n.7, ovvero l'azione del vento, l'azione della neve e l'azione sismica.

### 2.1. Azione del vento

L'azione del vento esercita sugli edifici azioni che variano nel tempo e nello spazio generando effetti dinamici. Nel caso in esame si considera l'azione statica equivalente (vd. Punto 3.3 nelle NTC 2018).

#### 2.1.1. Velocità di riferimento

La velocità di riferimento  $v_b$  è il valore caratteristico del vento a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni.

In mancanza di specifiche ed adeguate indagini statistiche  $v_b$  è data dall'espressione:

$$v_b = v_{b,0} \text{ per } a_s \leq a_0$$
$$v_b = v_{b,0} + k_a (a_s - a_0) \text{ per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

dove:

$v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_a$  sono parametri forniti dalla norma e legati alla regione in cui sorge la costruzione in esame, in funzione delle zone geografiche di riferimento definite dalla normativa stessa;

$a_s$  è l'altitudine sul livello del mare, espressa in metri, del sito ove sorge la costruzione.

La regione Toscana è compresa nella zona 3, per la quale valgono i seguenti valori dei parametri  $v_b$ ,  $a_0$ ,  $k_a$ :

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_a$ [1/s]
3	Toscana	27	500	0.020

da Tab. 3.3.1 – NTC 2018.

Essendo l'altitudine sul livello del mare del sito in esame  $a_s$  pari a 38 m, dunque inferiore al parametro  $a_0$ , previsto dalla norma, si applica la formula:

$$v_b = v_{b,0}$$

ottenendo

$$v_b = 27,00 \text{ [m/s]} .$$

#### 2.1.2. Azioni statiche equivalenti

Le azioni statiche equivalenti sono rappresentate da pressioni e depressioni agenti in direzione normale alle superfici che compongono la struttura, sia esterne che interne. È opportuno considerare la combinazione più gravosa della pressione agente sia sulla superficie interna che su quella esterna dell'elemento in oggetto. L'azione d'insieme esercitata dal vento sulla costruzione è data dalla risultante delle azioni sui singoli elementi, considerando come direzione del vento quella corrispondente ad uno degli assi planimetrici principali della costruzione.

**2.1.3. Pressione del vento**

La pressione del vento  $p$  è data dall'espressione:

$$p = q_b c_e c_p c_d$$

dove:

$q_b$  è la pressione cinetica di riferimento;

$c_e$  è il coefficiente di esposizione;

$c_p$  è il coefficiente di forma o aerodinamico, funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento.

$c_d$  è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali.

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$ , espressa in  $N/m^2$ , è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

dove

$\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a  $1,25 \text{ kg/m}^3$ .

Si ottiene

$$q_b = 455,6 \text{ [N/m}^2\text{]} .$$

Il coefficiente di esposizione  $c_e$  è dato dalla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)] \text{ per } z \geq z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \text{ per } z < z_{min}$$

dove:

$k_r, z_0, z_{min}$  sono assegnati dalla norma in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

$c_t$  è il coefficiente di topografia.

Il valore del coefficiente  $c_t$  è assunto pari a 1. Gli altri parametri sono definiti come segue:

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
IV	0,22	0,30	8

Da Tab. 3.3.II – NTC 2018.

il coefficiente  $c_e$  si calcola attraverso la formula:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) [7 + c_t \ln(z/z_0)]$$

ottenendo per la quota massima del fabbricato in sommità della copertura della torretta, pari a 13 m:

$$c_e = 1.96 .$$

Il coefficiente di forma o aerodinamico  $c_p$  è calcolato, per il caso in esame, facendo riferimento alla categoria di edifici a pianta rettangolare con copertura a falde, considerando i seguenti coefficienti di pressione esterna  $c_{pe}$ :

sopravento: 0.76

laterale: -0.90

sottovento: -0.41

e quali coefficienti di pressione interna  $C_{pi}$ :

positivo: 0.2

negativo: -0.3

Il coefficiente dinamico  $C_d$  è assumibile pari ad 1, in quanto l'edificio in esame presenta una forma regolare non eccedente gli 80 m di altezza.

La pressione esterna del vento  $p_{est}$  presente in sommità del fabbricato è dunque pari a:

sopravento:  $45.56 \cdot 1.96 \cdot 0.76 \cdot 1 = 67.71$  [daN/m<sup>2</sup>]

laterale:  $45.56 \cdot 1.96 \cdot (-0.90) \cdot 1 = -80.55$  [daN/m<sup>2</sup>]

sottovento:  $45.56 \cdot 1.96 \cdot (-0.41) \cdot 1 = -36.97$  [daN/m<sup>2</sup>]

La pressione interna del vento  $p_{int}$  presente in sommità del fabbricato è dunque pari a:

positiva:  $45.56 \cdot 1.96 \cdot 0.20 \cdot 1 = 17.90$  [daN/m<sup>2</sup>]

negativa:  $45.56 \cdot 1.96 \cdot (-0.30) \cdot 1 = -26.85$  [daN/m<sup>2</sup>]

La pressione massimizzata del vento  $p$  presente in sommità del fabbricato è dunque pari a:

**sopravento:  $67.71 - (-26.85) = 94.56$  [daN/m<sup>2</sup>] arrotondato a 95 daN/m<sup>2</sup>**

**laterale:  $-80.55 - 17.90 = -98.45$  [daN/m<sup>2</sup>] arrotondato a -100 daN/m<sup>2</sup>**

**sottovento:  $-36.97 - 17.90 = 54.87$  [daN/m<sup>2</sup>] arrotondato a 55 daN/m<sup>2</sup>**

## 2.2. Azione della neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture  $q_s$  è dato dalla seguente espressione:

$$q_s = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

dove:

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura;

$q_{sk}$  è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo, espresso in kN/m<sup>2</sup>, per un periodo di ritorno di 50 anni;

$C_E$  è il coefficiente di esposizione;

$C_t$  è il coefficiente termico.

Il coefficiente di forma della copertura  $\mu_i$  è fornito dalla norma in relazione all'inclinazione delle falde di copertura rispetto all'orizzonte. In tal caso le coperture dell'edificio costituite da due falde presentano un'inclinazione compresa tra 0° e 30°; il valore del coefficiente  $\mu_i$  corrispondente è pari a 0,8.

Il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo  $q_{sk}$  è calcolabile attraverso una formula differente in base alla zonizzazione normativa per il carico da neve e l'altitudine del sito di interesse. Per la zona II, in cui è compresa la provincia di Firenze in cui l'edificio in esame è situato, si fa riferimento a quanto segue:

$$q_{sk} = 1.00 \text{ kN/m}^2 \text{ per } a_s \leq 200 \text{ m}$$



$$q_{sk} = 0.85 [1 + (a_s/481)^2] \text{ per } a_s > 200 \text{ m.}$$

Il sito di interesse, come già esplicitato, è sito a circa 38 m.s.l.m.; il valore caratteristico assunto è il seguente:

$$q_{sk} = 1.00 \text{ kN/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione  $C_E$  è fornito dalla norma in funzione della topografia del terreno. Si assume pari a 1 per aree, quali quella in esame, in cui non sia presente una significativa rimozione da neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.

Il coefficiente termico  $C_t$  tiene conto delle proprietà di isolamento fornite dal materiale di copertura. In tal caso, essendo assenti documentazioni specifiche in merito, è da assumersi pari a 1.

Il carico da neve  $q_s$  è dunque pari a **0,80 [kN/m<sup>2</sup>]**

### 2.3. Azione sismica

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si stimano in base alla "pericolosità sismica di base" del sito in cui si colloca la costruzione, elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Per conoscere tali azioni, è opportuno valutare i diversi parametri coinvolti della definizione degli spettri in accelerazione funzionali alle verifiche.

#### 2.3.1. Vita nominale, classe d'uso, periodo di riferimento e periodo di ritorno per l'azione sismica

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. I valori da utilizzare sono forniti dalla normativa secondo quanto riportato nella seguente tabella:

Tipi di costruzione	Vita nominale $V_N$ [anni]
1 – Opere provvisorie, opere provvisionali, strutture in fase costruttiva	≤ 10
2 – Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3 – Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Da Tab. 2.4.1 - NTC 2018.

Per l'edificio in esame si fa riferimento al tipo di costruzione 2, trattandosi di opera ordinaria di importanza normale, e si utilizza un valore di vita nominale pari a 50 anni.

La classe d'uso delle costruzioni sono stabilite dalla norma con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso. In merito a questo aspetto si è interrogata la committenza circa l'utilizzo che dell'edificio verrà fatto, ponendo questioni riguardanti le funzioni e gli affollamenti previsti per questo fabbricato. Il D.L. 32/2019 contiene in Allegato A un elenco di destinazioni d'uso per le quali gli edifici ospitanti debbono essere considerati di interesse strategico per le finalità di protezione civile o assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso, e che pertanto devono essere ascritti rispettivamente alla classe d'uso IV o alla classe d'uso VI.

III, in accordo con quanto descritto al par. 2.4.2 della Circolare Applicativa 21/01/2019 n.7, la quale rimanda inoltre a quanto specificato nel Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n.3685 del 21 ottobre 2003. La committenza ha indicato in particolare, con sua risposta del 22/11/2019 ai quesiti posti in tal senso (Allegato I), che il Palazzo Pretorio sia considerato a destinazione d'uso indicata nella Tabella B dell'Allegato A del D.L. 32/2019, in particolare al punto 2.a): "Strutture Civili pubbliche o di uso pubblico: uffici con notevole accesso al pubblico, quali, ad esempio, uffici postali e bancari principali, uffici pubblici, centri civici, centri per convegni, mense". Tale tipologia di edificio corrisponde alla destinazione 1.1 contenuta nell'elenco B dell'Allegato 1 del Decreto del Capo Dipartimento della Protezione civile n. 3685 del 21 ottobre 2003 sopracitato, nel quale sono contemplati "Edifici pubblici o comunque destinati allo svolgimento di funzioni pubbliche nell'ambito dei quali siano normalmente presenti comunità di dimensioni significative, nonché edifici e strutture aperte al pubblico suscettibili di grande affollamento, il cui collasso può comportare gravi conseguenze in termini di perdite di vite umane".

In merito a quanto descritto l'edificio in questione non assume dunque "funzione pubblica o strategica importante", come descritto nelle NTC2018 al par. 2.4.2 per la classe d'uso IV, e non rientra di fatto nell'Elenco A dell'Allegato 1 del Decreto del Capo Dipartimento della Protezione Civile n. 3685 del 21 ottobre 2003 sopracitato, ma bensì è interessato da un "affollamento significativo" relativo agli edifici di classe d'uso III (cfr. NTC2018 par. 2.4.2). Si assume pertanto una classe d'uso III.

Si allega alla presente relazione la precisazione del Comune di Campi Bisenzio circa le precisazioni richieste circa la futura destinazione d'uso dei locali del Palazzo Pretorio (Allegato I).

Il periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R$  è un valore utile alla valutazione delle azioni sismiche agenti su ciascuna costruzione e determinabile attraverso la seguente formula:

$$V_R = V_N C_U$$

dove:

$C_U$  è il valore del coefficiente d'uso definito dalla norma al variare della classe d'uso, come da tabella.

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente $C_U$	0.7	1.0	1.5	2.0

Da Tab. 2.4.II – NTC 2018

Per l'edificio in esame, appartenente alla classe d'uso III, si utilizza un coefficiente  $C_U$  pari a 1.5, ottenendo un periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R$  pari a **75 anni**.

Il periodo di ritorno per l'azione sismica  $T_R$  è il valore attraverso cui è possibile stimare i parametri che caratterizzano la pericolosità sismica del sito per i diversi stati limite; il valore si calcola attraverso la seguente espressione:

$$T_R = - V_R / [\ln(1 - P_{VR})]$$

dove:

$P_{VR}$  è la probabilità di superamento nel periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R$ , assegnata dalla norma per ciascun Stato Limite, come da tabella:

Stati Limite		$P_{VR}$
Stati Limite di Esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati Limite Ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Da Tab. 3.2.1 – NTC 2018

In relazione al caso in esame, essendo, come detto,  $V_R$  pari a 75 anni, si ottengono i seguenti valori di  $T_R$  per ciascuno stato limite:

Stati Limite		$P_{VR}$	$T_R$ [anni]
Stati Limite di Esercizio	SLO	81%	45
	SLD	63%	75
Stati Limite Ultimi	SLV	10%	712
	SLC	5%	1462

La norma fornisce inoltre, i valori dei parametri per la determinazione delle azioni sismiche in riferimento a determinati siti corrispondenti ai nodi di un reticolo geografico (All. B del D.M. 14 gennaio 2008), in base ai quali è possibile calcolare i valori dei parametri sismici anche per siti compresi tra tali nodi; questi sono calcolabili come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame.

I parametri sismici sul sito di riferimento rigido orizzontale sono:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  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.

I valori dei parametri sismici del sito in esame, riportati nella tabella sottostante, sono stati ricavati in accordo con le Norme Tecniche vigenti attraverso il foglio di calcolo "Spettri-NTCver.1.0.3", gratuitamente scaricabile dal sito internet del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Stati Limite		$P_{VR}$	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$	$T_C^*$ [s]
Stati Limite di Esercizio	SLO	81%	45	0.537	2.58	0.26
	SLD	63%	75	0.645	2.58	0.27
Stati Limite Ultimi	SLV	10%	712	1.492	2.4	0.31
	SLC	5%	1462	1.873	2.4	0.31

### 2.3.2. Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

Per valutare l'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale per il sito in esame; a tale scopo è stata utilizzata una indagine geognostica e la relazione geologica redatta dal geologo Gianni Focardi, datata 12/11/2019, codifica interna 10gt19.

Tale relazione ha consentito di stabilire che il suolo di fondazione sia di Categoria C, ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediante addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti..." e topografica sia di Categoria T1, ovvero "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".

### 2.3.3. Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione  $S_e(T)$  è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato), riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5% moltiplicata per il valore dell'accelerazione orizzontale massima  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale.

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

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

Dove:

$T$  è il periodo di vibrazione;

$S_e$  è l'accelerazione spettrale orizzontale;

$S$  è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche;

$\eta$  è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali  $\xi$  diversi dal 5%;

$F_0$  è, come già esplicitato, il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima su sito di riferimento ed ha valore minimo pari a 2.2;

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro;

$T_B$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante;

$T_D$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro.

Il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche  $S$  è calcolabile attraverso la seguente relazione:

$$S = S_S S_T$$

Dove:

$S_S$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, fornito dalla normativa in base alla categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.V);

$S_T$  è il coefficiente di amplificazione topografica, fornito dalla normativa in base alla categoria topografica (Tab. 3.2.VI).

Per il caso in esame, essendo la Categoria di sottosuolo C, il coefficiente  $S_S$  si calcola attraverso la formula:

$$1.00 \leq 1.70 - 0.60 F_0 (a_g/g) \leq 1.50 .$$

Per il caso in esame, il coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$  è pari ad 1.0.

Il fattore  $\eta$  si calcola tramite l'espressione:

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0.55 ,$$

Il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro  $T_C$  è calcolabile attraverso la formula:

$$T_C = C_C T_C^*$$

Dove:

$T_C^*$  è, come già esplicitato, il periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

$C_C$  è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo fornito dalla normativa in base alla categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.IV).

Per il caso in esame, essendo la Categoria di sottosuolo C, il coefficiente  $C_C$  si calcola attraverso la formula:

$$C_C = 1.05 (T_C^*)^{-0.33} .$$

Il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante  $T_B$  è pari a

$$T_B = T_C / 3 .$$

Il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro  $T_D$  è espresso in secondi ed è dato dalla seguente relazione:

$$T_D = 4.0 (a_g / g) + 1.6 .$$

Carico sismico

Forma spettro Parametrica Diagramma Spettro

Classe suolo C Calcola

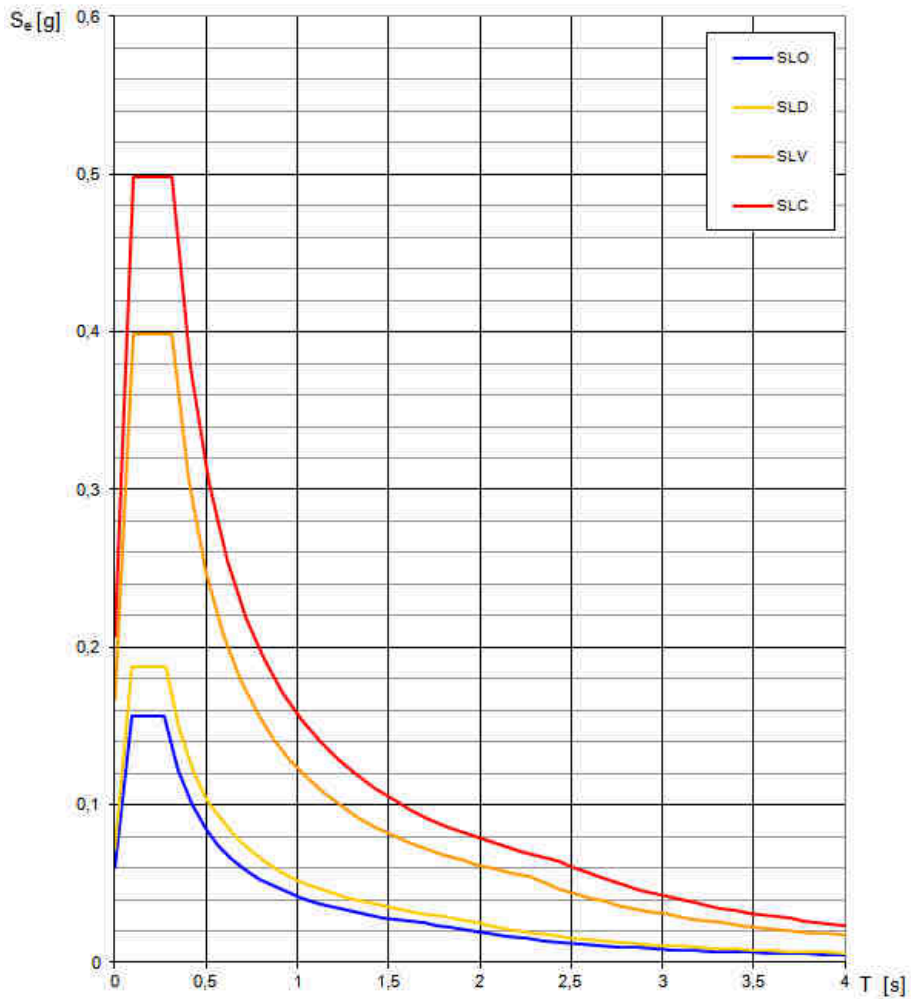
	SLC	SLV	SLD	SLO
► Verifica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
$\ddot{a}_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	1,87	1,49	0,64	0,54
$F_0$	2,40	2,40	2,58	2,58
$T^*_C$ [s]	0,31	0,31	0,27	0,26
$T_R$	1.462,00	712,00	75,00	45,00
$S_S$	1,43	1,48	1,50	1,50
$T_B$ [s]	0,16	0,16	0,15	0,14
$T_C$ [s]	0,48	0,48	0,44	0,43
$T_D$ [s]	2,36	2,21	1,86	1,82

Categoria topografica T1  $S_T$  1,0

Fattore di amplificazione 1,000 ?

OK Annulla

**Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite**



Da file Excel: Spettri NTC

#### 2.4. Strutture di orizzontamento e copertura

Le differenti tipologie di solaio sono state determinate grazie ai saggi effettuati dalla ditta Laboratorio Sigma, dei quali si riportano in allegato la Relazione tecnica ed il Rapporto di prova (Allegati II e III). I solai presenti nel fabbricato, siano essi di piano o di copertura, risultano a struttura lignea a doppia orditura, con travi e travetti in essenza principale di abete, ed in alcuni casi di pioppo o quercia. Il piano continuo soprastante l'orditura minuta risulta costituito in alcuni casi da tavolato in legno, ed in altri da pannelle in laterizio. Gli strati successivi variano per entità e dimensioni in base ai vari ambienti.

Dai saggi effettuati, cui si rimanda per una più dettagliata definizione delle stratigrafie esistenti, è stata condotta un'analisi dei carichi per ognuno degli orizzontamenti rilevati, riportata di seguito.

SOLAIO S1	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e tavolato in legno				32	kg/m <sup>2</sup>
Soletta	2400	kg/m <sup>3</sup>	0,07	168	kg/m <sup>2</sup>
	tot.			200	kg/m <sup>2</sup>
G2					
Massetto	2000	kg/m <sup>3</sup>	0,05	100	kg/m <sup>2</sup>
Pavimentazione laterizio/ceramica				40	kg/m <sup>2</sup>
	tot.			140	kg/m <sup>2</sup>
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m <sup>2</sup>
	tot.			300	kg/m <sup>2</sup>

SOLAIO S2	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e tavolato in legno				32	kg/m <sup>2</sup>
Soletta	2400	kg/m <sup>3</sup>	0,075	180	kg/m <sup>2</sup>
	tot.			212	kg/m <sup>2</sup>
G2					
Massetto	2000	kg/m <sup>3</sup>	0,045	90	kg/m <sup>2</sup>
Pavimentazione laterizio/ceramica				40	kg/m <sup>2</sup>
	tot.			130	kg/m <sup>2</sup>
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m <sup>2</sup>
	tot.			300	kg/m <sup>2</sup>

SOLAIO S3	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e tavolato in legno				32	kg/m <sup>2</sup>
	tot.			32	kg/m <sup>2</sup>
G2					



Massetto	2000	kg/m3	0,05	100	kg/m2
Pavimentazione laterizio	1800	kg/m3	0,035	63	kg/m2
tot.				163	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
tot.				300	kg/m2

SOLAIO S4	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e tavolato in legno				32	kg/m2
tot.				32	kg/m2
G2					
Massetto	2000	kg/m3	0,04	80	kg/m2
Pavimentazione laterizio	1800	kg/m3	0,035	63	kg/m2
tot.				143	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
tot.				300	kg/m2

SOLAIO S5	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m3*0,035m+peso travetti 20 kg/m2)				83	kg/m2
tot.				83	kg/m2
G2					
Massetto	2000	kg/m3	0,025	50	kg/m2
Pianellona	1800	kg/m3	0,035	63	kg/m2
Massetto	2000	kg/m3	0,13	260	kg/m2
Pavimentazione graniglia	2400	kg/m3	0,02	48	kg/m2
tot.				421	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
tot.				300	kg/m2

SOLAIO S6	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m3*0,035m+peso travetti 20 kg/m2)				83	kg/m2
tot.				83	kg/m2

G2					
Massetto	2000	kg/m3	0,02	40	kg/m2
Pianellona	1800	kg/m3	0,035	63	kg/m2
			tot.	103	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
			tot.	300	kg/m2

SOLAIO S7	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m3*0,035m+peso travetti 20 kg/m2)				83	kg/m2
			tot.	83	kg/m2
G2					
Massetto	2000	kg/m3	0,025	50	kg/m2
Pianellona	1800	kg/m3	0,035	63	kg/m2
			tot.	113	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
			tot.	300	kg/m2

SOLAIO S8	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m3*0,035m+peso travetti 20 kg/m2)				83	kg/m2
			tot.	83	kg/m2
G2					
Massetto	2000	kg/m3	0,025	50	kg/m2
Pianellona	1800	kg/m3	0,035	63	kg/m2
Malta			0,015	30	kg/m2
			tot.	143	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
			tot.	300	kg/m2

SOLAIO S9	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					

Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m <sup>3</sup> *0,035m+peso travetti 20 kg/m <sup>2</sup> )				83	kg/m <sup>2</sup>
tot.				83	kg/m <sup>2</sup>
<b>G2</b>					
Massetto	2000	kg/m <sup>3</sup>	0,02	40	kg/m <sup>2</sup>
Pianellona	1800	kg/m <sup>3</sup>	0,035	63	kg/m <sup>2</sup>
tot.				103	kg/m <sup>2</sup>
<b>Qk</b>					
Accidentale uffici				300	kg/m <sup>2</sup>
tot.				300	kg/m <sup>2</sup>

SOLAIO S10	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
<b>G1</b>					
Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m <sup>3</sup> *0,035m+peso travetti 20 kg/m <sup>2</sup> )				83	kg/m <sup>2</sup>
tot.				83	kg/m <sup>2</sup>
<b>G2</b>					
Massetto	2000	kg/m <sup>3</sup>	0,025	50	kg/m <sup>2</sup>
Mattonella	1800	kg/m <sup>3</sup>	0,035	63	kg/m <sup>2</sup>
tot.				113	kg/m <sup>2</sup>
<b>Qk</b>					
Accidentale uffici				300	kg/m <sup>2</sup>
tot.				300	kg/m <sup>2</sup>

SOLAIO S11	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
<b>G1</b>					
Profilo IPE180 (1 al ml)				18,8	kg/m <sup>2</sup>
Tavellone				40	kg/m <sup>2</sup>
Soletta	2400	kg/m <sup>3</sup>	0,12	288	kg/m <sup>2</sup>
tot.				346,8	kg/m <sup>2</sup>
<b>G2</b>					
Massetto	2000	kg/m <sup>3</sup>	0,02	40	kg/m <sup>2</sup>
Intonaco				30	kg/m <sup>2</sup>
Pavimentazione graniglia	2400	kg/m <sup>3</sup>	0,02	48	kg/m <sup>2</sup>
tot.				118	kg/m <sup>2</sup>
<b>Qk</b>					
Accidentale uffici				300	kg/m <sup>2</sup>
tot.				300	kg/m <sup>2</sup>

SOLAIO S12	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e tavolato in legno				32	kg/m2
			tot.	32	kg/m2
G2					
Massetto	2000	kg/m3	0,03	60	kg/m2
Pianella	1800	kg/m3	0,035	63	kg/m2
Massetto	2000	kg/m3	0,025	50	kg/m2
Mattonella				40	kg/m2
			tot.	213	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
			tot.	300	kg/m2

SOLAIO S13	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e tavolato in legno				32	kg/m2
			tot.	32	kg/m2
G2					
Massetto	2000	kg/m3	0,03	60	kg/m2
Pavimentazione laterizio	1800	kg/m3	0,03	54	kg/m2
			tot.	114	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
			tot.	300	kg/m2

SOLAIO S14	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m3*0,035m+peso travetti 20 kg/m2)				83	kg/m2
			tot.	83	kg/m2
G2					
Massetto	2000	kg/m3	0,03	60	kg/m2
Mattonella	1800	kg/m3	0,035	63	kg/m2
			tot.	123	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
			tot.	300	kg/m2

SOLAIO S15	peso u.v.		spessore	peso u.s.	

G1					
Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m3*0,035m+peso travetti 20 kg/m2)				83	kg/m2
tot.				83	kg/m2
G2					
Massetto	2000	kg/m3	0,064	128	kg/m2
Pavimentazione graniglia	2400	kg/m3	0,018	43,2	kg/m2
tot.				171,2	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
tot.				300	kg/m2

SOLAIO S16	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m3*0,035m+peso travetti 20 kg/m2)				83	kg/m2
tot.				83	kg/m2
G2					
Massetto	2000	kg/m3	0,05	100	kg/m2
Mattonella graniglia	2400	kg/m3	0,025	60	kg/m2
tot.				160	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
tot.				300	kg/m2

SOLAIO S17	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e tavolato in legno				32	kg/m2
tot.				32	kg/m2
G2					
Tavolato truciolato doppio	650	kg/m3	0,03	19,5	kg/m2
tot.				19,5	kg/m2
Qk					
Accidentale uffici				300	kg/m2
tot.				300	kg/m2

SOLAIO S18	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					

Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m <sup>3</sup> *0,035m+peso travetti 20 kg/m <sup>2</sup> )				83	kg/m <sup>2</sup>
tot.				83	kg/m <sup>2</sup>
<b>G2</b>					
Massetto	2000	kg/m <sup>3</sup>	0,025	50	kg/m <sup>2</sup>
Pianellona	1800	kg/m <sup>3</sup>	0,035	63	kg/m <sup>2</sup>
tot.				113	kg/m <sup>2</sup>
<b>Qk</b>					
Accidentale uffici				300	kg/m <sup>2</sup>
tot.				300	kg/m <sup>2</sup>

SOLAIO S19	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
<b>G1</b>					
Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m <sup>3</sup> *0,035m+peso travetti 20 kg/m <sup>2</sup> )				83	kg/m <sup>2</sup>
tot.				83	kg/m <sup>2</sup>
<b>G2</b>					
Massetto	2000	kg/m <sup>3</sup>	0,02	40	kg/m <sup>2</sup>
Pianellona	1800	kg/m <sup>3</sup>	0,035	63	kg/m <sup>2</sup>
Massetto	2000	kg/m <sup>3</sup>	0,04	80	kg/m <sup>2</sup>
Mattonella				40	kg/m <sup>2</sup>
tot.				223	kg/m <sup>2</sup>
<b>Qk</b>					
Accidentale uffici				300	kg/m <sup>2</sup>
tot.				300	kg/m <sup>2</sup>

La stratigrafia del solaio di copertura è stata ricostruita attraverso i sopralluoghi effettuati in sito. Tale stratigrafia, riportata di seguito, non comprende la porzione di copertura oggetto di recente intervento di riparazione di cui al Progetto n. 22876 datato 09/09/2016.

SOLAIO DI COPERTURA	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
<b>G1</b>					
Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m <sup>3</sup> *0,035m+peso travetti 20 kg/m <sup>2</sup> )				83	kg/m <sup>2</sup>
tot.				83	kg/m <sup>2</sup>
<b>G2</b>					
Guaina impermeabilizzante				5	kg/m <sup>2</sup>

Coppi ed embrici				60	kg/m <sup>2</sup>
			tot.	65	kg/m <sup>2</sup>
Qk					
Accidentale neve				100	kg/m <sup>2</sup>
			tot.	100	kg/m <sup>2</sup>

Si riportano le caratteristiche dimensionali dell'orditura minuta dei solai di piano, rilevate durante i sopralluoghi effettuati in sito.

solaio	b travetto (mm)	h travetto (mm)	interasse (mm)
S1	70	70	410
S2	70	70	390
S3	80	80	390
S4	80	80	390
S5	80	80	460
S6	80	80	320
S7	80	80	320
S8	100	120	300
S9	80	80	320
S10	90	90	330
S11	IPE 180		1000
S12	130	130	510
S13	100	120	350
S14	80	80	320
S15	80	80	320
S16	70	70	230
S17	70	70	380
S18	80	80	320
S19	80	80	340

È stata condotta un'analisi dei carichi degli elementi strutturali del torrino caratterizzante la facciata principale, al fine di condurre verifiche statiche e sismiche sullo stesso, e di poterlo correttamente modellare all'interno del software di calcolo utilizzato. L'analisi dei carichi relativa a tale elemento è riportata di seguito.

PALAZZO PRETORIO - CALCOLO PESO DELLA TORRETTA DELL'OROLOGIO			
PESI			note
Muratura	2200	kg/m <sup>3</sup>	
Legno di quercia	760	kg/m <sup>3</sup>	
Carico accidentale	200	kg/m <sup>2</sup>	sola manutenzione dell'orologio

<b>COPERTURA</b>			
G1:			
Puntoni in legno	20	kg/m2	
Travetti in legno	20	kg/m2	
G2:			
Pianelle	40	kg/m2	
Coppi ed embrici	60	kg/m2	
tot.	140	kg/m2	
<b>SOLAIO</b>			
G1:			
Travetti in legno	20	kg/m2	
Tavolato in legno	20	kg/m2	
G2:			
Massetto	80	kg/m2	
Pavimentazione	40	kg/m2	
tot.	160	kg/m2	

L'intervento di rinforzo dei solai di piano prevede la rimozione degli strati esistenti fino al ritrovamento delle pianelle o del tavolato ligneo intradossali, la realizzazione di una soletta armata in cls alleggerito armato ed ancorato alla muratura perimetrale tramite inghisaggi, e la successiva posa del pacchetto architettonico. Dato che i solai da rinforzare di ogni interpiano risultano oggi posizionati a quote strutturali diverse tra loro, si ipotizza la seguente stratigrafia di progetto, la quale prende in considerazione due diversi tipi di massetto, a seconda che lo spessore da realizzare per il raggiungimento della quota di progetto sia esiguo o di altezza importante.

STRATIGRAFIA DI PROGETTO SOLAI INTERPIANO	peso u.v.		spessore	peso u.s.	
G1					
Piccola orditura e pianellona (pianellona 1800kg/m3*0,035m+peso travetti 20 kg/m2)				85	kg/m2
Soletta armata tipo LECA1800	1800	kg/m3	0,05	90	kg/m2
G2					
Massetto di spessore variabile					
per grandi spessori: tipo FOAMCEM	1000	kg/m3			
per piccoli spessori: ORDINARIO	2000	kg/m3			
Massetto cementizio	2100	kg/m3	0,05	105	kg/m2
Pavimentazione in graniglia	3500	kg/m3	0,03	105	kg/m2



Qk					
Sovraccarico Cat.B2 tab.3.1.II NTC2018				300	kg/m <sup>2</sup>

Le stratigrafie di progetto di ciascuno dei solai rinforzati sono riportate più avanti, nella parte di relazione specifica per le verifiche condotte sui solai di interpiano.

Per i solai di interpiano per la quale si prevede la demolizione ed il rifacimento la stratigrafia considerata è quella riportata in precedenza per i solai da rinforzare. L'unica differenza risulta data dalle orditure principali e secondarie, che si prevedono realizzate in legno di abete di categoria C24, secondo la UNI EN 338.

In ogni caso si considera la soletta armata come non collaborante con la struttura lignea portante, ma efficace soltanto come elemento di ripartizione dei carichi statici e di irrigidimento nel piano rispetto alle azioni orizzontali.

I solai di interpiano verranno inoltre rinforzati mediante l'inserimento di profili in acciaio del tipo HEB di rinfianco alle travi di orditura principale esistente, tali elementi scaricano quota parte del carico del solaio dalle travi in legno esistenti e riducono la luce libera dei correnti.

L'intervento riguardante il solaio di copertura prevede la sostituzione degli elementi strutturali della copertura esistente con nuovi elementi in legno di abete di categoria C24 (UNI EN 338), i quali saranno posizionati il più possibile in corrispondenza dei vecchi elementi lignei portanti. Sopra di essi è prevista la posa di uno strato di pannelle in cotto, sopra il quale verrà realizzato un impalcato in pannello OSB, il quale conferirà maggiore rigidità alla copertura nel proprio piano. L'intervento di rifacimento della copertura verrà completato con l'inserimento di un cordolo perimetrale posto sulla sommità delle murature di tamponamento e collegato ad esse ed ai correnti di copertura. Tale cordolo sarà costituito da una piastra in acciaio collegata alla muratura ed ai correnti di copertura tramite inghisaggi.

L'intervento di rinforzo della copertura della torretta prevede anch'esso la realizzazione di un piano rigido mediante pannelli OSB posizionati al di sopra dello strato di pannelle in cotto, e l'inserimento di un cordolo in acciaio di collegamento, posato con le stesse modalità di quello precedentemente descritto per la copertura del fabbricato. La capriata di sostegno del padiglione di copertura della torretta risulta sostenuta da una trave in legno disposta ortogonalmente alla capriata stessa, che risulta non verificata. Si prevede pertanto la rimozione di quest'ultima e l'inserimento di una nuova trave in legno di abete categoria C24 (UNI EN 338).

## 2.5 Riepilogo delle ipotesi progettuali assunte

Si riporta di seguito un riepilogo delle ipotesi progettuali assunte per la caratterizzazione delle azioni gravanti sulla struttura, e delle ipotesi assunte per la caratterizzazione delle caratteristiche meccaniche degli elementi resistenti in muratura del fabbricato.

### Azione sismica:

- Vita nominale di progetto: 50 anni (tipo 2: Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari) [tab.2.4.I NTC2018];
- Classe d'uso: III – "Edifici 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 conseguenza di un loro eventuale collasso". Coefficiente  $C_u = 1.5$  [tab.2.4.II NTC2018].

Caratteristiche geologiche e geotecniche:

- Categoria di sottosuolo: C – “*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s*” [tab.3.2.II NTC2018];
- Categoria topografica: T1 – “*Superficie pianeggiante*”.

Si veda in particolare la Relazione Geologica Geol. Focardi allegata (Elaborato H).

Livelli di conoscenza assunti:

In relazione alle caratteristiche meccaniche degli elementi murari resistenti, si è assunto per lo stato di fatto un livello di conoscenza LC1 per ognuno dei tipi di muratura considerati. Lo stato di progetto farà riferimento ad un livello di conoscenza LC2 per la muratura di pietrame disordinata e per quella in mattoni pieni (così come definite alla tab. 8.5.I della Circolare Applicativa delle NTC2018, n.7 del 21/01/2019), acquisibile grazie all’esecuzione di alcune prove che si prescrive di eseguire in sede di progetto esecutivo (si veda il par. 3.1 successivo).

Per le caratteristiche meccaniche degli elementi lignei esistenti si sono assunte le caratteristiche meccaniche in accordo con la Relazione Tecnica sull’Indagine diagnostica sugli elementi lignei strutturali di copertura e di solaio fornita dal Dott. Forestale Lenzi (Allegato II). Grazie alle indagini svolte si è assunto per gli elementi lignei esistenti un livello di conoscenza LC2 (si veda il par. 3.3 successivo).

### 3. Caratteristiche meccaniche dei materiali

Le caratteristiche meccaniche delle murature e degli elementi in acciaio presenti all’interno della struttura sono state definite in base alle prescrizioni contenute all’interno delle NTC2018 e relativa Circolare Applicativa 21/01/2019 n.7, per la caratterizzazione meccanica degli elementi lignei esistenti si è utilizzata la norma UNI 11119:2004, mentre i nuovi elementi lignei utilizzati sono stati caratterizzati utilizzando le classi di resistenza contenute nella UNI EN 338.

#### 3.1. Caratteristiche meccaniche della muratura

Le caratteristiche meccaniche della muratura costituente il fabbricato sono state determinate in accordo con la tab. C8.5.I della Circolare Applicativa 21/01/2019. Per assegnare una delle tipologie di muratura contenute in tale tabella alle murature dell’edificio si è fatto riferimento alle indagini visive condotte in sito, ai saggi effettuati dalla ditta Laboratorio Sigma, di cui si allega il Rapporto di prova (Allegato III), ed all’analisi storica del fabbricato.

Sono state definite nel modello quattro delle tipologie di muratura contenute nella tabella C8.5.I, le cui caratteristiche sono riportate nei prospetti seguenti.

<b>Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)</b>	<i>min</i>	<i>max</i>
<i>E</i> modulo elastico [N/mm <sup>2</sup> ]	690	1050
<i>G</i> modulo elastico a taglio [N/mm <sup>2</sup> ]	230	350
<i>f<sub>m</sub></i> resistenza a compressione media [N/cm <sup>2</sup> ]	100	200
<i>τ<sub>0</sub></i> resistenza a taglio limite [N/cm <sup>2</sup> ]	1.8	3.2

Da Tab. C8.5.1.

<b>Muratura in pietre a spacco con buona tessitura</b>	<i>min</i>	<i>max</i>
<i>E</i> modulo elastico [N/mm <sup>2</sup> ]	1500	1980
<i>G</i> modulo elastico a taglio [N/mm <sup>2</sup> ]	500	660
<i>f<sub>m</sub></i> resistenza a compressione media [N/cm <sup>2</sup> ]	260	380
<i>τ<sub>0</sub></i> resistenza a taglio limite [N/cm <sup>2</sup> ]	5.6	7.4

Da Tab. C8.5.1.

<b>Muratura in mattoni pieni e malta di calce</b>	<i>min</i>	<i>max</i>
<i>E</i> modulo elastico [N/mm <sup>2</sup> ]	1200	1800
<i>G</i> modulo elastico a taglio [N/mm <sup>2</sup> ]	875	1400
<i>f<sub>m</sub></i> resistenza a compressione media [N/cm <sup>2</sup> ]	500	800
<i>τ<sub>0</sub></i> resistenza a taglio limite [N/cm <sup>2</sup> ]	8.0	17.0

Da Tab. C8.5.1.

<b>Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo</b>	<i>min</i>	<i>max</i>
<i>E</i> modulo elastico [N/mm <sup>2</sup> ]	1020	1440
<i>G</i> modulo elastico a taglio [N/mm <sup>2</sup> ]	340	480
<i>f<sub>m</sub></i> resistenza a compressione media [N/cm <sup>2</sup> ]	200	
<i>τ<sub>0</sub></i> resistenza a taglio limite [N/cm <sup>2</sup> ]	3.5	5.1

Da Tab. C8.5.1.

In base alle indagini condotte ed ai risultati dei saggi a disposizione non si è ritenuto possibile assegnare alle murature individuate nessuno dei coefficienti correttivi delle caratteristiche meccaniche definiti in tab. C8.5.II.

In sede di verifica di vulnerabilità le indagini effettuate sugli elementi murari del fabbricato permettevano di attestarsi su un livello di conoscenza LC1, così come definito al par. C.8.5.4 della Circolare Applicativa n.7 del 21/01/2019. Il presente progetto definitivo è stato redatto considerando l'esecuzione di 3 martinetti piani effettuati sulle murature in pietrame disordinato e sulle murature di mattoni pieni ad una testa, che permettono di raggiungere per tali tipologie di muratura, un livello di conoscenza LC2, al quale corrisponde l'assunzione dei valori medi di resistenza e dei moduli elastici tra quelli riportati nella tabella C.8.5.1 della Circolare Applicativa delle NTC2018, così come definito al par. C8.5.4.1 della Circolare Applicativa n.7 del 21/01/2019 per le murature.

### 3.2 Caratteristiche meccaniche degli elementi in acciaio

Per l'acciaio costituente i profili di rinforzo dei solai lignei e del solaio in putrelle e tavelloni si è ipotizzato un acciaio con tensione di snervamento pari a 235 N/mm<sup>2</sup>, conforme con l'acciaio Fe360 solitamente in uso prima delle vigenti normative. Alla corrispondente resistenza allo snervamento è stato applicato un coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_{M0}$  pari a 1.05, in accordo con i valori riportati in tab. 4.2.VII, par. 4.2.4.1.1 NTC2018. Per gli elementi esistenti la tensione di snervamento ottenuta è stata poi divisa ulteriormente per un Fattore di Confidenza pari ad 1,35, corrispondente ad un Livello di Conoscenza LC1, così come definito per le costruzioni in acciaio al par. C8.5.4.2 della Circolare Applicativa del 21/01/2019 n.7.

### 3.3 caratteristiche meccaniche degli elementi lignei

Per la determinazione delle caratteristiche meccaniche degli elementi lignei costituenti travi e travetti dei solai esistenti si è seguito quanto prescritto al par. C8.5.3.3 della Circolare Applicativa n.7 del 21/01/2019, ovvero utilizzando la norma UNI 11119, così come riportato anche nel report del Laboratorio Sigma del 24/10/2019.

Le caratteristiche meccaniche del legno costituente le travi ed i travetti esistenti sono state determinate sulla base della Relazione Tecnica sull'Indagine diagnostica su elementi lignei strutturali di copertura e di solaio fornita dal Dott. Forestale Massimiliano Lenzi. In tale relazione le caratteristiche meccaniche degli elementi lignei sono tabulate in relazione alla UNI 11119:2004 – "Beni culturali. Manufatti lignei. Strutture portanti per edifici – Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera", in relazione alla specie legnosa ed alla "categoria in opera" dell'elemento ligneo analizzato.

La "categoria in opera" viene definita nella UNI 11119:2004 in base alle caratteristiche geometriche e biologiche del legno, nonché rispetto alla presenza ed all'entità di lesioni e di imperfezioni presenti nell'elemento ligneo oggetto di indagine, secondo la tabella riportata di seguito.

#### Regole di classificazione per elementi strutturali lignei in opera (UNI 11119:2004).

CARATTERISTICA	CATEGORIA IN OPERA			
	I	II	III	
Smussi	≤ 1/8	≤ 1/5	≤ 1/3	
Lesioni varie, Cretti da gelo, Cipollature	assenti	assenti	ammissibili, se limitate	
Nodi singoli	≤ 1/5 ≤ 50 mm	≤ 1/3 ≤ 70 mm	≤ 1/2	
Gruppi di nodi	≤ 2/5	≤ 2/3	≤ 3/4	
Inclinazione della fibratura (pendenza %)	in sez. radiale	≤ 1/14 (≈7%)	≤ 1/8 (≈12%)	≤ 1/5 (20%)
	in sezione tangenziale	≤ 1/10 (10%)	≤ 1/5 (20%)	≤ 1/3 (≈33%)
Fessurazioni radiali da ritiro	ammissibili, purché non passanti			

In base alla suddetta categoria in opera ed alla specie legnosa, le caratteristiche meccaniche dell'elemento ligneo sono determinabili mediante la tabella riportata di seguito.

Tensioni massime per l'applicazione del metodo delle tensioni ammissibili e moduli medi di elasticità a flessione per le categorie in opera delle principali specie legnose, applicabili per umidità del legno = 12% (UNI 11119:2004).

SPECIE	categoria in opera	TENSIONI MASSIME (N/mm <sup>2</sup> )					
		compressione		flessione statica	trazione parallela alla fibratura (*)	taglio parallelo alla fibratura	modulo di elasticità a flessione
		parallela alla fibratura	perpendicolare alla fibratura				
Abete bianco (Abies alba Mill.)	I	11	2,0	11,5	11	0,9	13 000
	II	9	2,0	10	9	0,8	12 000
	III	7	2,0	7,5	6	0,7	11 000
Abete rosso (Picea abies Karst.)	I	10	2,0	11	11	1,0	12 500
	II	8	2,0	9	9	0,9	11 500
	III	6	2,0	7	6	0,8	10 500
Larice (Larix spp.)	I	12	2,5	13	12	1,1	15 500
	II	10	2,2	11	9,5	1,0	14 500
	III	7,5	2,0	8,5	7	0,9	13 500
Pini (Pinus spp.)	I	11	2,0	12	11	1,0	13 000
	II	9	2,0	10	9	0,9	12 000
	III	7	2,0	8	6	0,8	11 000
Castagno (Castanea sativa Mill.)	I	11	2,0	12	11	0,8	10 000
	II	9	2,0	10	9	0,7	9 000
	III	7	2,0	8	6	0,6	8 000
Pioppo (Populus spp.)	I	10	1,5	10,5	9	0,6	9 000
	II	8	1,5	8,5	7	0,5	8 000
	III	6	1,5	6,5	4,5	0,4	7 000
Quercia (Quercus spp.)	I	12	3,0	13	12	1,2	13 500
	II	10	2,5	11	10	1,0	12 500
	III	7,5	2,2	8,5	7	0,9	11 500

(\*) La tensione massima a trazione perpendicolare alla fibratura si assume convenzionalmente uguale a zero.

Le indagini eseguite dal Dott. Lenzi non risultano caratterizzare la totalità degli elementi lignei, e per quelli analizzati le informazioni non sono alle volte sufficienti per caratterizzare univocamente la specie legnosa e la categoria in opera dell'elemento. Per gli elementi lignei dei solai di piano non indagati si è considerato (in estensione alle indicazioni campionatorie) un legno di abete rosso di categoria in opera III. Per le coperture, con lo stesso principio estensivo si è considerato un legno di pioppo della stessa categoria in opera III.

I valori delle caratteristiche meccaniche così determinati sono stati ulteriormente ridotti tramite il fattore di confidenza FC= 1,2 definito al capitolo 8 delle NTC2018 in relazione ad un livello di conoscenza LC2, il quale si considera raggiunto grazie alle indagini e prove eseguite (par. C8.5.4 Circolare Applicativa n.7 del 21/01/2019).

Il legname utilizzato per i nuovi elementi del solaio di copertura e dei solai interpiano è stato caratterizzato come legno di abete di Categoria C24 così come definito nella normativa UNI EN 338, della quale si riporta la Tabella 1, relativa alla definizione delle caratteristiche meccaniche dei legnami da costruzione.

Table 1 — Strength classes - Characteristic values

		Softwood species											Hardwood species								
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D18	D24	D30	D35	D40	D50	D60	D70
<b>Strength properties (in N/mm<sup>2</sup>)</b>																					
Bending	$f_{mk}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	18	24	30	35	40	50	60	70
Tension parallel	$f_{t0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	11	14	18	21	24	30	36	42
Tension perpendicular	$f_{t90,k}$	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Compression parallel	$f_{c0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	18	21	23	25	26	29	32	34
Compression perpendicular	$f_{c90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	7,5	7,8	8,0	8,1	8,3	9,3	10,5	13,5
Shear	$f_{vk}$	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,4	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0
<b>Stiffness properties (in kN/mm<sup>2</sup>)</b>																					
Mean modulus of elasticity parallel	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	11,5	12	13	14	15	16	9,5	10	11	12	13	14	17	20
5 % modulus of elasticity parallel	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10,0	10,7	8	8,5	9,2	10,1	10,9	11,8	14,3	16,8
Mean modulus of elasticity perpendicular	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53	0,63	0,67	0,73	0,80	0,86	0,93	1,13	1,33
Mean shear modulus	$G_{mean}$	0,44	0,5	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00	0,59	0,62	0,69	0,75	0,81	0,88	1,06	1,25
<b>Density (in kg/m<sup>3</sup>)</b>																					
Density	$\rho_k$	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	475	485	530	540	550	620	700	900
Mean density	$\rho_{mean}$	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	570	580	640	650	660	750	840	1080
<p>NOTE 1 Values given above for tension strength, compression strength, shear strength, 5 % modulus of elasticity, mean modulus of elasticity perpendicular to grain and mean shear modulus, have been calculated using the equations given in Annex A.</p> <p>NOTE 2 The tabulated properties are compatible with timber at a moisture content consistent with a temperature of 20 °C and a relative humidity of 65 %.</p> <p>NOTE 3 Timber conforming to classes C45 and C50 may not be readily available.</p> <p>NOTE 4 Characteristic values for shear strength are given for timber without fissures, according to EN 408. The effect of fissures should be covered in design codes.</p>																					

#### 4. Modellazione della struttura

A partire dal rilievo geometrico della struttura e da un'attività di sopralluoghi in sito, nonché grazie ai saggi ed alle prove effettuate dalla ditta Laboratorio Sigma già citata, è stato creato un modello strutturale del manufatto attraverso l'utilizzo del software TREMURI di S.T.A. DATA s.r.l. versione 12.5.0.0.



Allo stato di progetto definitivo, gli interventi previsti sugli elementi strutturali hanno portato alcune modifiche sul modello rispetto a quello utilizzato in sede di verifica di vulnerabilità sismica. Le principali modifiche hanno riguardato la variazione delle caratteristiche meccaniche e geometriche dei maschi murari conseguenti agli interventi di rinforzo progettati e la variazione della quota e della rigidità dei solai di interpiano e di copertura, nonché modifiche locali come l'inserimento di cerchiature e la modifica delle aperture.

Partendo dallo stato di progetto architettonico, l'edificio è stato modellato su tre livelli: il piano terra alla quota 0.00 m, il piano primo alla quota unitaria di +3.20 m, ed il piano secondo alla quota unitaria di +6.70 m. L'altezza media di piano secondo è stata presa sottogronda pari a 2,60 m. Le varie altezze di piano sono state ricavate da medie delle altezze dei vari locali, in quanto le due porzioni principali affaccianti su via Santo Stefano e su piazza G. Matteotti hanno altezze diverse.

Le murature sono state caratterizzate in accordo con le categorie definite nella tab. C8.5.I delle NTC2018 prendendo in considerazione i rilievi visivi effettuati ed i saggi sulle murature eseguiti dalla ditta Laboratorio Sigma. Per i muri per i quali non si avevano fotografie o saggi, per l'assegnazione delle caratteristiche meccaniche si è considerata l'analisi

storica del fabbricato ed altri criteri di similitudine con muri di spessore simile o muri sottostanti al muro in esame. In particolare nel modello si editano queste nuove murature (coincidenti con le murature definite nelle NTC):

- M1 - Muratura di pietrame disordinata;
- M2 - Muratura in pietre a spacco con buona tessitura;
- M3 - Muratura di mattoni pieni e malta di calce;
- M4 - Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo.
- M5 - Muratura di mattoni semipieni con malta cementizia;
- M7 – Muratura di mattoni pieni + intonaco armato (LC2);
- M9 – Muratura di pietrame disordinata (LC2).

Tipo	Nome
	1 - Muratura di pietrame disordinata
Colore materiale	
Texture	

E [N/mm <sup>2</sup> ]	870
Eh [N/mm <sup>2</sup> ]	870
G [N/mm <sup>2</sup> ]	290
w [kN/m <sup>3</sup> ]	19
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	100
f <sub>hm</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	75
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	51,85
τ [N/cm <sup>2</sup> ]	1,8
FC	1,35
γ <sub>m</sub>	3
Maschio drift taglio	0,005
Maschio drift flessione	0,01
Fascia drift taglio	0,015
Fascia drift flessione	0,015
Fascia accoppiata drift	0,02

**Condizione del materiale** Modifica

Esistente  Nuovo

Rigidezza fessurata  
 Definizione utente  
 Limita spostamento ultimo

**Tipo legame**

Fascia  
Degrado di resistenza a un valore residuo ▾

Taglio  
Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic) ▾

Considera contributo a trazione fascia

Parametri muratura

Parametri di miglioramento

**Modifica**

Tipo **Nome**  
 Nome: M2 - Muratura in pietre a spacco

Colore materiale: 

Texture: 

E [N/mm <sup>2</sup> ]	1740
Eh [N/mm <sup>2</sup> ]	1740
G [N/mm <sup>2</sup> ]	580
w [kN/m <sup>3</sup> ]	21
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	260
f <sub>hm</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	195
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	134,81
τ [N/cm <sup>2</sup> ]	5,6
FC	1,35
γ <sub>m</sub>	3
Maschio drift taglio	0,005
Maschio drift flessione	0,01
Fascia drift taglio	0,015
Fascia drift flessione	0,015
Fascia accoppiata drift	0,02

**Condizione del materiale**

Esistente  Nuovo

Rigidezza fessurata  
 Definizione utente  
 Limita spostamento ultimo

**Tipo legame**

Fascia: Degrado di resistenza a un valore residuo

Taglio: Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)


Considera contributo a trazione fascia


Parametri muratura

Parametri di miglioramento

**Modifica**

Tipo **Nome**  
 Nome: M3 - Mur mattoni LC2

Colore materiale: 

Texture: 

E [N/mm <sup>2</sup> ]	1500
Eh [N/mm <sup>2</sup> ]	1500
G [N/mm <sup>2</sup> ]	500
w [kN/m <sup>3</sup> ]	18
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	345
f <sub>hm</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	258,75
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	201,25
τ [N/cm <sup>2</sup> ]	9
FC	1,2
γ <sub>m</sub>	3
Maschio drift taglio	0,005
Maschio drift flessione	0,01
Fascia drift taglio	0,015
Fascia drift flessione	0,015
Fascia accoppiata drift	0,02

**Condizione del materiale**

Esistente  Nuovo

Rigidezza fessurata  
 Definizione utente  
 Limita spostamento ultimo

**Tipo legame**

Fascia: Degrado di resistenza a un valore residuo



Taglio: Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)



Considera contributo a trazione fascia

Parametri muratura

Parametri di miglioramento




Tipo	Nome	Modifica	
Nome	M4 - Muratura a conci sbazzati	Condizione del materiale <input checked="" type="radio"/> Esistente <input type="radio"/> Nuovo	
Colore materiale		<input checked="" type="checkbox"/> Rigidezza fessurata <input type="checkbox"/> Definizione utente	
Texture		<input type="checkbox"/> Limita spostamento ultimo	
E [N/mm <sup>2</sup> ]	1230	<b>Tipo legame</b> Fascia Degrado di resistenza a un valore residuo	
Eh [N/mm <sup>2</sup> ]	1230	Taglio Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	
G [N/mm <sup>2</sup> ]	410	<input type="checkbox"/> Considera contributo a trazione fascia	
w [kN/m <sup>3</sup> ]	20	<input type="button" value="Parametri muratura"/>	
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	200	<input type="button" value="Parametri di miglioramento"/>	
f <sub>hm</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	150		
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	103,7		
τ [N/cm <sup>2</sup> ]	3,5		
FC	1,35		
γ <sub>m</sub>	3		
Maschio drift taglio	0,005		
Maschio drift flessione	0,01		
Fascia drift taglio	0,015		
Fascia drift flessione	0,015		
Fascia accoppiata drift	0,02		


Tipo	Nome	Modifica	
Nome	M5-Mattoni semip con malta cem	Condizione del materiale <input type="radio"/> Esistente <input checked="" type="radio"/> Nuovo	
Colore materiale		<input checked="" type="checkbox"/> Rigidezza fessurata <input type="checkbox"/> Definizione utente	
Texture		<input checked="" type="checkbox"/> Limita spostamento ultimo	
E [N/mm <sup>2</sup> ]	9700	<b>Tipo legame</b> Fascia Degrado di resistenza a un valore residuo	
Eh [N/mm <sup>2</sup> ]	9700	Taglio Muratura regolare nuova (Mohr/Columb)	
G [N/mm <sup>2</sup> ]	3880	<input type="button" value="Parametri muratura"/>	
w [kN/m <sup>3</sup> ]	18		
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	1386		
f <sub>hm</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	693		
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	970,2		
f <sub>b</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	20		
f <sub>v0</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	42,86		
f <sub>vlm</sub> /f <sub>b</sub>	0,093		
γ <sub>m</sub>	3		
Maschio drift taglio	0,005		
Maschio drift flessione	0,01		
Fascia drift taglio	0,015		
Fascia drift flessione	0,015		
Fascia accoppiata drift	0,02		

**Modifica**

Tipo: **Nome**

Nome:

Colore materiale: 

Texture: 

E [N/mm <sup>2</sup> ]	2250
Eh [N/mm <sup>2</sup> ]	2250
G [N/mm <sup>2</sup> ]	750
w [kN/m <sup>3</sup> ]	18
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	517,5
f <sub>hm</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	388,13
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	301,88
τ [N/cm <sup>2</sup> ]	13,5
FC	1,2
γ <sub>m</sub>	3
Maschio drift taglio	0,005
Maschio drift flessione	0,01
Fascia drift taglio	0,015
Fascia drift flessione	0,015
Fascia accoppiata drift	0,02

**Condizione del materiale**

Esistente  Nuovo

Rigidezza fessurata

Definizione utente

Limita spostamento ultimo

**Tipo legame**

Fascia:


Taglio:


Considera contributo a trazione fascia

**Modifica**

Tipo: **Nome**

Nome:

Colore materiale: 

Texture: 

E [N/mm <sup>2</sup> ]	870
Eh [N/mm <sup>2</sup> ]	870
G [N/mm <sup>2</sup> ]	290
w [kN/m <sup>3</sup> ]	19
f <sub>m</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	150
f <sub>hm</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	112,5
f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	87,5
τ [N/cm <sup>2</sup> ]	2,5
FC	1,2
γ <sub>m</sub>	3
Maschio drift taglio	0,005
Maschio drift flessione	0,01
Fascia drift taglio	0,015
Fascia drift flessione	0,015
Fascia accoppiata drift	0,02

**Condizione del materiale**

Esistente  Nuovo

Rigidezza fessurata

Definizione utente

Limita spostamento ultimo

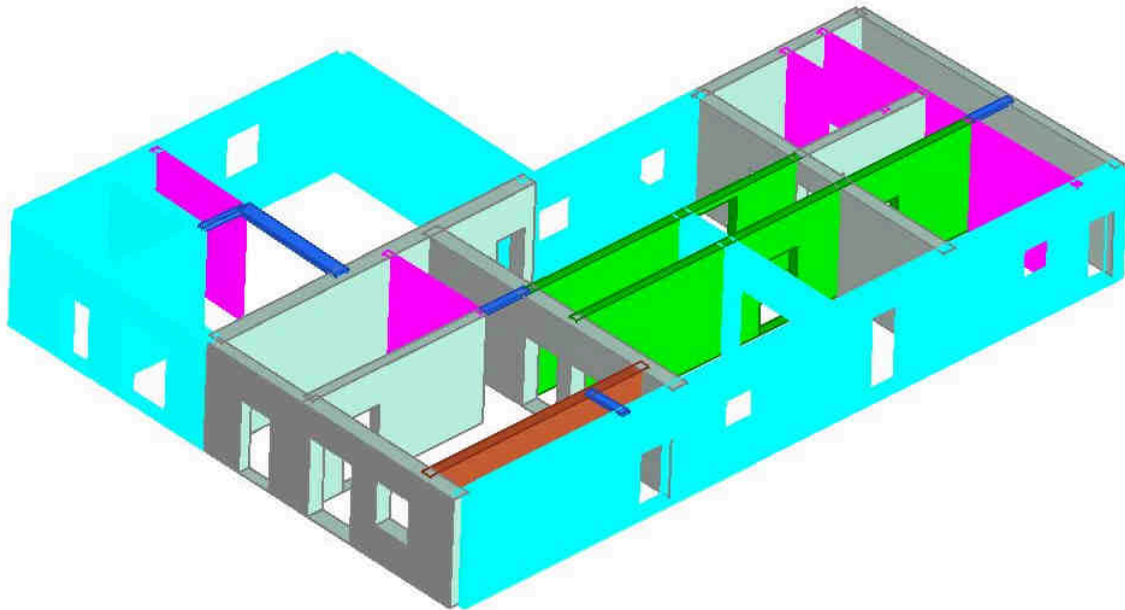
**Tipo legame**

Fascia:

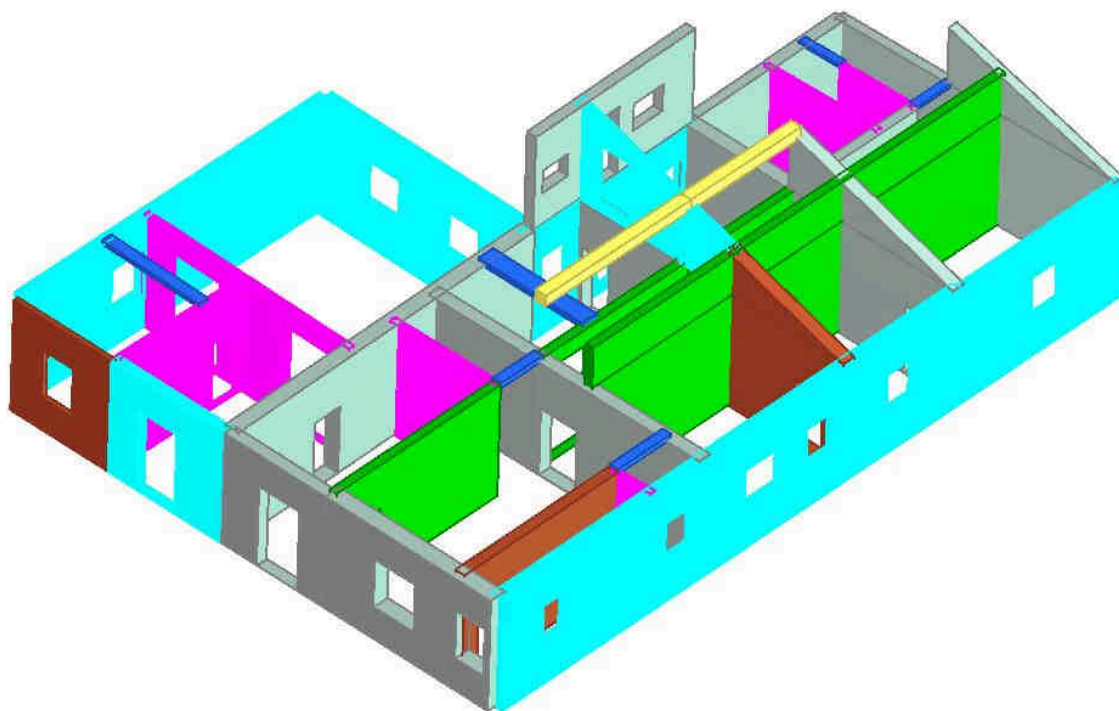
Taglio:

Considera contributo a trazione fascia

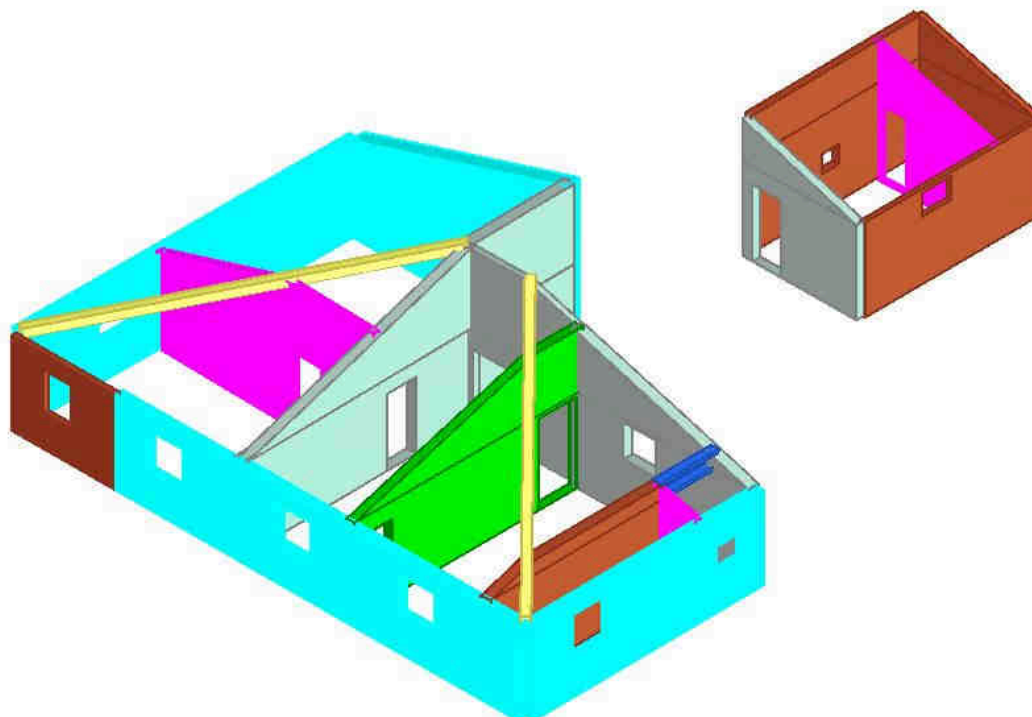
In particolare, delle murature definite, la muratura M3 e la muratura M9 sono state definite per modellare le murature esistenti rispettivamente in mattoni pieni ed in pietrame con caratteristiche meccaniche relative ad un livello di conoscenza LC2, che si intende di poter raggiungere a valle delle prove previste. La muratura M7 è stata definita per caratterizzare i maschi murari in mattoni pieni rinforzati con la tecnica dell'intonaco armato con fibra di vetro. Le figure sottostanti riportano il modello diviso per piani, dove si evidenziano le murature modellate riconoscibili per colore.



*Livello 1 - Murature di piano terreno*



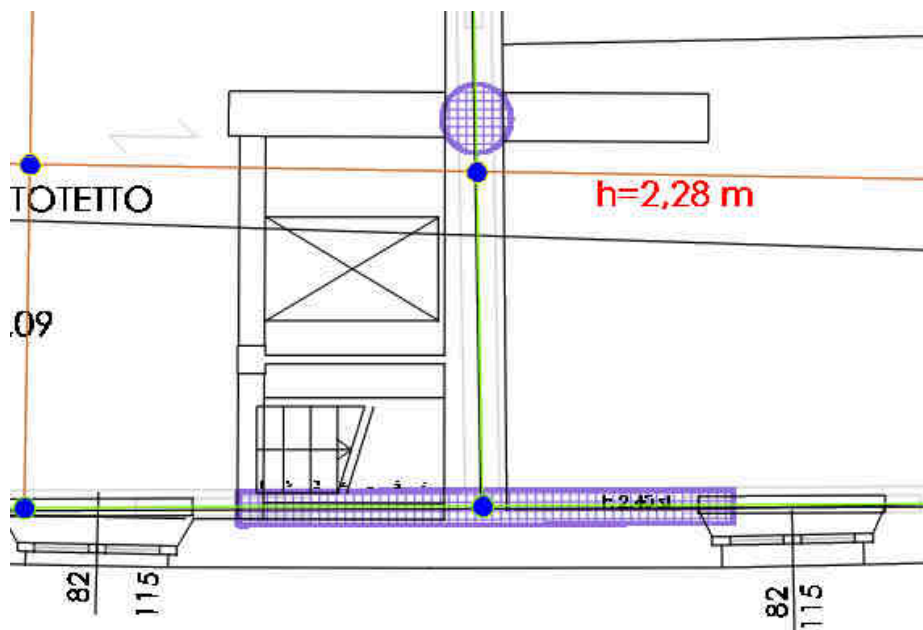
*Livello 2 - Murature di piano primo*



*Livello 3 - Murature di piano secondo*

In corrispondenza delle porte interne insistenti sulle murature principali sono stati considerate delle architravi costituite da profili IPE100.

Come per il modello dello stato di fatto relativo all'analisi di vulnerabilità sismica, poiché la torretta dell'orologio si trova in posizione intermedia rispetto alla quota di base del piano secondo, essa non è stata modellata all'interno del modello, ma è stata considerata come carico gravante sulla muratura di spina e sulla muratura perimetrale su cui insiste, come si vede dall'immagine sottostante, in cui i carichi assegnati sono segnati attraverso le evidenziazioni retinate in viola.



L'entità di tale carico è stata determinata a partire dall'analisi dei carichi precedentemente effettuata per il torrino stesso, ed è stata aggiornata con l'inserimento del pannello OSB e della trave di rinforzo in legno di abete.

CARICHI TOTALI		
G1:		
Peso muratura	17160	kg
Peso travi in legno di quercia	366	kg
Peso capriata	88	kg
Peso copertura (travetti e puntoni)	464	kg
Peso OSB	190	kg
Peso solaio (travetti e tavolato)	210	kg
Peso trave di rinforzo in legno	50	kg
tot. parziale	18634	kg
G2:		
Peso copertura (pianelle e coppi)	1160	kg
Peso solaio (massetto e pav.)	630	kg
tot. parziale	1790	kg
Qk:		

Carico acc. sola manutenzione	1050	kg	
tot. parziale	1050	kg	
TOT.	21129	kg	
per modello 3MURI			
Carico concentrato sul muro di spina			
Gk1	9317	kg	
Gk2	895	kg	
Qk	525	kg	
Carico ripartito sul muro perimetrale			considero sviluppo di 2,75m
Gk1	3388	kg/m	
Gk2	325	kg/m	
Qk	191	kg/m	

Sono inoltre stati inseriti elementi fittizi in alcuni punti del modello per eliminare labilità dovute alle particolari caratteristiche del software, tali elementi, perlopiù profili metallici, non hanno, per dimensione e tipologia, influenza sul comportamento globale del fabbricato.

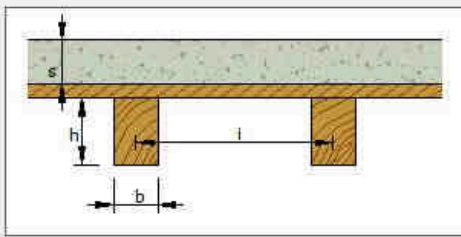
Differentemente dal precedente modello utilizzato per l'analisi di vulnerabilità sismica, nel quale le travi dell'orditura principale dei solai di piano erano state modellate singolarmente, in questo caso i solai sono stati completamente modellati inserendo ogni elemento come carico, ed ordendo i vari impalcati parallelamente alle travi principali. Tra i tipi di solaio disponibili nella libreria del programma per modellare gli impalcati di piano si è scelto quello tipo in "legno con travetti affiancati e soletta in c.a.".

**Orizzontamenti**

- Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
- Legno con travetti affiancati e tavolato doppio
- Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.**
- Legno con soletta
- Putrelle e tavelloni
- Putrelle e voltini
- Latero cemento

**Valori calcolati**

Spessore	<b>5,0</b>	[cm]
G	<b>8 333,33</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Ex	<b>20 000,00</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Ey	<b>20 000,00</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
V	<b>0,2</b>	



Soletta in c.a. ammassata nella muratura perimetrale

Travetti ben collegati alla muratura

**Parametri**

S [cm]	5
E calcestruzzo [N/mm <sup>2</sup> ]	20000

Per ognuno degli impalcati le dimensioni dei travetti ed il loro interasse sono state inserite come da rilievo delle strutture lignee effettuato, i carichi dei vari impalcati sono stati inseriti considerando per ognuno la stratigrafia di progetto ipotizzata, incrementando il valore dei carichi G1 del peso delle orditure principali esistenti e delle travi di rinfianco in acciaio inserite, come riportato nella tabella seguente.

	LUCE TRAVI LEGNO (m)	N° TRAVI LEGNO	PESO TRAVI LEGNO (kg/m)	LUCE TRAVI ACCIAIO (m)	N° TRAVI ACCIAIO	PESO TRAVI ACCIAIO (kg/m)	SUPERFICIE SOLAIO (m <sup>2</sup> )	SOVRACCARICO G1 (kg/m <sup>2</sup> )
SOLAI PIANO PRIMO								
S5	3,35	1	25	3,35	2	43	8,2	<b>45,35</b>
S7,S9,S14	5	1	19	5	2	61	15,7	<b>44,90</b>
S8	3,5	2	19	3,7	2	27	10,9	<b>30,53</b>
S12				5,8	1	51	16,5	<b>17,93</b>
S13	4,9	1	28	4,9	2	61	14,4	<b>51,04</b>
SOLAI PIANO SECONDO								
S10	2,8	1	30	2,8	2	43	8,7	<b>37,33</b>
S16	3,2	3	14	3,2	3	43	16,6	<b>32,96</b>
S18	3,8	1	27				12	<b>8,55</b>
S19	4,4	3	24	4,4	3	61	27,9	<b>40,22</b>

I carichi assegnati ai vari impalcati di piano sono riportati nella seguente tabella:

Solaio	Carico G1 (kg/m <sup>2</sup> )	Carico G2 (kg/m <sup>2</sup> )	Carico Qk (kg/m <sup>2</sup> )
Impalcato di piano primo			
S1	105	265	300
S2	105	265	300
S5	210	340	300
S6	175	280	300
S7	200	240	300
S8	195	260	300
S9	200	240	300
S11	85	260	300
S12	185	160	300
S13	220	240	300
S14	200	240	300
S15	175	280	300

Impalcati piano secondo			
S3	105	265	300
S4	105	265	300
S10	210	160	300
S16	205	180	300
S17	180	280	300
S18	185	180	300
S19	210	180	300

La copertura del fabbricato è stata modellata come “strutturale” per ognuno dei due livelli in cui questa insiste. Tale scelta corrisponde a considerare la rigidezza di questo elemento, che nella condizione di progetto si considera capace di costituire un piano rigido che migliori il comportamento dinamico della costruzione. I carichi assegnati alle falde della copertura sono i seguenti.

PESO APPROSSIMATO PER TUTTI I SOLAI DI COPERTURA					
solaio	spessore (cm)	G1 (kg/m <sup>2</sup> )	G2 (kg/m <sup>2</sup> )	G1+G2 (kg/m <sup>2</sup> )	Qk (kg/m <sup>2</sup> )
TUTTE LE COPERTURE		90	75	165	80

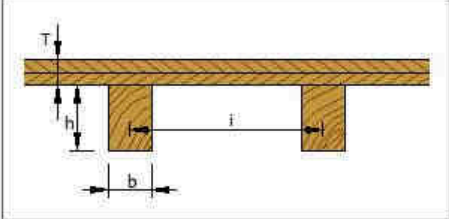
Il solaio scelto per la modellazione della copertura è del tipo “legno con travetti affiancati e tavolato doppio”, per tenere conto dello strato di ripartizione in OSB.

**Orizzontamenti**

- Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
- Legno con travetti affiancati e tavolato doppio**
- Legno con travetti affiancati e soletta in ca.
- Legno con soletta
- Putrelle e tavelloni
- Putrelle e voltini
- Latero cemento

**Valori calcolati**

Spessore	<b>3,0</b>	[cm]
G	<b>1 400,00</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Ex	<b>5 000,00</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
Ey	<b>5 000,00</b>	[N/mm <sup>2</sup> ]
v	<b>0</b>	



Tavolato ammortato nella muratura perimetrale

Travetti ben collegati alla muratura

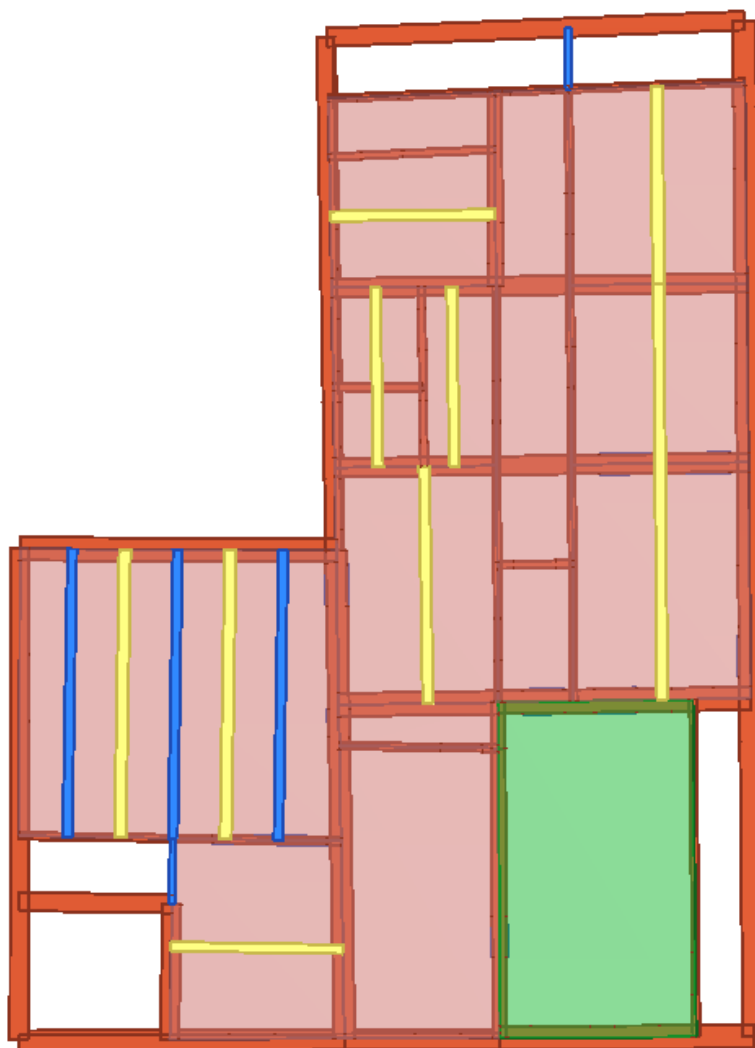
**Parametri**

T [cm]	3
E tavolato [N/mm <sup>2</sup> ]	5000
G tavolato [N/mm <sup>2</sup> ]	1400

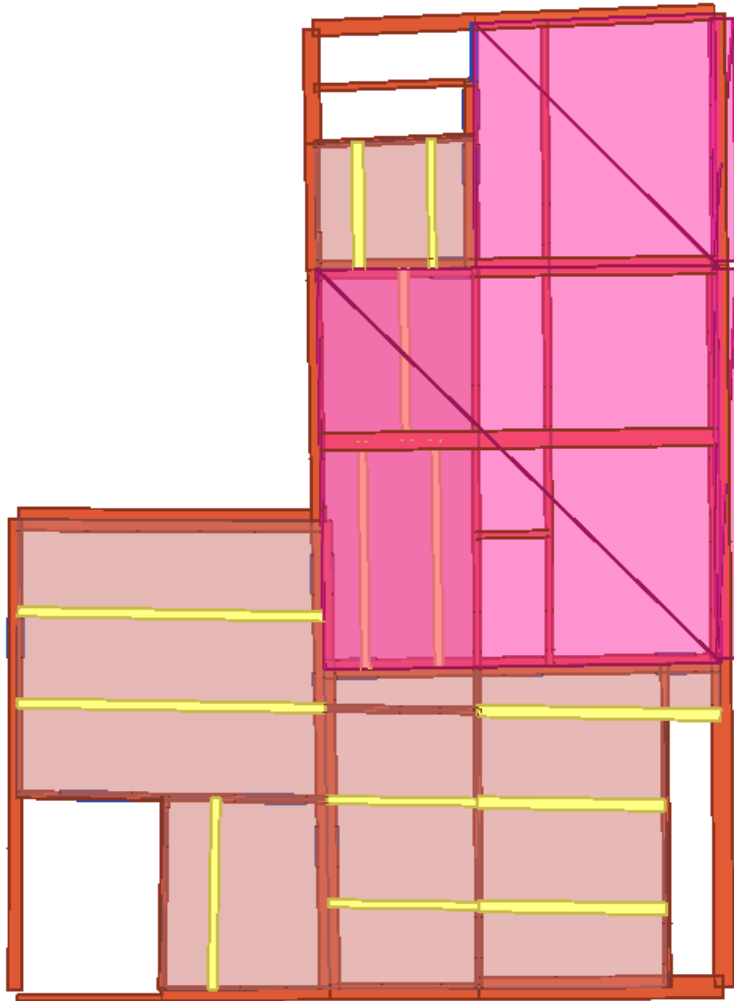


Le scale sono state aggiunte come carico distribuito in testa alle murature ad esse adiacenti. I carichi sono stati determinati considerando ogni rampa come composta da gradini in pietra serena.

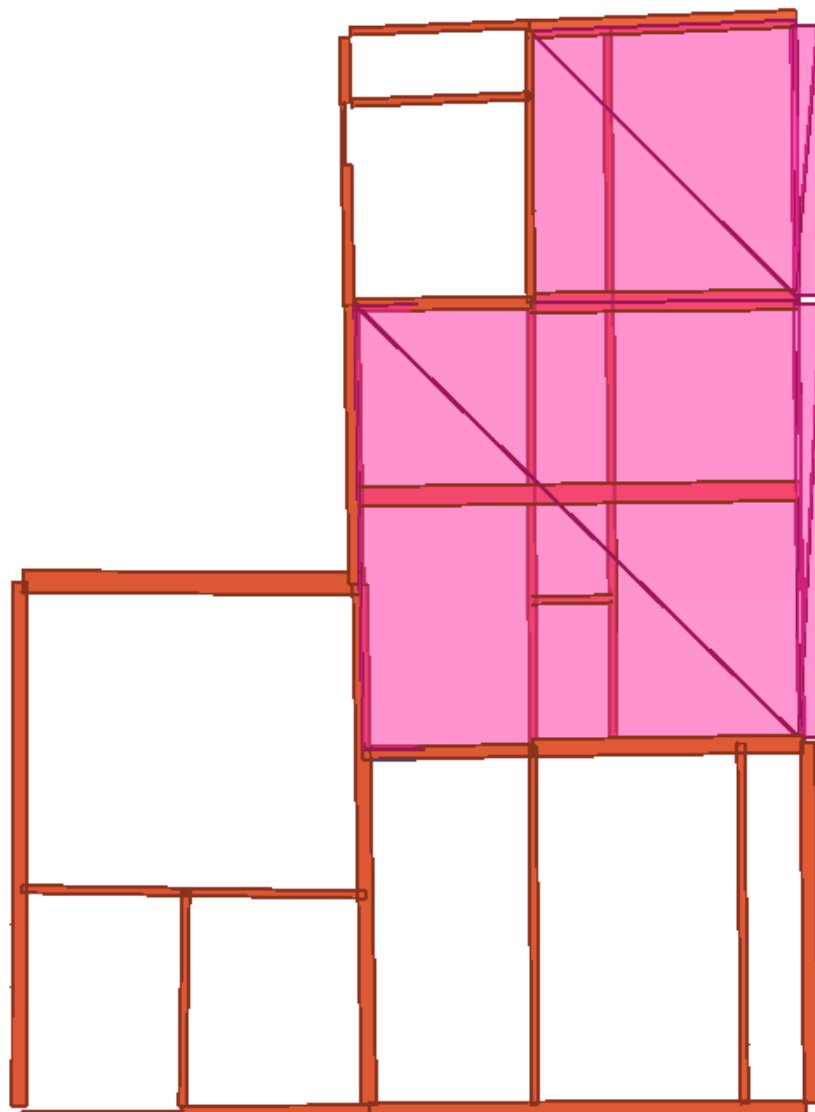
Seguono le piante con le indicazioni dei solai e le immagini del modello tridimensionale:



*Livello 1 – solaio di piano primo e pareti di piano terra*



*Livello 2 – solai di piano secondo, coperture e pareti piano primo*



*Livello 3, falde – coperture di piano primo e pareti di piano secondo*

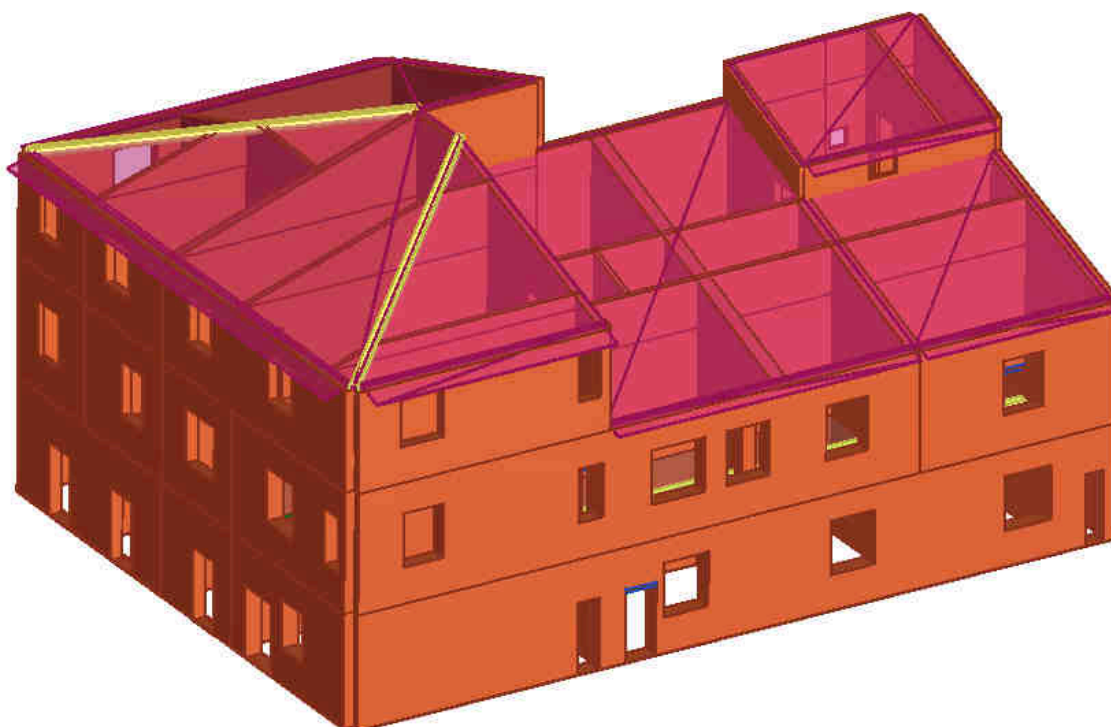


Fig. 2. Vista assonometrica

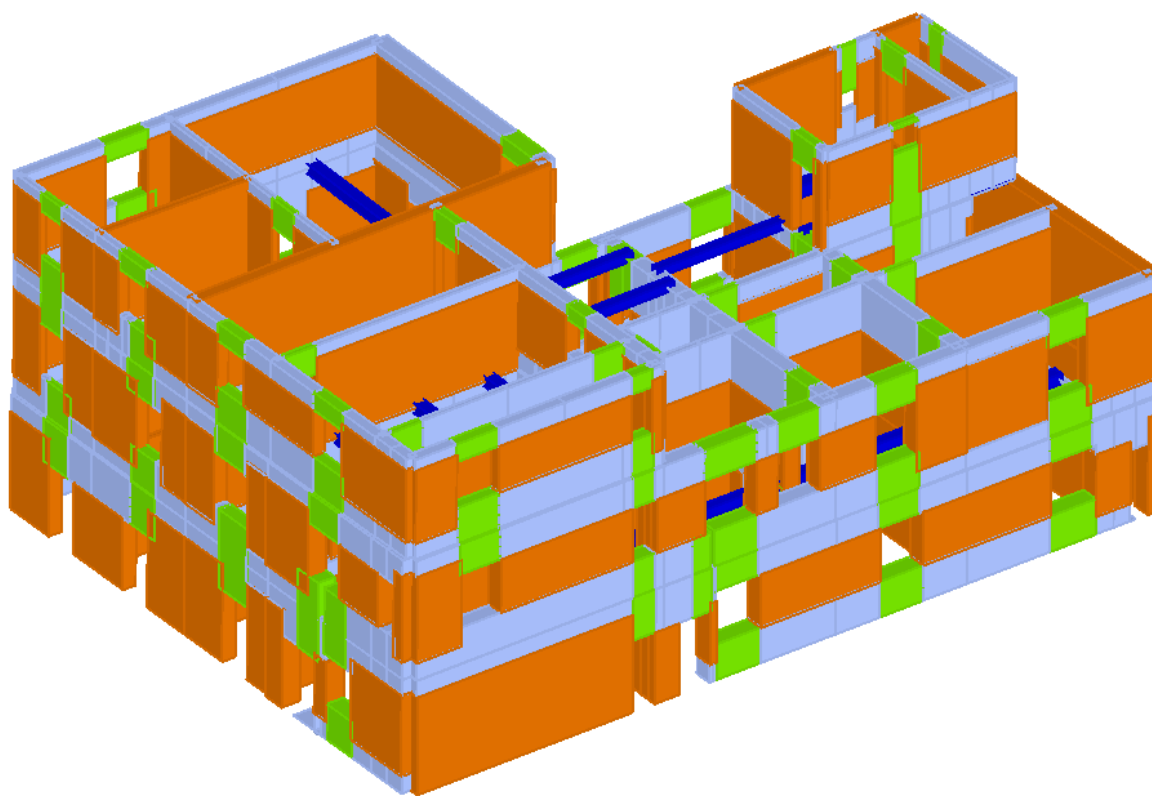


Fig. 3. Vista assonometrica

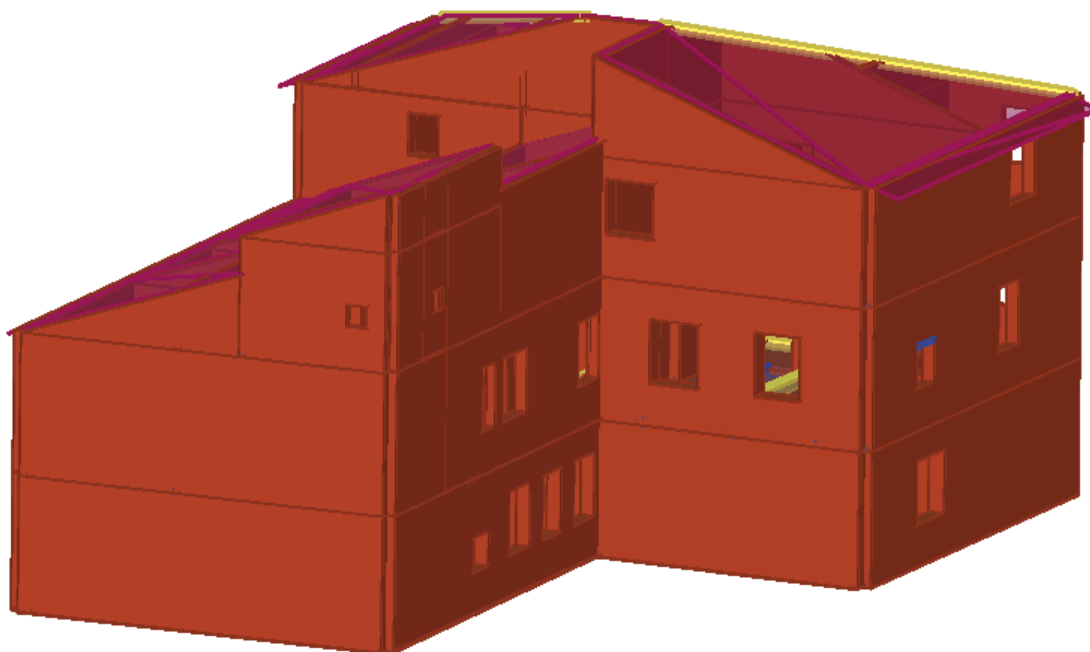


Fig. 4. Vista assonometrica

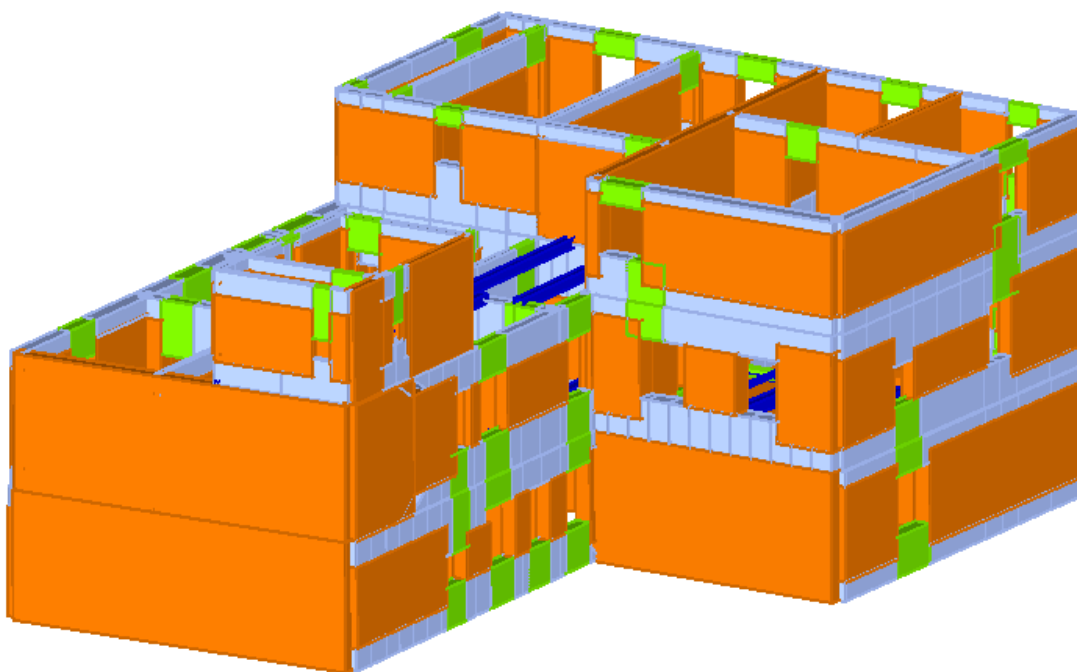


Fig. 5. Vista assonometrica

In allegato (Allegato IV) si riporta l'output del modello 3Muri utilizzato per il calcolo delle verifiche statiche degli elementi murari del fabbricato, e per l'analisi del comportamento sismico globale dello stesso. Come si vede dal report allegato, alcuni maschi del modello non risultano soddisfare le verifiche statiche a causa dei parametri di modellazione del programma. Per questi sono state eseguite le verifiche statiche tramite foglio di calcolo excel (Allegato V), dalle quali risulta una completa verifica anche di questi maschi rispetto ai carichi verticali. Gli interventi di rinforzo sui solai di piano e di copertura, nonché i nuovi solai da realizzare ex novo, sono stati calcolati utilizzando fogli di calcolo excel. In particolare per gli elementi lignei esistenti costituenti i solai di piano rinforzati mediante di rinterzo con travi in acciaio sono state eseguite le seguenti verifiche:

- Verifica di resistenza a flessione retta;
- Verifica di resistenza a taglio;
- Verifica di stabilità flesso torsionale per elementi inflessi;
- Verifica di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio;
- Verifiche di deformabilità.

Per le travi in acciaio di rinforzo dei solai di piano sono state eseguite le seguenti verifiche:

- Verifica di resistenza a flessione retta;
- Verifica di resistenza a taglio;
- Verifica di stabilità flesso torsionale per elementi inflessi;
- Verifiche di deformabilità;
- Verifica della muratura in corrispondenza delle sezioni di appoggio, con inserimento di dormienti in acciaio.

Per i solai in legno di piano secondo realizzati ex novo sono state eseguite le seguenti verifiche:

- Verifica di resistenza a flessione retta;
- Verifica di resistenza a taglio;
- Verifica di stabilità flesso torsionale per elementi inflessi;
- Verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio;
- Verifiche di deformabilità;
- Verifica della muratura in corrispondenza delle sezioni di appoggio, con inserimento di dormienti in acciaio.

Rispetto agli elementi strutturali lignei della nuova copertura sono state eseguite le seguenti verifiche:

- Verifica di resistenza a flessione deviata;
- Verifica di resistenza a taglio;
- Verifica di stabilità flesso torsionale per elementi inflessi;

- Verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio;
- Verifica della muratura in corrispondenza delle sezioni di appoggio, con inserimento di dormienti in acciaio.
- Verifica di resistenza a compressione (puntone);
- Verifica di stabilità per elementi presso inflessi (puntone);
- Verifiche di deformabilità.

In merito alle verifiche relative al dimensionamento dei dormienti sottostanti i profili in acciaio di rinforzo ai solai di piano esistenti, ed alle nuove travi in legno dei solai da realizzare ex novo, si sono effettuati alcuni calcoli preliminari al dimensionamento dei dormienti, circa la capacità portante della muratura in corrispondenza delle sedi di appoggio degli elementi principali dei solai esistenti. In particolare si è stimata la tensione di esercizio che allo stato di fatto le travi esistenti in legno trasmettono alla muratura su cui poggiano. La stima è stata eseguita a campione sui solai S8, S13, S14, S16 ed S17, considerando le stratigrafie dei solai effettivamente rilevate, e considerando un sovraccarico d'uso minimo di 50 kg/m<sup>2</sup>, poiché allo stato attuale l'edificio risulta inutilizzato e privo di carichi sui solai particolarmente gravosi.

La muratura che caratterizza principalmente il fabbricato è riconducibile alla "Muratura in pietrame disordinata" caratterizzata in tab. C8.5.I NTC2018, per la quale rispetto ad un livello di conoscenza LC2 si assume una resistenza a compressione caratteristica di 1.5 N/mm<sup>2</sup>. Applicando un fattore di confidenza relativo all'LC2 pari a 1,2, ed applicando un coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_M$  pari a 3, si ottiene una resistenza a compressione di progetto pari a circa 0.417 N/mm<sup>2</sup>.

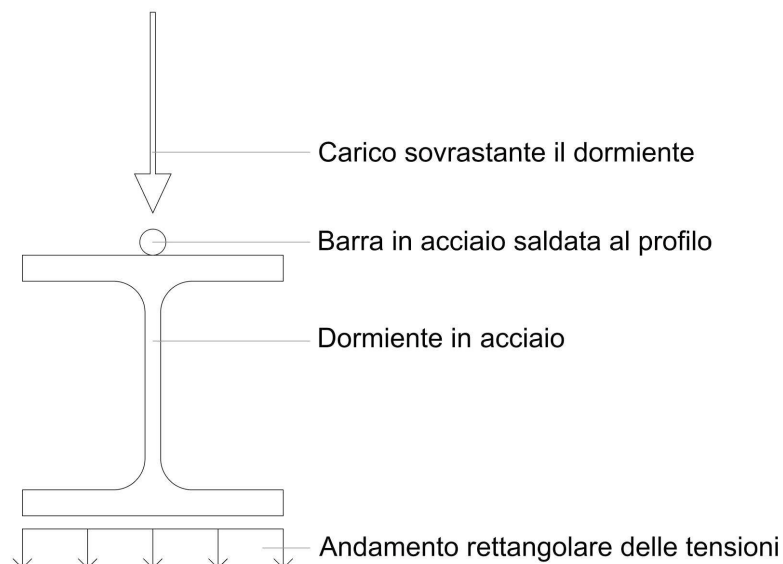
Dai calcoli effettuati sui solai sopra elencati (allegati alla presente relazione) si può vedere come le tensioni di esercizio all'interfaccia tra le travi principali e la muratura siano in alcuni casi significativamente maggiori, come riportato nella tabella riassuntiva sottostante:

SOLAIO	Resistenza a compressione caratteristica $f_k$ (tab. C8.5.I NTC2018) (N/mm <sup>2</sup> )	Resistenza a compressione di progetto $f_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	Tensione di esercizio trave-muratura allo stato di fatto (N/mm <sup>2</sup> )
Solaio S8	1.5	0.417	0.626
Solaio S13	1.5	0.417	0.739
Solaio S14	1.5	0.417	1.077
Solaio S16	1.5	0.417	1.113
Solaio S17	1.5	0.417	0.370

Dato che non si evidenziano segni di cedimento o di lesioni in corrispondenza delle zone di connessione tra le travi principali dei solai e la muratura su cui queste poggiano, si ritiene lecito ipotizzare che la muratura, almeno

localmente, sia in grado di sopportare una tensione di esercizio apprezzabilmente maggiore di quella di progetto ricavabile dalla tabella C8.5.I NTC2018. Per questo motivo si è deciso, limitatamente alle verifiche relative al dimensionamento dei dormienti e per la muratura inizialmente assunta come “Muratura in pietrame disordinata”, di assegnare alla muratura le caratteristiche di resistenza a compressione relative alla “Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo” contenuta in tab. C8.5.I NTC2018, considerando una resistenza a compressione caratteristica pari a 2 N/mm<sup>2</sup>.

Al fine di ridurre la massima tensione sollecitante sull'interfaccia tra dormiente e muratura si prevede di utilizzare come dormienti dei profili in acciaio del tipo HEA, ai quali sia saldata in estradosso una barra di acciaio, come rappresentato nello schema tipologico di figura sottostante, in modo da ottenere una ripartizione delle tensioni sottostante al dormiente di tipo costante lungo la profondità dello stesso.



Seguendo questo criterio sono state calcolate le lunghezze minime dei dormienti eventualmente da prevedere in corrispondenza delle sezioni di appoggio dei vari elementi strutturali indagati, costituiti in ogni caso da profili HEA100.

Si riporta in allegato il fascicolo dei calcoli relativi ai solai di piano ed alla copertura (Allegato VI).



Allegati:

- Allegato I\_Risposta quesiti classe d'uso Ing. Bertagni;
- Allegato II\_Relazione Tecnica elementi lignei;
- Allegato III\_Bozza relazione indagini Palazzo Pretorio – Campi Bisenzio;
- Allegato IV\_Report modello 3Muri;
- Allegato V\_Fascicolo dei calcoli sulle murature;
- Allegato VI\_Fascicolo dei calcoli sui solai.

Firenze, ottobre 2021

Il tecnico incaricato  
Ing. Stefano Bertagni



Comune di Campi Bisenzio  
(Provincia di Firenze)

5° Settore - Servizi Tecnici /  
Valorizzazione del Territorio

Allegato I

All'attenzione  
**Ing. Stefano Bertagni**  
Viuzzo delle Lame n.1 int.3  
50126 Firenze

PEC [pec@pec.bertagnibaragli.it](mailto:pec@pec.bertagnibaragli.it)

**e p.c. Arch. Leonardo Biagi**  
Via Borgo Sarchiani, 132  
50026 - San Casciano Val di Pesa (FI)

PEC [leonardo.biagi@pec.architettifirenze.it](mailto:leonardo.biagi@pec.architettifirenze.it)

**e p.c. Assessore Lavori Pubblici - Lorenzo Loiero**  
sede

**Oggetto: Risposta ai quesiti e precisazioni propedeutiche alla fattibilità ed alle verifiche di vulnerabilità del Palazzo Pretorio e locali accessori**

Vista la Vs. nota mail del 20/11/2019, in cui si richiede all'Amministrazione Comunale precisazioni propedeutiche alla fattibilità e alle verifiche di vulnerabilità del progetto di riqualificazione del Palazzo Pretorio e locali accessori sono a precisare quanto segue :

- 1) l'immobile e i locali accessori saranno destinati ad uffici con accesso al pubblico (frequentazione giornaliera), pertanto dovranno essere trattati come *edifici di rilevanza* in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso, nel rispetto del D.L.32/2019 - Allegato A Tabella B punto 2.a);
- 2) si conferma che i locali oggi destinati a civile abitazione saranno utilizzati per uffici e pertanto soggetti ad un carico variabile d'esercizio pari a 300 kg/mq. Infine alcuni locali saranno destinati a ripostigli/depositi cartacei con le dovute limitazioni di legge, al fine di non essere gravati dalle norme applicabili per gli archivi.

A disposizione per ulteriori chiarimenti

Distinti saluti.

Campi Bisenzio, 22.11.2019

Il Direttore del 5° Settore  
Ing. Domenico Ennio Maria Passaniti

*“Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del T.U. 445/2000 e del D.Lgs. 82/2005 e rispettive norme collegate, il quale sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa”*

5° Settore “Servizi Tecnici / Valorizzazione del Territorio ”

Comune di Campi Bisenzio  
Via P. Pasolini , 18 50013 Campi Bisenzio (FI)  
P.I. 00421110487 C.F. 80016750483

tel. 055 8959652 fax 055 8959228  
e-mail: [e.passaniti@comune.campi-bisenzio.fi.it](mailto:e.passaniti@comune.campi-bisenzio.fi.it)  
PEC [comune.campi-bisenzio@postacert.toscana.it](mailto:comune.campi-bisenzio@postacert.toscana.it)

**RELAZIONE TECNICA**

**PALAZZO SPARTACO CONTI  
PIAZZA MATTEOTTI  
CAMPI BISENZIO (FI)**

**INDAGINE DIAGNOSTICA  
SU ELEMENTI LIGNEI STRUTTURALI  
DI COPERTURA E DI SOLAIO**

# DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

---

## Committente

Laboratorio SIGMA  
Via Gobetti, 8  
50013 – Capalle, Campi Bisenzio (FI)

## Referente Tecnico

Dott. Ing. Tommaso BIANCHI  
Laboratorio SIGMA  
Via Gobetti, 8  
50013 – Capalle, Campi Bisenzio (FI)

## Premessa

L'indagine diagnostica è stata svolta nel giorno 29 Ottobre 2019 ed ha riguardato l'orditura lignea di copertura e di solaio ubicata all'interno del Palazzo Spartaco Conti sito in Piazza Matteotti, nel Comune di Campi Bisenzio (FI).

L'indagine è stata eseguita con lo scopo di valutare lo stato di conservazione degli elementi lignei ispezionati e le loro caratteristiche tecnologiche.

## Procedimento d'indagine

L'indagine è stata condotta secondo i criteri e le procedure stabilite nella norma UNI 11119:2004 "Beni culturali. Manufatti lignei. Strutture portanti degli edifici – Ispezione in situ per la diagnosi degli elementi in opera".

Nello specifico sono state utilizzate tre diverse metodologie applicate ai vari elementi lignei strutturali in funzione delle richieste del committente.

## Indagine visiva (denominata con la lettera "V")

L'indagine è stata eseguita mediante esame prevalentemente visivo associato ad un controllo strumentale con attrezzature semplici. Non sono state eseguite prove con il trapano strumentato (Resistograph). Per ogni elementi ligneo ispezionato l'indagine ha compreso:

- *identificazione della specie legnosa;*
- *rilievo della geometria;*
- *attribuzione della categoria mediante classificazione secondo la resistenza meccanica;*  
*La classificazione eseguita non tiene conto degli smussi, qualora fossero presenti, in quanto tale criterio può risultare eccessivamente penalizzante per elementi in opera; pertanto la presenza dello smusso è considerata esclusivamente come caratteristica geometrica dell'elemento.*
- *valutazione del degrado biologico e meccanico;*  
*Nella valutazione del degrado biologico, eseguita mediante attrezzature semplici, non si esclude la presenza di degrado interno accertabile mediante l'utilizzo del*

# DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

---

*trapano strumentato. Inoltre le porzioni all'interno delle murature non sono state ispezionate in quanto non accessibili.*

- *determinazione della sezione resistente efficace;*
- *valutazione qualitativa dei collegamenti;*

## **Indagine strumentale (denominata con la lettera "S")**

L'indagine è stata eseguita mediante prove strumentali in punti concordati preliminarmente con il committente, con lo scopo di determinare lo stato di conservazione della porzione indagata.

## **Indagine di dettaglio (denominata con la lettera "D")**

L'indagine è stata eseguita mediante esame visivo associato ad un controllo strumentale. Per i dettagli si rimanda alle Specifiche Tecniche allegate. Per ogni elementi ligneo ispezionato l'indagine ha compreso:

- *identificazione della specie legnosa;*
- *rilievo della geometria;*
- *stima dell'umidità;*

*L'umidità del legno è stata misurata solo dove espressamente richiesto dal committente (Locale C).*

- *attribuzione della categoria mediante classificazione secondo la resistenza meccanica;*  
*La classificazione eseguita non tiene conto degli smussi, qualora fossero presenti, in quanto tale criterio può risultare eccessivamente penalizzante per elementi in opera; pertanto la presenza dello smusso è considerata esclusivamente come caratteristica geometrica dell'elemento.*
- *valutazione del degrado biologico e meccanico;*
- *determinazione della sezione resistente efficace;*
- *valutazione qualitativa dei collegamenti;*
- *indicazioni;*

L'indagine strumentale è stata condotta eseguendo prove resistografiche agli appoggi su muro e laddove si è resa opportuna la valutazione dello stato di conservazione interno dell'elemento.

Complessivamente sono state eseguite N°24 prove resistografiche.

Nella valutazione dei profili resistografici, qualora il degrado biologico evidenziato dal profilo stesso si collocasse tra due classi di degrado attigue, è stata scelta la classe peggiore. Anche nella valutazione globale del degrado biologico è stato utilizzato lo stesso criterio, privilegiando in tal modo una maggiore sicurezza nel calcolo della sezione efficace. In tal caso, l'entità del degrado è stata seguita dalla dicitura "*prudenziale*". Tale dicitura è stata inserita anche quando l'eventuale accessibilità limitata per l'esecuzione

# DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

---

delle prove strumentali abbia comportato una riduzione delle prove stesse eseguibili in una determinata zona.

L'accesso alle strutture è stato possibile attraverso l'utilizzo di una scala o di un trabattello fornito dall'impresa edile presente al momento dell'indagine.

Gli elementi o porzioni di essi non accessibili, sono stati valutati con un esame visivo eseguito a distanza, con lo scopo di evidenziare manifestazioni esteriori riconducibili a degrado biologico o meccanico di entità rilevante ai fini strutturali. In caso di assenza di tali manifestazioni è stata riportata la dicitura *“buono stato di conservazione apparente”*.

Si precisa che l'esame visivo non esclude un'eventuale presenza di degrado biologico o meccanico accertabile, qualitativamente e quantitativamente, mediante un'indagine più approfondita.

Limitazioni totali o parziali relative all'accessibilità e alla visibilità dei singoli elementi ispezionati, sono riportate negli elaborati grafici.

L'orientamento del fabbricato e degli elementi ispezionati è stato definito assumendo come anteriore (A) il lato prospiciente Piazza Matteotti (entrata principale del Palazzo), come posteriore (P) il lato opposto all'anteriore, come sinistro (Sx) e destro (Dx) i lati corrispondenti all'osservatore posto all'esterno del fabbricato e rivolto verso il lato anteriore.

L'identificazione degli elementi è stata eseguita attribuendo un numero arabo progressivo preceduto dalla lettera T per le travi, TR per i traversi, FP per i falsi puntoni (diagonali) e S per le saette. La numerazione è stata eseguita su ciascun locale.

## **Risultati dell'indagine**

### *Descrizione generale della struttura*

Le strutture oggetto d'ispezione sono state realizzate con elementi lignei di varie specie legnose, in particolare abete, pioppo e quercia, quest'ultima per gli elementi della torretta.

I solai (Locale A e B) sono a doppia orditura costituita da travi e travicelli. Completa l'orditura un assito realizzato con tavole lignee semplicemente accostate. Il materiale utilizzato è abete, le sezioni sono squadrate a spigoli vivi. Nel locale A, le travi sono state rivestite con pannelli/tavolette lignee e successivamente l'orditura è stata sabbiata. Il solaio B è stato pitturato (sono presenti più strati di pittura) con vernice di colore marrone scuro. Entrambi i solai presentano elementi di completamento quali cornici, bussole (guance di tamponamento dell'estradosso della trave) e coprifilo. Nel solaio A sono stati inseriti inoltre dei profilati NP 16 con funzione di rompitratta dell'orditura secondaria.

I travicelli, anch'essi di abete, hanno sezione indicativa 6-7x8-9 cm e interasse medio 40 cm.

# DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

---

Le coperture (Locali C, F e G) sono state realizzate utilizzando elementi di abete e pioppo. Le sezioni sono squadrate con smussi e talora tonde (pioppo). I collegamenti fra travi e diagonale FP1 sono stati realizzati in genere con chiodi grandi a testa tonda o a T.

La struttura lignea della torretta (Locali D e E) è stata realizzata con elementi di quercia. Per i dettagli si rimanda alle tavole 4 e 5.

## *Risultati di dettaglio*

Per i risultati di dettaglio si rimanda ai rispettivi elaborati grafici e tabulari.

## **Conclusioni**

L'ispezione eseguita non ha rilevato situazioni particolarmente gravi sia per quanto concerne il degrado (biologico e meccanico) sia per quanto concerne la qualità meccanica degli elementi. A tal riguardo si precisa che le ispezioni eseguite sulla copertura sono state con livelli di conoscenza diversi, maggiore nell'indagine di dettaglio e minore nell'indagine visiva mentre i solai, invece, sono stati indagati solo agli appoggi.

## Copertura

La situazione più grave è quella riscontrata nel Locale G, dove gli elementi T3 e TR1 risultano degradati.

Altra situazione da segnalare è quella riguardante l'appoggio posteriore della trave T4 Locale F, che presenta un degrado periferico da insetti Cerambicidi (*Hylotrupes Bajulus*, Capricorno delle Case) con riduzione di sezione massima del 50%. Sempre nel locale F si evidenzia anche la trave T1 che risulta, da un'ispezione visiva, interrotta a Sx (apparentemente unita alla trave del locale attiguo mediante lavorazione del tipo mezzo legno) e in appoggio su muro interno non portante. Si consiglia pertanto di accertare tale situazione. Sulla trave T2 invece, non è stata possibile verificare la continuità in corrispondenza del muro interno. Infine, la trave T2 del Locale C presenta l'appoggio su muro anteriore stimato di soli 9 cm.

## Solai

L'indagine resistografica eseguita agli appoggi delle travi T1 locale A, T1 e T2 locale B non hanno evidenziato situazioni di degrado biologico all'interno della muratura. Si segnala un'accentuata inflessione degli elementi, in particolar modo quelli del locale B.

## **Segnalazioni**

Rilevato travicello degradato su muro A collocato a Dx della trave T3 locale E

Dott. Forestale Massimiliano Lenzi

## Allegati

*Specifiche tecniche*

*Tabelle per la classificazione e la verifica statica*

*Convenzioni e simbologia grafica utilizzata*

*Tavola 1 – Pianta schematica orditura lignea Piano Terra (Locale A)*

*Tavola 2 – Pianta schematica orditura lignea Piano Primo (Locali B, C)*

*Tavola 3 – Pianta schematica orditura lignea Piano Secondo (Locali D, E, F, G)*

*Tabella 1 – Risultati indagine elementi lignei ispezionati*

*Tavola 4 – Indagine di dettaglio Travi T1, T2, T3, S1 Locale D*

*Tavola 5 – Indagine di dettaglio Travi T1, T2, T3, S1 Locale E*

*Tabella 2 – Profili Resistografici*

*Scansione Profili Resistografici*



## Specifiche tecniche

**ISPEZIONE VISIVA:** consiste nell'osservare la struttura nel suo complesso e ogni singolo elemento ligneo che ne fa parte, con lo scopo di rilevare tutte le informazioni necessarie ai fini dell'indagine. Per rendere attuabile tale ispezione è necessario che la struttura lignea sia accessibile e che le superfici legnose siano visibili. Eventuali limitazioni relative all'accessibilità e alla visibilità non risolvibili preliminarmente o in fase di ispezione, saranno evidenziate nella relazione tecnica.

Oltre ad un'accurata descrizione della tipologia strutturale per ogni elemento ligneo verranno rilevate le seguenti informazioni: *specie legnosa, umidità, geometria, categoria, degrado biologico (insetti xilofagi e funghi della carie) e meccanico (rottture, lesioni, ecc.), efficienza dei collegamenti.*

➤ **identificazione della specie legnosa:** viene eseguita facendo riferimento alla norma UNI 11118:2004 "*Beni Culturali. Manufatti lignei. Criteri per l'identificazione delle specie legnose*" che prevede un esame macroscopico dell'elemento e, qualora non risultasse sufficiente, un esame microscopico su un campione prelevato;

➤ **stima dell'umidità:** se necessario e facendo riferimento alla norma UNI 11204:2007 "*Beni Culturali. Manufatti lignei. Determinazione dell'umidità*" viene stimata l'umidità di un campione di elementi statisticamente valido mediante il metodo elettrico impiegando strumenti a conducibilità (igrometro elettrico con elettrodi isolati); le misurazioni si eseguono, in funzione dello scopo e delle condizioni operative, in più punti in modo da individuare eventuali gradienti di umidità trasversali e longitudinali;

➤ **rilievo della geometria:** viene eseguito sul sistema strutturale (rilievo planimetrico), sulle unità strutturali (sulle capriate, per esempio, si rilevano tutte le informazioni necessarie per la loro ricostruzione geometrica) e su ciascun elemento ligneo; in quest'ultimo caso si rilevano le dimensioni (sezione e lunghezza), eventuali deformazioni e particolarità di accrescimento (biforcazioni, sciabolature, posizione del midollo, ecc.); oggetto di caratterizzazione geometrica sono anche i collegamenti legno-legno e legno-metallo;

➤ **attribuzione della categoria mediante classificazione secondo la resistenza meccanica:** viene attribuita a ciascun elemento, sulla lunghezza totale o a porzioni di esso, una *categoria* all'interno della quale determinate caratteristiche e/o difetti devono rispettare limiti stabiliti dalla norma; per ogni categoria la norma riporta le tensioni ammissibili applicabili in fase di verifica;

# DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

---

➤ **valutazione del degrado biologico e meccanico:** il degrado biologico viene valutato con l'ausilio di attrezzature semplici (cacciaviti, succhielli da falegname, martelli di vario tipo) e sofisticate (trapano strumentato); vengono rilevati il tipo di degrado (insetti o funghi), l'entità e la sua localizzazione in riferimento alla lunghezza e alla sezione dell'elemento. Per quanto riguarda il degrado meccanico, vengono rilevati eventuali dissesti del sistema strutturale e delle sue unità strutturali (avvallamenti, perdite di complanarità e verticalità, ecc.); su ciascun elemento poi si rilevano tutte quelle manifestazioni (rottture, lesioni, deformazioni, scorrimenti, rotazioni, ecc.) dovute principalmente all'azione dei carichi;

➤ **valutazione dell'efficienza dei collegamenti:** vengono rilevati lo stato di conservazione del legno e/o delle parti metalliche e lo stato tensionale del collegamento stesso, facendo attenzione alla presenza di rottture, sconnessioni, disassamenti, difettosità geometriche, usura, ecc..

**INDAGINE STRUMENTALE:** viene condotta con l'ausilio di un trapano strumentato in grado di rilevare la resistenza che il materiale legno oppone alla penetrazione di una punta che avanza con velocità di avanzamento e di rotazione costanti; le dimensioni esigue della punta (3 mm di diametro) non provocano danni strutturali ed estetici all'elemento. La risposta che si ottiene è un grafico, in cui sulle ascisse viene riportata la profondità espressa in cm e sulle ordinate la resistenza del legno mediante un'unità di misura arbitraria.

Le prove strumentali sono eseguite nelle parti non accessibili e nelle parti accessibili dove l'analisi visiva non sia sufficiente per la valutazione dello stato di conservazione interno dell'elemento. Il numero delle prove non è definibile a priori in quanto determinato dalla dimensione dell'elemento, dalla sua accessibilità, dall'entità presunta del degrado e da ulteriori problematiche nascoste. Nel caso degli appoggi su muro, l'indagine strumentale permette di ispezionare un tratto massimo di 30 cm.

Tutte le alterazioni rilevate che portano a sostanziali variazioni della resistenza e della rigidità dell'elemento, andranno a costituire la **sezione critica** rappresentativa dell'elemento o di una sua porzione. La **sezione efficace**, ottenuta decurtando dalla sezione nominale dell'elemento la sezione critica, sarà quella utilizzabile per le verifiche di idoneità statica.

# DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

---

In riferimento al degrado biologico la norma prevede:

- nel caso di degrado biologico (carie e insetti) superficiale, la classificazione viene riferita alla sezione efficace ottenuta mediante la riduzione dell'entità del degrado dalla sezione nominale; le tensioni ammissibili dovranno essere applicate alla sezione efficace.
- nel caso di degrado diffuso (esteso a tutta la sezione) da insetti o da carie, la classificazione è riferita alla sezione nominale dell'elemento; le tensioni ammissibili dovranno essere applicate alla sezione efficace; dove sia presente solo degrado da insetti diffuso le tensioni ammissibili potranno essere ridotte proporzionalmente all'area occupata dalle gallerie lasciando invariata la sezione.

Estratto da UNI 11119

## Classificazione secondo la resistenza

La classificazione deve essere eseguita secondo i criteri e le regole indicate nel prospetto 1, con le modalità di misurazione indicate nel prospetto 2, osservando i seguenti criteri generali:

- classificare l'intero elemento e, se necessario, anche separatamente ciascuna delle zone critiche identificate;
- tenere in considerazione le limitazioni derivanti dalle condizioni di accessibilità e di visibilità delle superfici degli elementi; se il numero delle facce visibili dell'elemento è minore di tre, tale circostanza deve essere esplicitamente riportata nel resoconto di ispezione;
- nel caso di alterazioni dovute a danno meccanico o a degrado biologico di tipo localizzato (carie, attacco di insetti xilofagi localizzato in superficie), riferire la classificazione alla sola sezione efficace;
- nel caso di alterazioni dovute ad attacco di insetti xilofagi esteso a tutta la sezione (attacco diffuso) adottare la sezione per intero ai fini della sola classificazione, attribuendole però ai fini dell'analisi strutturale valori delle proprietà fisico-meccaniche ridotti proporzionalmente all'area occupata dalle gallerie; la necessità di questa riduzione dovrà essere esplicitamente segnalata nel resoconto di ispezione, che indicherà la percentuale di riduzione da applicare;
- per l'assegnazione a una categoria è necessario che tutte le caratteristiche e/o difetti rientrino nei limiti specificati; non è ammessa l'assegnazione a categorie intermedie;
- per specie non previste nel prospetto 1, classificare l'elemento facendo riferimento alla specie più prossima dal punto di vista dell'anatomia del legno e della massa volumica media.

# DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

## Tabelle per la classificazione e la verifica statica

Regole di classificazione per elementi strutturali lignei in opera (UNI 11119:2004).

CARATTERISTICA		CATEGORIA IN OPERA		
		I	II	III
Smussi		≤ 1/8	≤ 1/5	≤ 1/3
Lesioni varie, Cretti da gelo, Cipollature		assenti	assenti	ammissibili, se limitate
Nodi singoli		≤ 1/5 ≤ 50 mm	≤ 1/3 ≤ 70 mm	≤ 1/2
Gruppi di nodi		≤ 2/5	≤ 2/3	≤ 3/4
Inclinazione della fibratura (pendenza %)	in sez. radiale	≤ 1/14 (≈7%)	≤ 1/8 (≈12%)	≤ 1/5 (20%)
	in sezione tangenziale	≤ 1/10 (10%)	≤ 1/5 (20%)	≤ 1/3 (≈33%)
Fessurazioni radiali da ritiro		ammissibili, purché non passanti		

Tensioni massime per l'applicazione del metodo delle tensioni ammissibili e moduli medi di elasticità a flessione per le categorie in opera delle principali specie legnose, applicabili per umidità del legno = 12% (UNI 11119:2004).

SPECIE	categoria in opera	TENSIONI MASSIME (N/mm <sup>2</sup> )					
		compressione		flessione statica	trazione parallela alla fibratura (*)	taglio parallelo alla fibratura	modulo di elasticità a flessione
		parallela alla fibratura	perpendicolare alla fibratura				
Abete bianco (Abies alba Mill.)	I	11	2,0	11,5	11	0,9	13 000
	II	9	2,0	10	9	0,8	12 000
	III	7	2,0	7,5	6	0,7	11 000
Abete rosso (Picea abies Karst.)	I	10	2,0	11	11	1,0	12 500
	II	8	2,0	9	9	0,9	11 500
	III	6	2,0	7	6	0,8	10 500
Larice (Larix spp.)	I	12	2,5	13	12	1,1	15 500
	II	10	2,2	11	9,5	1,0	14 500
	III	7,5	2,0	8,5	7	0,9	13 500
Pini (Pinus spp.)	I	11	2,0	12	11	1,0	13 000
	II	9	2,0	10	9	0,9	12 000
	III	7	2,0	8	6	0,8	11 000
Castagno (Castanea sativa Mill.)	I	11	2,0	12	11	0,8	10 000
	II	9	2,0	10	9	0,7	9 000
	III	7	2,0	8	6	0,6	8 000
Pioppo (Populus spp.)	I	10	1,5	10,5	9	0,6	9 000
	II	8	1,5	8,5	7	0,5	8 000
	III	6	1,5	6,5	4,5	0,4	7 000
Quercia (Quercus spp.)	I	12	3,0	13	12	1,2	13 500
	II	10	2,5	11	10	1,0	12 500
	III	7,5	2,2	8,5	7	0,9	11 500

(\*) La tensione massima a trazione perpendicolare alla fibratura si assume convenzionalmente uguale a zero.

# DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

---

## Convenzioni e simbologia grafica utilizzata

### ORIENTAMENTO

---

<b>A</b>	anteriore
<b>P</b>	posteriore
<b>Sx</b>	sinistra
<b>Dx</b>	destra

### GEOMETRIA

---

<b>b</b>	base della sezione
<b>h</b>	altezza della sezione
<b>L</b>	luce
<b>Ø</b>	diametro
<b>sezioni</b>	bxh (base x altezza)
<b>misure</b>	tutte le misure sono espresse in centimetri ad eccezione di quelle della ferramenta che sono espresse in millimetri

### SPECIE

---

<b>Ab</b>	abete
<b>La</b>	larice
<b>Pn</b>	pino
<b>Pi</b>	pioppo
<b>Ca</b>	castagno
<b>No</b>	noce
<b>Qu</b>	quercia
<b>Ol</b>	olmo
<b>Fa</b>	faggio
<b>Ci</b>	cipresso
<b>Pp</b>	pitch pine

### CATEGORIA

---

<b>NI</b>	elemento non idoneo per scopi strutturali
<b>NC</b>	non classificato
<b>I</b>	categoria I secondo la UNI 11119:2004
<b>II</b>	categoria II secondo la UNI 11119:2004
<b>III</b>	categoria III secondo la UNI 11119:2004

### VARIE

---

<b>nr</b>	non rilevato
<b>nq</b>	non quantificato
<b>(#)</b>	dato presunto

# DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

---

## DIFETTI (CAUSALE)

---

<b>c</b>	cipollatura
<b>dft</b>	deviazione fibratura tangenziale (UNI 11119)
<b>dfr</b>	deviazione fibratura radiale (UNI 11119)
<b>fi</b>	fibratura irregolare
<b>df</b>	deviazione fibratura (UNI 11035)
<b>ic</b>	inclusione di corteccia
<b>n</b>	nodo
<b>gn</b>	gruppo di nodi
<b>r</b>	rimargino
<b>fp</b>	fessurazione passante
<b>l</b>	lesioni
<b>fa</b>	fessurazione anomala di spigolo

## DEGRADO BIOLOGICO E MECCANICO

---

degrado da insetti	viene indicato con un retino singolo orientato a 45°; l'attacco da insetti dove non specificato si ritiene esaurito
degrado da carie	viene indicato con un retino doppio incrociato a 45°

Il degrado da insetti e/o carie può essere superficiale o interno. Il degrado superficiale viene indicato mediante una freccia rivolta sul lato della sezione in cui è presente e con un numero che indica la profondità; il degrado interno (diffuso) viene indicato su tutta la sezione ed espresso in percentuale; tale percentuale è riferita alla sezione interessata dal retino.

Per quanto riguarda il degrado interno si individuano 4 classi oltre al degrado assente o trascurabile:

0-25%	degrado moderato
25-50%	degrado grave
50-75%	degrado molto grave
75-100%	degrado totale

Il degrado meccanico (rottture o lesioni) viene indicato con una linea marcata con andamento a zig-zag e con una nota esplicativa.

## INDICAZIONI

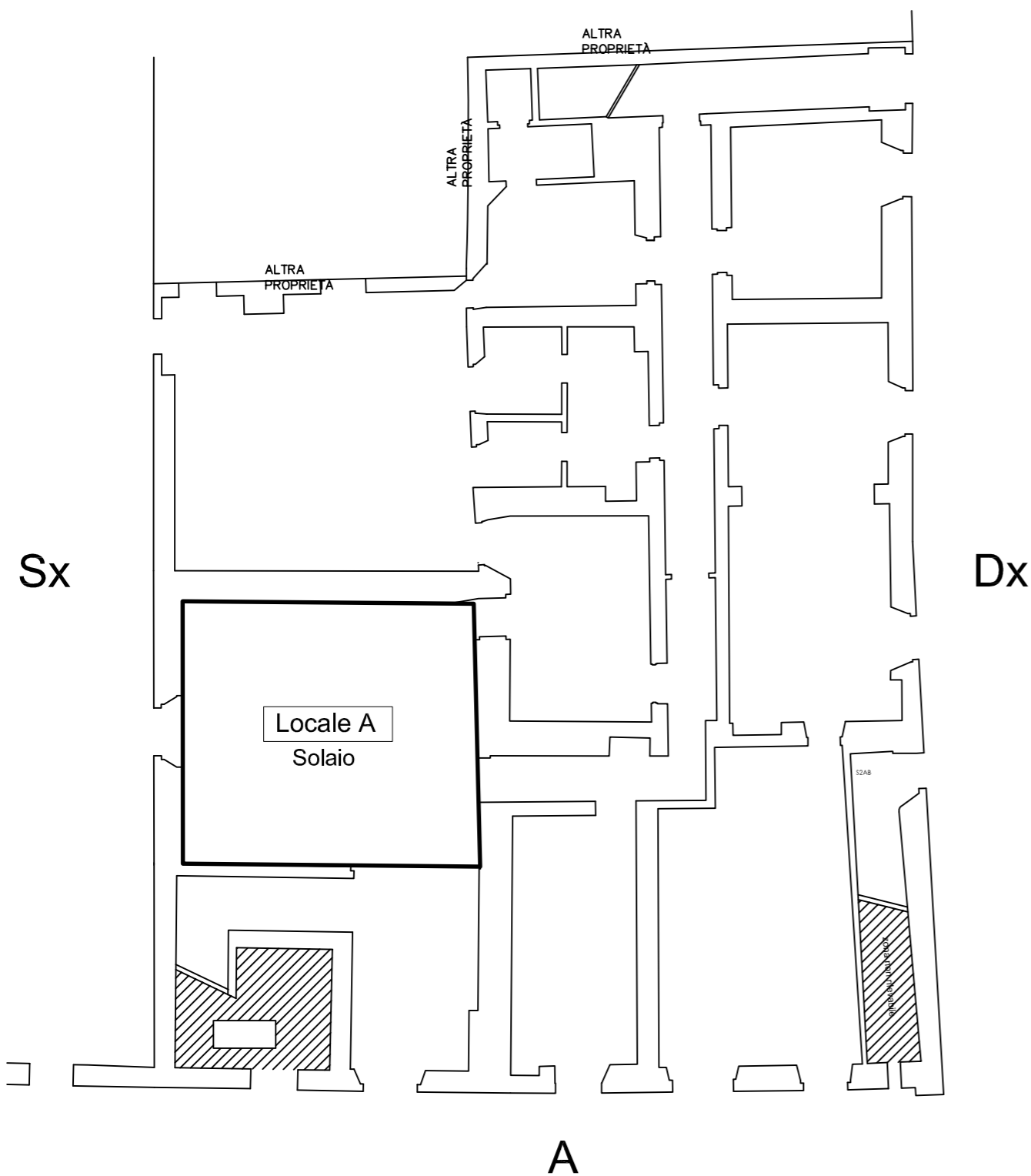
---

<b>v</b>	elemento da verificare – elementi in buono stato di conservazione o con degrado di entità modesta per i quali il mantenimento in opera è condizionato dall'esito della verifica statica
<b>c</b>	elemento da consolidare – elemento di qualità meccanica o con degrado di entità tale da poter essere recuperato mediante consolidamento
<b>s</b>	elemento da sostituire – elemento di qualità non idonea per impieghi strutturali o con degrado di entità tale da dover essere sostituito

Tali indicazioni non sono da ritenersi vincolanti per il progettista.

Identificazione locali oggetto di ispezione

P



Identificazione orditura principale

P

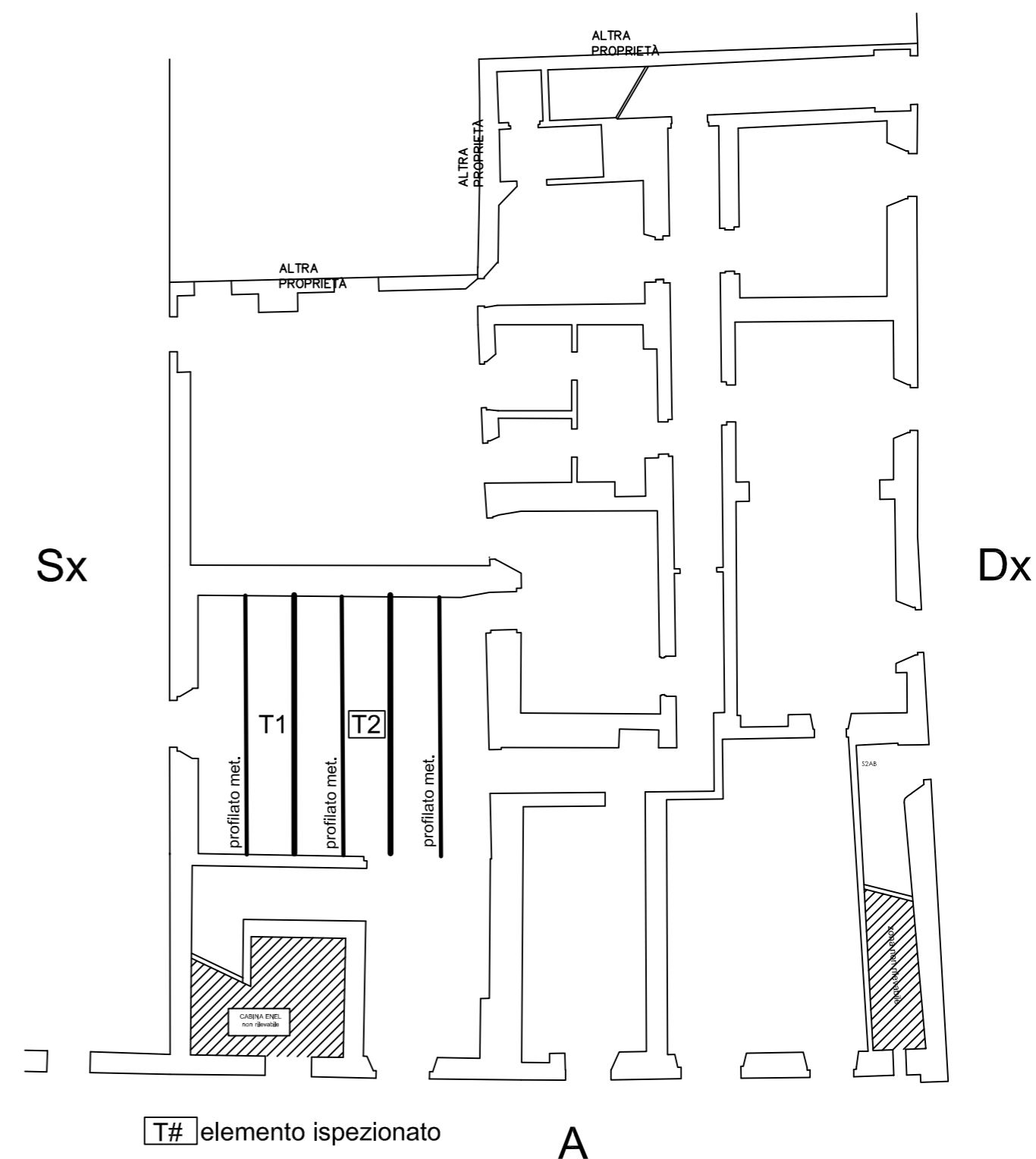


Tavola n°  
**1**

**Diagnosi Strutture Lignee**  
Palazzo Spartaco Conti, Piazza Matteotti - Campi Bisenzio (FI)

Oggetto:  
Pianta schematica orditura principale Piano Terra

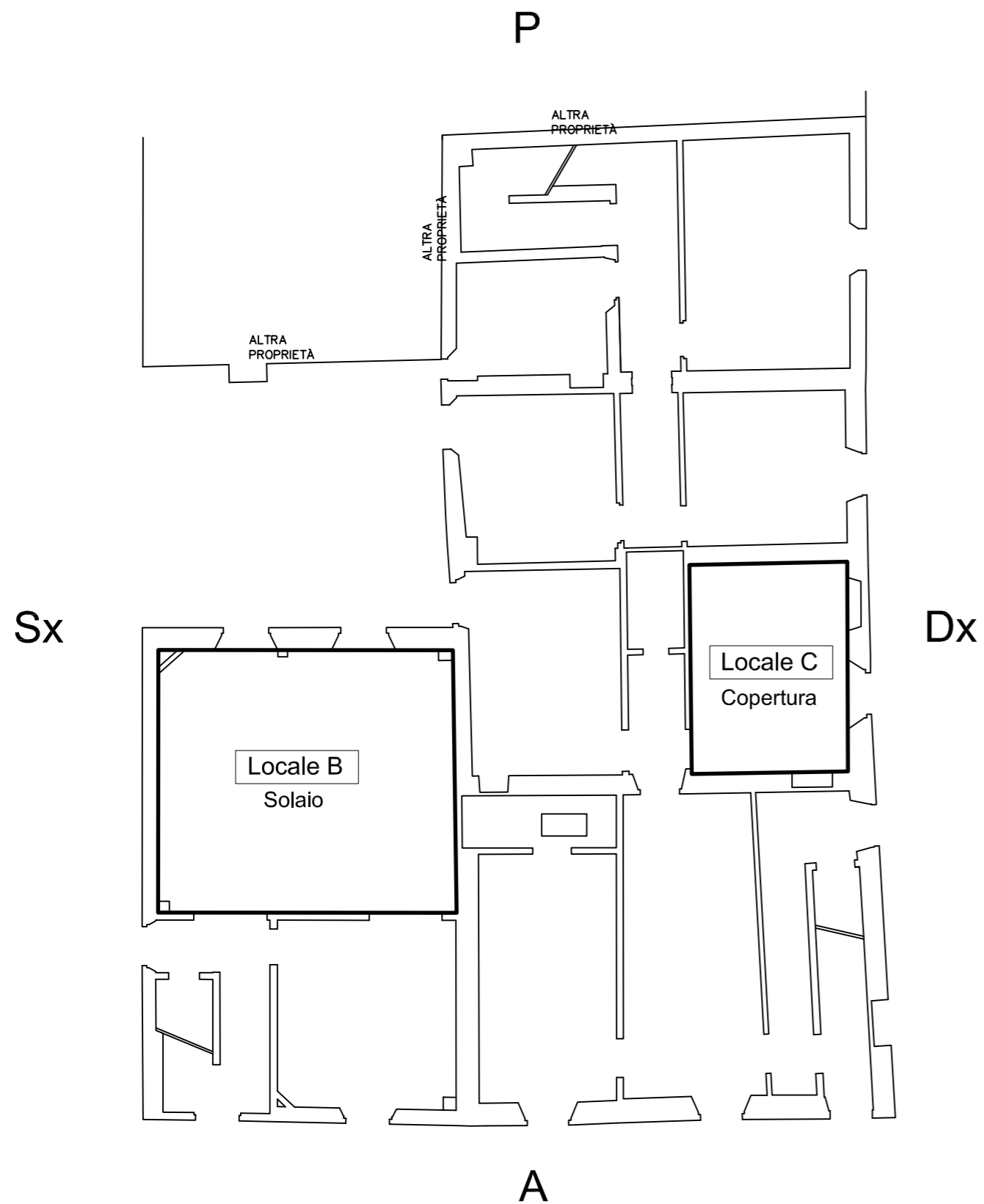
Ottobre 2019

Tecnico incaricato: Dott. Forestale Massimiliano LENZI

Disegno:  
Dott. Forestale Massimiliano LENZI

Scala:  
non specificata

Identificazione locali oggetto di ispezione



Identificazione orditura principale

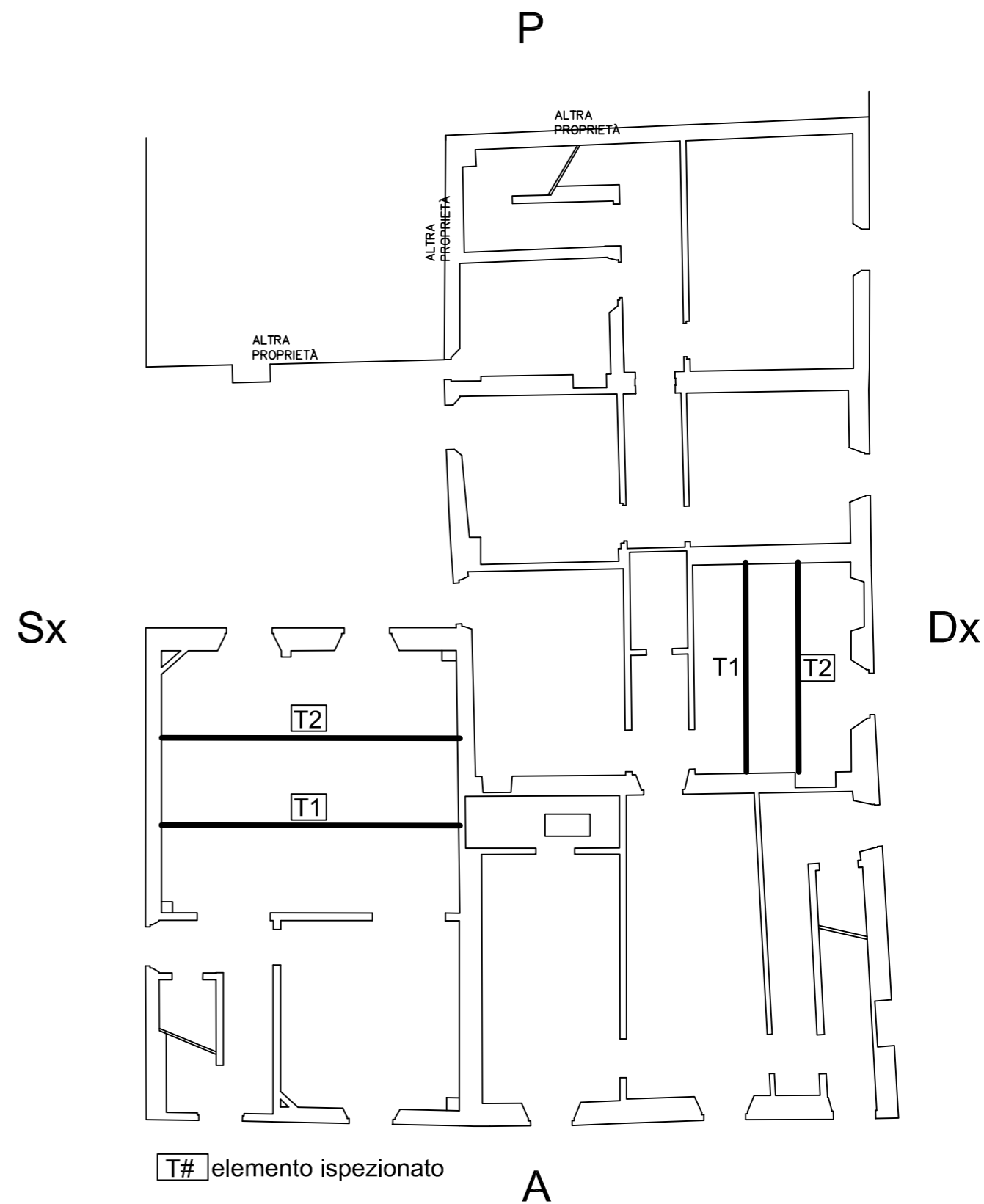


Tavola n°  
**2**

**Diagnosi Strutture Lignee**  
Palazzo Spartaco Conti, Piazza Matteotti - Campi Bisenzio (FI)

Ottobre 2019

Tecnico incaricato: Dott. Forestale Massimiliano LENZI

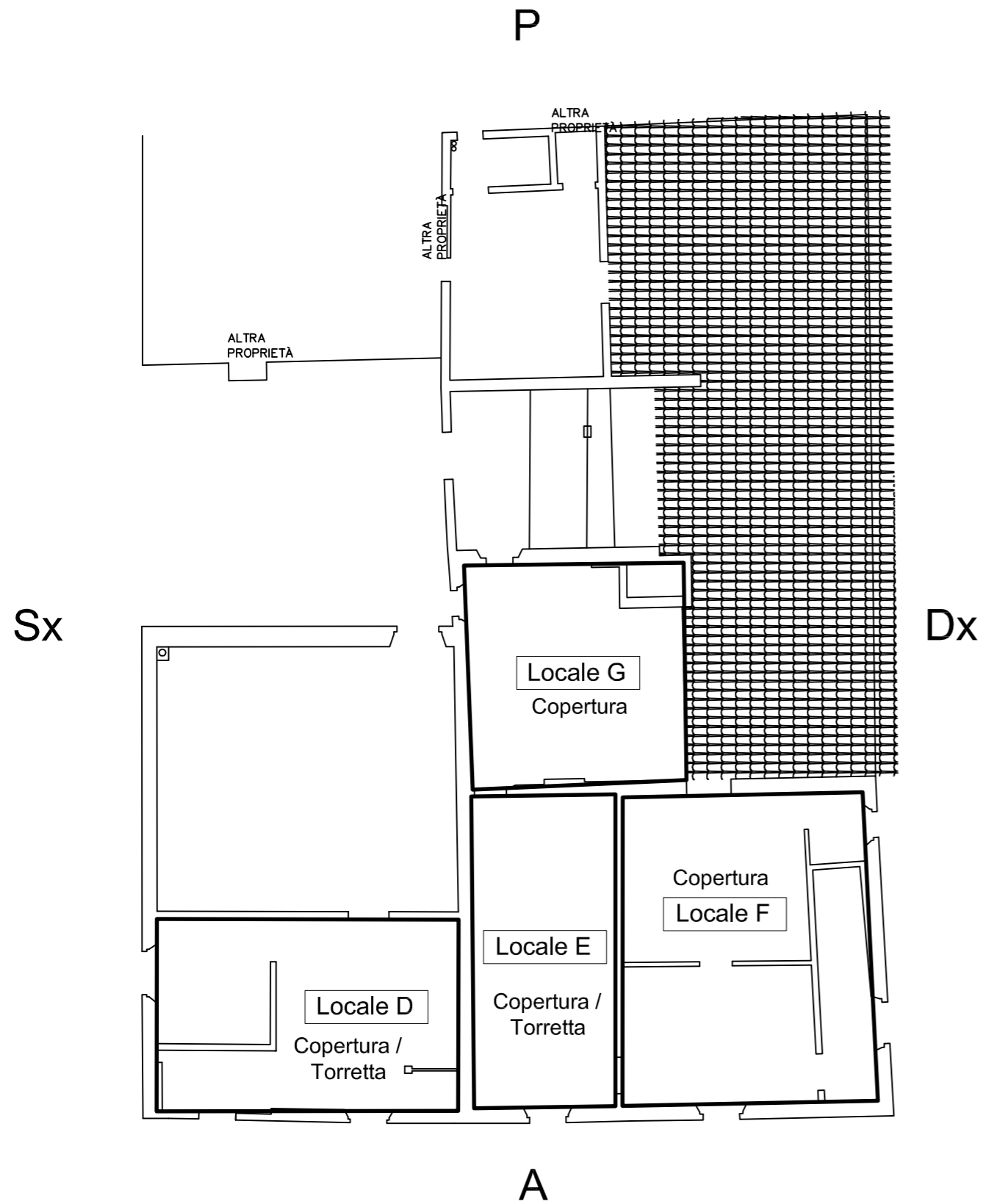
Oggetto:  
**Pianta schematica orditura principale Piano Primo**

Disegno:  
Dott. Forestale Massimiliano LENZI

Scala:  
non specificata



Identificazione locali oggetto di ispezione



Identificazione orditura principale

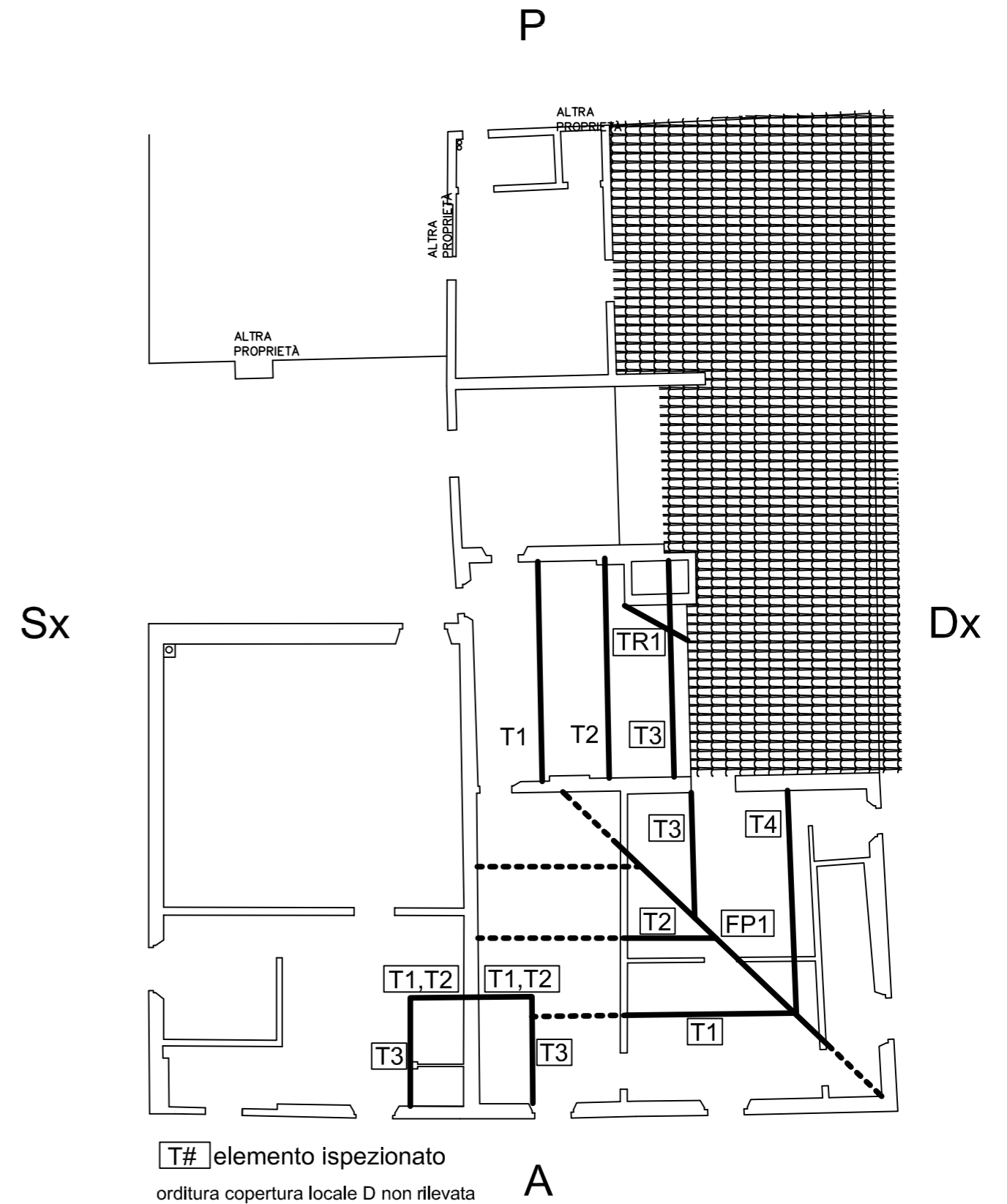


Tavola n°  
**3**

**Diagnosi Strutture Lignee**  
Palazzo Spartaco Conti, Piazza Matteotti - Campi Bisenzio (FI)

Oggetto:  
Pianta schematica orditura principale Piano Secondo

Ottobre 2019

Tecnico incaricato: Dott. Forestale Massimiliano LENZI

Disegno:  
Dott. Forestale Massimiliano LENZI

Scala:  
non specificata

## DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

**Tabella 1 – Risultati indagine diagnostica elementi di copertura**

LOCALE	ELEMENTO	MODALITÀ DI INDAGINE	NOTE DESCRITTIVE	DEGRADO BIOLOGICO / MECCANICO	FOTO	INDICAZIONI
A	T2	S	Trave non visibile, rivestita da tavolette lignee collocate in intradosso e su facce laterali Trave di conifera, specie presunta abete Sezione stimata 23x27 cm Trave apparentemente inflessa	Accessibilità in appoggio posteriore limitata, eseguita N°1 prova resistografica. Dal profilo eseguito l'appoggio posteriore risulta in buono stato di conservazione	506,508,509, 514,515	-
B	T1	S	Trave di abete Sezione 20x29 Trave visibilmente inflessa Muro lievemente lesionato in appoggio Sx	Eseguite N°2 prove resistografiche in appoggio Sx. Dai profili eseguiti l'appoggio risulta in buono stato di conservazione	516-518, 521-524	-
B	T2	S	Trave di abete Sezione 20x28 Trave visibilmente inflessa e svergolata	Eseguite N°3 prove resistografiche in appoggio Sx. Dai profili eseguiti l'appoggio risulta in buono stato di conservazione	525-527, 529-531	-
C	T2	D	Trave di abete Sezione appoggio A 21x21 Sezione in mezzeria 20x22 Sezione appoggio P 18x20 Appoggio su muro A 9 cm circa	Eseguite N°2 prove resistografiche agli appoggi Dai profili eseguiti la trave risulta in buono stato di conservazione	643-649, 651-658, 661,662	v

## DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

LOCALE	ELEMENTO	MODALITÀ DI INDAGINE	NOTE DESCRITTIVE	DEGRADO BIOLOGICO / MECCANICO	FOTO	INDICAZIONI
			Appoggio su muro P 17 cm circa Umidità rilevata 12,2%			
D	T1	D	VEDERE TAVOLA 4		535,537,538, 540	v
D	T2	D	VEDERE TAVOLA 4			v
D	T3	D	VEDERE TAVOLA 4		536,539,543, 544,548-555	v
D	S1	D	VEDERE TAVOLA 4		541,542	v
E	T1	D	VEDERE TAVOLA 5		611,612,625, 626,629-631, 640	v
E	T2	D	VEDERE TAVOLA 5			v
E	T3	D	VEDERE TAVOLA 5		613-623	v
E	S1	D	VEDERE TAVOLA 5		vedere foto T1 e T2	v
F	FP1	V	Falso puntone di abete con estradosso tamponato con muratura Sezione in mezzeria 20x20 con smussi 5x5 Categoria I Apparentemente inflesso Apparentemente continuo su muri interni	Buono stato di conservazione	561,562,566, 569,572,573, 582,591,592, 637,638	-
F	T1	V/	Trave di abete	Degrado da insetti 2cm in intradosso e	563, 586-589	-

## DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

LOCALE	ELEMENTO	MODALITÀ DI INDAGINE	NOTE DESCRITTIVE	DEGRADO BIOLOGICO / MECCANICO	FOTO	INDICAZIONI
		(S)	Sezione in mezzeria 20x21 con smusso 5x5 Categoria II causa nodi Appoggio Sx su muro interno, estremità con lavorazione estradossale e conseguente riduzione di altezza di 8 cm (realizzata per probabile alloggio elemento locale adiacente) Collegata a FP1 mediante 2 chiodi	su facce laterali in appoggio Sx Eseguita N°1 prova resistografica in luce Dal profilo eseguito non sono emerse anomalie rilevanti		
F	T2	V	Trave di pioppo Sezione in mezzeria 21x23 con smussi 6x6 Categoria III causa nodi Collegata a FP1 mediante 2 chiodi Apparentemente continua a Sx	Degrado da insetti superficiale trascurabile	558-560,574, 590	-
F	T3	V	Trave di pioppo Sezione in mezzeria Ø18 Categoria I Collegata a FP1 mediante 2 chiodi Appoggio P su muro perimetrale	Degrado da insetti superficiale trascurabile	564,567,575	-
F	T4	V	Trave di abete Sezione in mezzeria 15x21 con smusso	Degrado da insetti periferico 25-50% in appoggio P a diminuire verso A	565,570,571, 577-581,583,	-

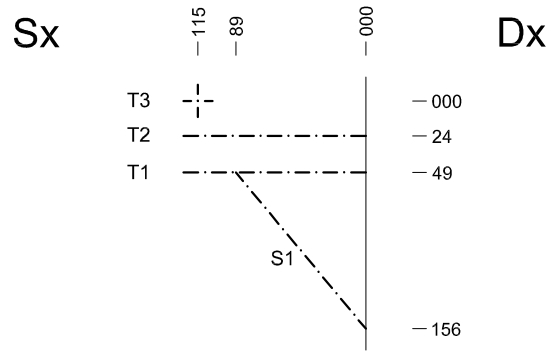
## DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

LOCALE	ELEMENTO	MODALITÀ DI INDAGINE	NOTE DESCRITTIVE	DEGRADO BIOLOGICO / MECCANICO	FOTO	INDICAZIONI
			7x4 Categoria II causa nodi Collegata a FP1 mediante chiodi vari (1 grande e 3 piccoli) Appoggio P su muro perimetrale		584	
G	T3	S	Trave di latifoglia (probabile pioppo)	Eseguita N°1 prova resistografica in appoggio P. Dal profilo eseguito l'appoggio risulta degradato gravemente, 75-100% Sono presenti corpi fruttiferi	593,594,598, 599,608	-
G	TR1	S	Trave di latifoglia (probabile pioppo)	Eseguite N°3 prove resistografiche in luce. Dai profili eseguiti l'appoggio risulta degradato 25-50%	595,596,600 604,605,607	-

**Modalità di indagine:**

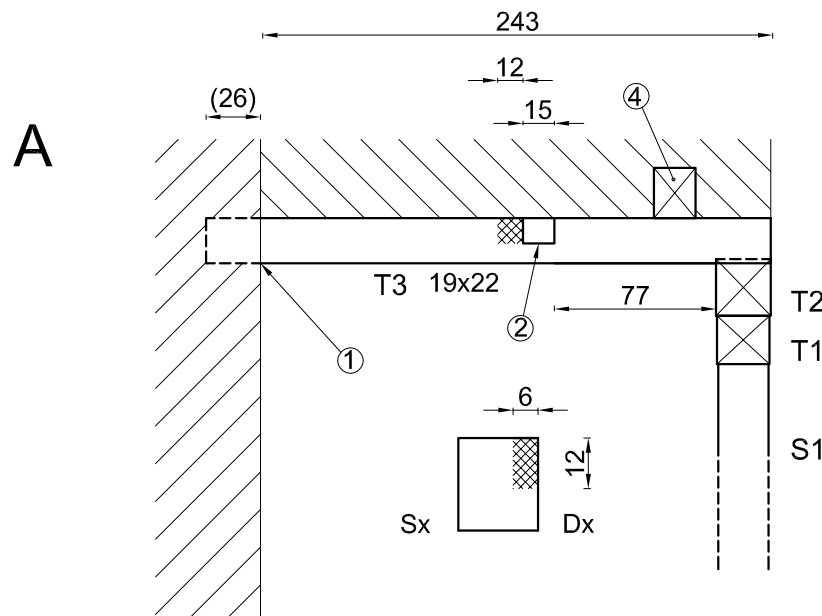
- V: indagine visiva e strumentale mediante attrezzature semplici  
 S: indagine strumentale mediante trapano strumentato  
 D: indagine di dettaglio (visiva / strumentale)

### Rilievo geometrico



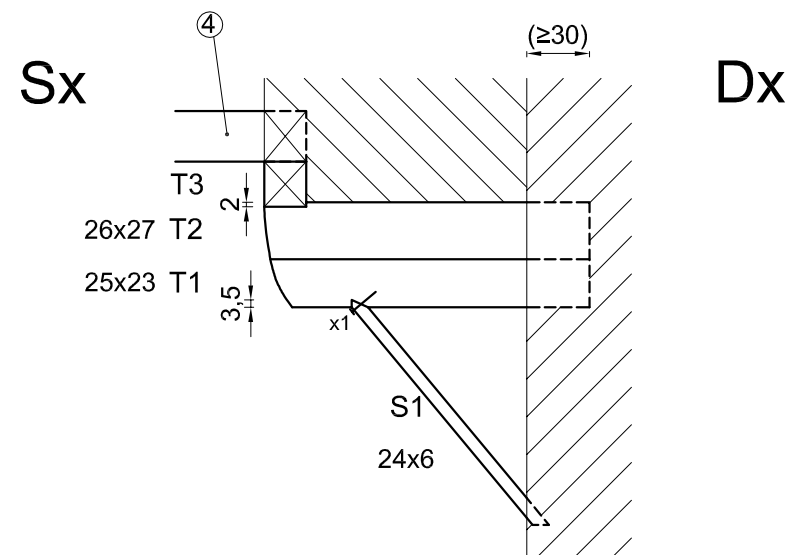
### Tabella di classificazione degli elementi (norma UNI 11119)

Elemento	Specie	Categoria	Causale	Indicazione
Trave T1	Qu	I	-	v
Trave T2	Qu	I	-	v
Trave T3	Qu	III	n	v
Saetta S1	Pi	I	-	v



Non accertabile continuità di T1 e T2 a Dx

P



- ① staffa metallica 35x5 intradossale arpionata e chiodata, in aggetto da filo muro 10 cm
- ② scasso 6x12 cm esteso 15 cm tassellato e localizzato su faccia Dx
- ③ porzione degradata di dimensioni analoghe allo scasso ed estesa 12 cm
- ④ trave di copertura locale D

Trave T1 eseguita N°1 prova resistografica  
 Trave T2 eseguite N°2 prove resistografiche  
 Trave T3 eseguite N°2 prove resistografiche

Tavola n°

**4**

## Diagnosi Strutture Lignee

Palazzo Spartaco Conti, Piazza Matteotti - Campi Bisenzio (FI)

Oggetto:

Locale D

Indagine di dettaglio Travi T1, T2, T3 e S1

Ottobre 2019

Tecnico incaricato: Dott. Forestale Massimiliano LENZI

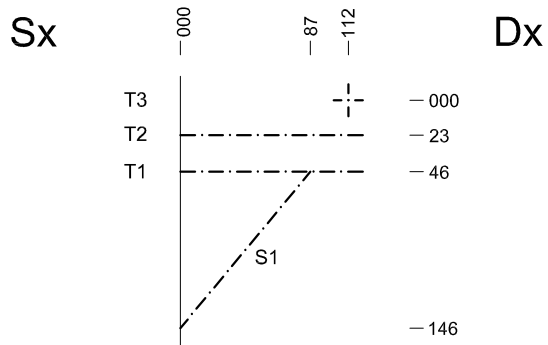
Disegno:

Dott. Forestale Massimiliano LENZI

Scala:

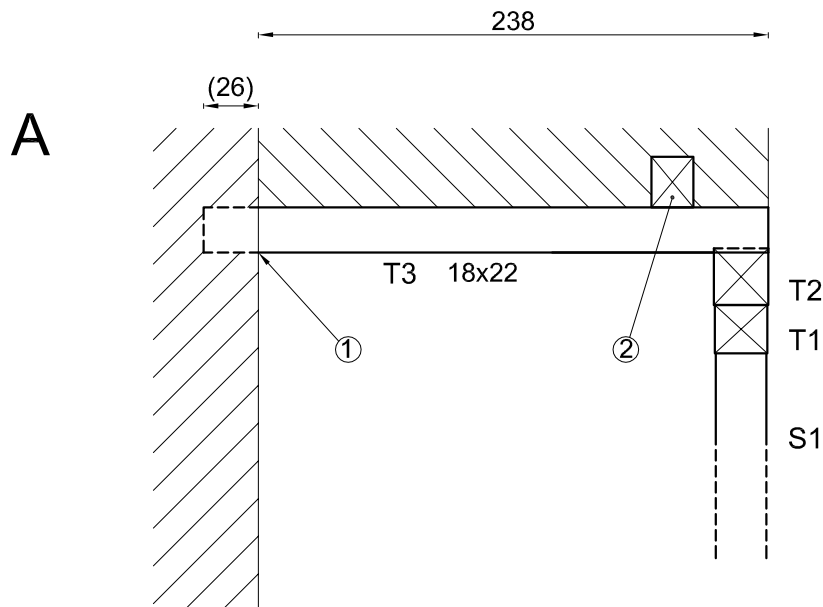
non specificata

### Rilievo geometrico



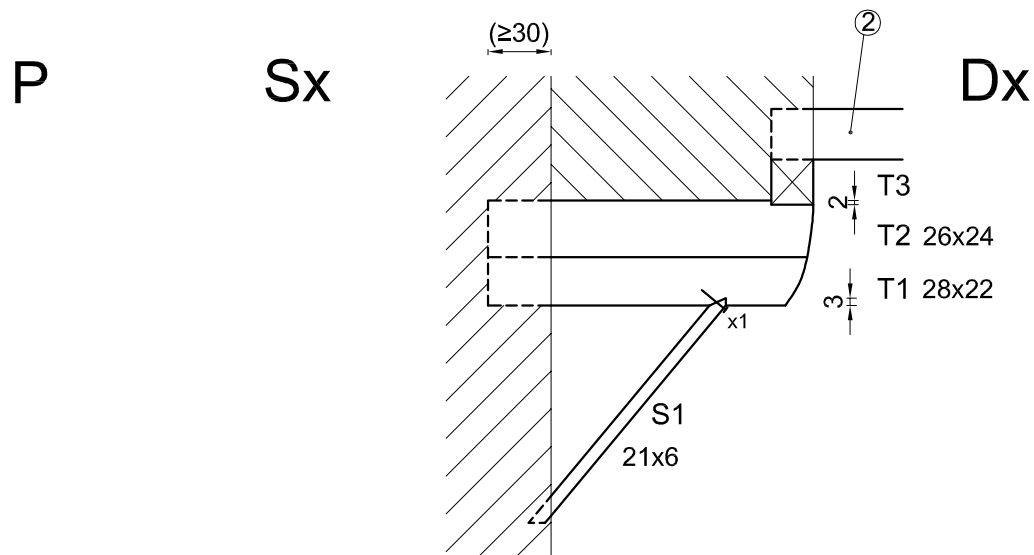
### Tabella di classificazione degli elementi (norma UNI 11119)

Elemento	Specie	Categoria	Causale	Indicazione
Trave T1	Qu	I	-	v
Trave T2	Qu	II	n	v
Trave T3	Qu	III	n	v
Saetta S1	Pi	I	-	v



- ① staffa metallica 35x5 intradossale arpionata e chiodata, in aggetto da filo muro 10 cm
- ② trave di copertura locale E

Non accertabile continuità di T1 e T2 a Sx



- Trave T1 eseguite N°2 prove resistografiche
- Trave T2 eseguite N°2 prove resistografiche
- Trave T3 eseguite N°2 prove resistografiche

Tavola n°

**5**

## Diagnosi Strutture Linee

Palazzo Spartaco Conti, Piazza Matteotti - Campi Bisenzio (FI)

Oggetto:

Locale E

Indagine di dettaglio Travi T1, T2, T3 e S1

Ottobre 2019

Tecnico incaricato: Dott. Forestale Massimiliano LENZI

Disegno:

Dott. Forestale Massimiliano LENZI

Scala:

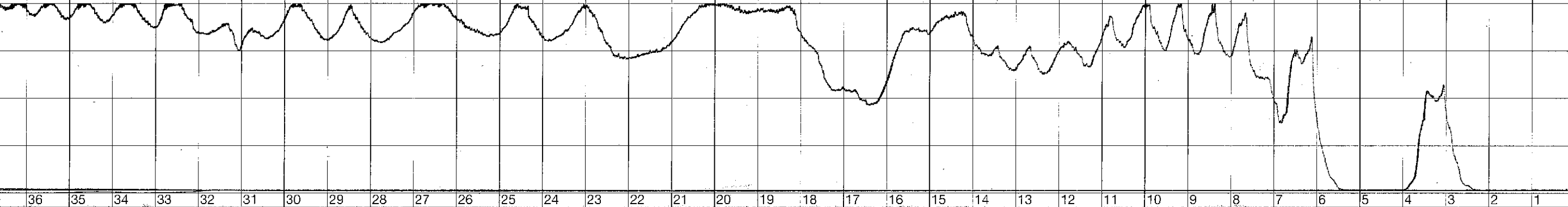
non specificata

## DR FORESTALE MASSIMILIANO LENZI

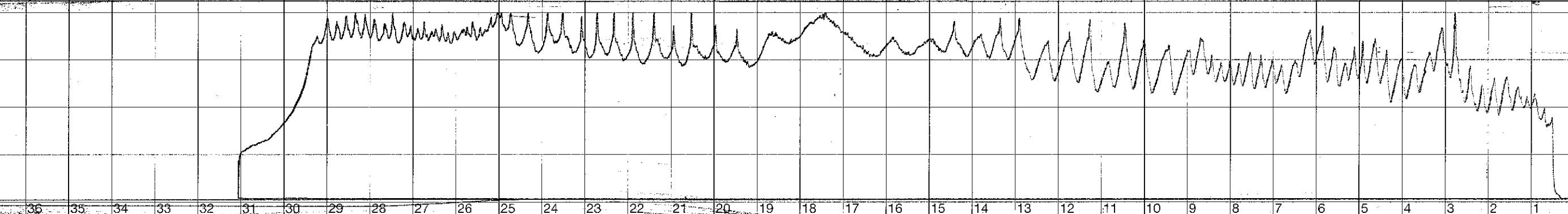
**Tabella 2 – Profili resistografici**

<b>Profilo N.</b>	<b>Zona</b>	<b>Elemento</b>	<b>Porzione indagata</b>	<b>Risultato</b>
1	A	T2	appoggio P	buono stato di conservazione
2	B	T1	appoggio Sx	buono stato di conservazione
3	B	T1	appoggio Sx	buono stato di conservazione
4	B	T2	appoggio Sx	buono stato di conservazione
5	B	T2	appoggio Sx	buono stato di conservazione
6	B	T2	appoggio Sx	fessura da ritiro interna, buono stato di conservazione
7	D	T1	appoggio Dx	buono stato di conservazione
8	D	T2	appoggio Dx	buono stato di conservazione
9	D	T2	appoggio Dx	buono stato di conservazione
10	D	T3	appoggio A	fessure da ritiro interne, buono stato di conservazione
11	D	T3	in luce	buono stato di conservazione
12	F	T1	in luce	fessura da ritiro interna, sospetto degrado zona fessura da ritiro di entità trascurabile
13	G	T3	appoggio P	degrado da carie 75-100%
14	G	TR1	in luce	degrado da carie 25-50% prudenziale
15	G	TR1	in luce	degrado da carie 50-75% prudenziale
16	G	TR1	in luce	degrado da carie 25-50% prudenziale
17	E	T1	appoggio Sx	zona di alburno iniziale, fessure da ritiro interne, buono stato di conservazione
18	E	T2	appoggio Sx	zona di alburno iniziale, buono stato di conservazione
19	E	T3	appoggio A	fessura da ritiro iniziale, buono stato di conservazione
20	E	T1	appoggio Sx	zona di alburno iniziale, buono stato di conservazione
21	E	T2	appoggio Sx	zona di alburno iniziale, buono stato di conservazione
22	E	T3	appoggio A	fessure da ritiro interne, buono stato di conservazione
23	C	T2	appoggio P	fessure da ritiro interne, buono stato di conservazione
24	C	T2	appoggio A	buono stato di conservazione

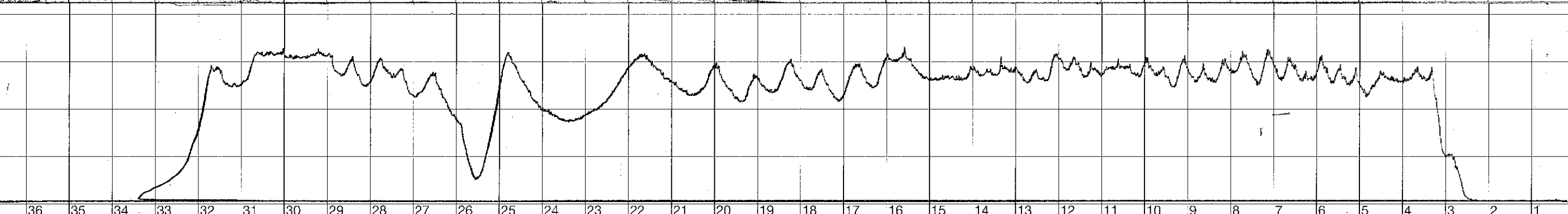




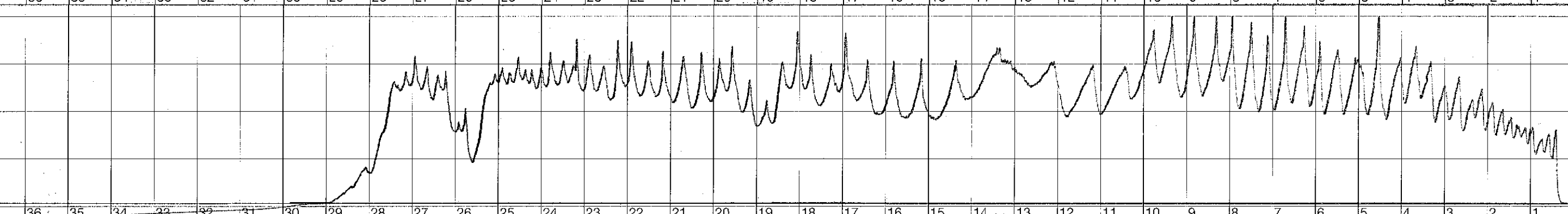
Name/Name  
Datum/Date  
Nr./No. **1**  
Bemerkung/Comment



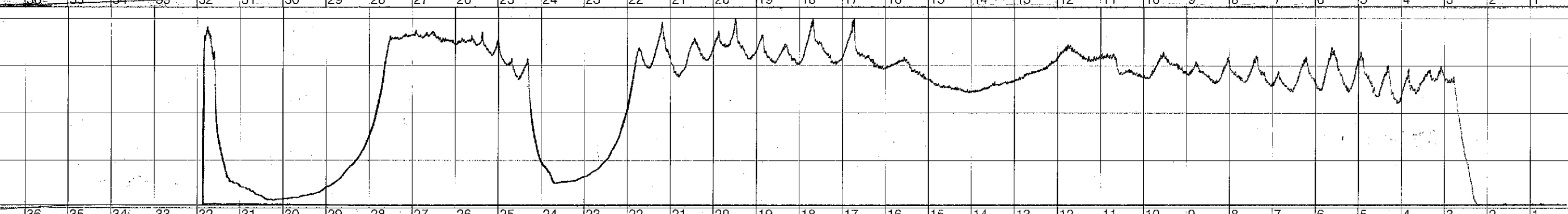
Name/Name  
Datum/Date  
Nr./No. **2**  
Bemerkung/Comment



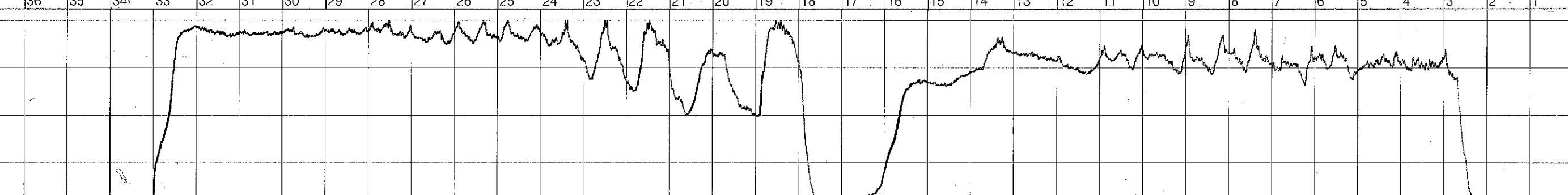
Name/Name  
Datum/Date  
Nr./No. **3**  
Bemerkung/Comment



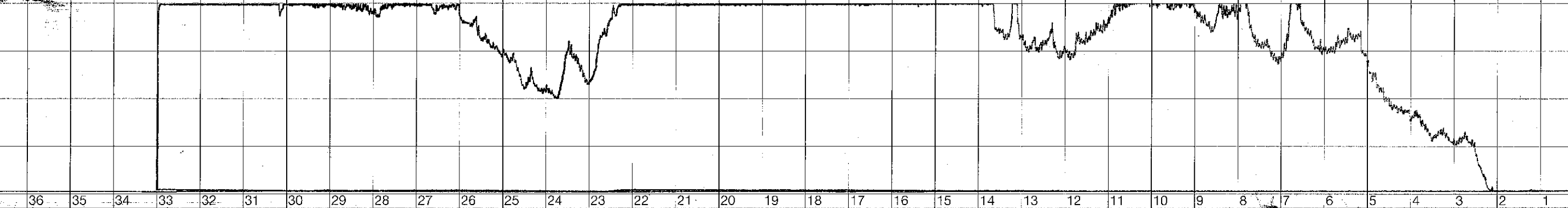
Name/Name  
Datum/Date  
Nr./No. **4**  
Bemerkung/Comment



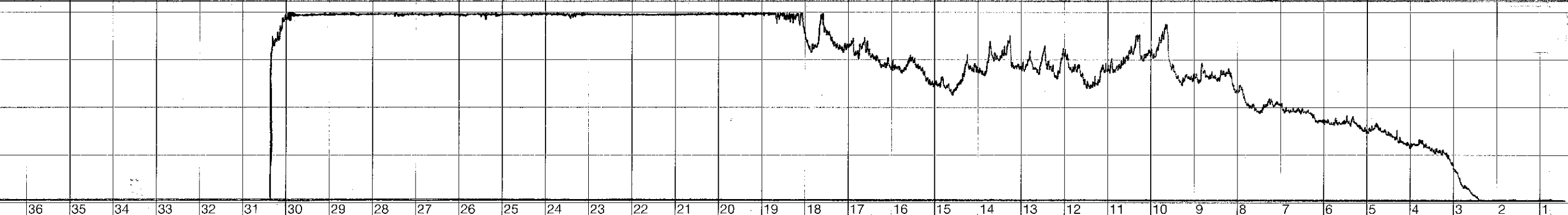
Name/Name  
Datum/Date  
Nr./No. **5**  
Bemerkung/Comment



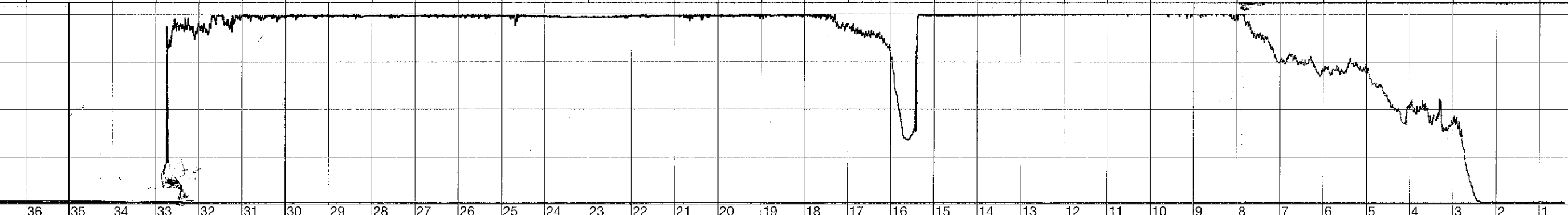
Name/Name  
Datum/Date  
Nr./No. **6**  
Bemerkung/Comment



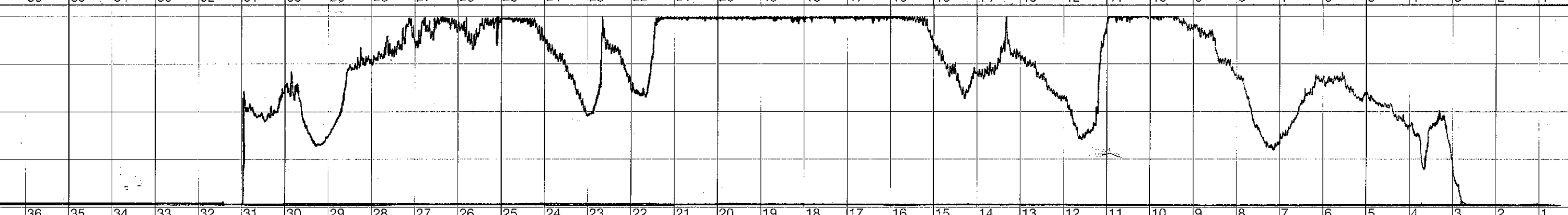
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **7**  
 Bemerkung/Comment



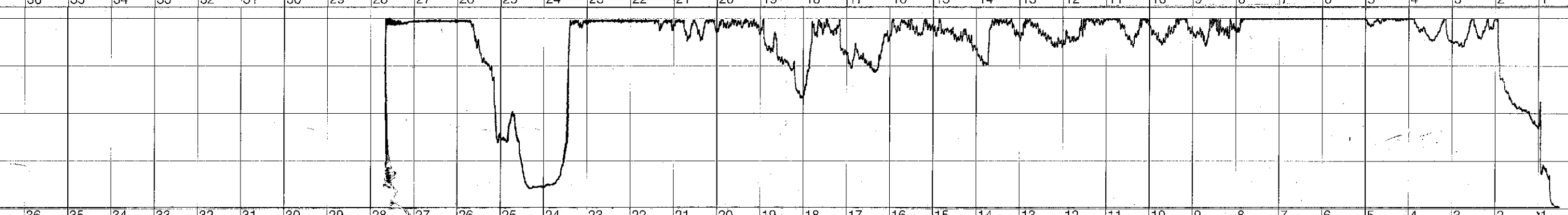
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **8**  
 Bemerkung/Comment



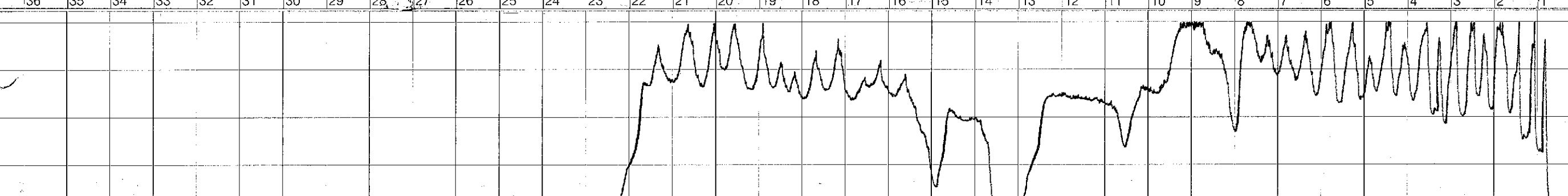
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **9**  
 Bemerkung/Comment



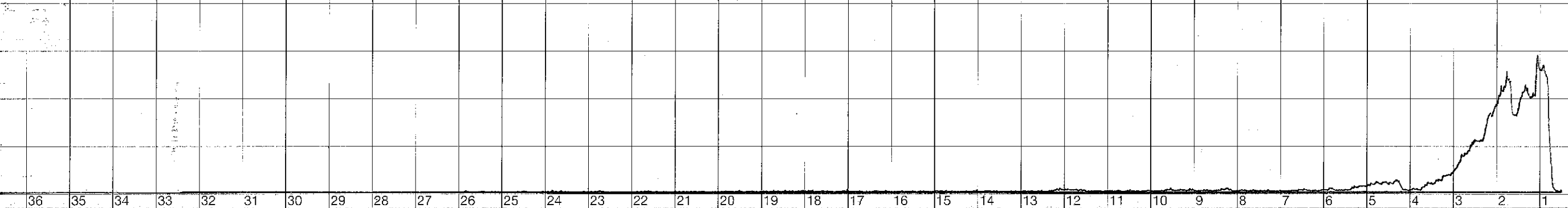
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **10**  
 Bemerkung/Comment



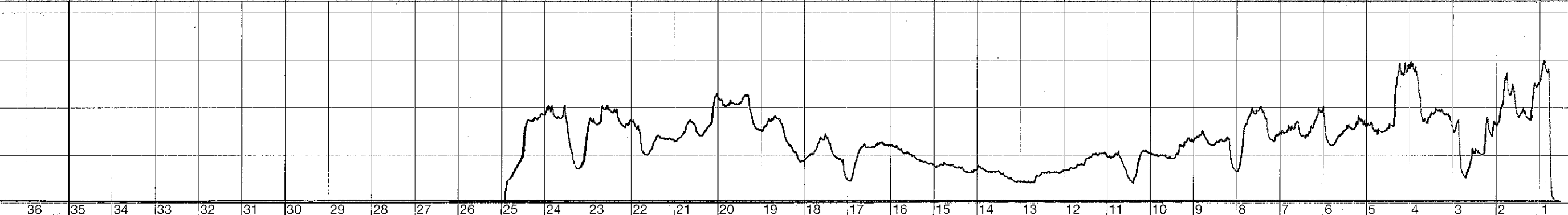
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **11**  
 Bemerkung/Comment



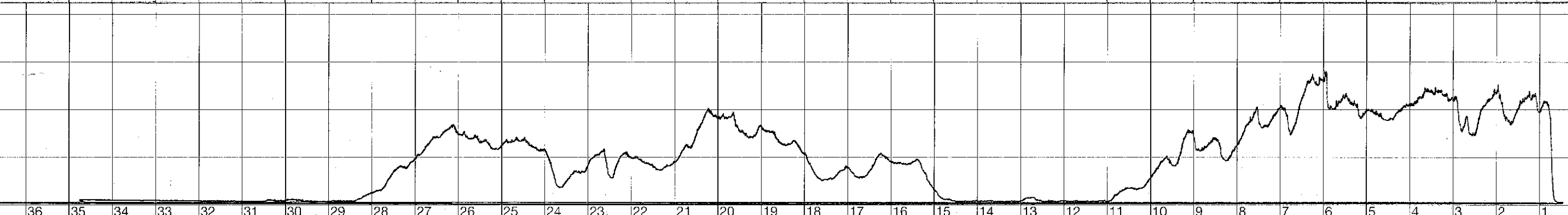
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **12**



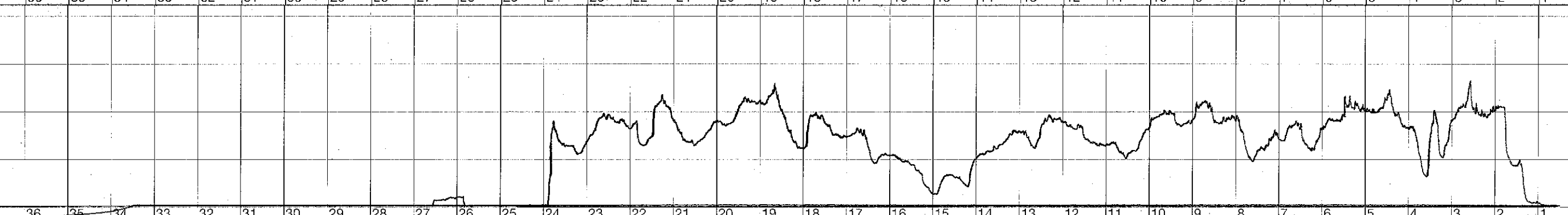
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **13**  
 Bemerkung/Comment



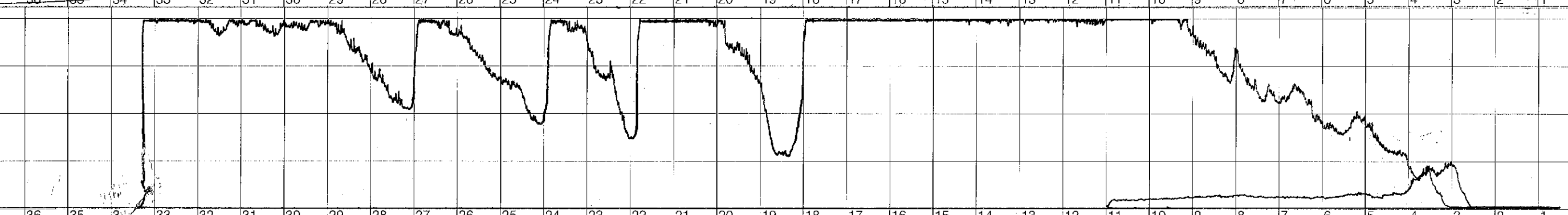
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **14**  
 Bemerkung/Comment



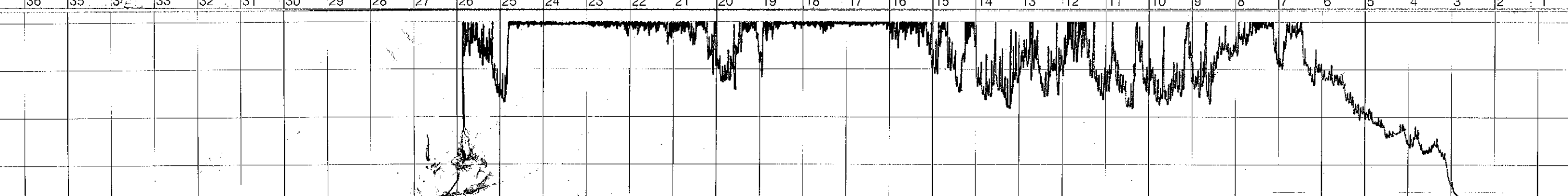
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **15**  
 Bemerkung/Comment



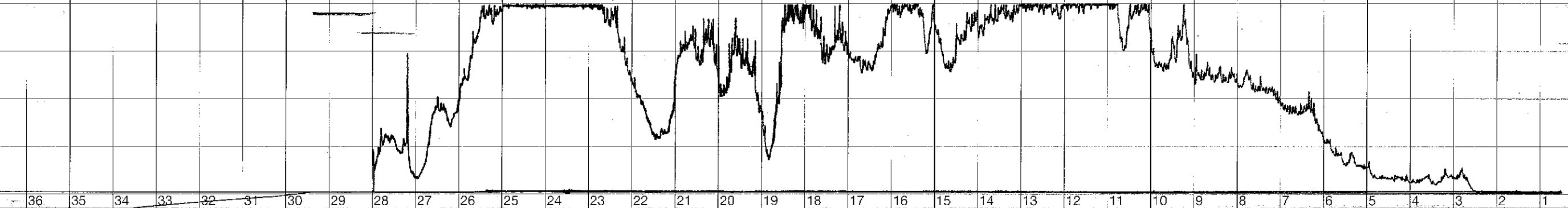
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **16**  
 Bemerkung/Comment



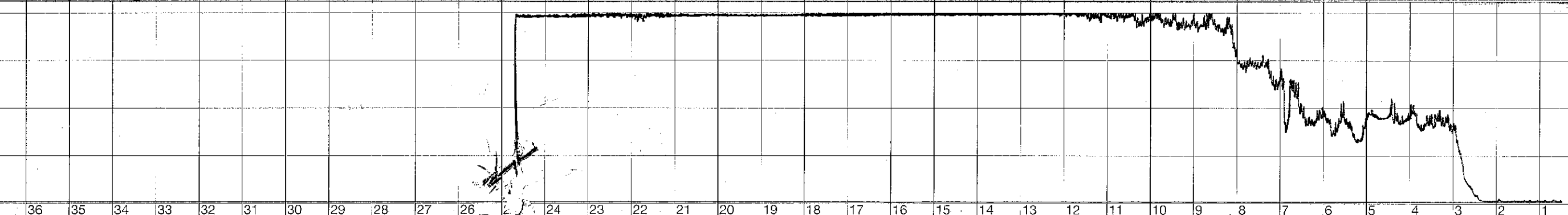
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **17**  
 Bemerkung/Comment



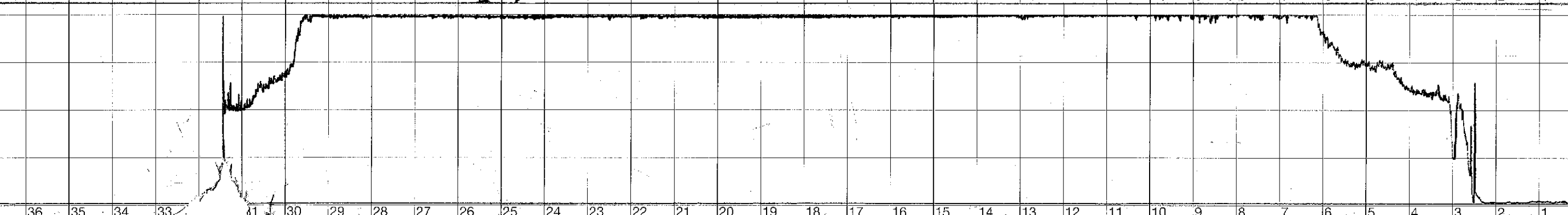
Name/Name  
 Datum/Date  
 Nr./No. **18**



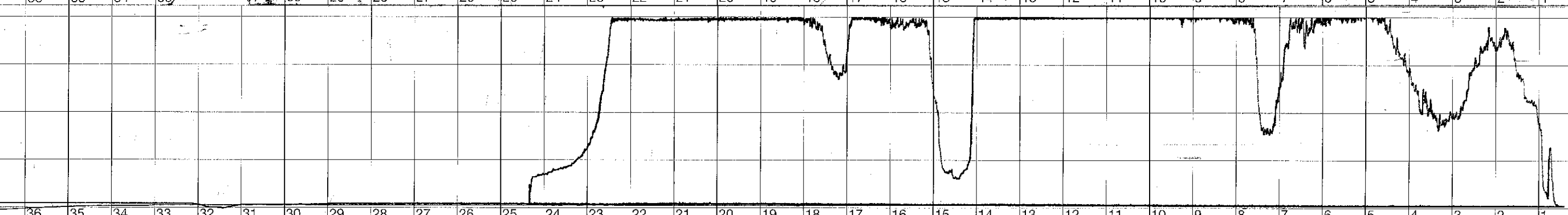
Name/Name  
Datum/Date  
19  
Nr./No.  
Bemerkung/Comment



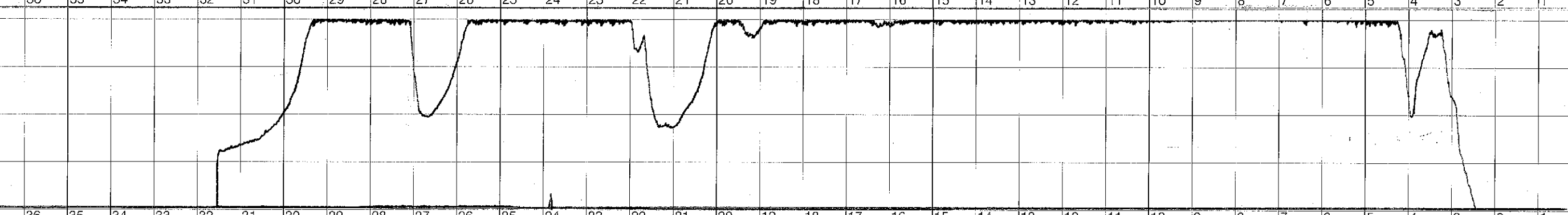
Name/Name  
Datum/Date  
20  
Nr./No.  
Bemerkung/Comment



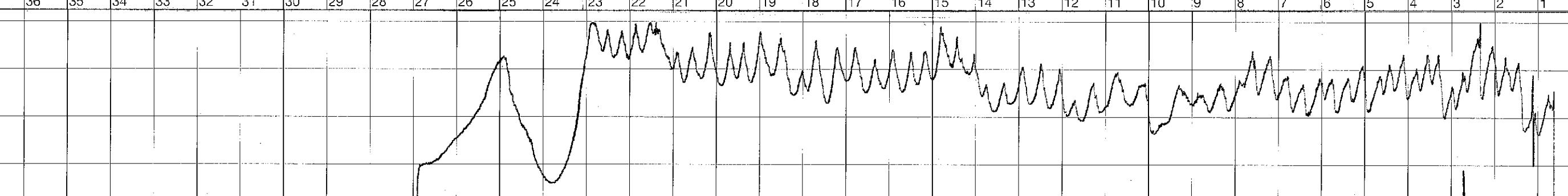
Name/Name  
Datum/Date  
21  
Nr./No.  
Bemerkung/Comment



Name/Name  
Datum/Date  
22  
Nr./No.  
Bemerkung/Comment



Name/Name  
Datum/Date  
23  
Nr./No.  
Bemerkung/Comment



Name/Name  
Datum/Date  
24  
Nr./No.

**RAPPORTO DI PROVA**

**RIF. V.A. N. 779/3037 DEL 24/10/2019**

d a t i  d i c h i a r a t i	Committente:	COMUNE DI CAMPI BISENZIO Piazza Dante, 36 – 50013 Campi Bisenzio (FI)
	Cantiere:	PALAZZO PRETORIO Piazza Matteotti – Campi Bisenzio (FI)
	V.I.E. :	N°11819 del 23/10/2019
	Esperienze effettuate:	INDAGINE TERMOGRAFICA DI FACCIATE E PARETI INTERNE, ENDOSCOPIE SU MURATURE, SAGGI SU SOLAI E INDAGINI SU STRUTTURE LIGNEE

Tecnico incaricato: dott. ing. S. Bertagni

Relatore: dott. ing. T. Bianchi



*Palazzo Pretorio – P.zza Matteotti, Campi Bisenzio (FI)*

## INDICE

<b>1 - PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2 - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E METODOLOGIA DI PROVA.....</b>	<b>4</b>
<b>3 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI.....</b>	<b>5</b>
<b>4 - RISULTATI DELLE INDAGINI .....</b>	<b>8</b>
4.1 - Saggi sui solai.....	8
4.2 - Video-endoscopie in foro.....	15
4.3 - Indagine termografica.....	18
4.4 - Indagine su strutture lignee .....	33

## 1 - PREMESSA

Nei giorni **22 e 23 Ottobre 2019** tecnici del Laboratorio Sigma hanno eseguito una serie di indagini sulle strutture e sulle facciate del Palazzo Pretorio, situato in Piazza Matteotti a Campi Bisenzio (FI).

In particolare sono state eseguite:

- n. 7 videoendoscopie;
- n. 19 saggi sui solai;
- indagine termografica sulle pareti esterne e interne dell'edificio;
- indagini su strutture lignee.

Con riferimento al Ns V.A.E. n. 11819 del 24/10/2019.

Le prove sono state eseguite in conformità con quanto richiesto dal Tecnico incaricato dott. ing. Stefano Bertagni.

Alle prove ha assistito:

dott. ing.	S. Bertagni	Tecnico incaricato
------------	-------------	--------------------

I tecnici del Laboratorio Sigma che hanno eseguito le indagini sono:

dott. ing.	T. Bianchi	Sperimentatore
sig.	S. Gelli	Aiuto sperimentatore

## 2 - STRUMENTAZIONE UTILIZZATA E METODOLOGIA DI PROVA

### Videoendoscopio

Le ispezioni sono state eseguite utilizzando un endoscopio flessibile a luce fredda FLIR avente la testa snodabile del diametro di 9 mm ed una lunghezza del cavo pari a 0,80 m. Completa l'attrezzatura un cavo a fibre ottiche di 2,00 m con telecamera fissa.



### Termocamera

L'indagine termografica è stata eseguita mediante una camera termografica "FLIR B400\_western" a infrarossi, che, grazie alla grande sensibilità di misurazione permette di individuare le zone in cui sono presenti delle differenze di temperatura.

La termocamera permette di misurare e rappresentare la radiazione infrarossa emessa da un oggetto. La radiazione, quale funzione della temperatura della superficie di un oggetto, emessa dallo strumento permette anche di calcolare e visualizzare tale temperatura.



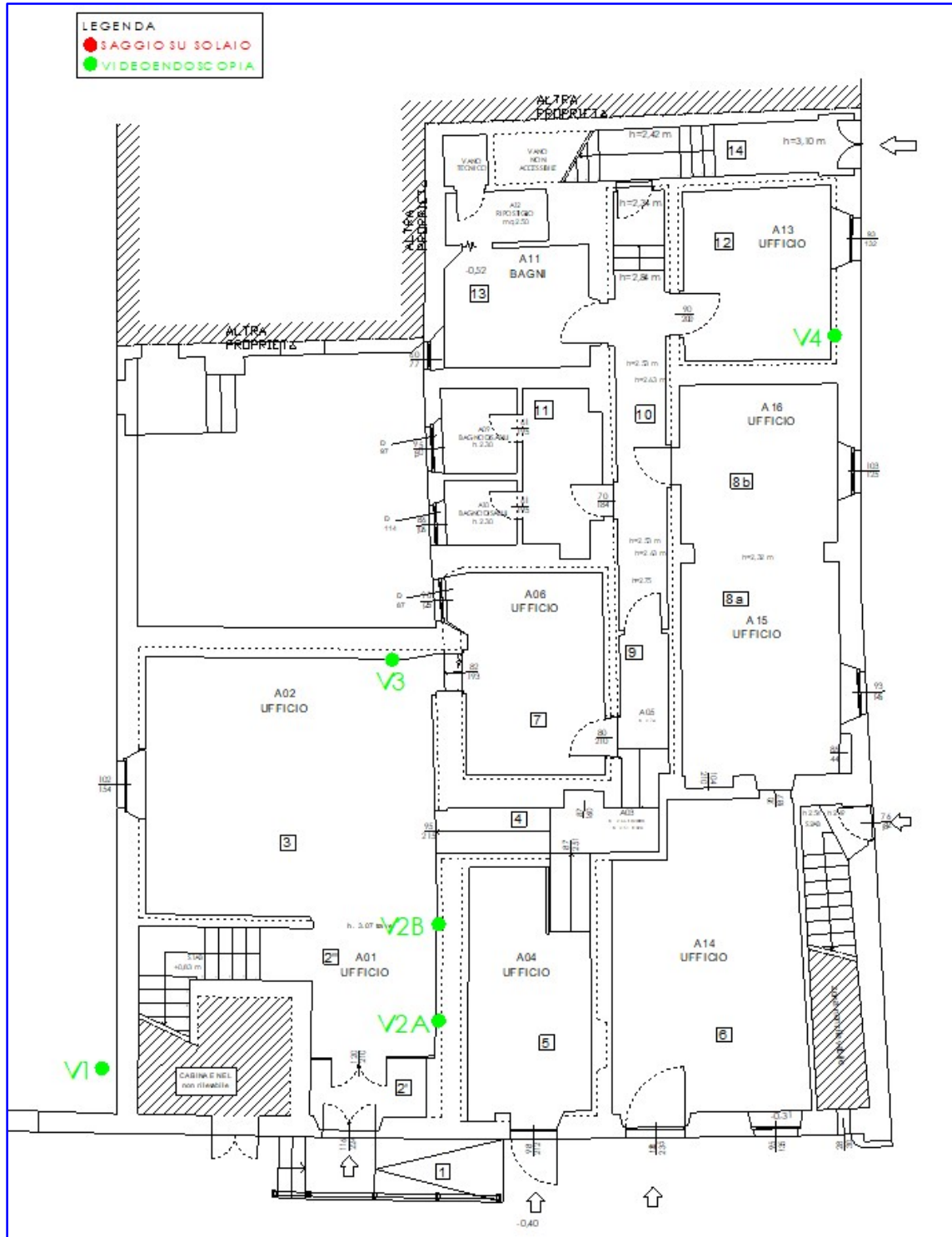
La radiazione rilevata dalla termocamera non dipende solo dalla temperatura dell'oggetto, ma è anche una funzione dell'emissività.

L'emissività è una misura che si riferisce alla quantità di radiazione termica emessa dall'oggetto, comparata a quello emessa dal perfetto corpo nero. L'emissività della maggior parte dei materiali da costruzione ha valori compresi tra 0.85 e 0.90.

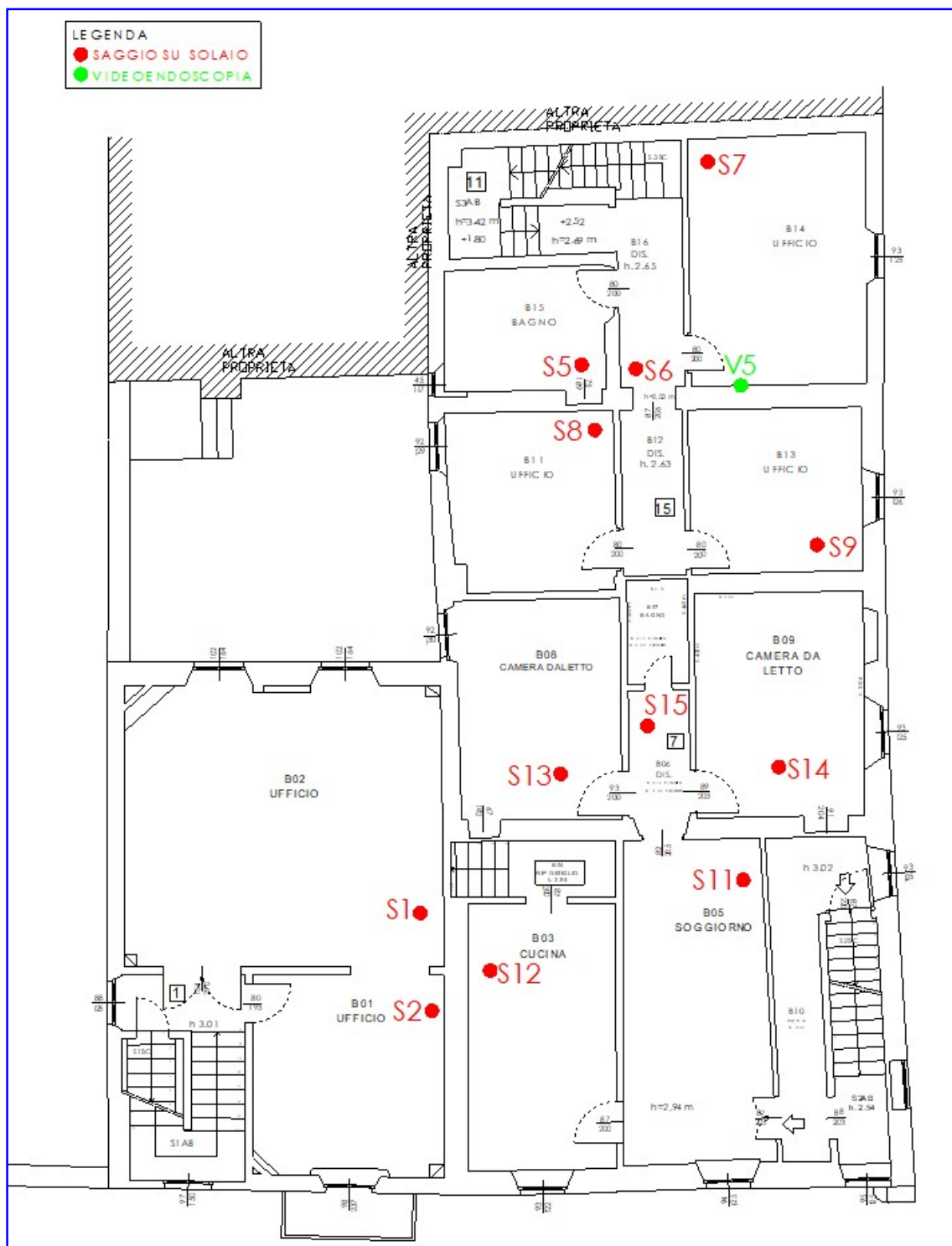


### 3 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI

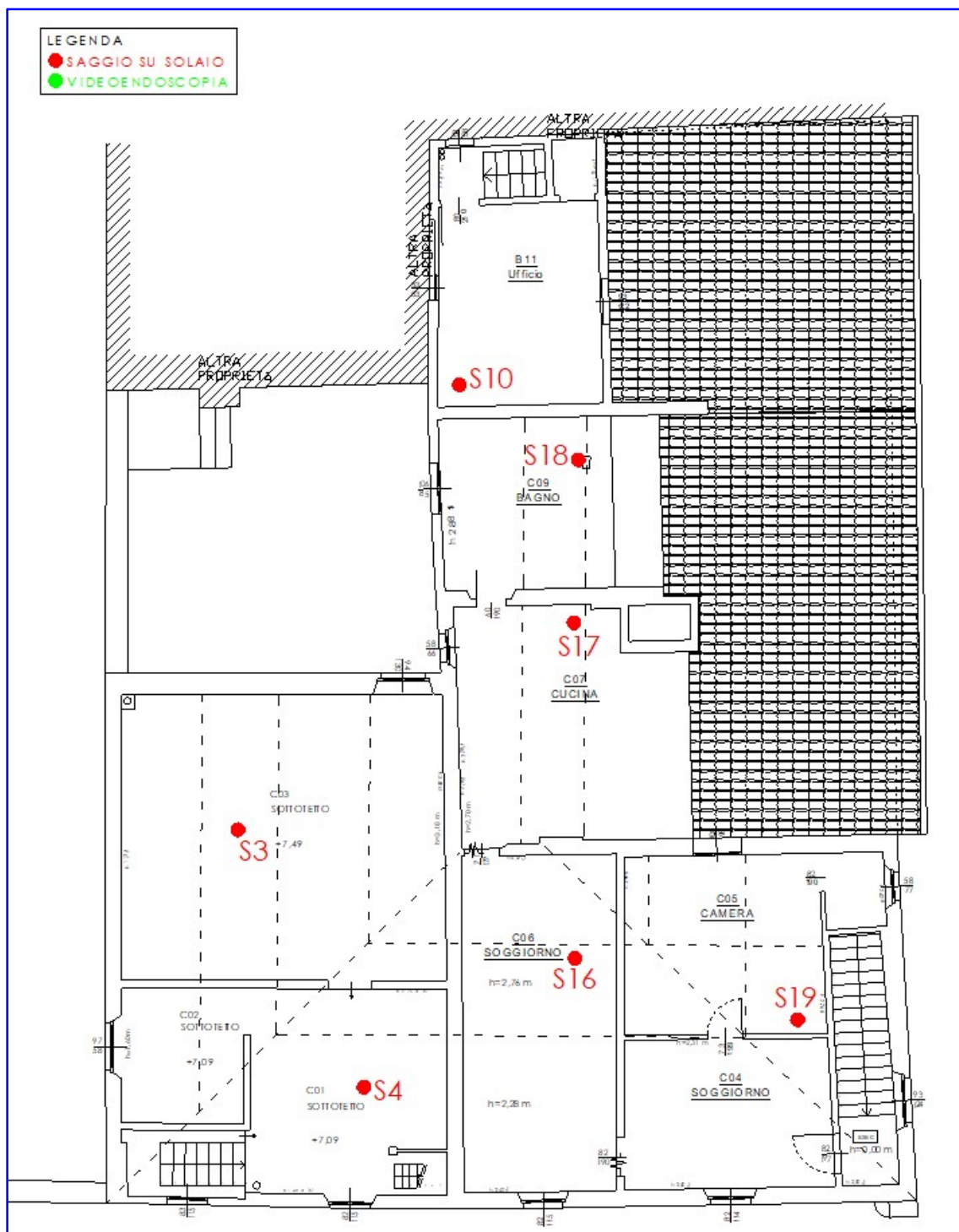
Negli schemi seguenti si riporta l'ubicazione delle indagini.



*Planimetria piano terra*




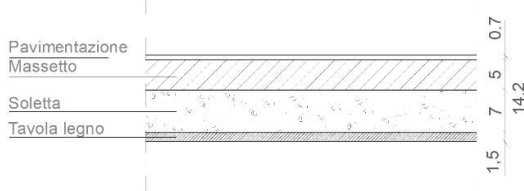
Planimetria piano primo


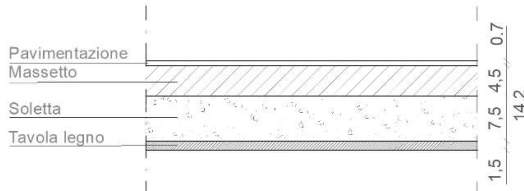



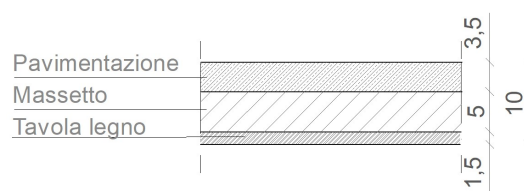
Planimetria piano secondo

## 4 - RISULTATI DELLE INDAGINI


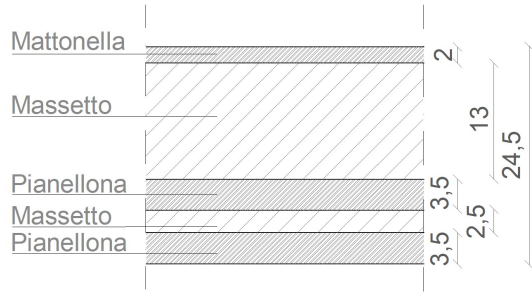
### 4.1 - Saggi sui solai


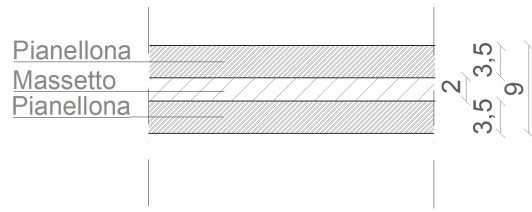
Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S1</b>	<b>Solaio piano primo – Ufficio B02</b>
	


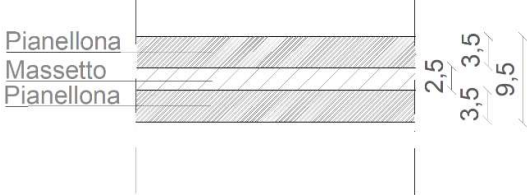
Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S2</b>	<b>Solaio piano primo – Ufficio B01</b>
	


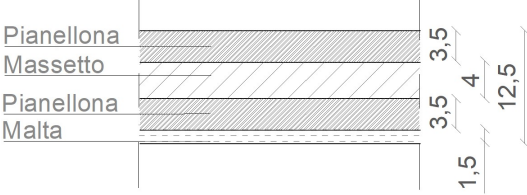
Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S3</b>	<b>Solaio piano secondo – Sottotetto C03</b>
	

Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S4</b>	<b>Solaio piano secondo – Sottotetto C01</b>
	 <p>Pavimentazione 1,5 Massetto 4 Tavola legno 3,5</p> <p>9</p>


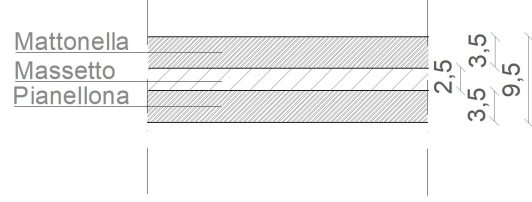
Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S5</b>	<b>Solaio piano primo – Bagno B15</b>
	 <p>Mattonella 2 Massetto 13 Pianellona 3,5</p> <p>24,5</p>

Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S6</b>	<b>Solaio piano secondo – Disimpegno B16</b>
	 <p>Pianellona 3,5 Massetto 2 Pianellona 3,5</p> <p>9</p>

Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S7</b>	<b>Solaio piano primo – Ufficio B14</b>
	 <p>Pianellona 2,5 Massetto 3,5 Pianellona 3,5 9,5</p>


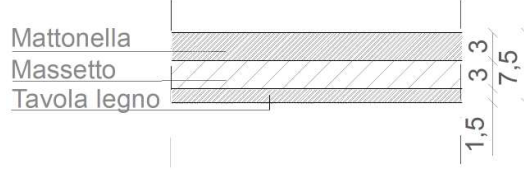
Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S8</b>	<b>Solaio piano primo – Ufficio B15</b>
	 <p>Pianellona 3,5 Massetto 3,5 Pianellona 3,5 Malta 1,5 12,5</p>

Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S9</b>	<b>Solaio piano primo – Ufficio B13</b>
	 <p>Pianellona 3,5 Massetto 2 Pianellona 3,5 9</p>

Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S10</b>	<b>Solaio piano secondo – Ufficio B11</b>
	

Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S11</b>	<b>Solaio piano primo – Soggiorno B05</b>
	

Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S12</b>	<b>Solaio piano primo – Cucina B03</b>
	


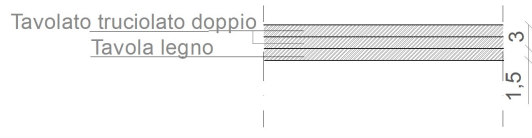
Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S13</b>	<b>Solaio piano primo – Camera da letto B08</b>
	 <p>Mattonella Massetto Tavola legno</p> <p>1,5 3 3 7,5</p>


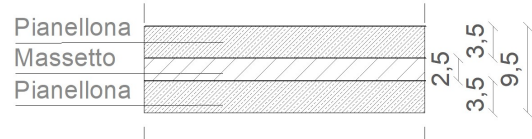
Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S14</b>	<b>Solaio piano primo – Camera da letto B09</b>
	 <p>Mattonella Massetto Pianellona</p> <p>3,5 3 3,5 10</p>

Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S15</b>	<b>Solaio piano primo – Disimpegno B06</b>
	 <p>Mattonella Massetto Pianellona</p> <p>6,4 1,8 3 11,2</p>



Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S16</b>	<b>Solaio piano secondo – Soggiorno C06</b>
	 <p>Mattonella Massetto Pianellona cotto</p> <p>2,5 5 3,5 11</p>


Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S17</b>	<b>Solaio piano primo – Cucina C07</b>
	 <p>Tavolato truciolato doppio Tavola legno</p> <p>1,5 3</p>


Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S18</b>	<b>Solaio piano primo – Bagno C09</b>
	 <p>Pianellona Massetto Pianellona</p> <p>2,5 3,5 9,5</p>




Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>S19</b>	<b>Solaio piano secondo – Camera C05</b>
	


## 4.2 - Video-endoscopie in foro

Sono state eseguite n.7 endoscopie, come indicato nelle planimetrie a pag. 5, 6 e 7, al fine di rilevare lo spessore dell'elemento indagato.

Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>V1</b>	<b>Fondazione lato cortile interno</b>
	Profondità foro 185 cm. Il materiale risulta compatto per tutta la lunghezza del foro ma non molto resistente alla perforazione. Il materiale fuoriuscito è di colore grigio molto chiaro (probabile malta cementizia o di calce).

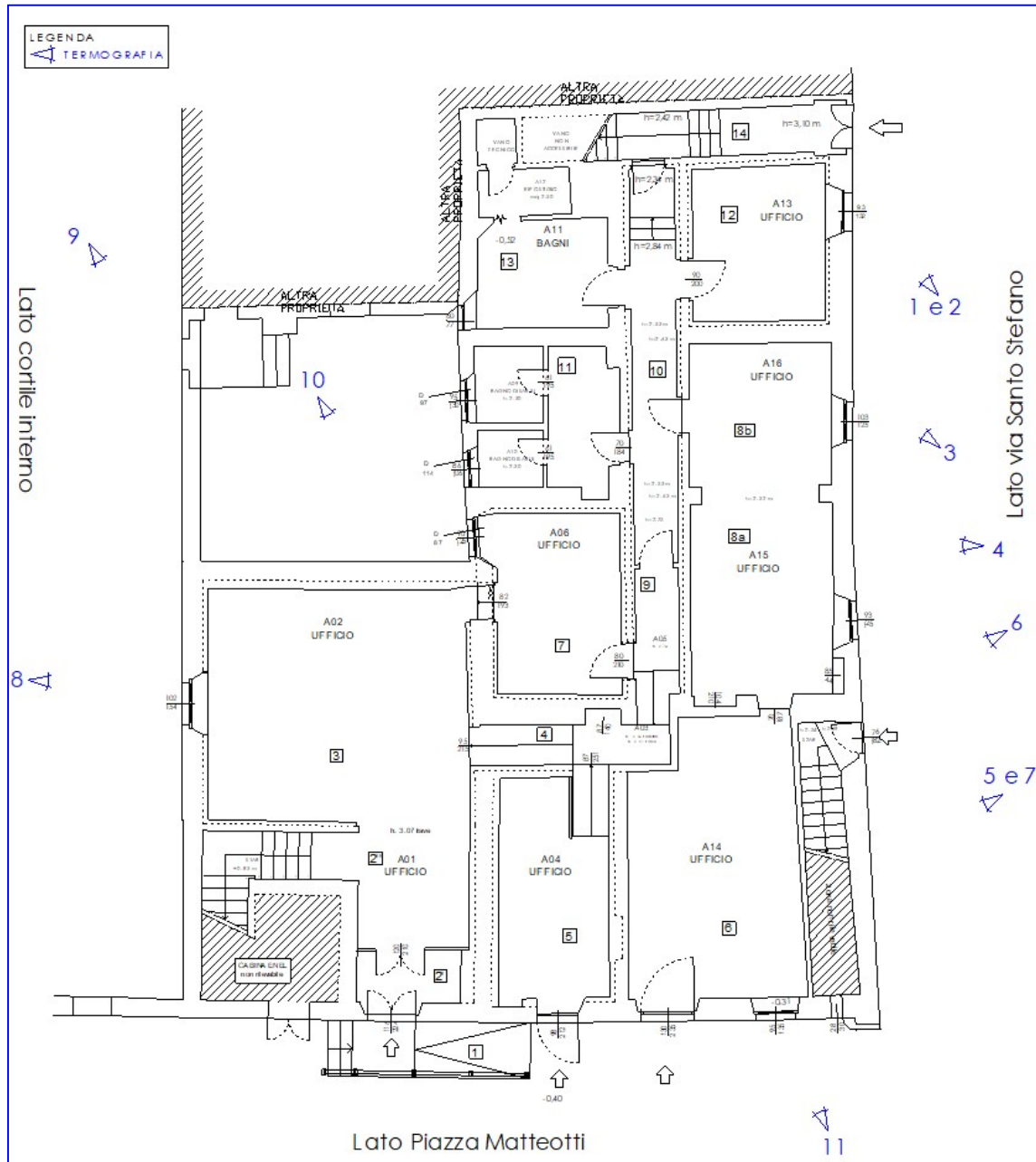
Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>V2A</b>	<b>Parete interna piano terra tra Ufficio A02 e Ufficio A04</b>
	Spessore complessivo della parete 48 cm circa. Primi 16 cm muratura compatta di mattoni, poi vuoto per 22 cm e successivo muro in forati di 10 cm di spessore.

Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>V2B</b>	<b>Parete interna piano terra tra Ufficio A01 e Ufficio A04</b>
	Spessore complessivo della parete 48 cm circa. Materiale compatto per i primi 10 cm iniziali e finali del foro. Nella parte centrale materiale di riempimento incoerente con poca malta.
Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>V3</b>	<b>Parete esterna piano terra su cortile interno – Ufficio A02</b>
	Spessore complessivo della parete 50 cm circa. Muratura compatta di malta e pietre.
Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>V4</b>	<b>Parete esterna piano terra su Via Santo Stefano – Ufficio A13</b>
	Spessore complessivo della parete 53 cm circa. Materiale compatto per i primi 10 cm iniziali e finali del foro. Nella parte centrale materiale di riempimento incoerente con poca malta.

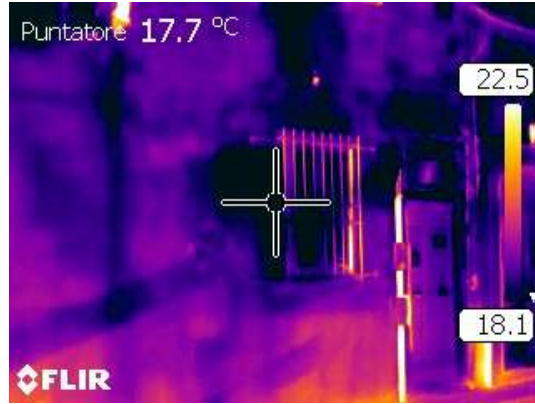
Sigla indagine	Elemento strutturale indagato
<b>V5A e V5B</b>	<b>Parete interna piano primo tra Ufficio B14 e Ufficio B13</b>
	<p data-bbox="824 443 1367 506">Spessore complessivo della parete 52 cm circa.</p> <p data-bbox="824 548 1367 642">Foro A: primi 14 cm muratura compatta, poi materiale incoerente per 28 cm, ultimi 6 cm mattone di coltello.</p> <p data-bbox="824 684 1367 747">Foro B: mattoni compatti su tutto lo spessore del muro.</p>

### 4.3 - Indagine termografica

Di seguito si riporta la planimetria del piano terra con ubicazione delle indagini termografiche eseguita dall'esterno.

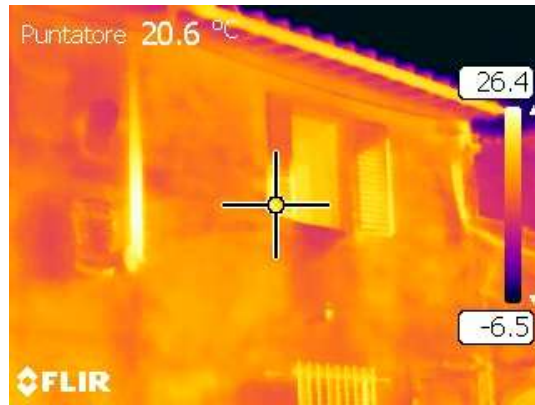


**Termografia 1 – Parte bassa Palazzo Pretorio lato via Santo Stefano**



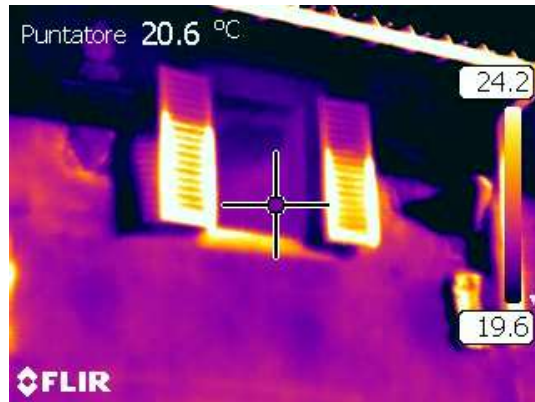
Niente da segnalare

**Termografia 2 – Parte alta Palazzo Pretorio lato via Santo Stefano**



Niente da segnalare

**Termografia 3 – Parte alta Palazzo Pretorio lato via Santo Stefano**



Niente da segnalare

#### Termografia 4 – Parte alta Palazzo Pretorio lato via Santo Stefano



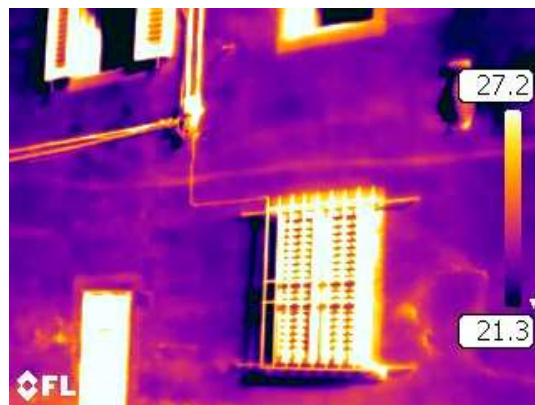
Probabile presenza di finestra chiusa successivamente, fra seconda e terza finestra da fine edificio.

#### Termografia 5 – Parte alta Palazzo Pretorio lato via Santo Stefano



Niente da segnalare

#### Termografia 6 – Parte bassa Palazzo Pretorio lato via Santo Stefano



Niente da segnalare

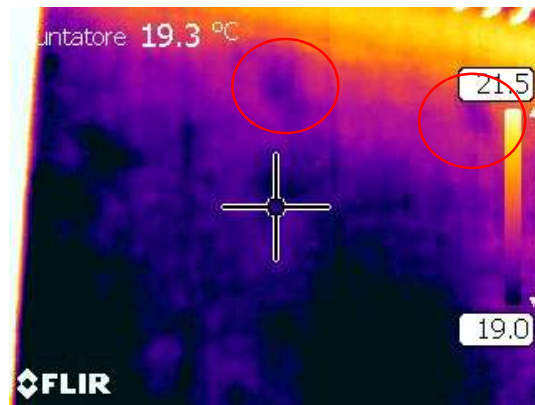


**Termografia 7 – Parte bassa Palazzo Pretorio lato via Santo Stefano**



Niente da segnalare. Presenza di umidità nella parte bassa.

**Termografia 8 – Parte alta Palazzo Pretorio lato cortile interno**



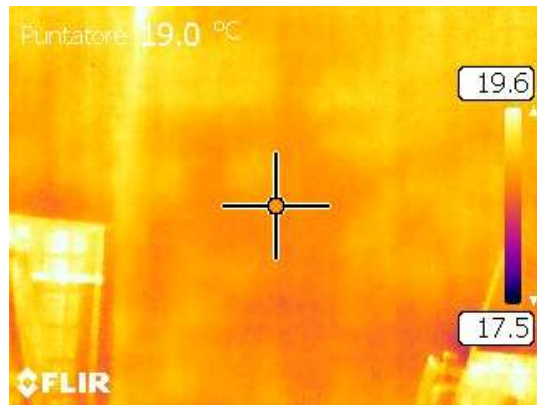
Ci sono due punti localizzati, a differente gradiente termico, che potrebbero essere le teste delle travi del solaio del sottotetto. Sotto questi due punti, e sopra la finestra sottostante, c'è una zona più ampia con inerzia termica differente.

**Termografia 9 – Parte alta Palazzo Pretorio lato cortile interno**



Niente da segnalare

**Termografia 10 – Parte bassa Palazzo Pretorio lato cortile interno**



Niente da segnalare

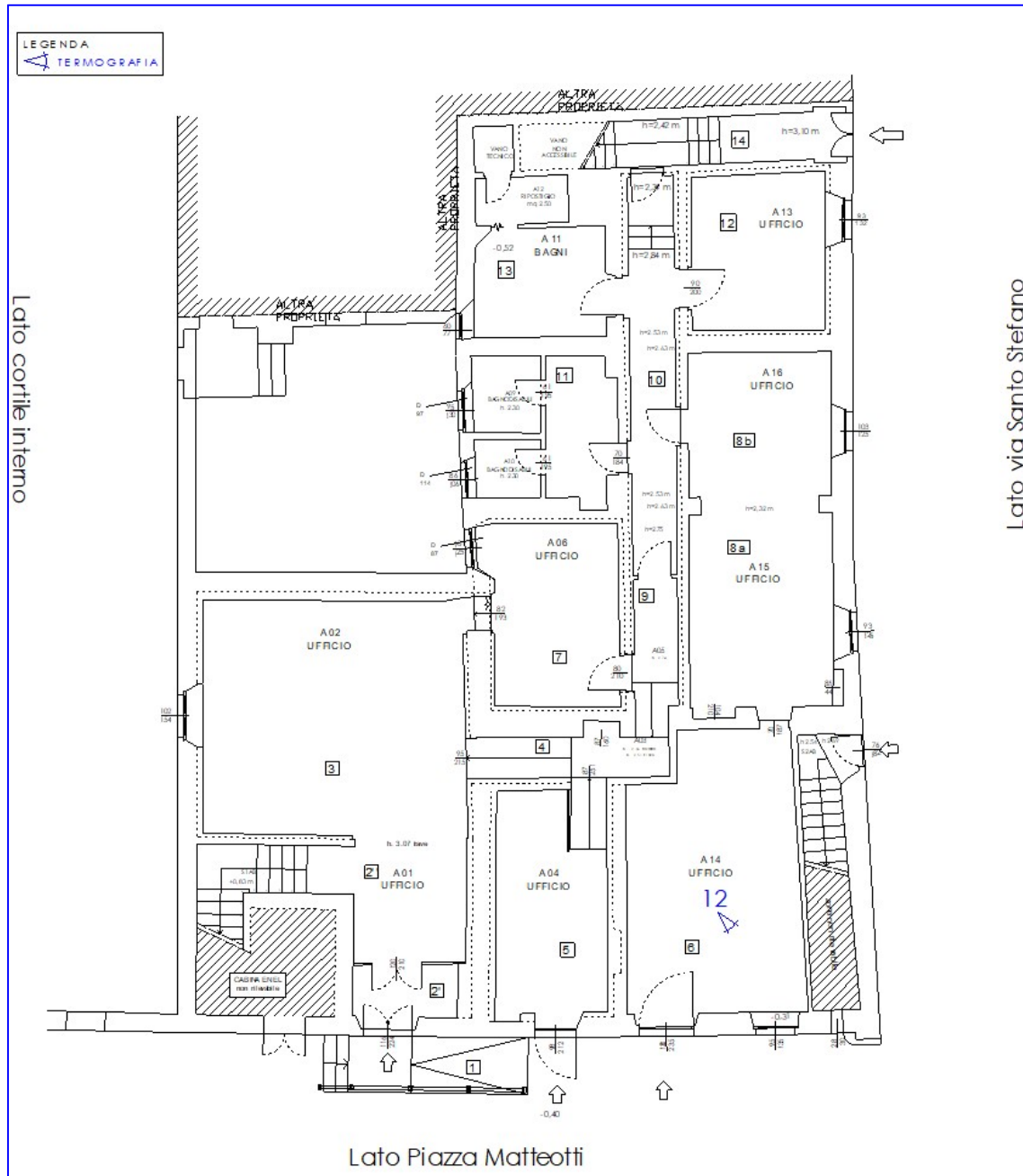
**Termografia 11 – Parte alta Palazzo Pretorio lato Piazza Matteotti**



Niente da segnalare

## Piano terra

Di seguito si riporta la planimetria del piano terra con ubicazione delle indagini termografiche eseguita dall'interno.



*Planimetria piano terra*

### Termografia 12 – Ufficio A14

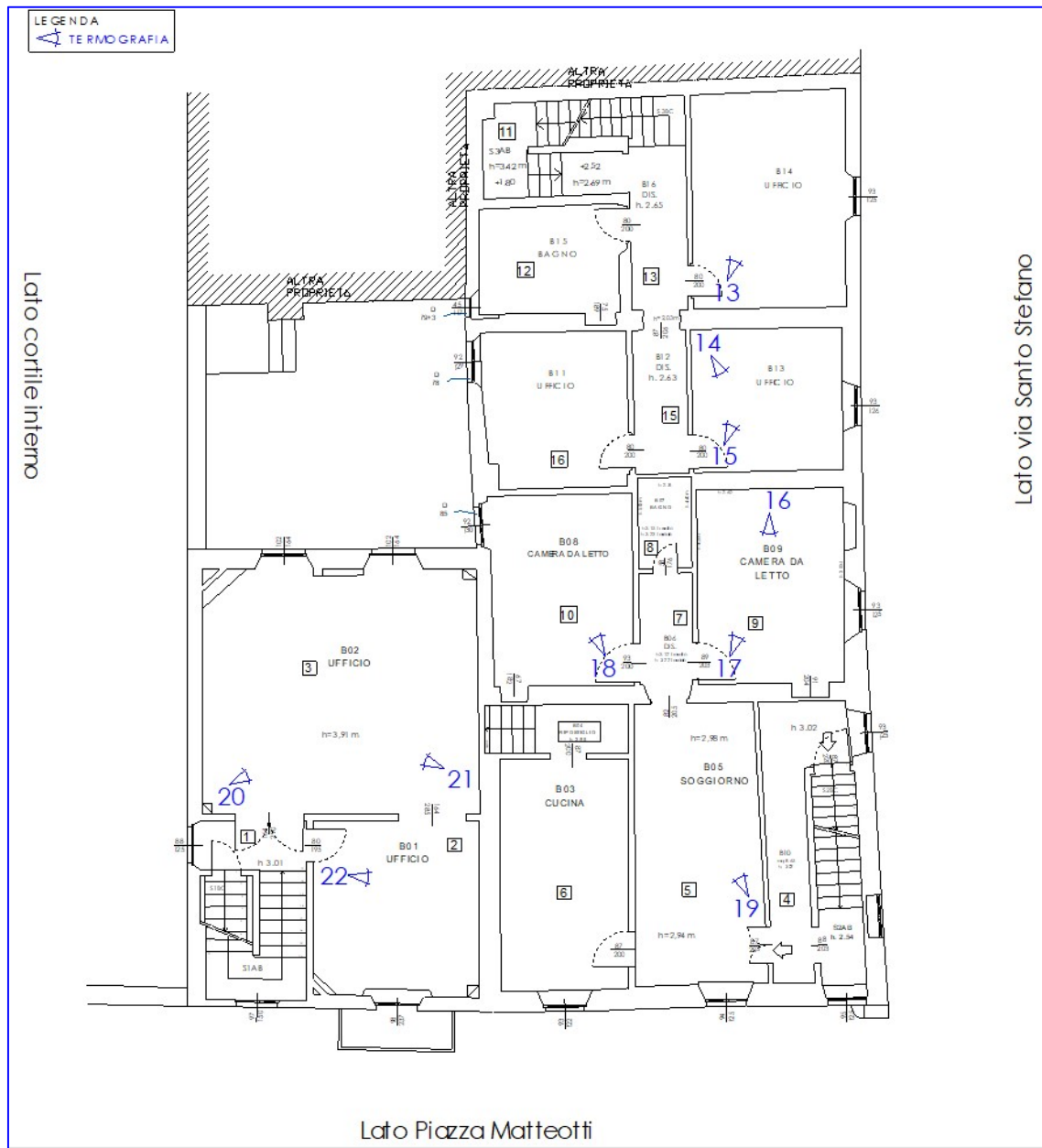


Presenza di apertura richiusa nella parete. Sulla parete opposta niente da segnalare.

Nelle pareti delle stanze A15 e A16 non c'è niente da segnalare.

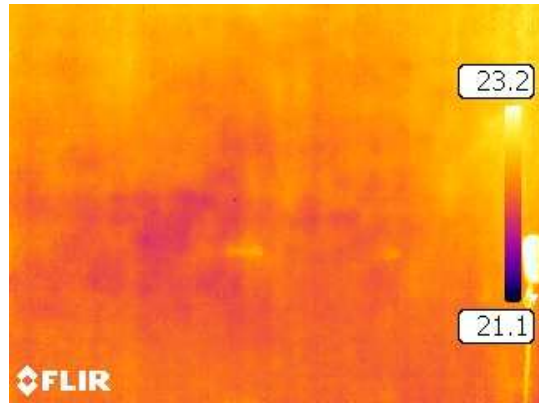
## Piano primo

Di seguito si riporta la planimetria del piano primo con ubicazione delle indagini termografiche eseguita dall'interno.



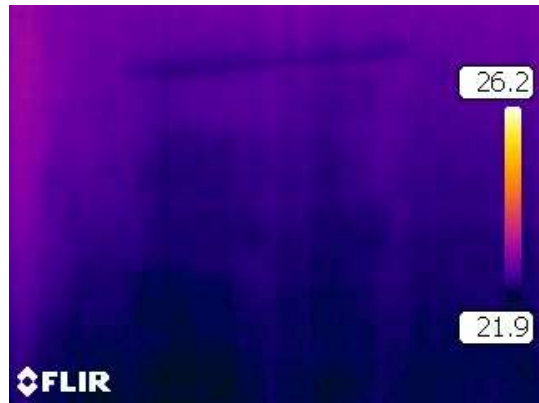
Planimetria piano primo

### Termografia 13 – Ufficio B14



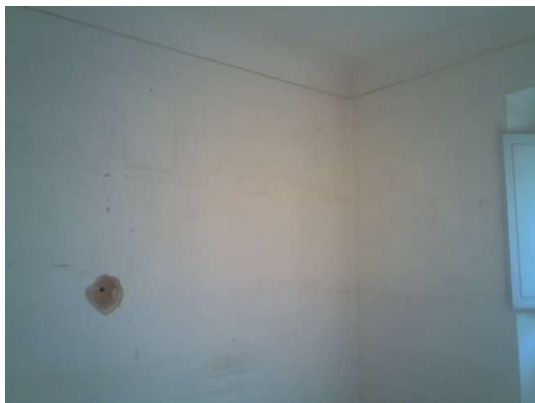
Parete di confine con altra proprietà. Presenza di due zone con differente inerzia termica, si notano anche le pietre che compongono la muratura.

### Termografia 14 – Ufficio B13



Presenza di apertura (porta) chiusa successivamente, nella parete confinante con la camera da letto B09, vicino alla facciata esterna.

### Termografia 15 – Ufficio B13



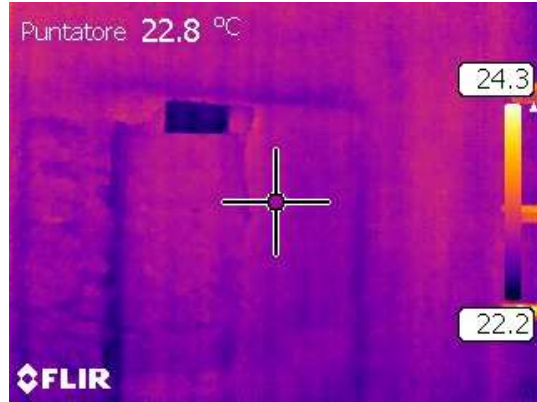
Presenza di apertura (porta) chiusa successivamente, nella parete confinante con l'Ufficio B14, vicino alla facciata esterna.

### Termografia 16 – Camera da letto B09



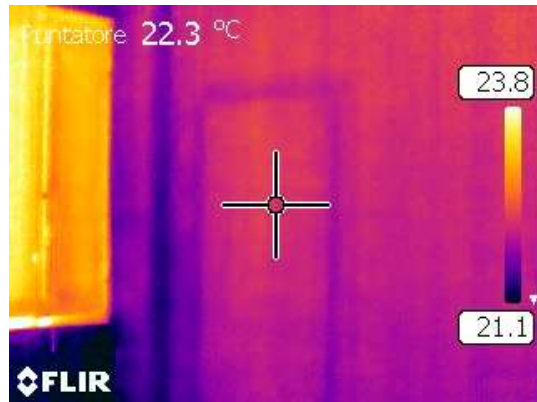
Presenza di canna fumaria accanto alla scaffalatura.

### Termografia 17 – Camera da letto B09



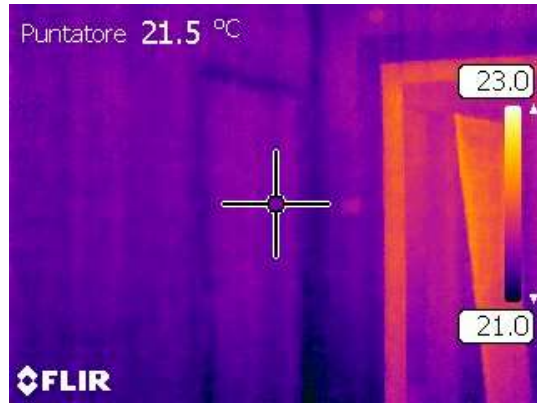
Niente da segnalare oltre alla porta murata visibile dalla stonacatura, vicino alla facciata esterna.

### Termografia 18 – Camera da letto B08



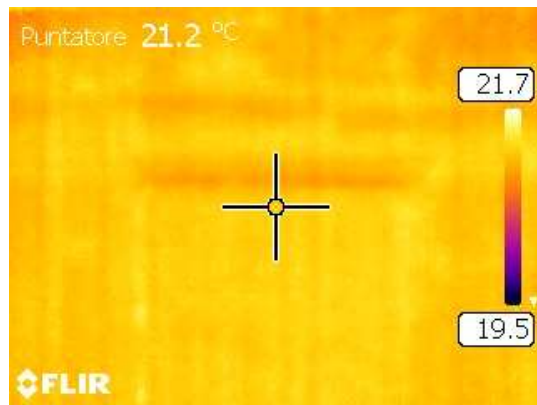
Presenza di apertura (porta) chiusa successivamente, nella parete confinante con l'Ufficio B11.

### Termografia 19 – Soggiorno B05



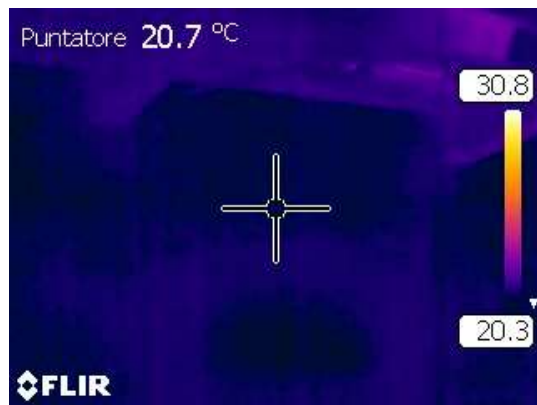
Presenza di apertura (porta) chiusa successivamente, nella parete confinante con ripostiglio B04.

### Termografia 20 – Ufficio B02



Presenza di architrave sopra apertura (porta) chiusa successivamente, nella parete confinante con cucina B03.

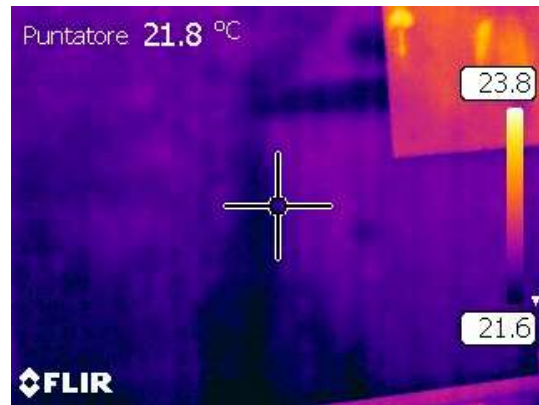
### Termografia 21 – Ufficio B02



Presenza di apertura (arco) chiusa successivamente. L'arco in alto risulta tamponato in maniera differente rispetto alla parte sottostante, realizzata con materiale probabilmente più simile a quello della parete su cui insiste.



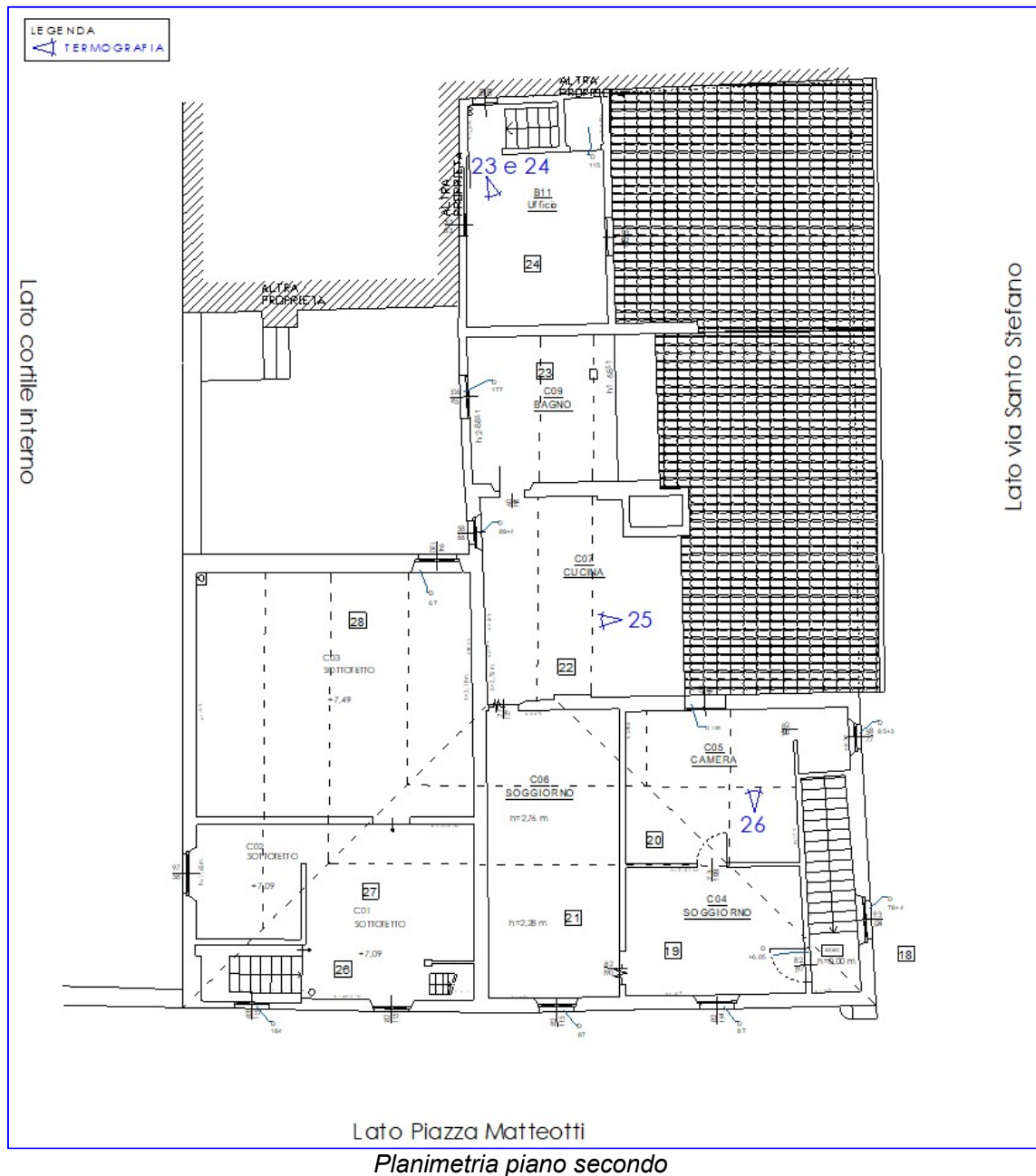
### Termografia 22 – Ufficio B01



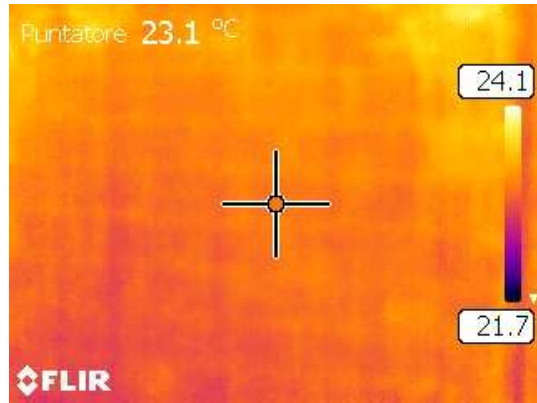
Presenza di apertura chiusa successivamente, nella parete confinante con la cucina B03.

## Piano secondo

Di seguito si riporta la planimetria del piano secondo con ubicazione delle indagini termografiche eseguita dall'interno.

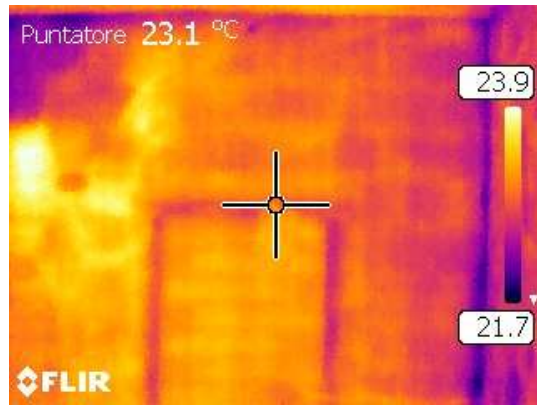


### Termografia 23 – Ufficio B11



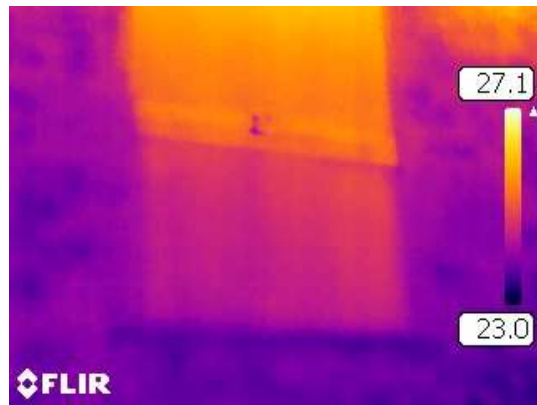
Sul lato vicino alla corte interna, si nota la muratura regolare probabilmente in mattoni forati, che compone la parete.

### Termografia 24 – Ufficio B11



Presenza di apertura (porta) chiusa successivamente, nella parete confinante con il bagno C09, vicino alla facciata esterna.

### Termografia 25 – Cucina C07



Presenza di apertura in alto (probabilmente una porta) chiusa successivamente, nella parete confinante con il sottotetto C03.

### Termografia 26 – Camera C05



Probabilmente canna fumaria all'interno della parete di facciata, accanto alla finestra.

Nelle alle pareti delle stanza C05 e C06 non c'è niente da segnalare.

#### **4.4 - Indagine su strutture lignee**

Sono state eseguite alcune indagini sulle strutture lignee del tetto e di alcuni solai dell'edificio. Le indagini sono state condotte dal Dott. Forestale Massimiliano Lenzi di cui si allega alla presente la relazione tecnica finale.

Lo Sperimentatore  
del Laboratorio  
**Dott. Ing. Tommaso Bianchi**

Il Direttore Responsabile  
del Laboratorio  
**Dott. Ing. Simone Scalamandrè**

## Introduzione

### Descrizione della struttura

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio sito in Campi Bisenzio (FI), P.zza G. Matteotti.

### Tipo di analisi svolta

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

### Metodo di analisi

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidezza assiale, ma nessuna rigidezza flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

## **Combinazioni di carico adottate**

Secondo le prescrizioni da normativa, le condizioni di carico da esaminare devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2) appresso illustrate.

- distribuzione proporzionale alle Forze statiche (Gruppo 1)
- distribuzione uniforme di forze, da intendersi come derivata da una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione (Gruppo 2);

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio al 80% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa.

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

- Carico sismico: Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.
- Direzione: Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

## **Origine e caratteristiche dei codici di calcolo**

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Sigla:	3MURI
Produzione e distribuzione:	S.T.A. DATA srl Corso Raffaello, 12 - 10126 TORINO (TO) tel. 0116699345 fax 0116699375 internet: <a href="http://www.stadata.com">http://www.stadata.com</a> e.mail: <a href="mailto:info@stadata.com">info@stadata.com</a>
Autori:	Prodotto: S.T.A. DATA srl Motore di calcolo: Responsabile Prof. Ing. Sergio LAGOMARSINO Prof. Ing. Serena CATTARI Prof. Ing. Andrea PENNA Ing. Alessandro GALASCO
Versione:	12.2.1.6
Numero Licenza:	(42352) STUDIO ASSOCIATO BERTAGNI BARAGLI - ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE

## Presentazione dei risultati

### Inquadramento normativo

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n°7 del 21 gennaio 2019

### Parametri di progetto

Per la definizione dell'azione sismica si fa riferimento a:

- Categoria di sottosuolo: C
- Categoria topografica: T1
- Longitudine: 11.1333
- Latitudine: 43.8253
- Vita nominale: Opere ordinarie VN  $\geq$  50 anni



- Classe d'uso III - Edifici con grandi affollamenti, infrastrutture importanti

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche.

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), 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 trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato (TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla "Classe del suolo" e dalla "categoria topografica" (vedere tabella).

	$A_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	$F_0$	$T_c^*$ [s]	$T_r$	$S_s$	$T_b$ [s]	$T_c$ [s]	$T_d$ [s]
SLV	1,49	2,40	0,31	712,00	1,48	0,16	0,48	2,21
SLD	0,64	2,58	0,27	75,00	1,50	0,15	0,44	1,86
SLO	0,54	2,58	0,26	45,00	1,50	0,14	0,43	1,82

## Descrizione dei materiali e del loro comportamento

### Comportamento meccanico della muratura

Le proprietà meccaniche del materiale muratura sono definite in modo da individuarne al meglio il comportamento in campo non lineare.

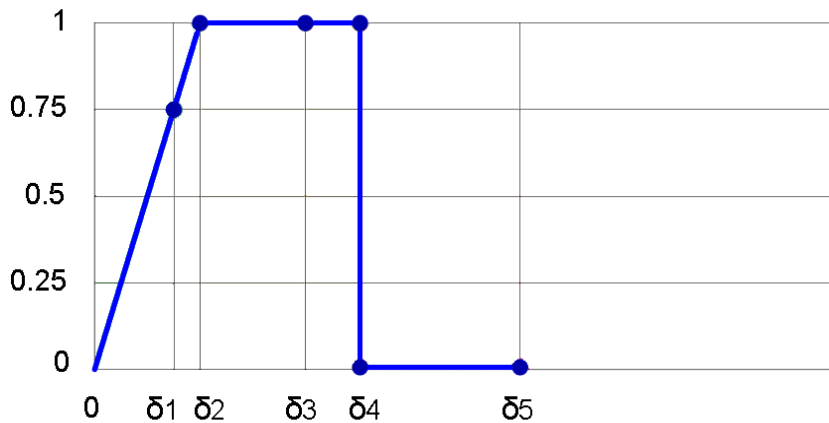
Le caratteristiche principali sono:

- Rigidezza iniziale secondo le caratteristiche elastiche (fessurate) del materiale;
- Redistribuzione delle sollecitazioni interne all'elemento tali da garantire l'equilibrio;
- Settaggio dello stato di danno secondo i parametri globali e locali;
- Degradazione della rigidezza nel ramo plastico;
- Controllo di duttilità mediante la definizione di drift massimo ( $\delta_u$ ) differenziato secondo quanto previsto nelle normative vigenti a seconda del meccanismo di danneggiamento agente sul pannello
- Eliminazione dell'elemento, al raggiungimento delle condizioni limite senza interruzione dell'analisi.

Il comportamento non lineare si attiva quando un valore di forza raggiunge il suo massimo valore definito come il minimo fra i criteri di resistenza pressoflessione e taglio.

Il comportamento dei maschi murari associati ai meccanismi di taglio e pressoflessione può essere descritto attraverso diversi tratti che rappresentano i progressivi livelli di danno.

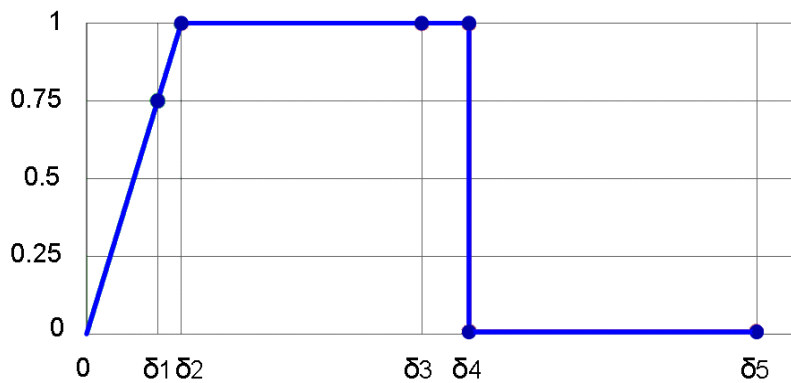
#### Maschio con meccanismo a taglio



Il comportamento del maschio murario a taglio si può descrivere attraverso i seguenti tratti, rappresentativi dei progressivi livelli di danno relativi al diagramma precedente:

$0 - \delta_1$	elasticità
$\delta_1 - \delta_2$	incipiente di plasticità
$\delta_2 - \delta_3$	plastico per taglio
$\delta_3 - \delta_4$	incipiente rottura per taglio
$\delta_4 - \delta_5$	rottura per taglio
$\delta_5 - \infty$	crisi grave

### Maschio con meccanismo a pressoflessione



Il comportamento del maschio murario pressoflessione, invece, si può descrivere attraverso i seguenti tratti:

0 - $\delta_1$	elasticità
$\delta_1$ - $\delta_2$	incipiente di plasticità
$\delta_2$ - $\delta_3$	plastico per pressoflessione
$\delta_3$ - $\delta_4$	incipiente rottura per pressoflessione
$\delta_4$ - $\delta_5$	rottura per pressoflessione
$\delta_5$ - $\infty$	crisi grave

Alcuni tra questi livelli di rottura sono necessari per descrivere con maggiore cura il progredire della crisi permettendo una più accurata previsione degli interventi e del livello di degrado della muratura:

- Incipiente plasticità: Quando un elemento si trova ancora in campo elastico ma è prossimo alla plasticità
- Incipiente rottura: Quando un elemento è in campo plastico ma è prossimo alla rottura
- Crisi grave: Quando in seguito alla rottura dell'elemento le deformazioni diventano talmente significative da poter generare un crollo locale.

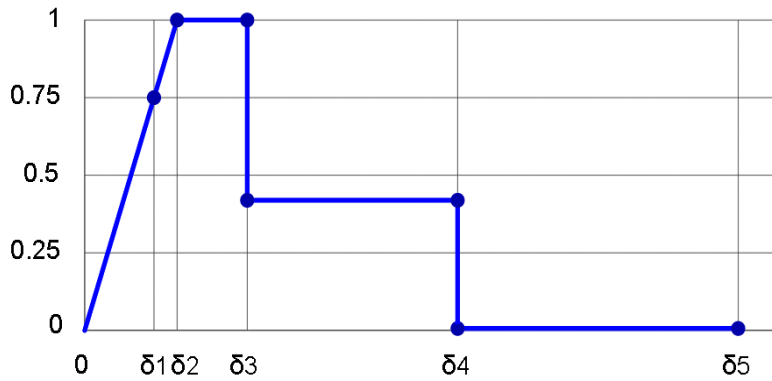
Il software mette a disposizione tre categorie di legame:

- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)
- Con resistenza pari al valore residuo (Legame bilineare)
- Priva di resistenza residua

Tra queste le categorie di legame utilizzate all'interno del progetto in esame sono:

- Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)

**Con degrado di resistenza a un valore residuo (Legame multilineare)**



Questo tipo di legame è definito nella circolare al §C8.7.1.3.1 assumendo:

$\delta_1$ :  $0.75 * \delta_2$

$\delta_2$ : deformazione in corrispondenza del limite elastico definito dalla rigidezza e resistenza limite

$\delta_3$ : 0.005

$\delta_4$ : 0.015

$\delta_5$ :  $2 * \delta_4$  Questa deformazione rappresenta lo stato di “crisi grave” non direttamente richiesta nella normativa ma utile come avviso per il progettista.

Nome	Tipo	Colore	Descrizione
ANS1 Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	Legno		UNI 11035 [13]
S 235 (t ≤ 40mm)	Acciaio strutturale		UNI EN10025-2 (laminati)
M1 - Muratura di pietrame disordinata	Muratura		
M2 - Muratura in pietre a	Muratura		

spacco			
M3 - Mur mattoni LC2	Muratura		
M4 - Muratura a conci sbozzati	Muratura		
M5-Mattoni semip con malta cem	Muratura		
M7-matt pieni+int arm LC2	Muratura		
M9-pietrame dis LC2	Muratura		

### Muratura

Nome	Condizione del materiale	Tipo legame	E [N/mm <sup>2</sup> ]	Eh [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	fm [N/cm <sup>2</sup> ]
M3 - Mur mattoni LC2	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	1 500,00	1 500,00	500,00	18	345,00
M4 - Muratura a conci sbozzati	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	1 230,00	1 230,00	410,00	20	200,00
M7-matt pieni+int arm LC2	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	2 250,00	2 250,00	750,00	18	517,50
M9-pietrame dis LC2	Esistente	Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)	870,00	870,00	290,00	19	150,00
M5-Mattoni semip con malta cem	Nuovo	Muratura regolare nuova (Mohr/Columb)	9 700,00	9 700,00	3 880,00	18	1 386,00

Condizione del materiale: Nuovo

Tipo legame: Muratura regolare nuova (Mohr/Columb)

Nome	f <sub>hm</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	f <sub>b</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>v0</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	γ <sub>m</sub>
M5-Mattoni semip con malta cem	693,00	970,20	20,0	42,86	3,00

Condizione del materiale: Esistente

Tipo legame: Muratura irregolare (Turnsek/Cacovic)

Nome	f <sub>k</sub> [N/cm <sup>2</sup> ]	τ [N/cm <sup>2</sup> ]	FC	γ <sub>m</sub>
M3 - Mur mattoni LC2	201,25	9,00	1,20	3,00
M4 - Muratura a conci sbozzati	103,70	3,50	1,35	3,00
M7-matt pieni+int arm LC2	301,88	13,50	1,20	3,00
M9-pietrame dis LC2	87,50	2,50	1,20	3,00

### Acciaio strutturale

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>ym</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>yk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>s</sub>
S 235 (t ≤ 40mm)	210 000,00	80 769,00	79	253,0	235,0	1,05

## Legno

Nome	E [N/mm <sup>2</sup> ]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [kN/m <sup>3</sup> ]	f <sub>wm</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>wk</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	γ <sub>w</sub>
ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	12 000,00	750,00	4	41,0	29,0	1,50

## Combinazione delle azioni

### Carico Sismico:

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione [Norme Tecniche 2018 §2.5.3].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{ki}$$

### Carico Statico:

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta con la seguente combinazione dei carichi.

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \Psi_0 Q_k$$

dove:

E	azione sismica per lo stato limite in esame;
G <sub>k1</sub>	peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
G <sub>k2</sub>	peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
Q <sub>ki</sub>	valore caratteristico della azione variabile;
Ψ <sub>2</sub>	coefficiente di combinazione;
Ψ <sub>0</sub>	coefficiente di combinazione per i carichi variabili
γ <sub>G1</sub> ; γ <sub>G2</sub> ; γ <sub>Q</sub>	coefficienti parziali di sicurezza

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2018 Tabella 2.5.1].

N. Carico	Livello	Tipo	G <sub>k1</sub> [daN/m <sup>2</sup> ]	G <sub>k2</sub> [daN/m <sup>2</sup> ]	Q <sub>k</sub> [daN/m <sup>2</sup> ]	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>2</sub>	Note
1	3	Concentrato [daN]	9 320,00	895,00	525,00	0,70	0,30	-
2	3	Lineare [daN/m]	3 390	325	195	0,70	0,30	-
3	1	Lineare [daN/m]	200	0	205	0,70	0,30	-
4	1	Lineare [daN/m]	200	0	205	0,70	0,30	-

8	1	Lineare [daN/m]	244	0	220	0,70	0,30	-
9	1	Lineare [daN/m]	244	0	220	0,70	0,30	-
10	1	Lineare [daN/m]	244	0	220	0,70	0,30	-
11	1	Lineare [daN/m]	244	0	220	0,70	0,30	-
13	1	Lineare [daN/m]	229	0	265	0,70	0,30	-
14	1	Lineare [daN/m]	229	0	265	0,70	0,30	-
15	1	Lineare [daN/m]	229	0	265	0,70	0,30	-
16	1	Lineare [daN/m]	229	0	265	0,70	0,30	-
17	2	Lineare [daN/m]	230	0	240	0,70	0,30	-
18	2	Lineare [daN/m]	230	0	240	0,70	0,30	-
19	2	Lineare [daN/m]	180	0	220	0,70	0,30	-
20	2	Lineare [daN/m]	180	0	220	0,70	0,30	-
21	2	Lineare [daN/m]	213	0	200	0,70	0,30	-
22	1	Lineare [daN/m]	325	495	300	0,70	0,30	-
23	2	Lineare [daN/m]	120	100	110	0,70	0,30	-
24	1	Lineare [daN/m]	185	265	525	0,70	0,30	-
25	2	Lineare [daN/m]	150	125	140	0,70	0,30	-

### Note

CDM : Considera solo contributo dinamico della massa

N. Solaio	Gk1 [daN/m <sup>2</sup> ]	Gk2 [daN/m <sup>2</sup> ]	Qk [daN/m <sup>2</sup> ]	Carico dominante	ψ0	ψ2
1	105	265	300	Si	1,00	0,30
2	105	265	300	Si	1,00	0,30
5	220	240	300	Si	1,00	0,30
6	195	260	300	Si	1,00	0,30
8	175	280	300	Si	1,00	0,30
11	200	240	300	Si	1,00	0,30
12	85	260	300	Si	1,00	0,30
13	105	265	300	Si	1,00	0,30
14	105	265	300	Si	1,00	0,30
19	185	180	300	Si	1,00	0,30
22	210	340	300	Si	1,00	0,30
24	200	240	300	No	0,70	0,30
25	210	180	300	No	0,70	0,30
26	185	160	300	No	0,70	0,30
27	170	160	300	No	0,70	0,30
28	165	180	300	No	0,70	0,30
29	205	180	300	No	0,70	0,30
31	200	240	300	No	0,70	0,30
32	215	180	300	No	0,70	0,30
36	85	265	300	No	0,70	0,30
40	210	160	300	Si	1,00	0,30
41	210	160	300	No	0,70	0,30
42	170	280	300	No	0,70	0,30
43	170	180	300	No	0,70	0,30
44	180	280	300	No	0,70	0,30

N. Falda	Gk1 [daN/m2]	Gk2 [daN/m2]	Qk [daN/m2]	Carico dominante	$\psi_0$	$\psi_2$
1	90	75	80	Si	1,00	0,30
2	90	75	80	Si	1,00	0,30
3	90	75	80	Si	1,00	0,30
4	85	75	80	Si	1,00	0,30
5	90	75	80	Si	1,00	0,30
6	90	75	80	Si	1,00	0,30

### Verifiche per gli stati limite considerati

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

#### Stato limite Collasso (SLC):

$D_u^{SLC}$

: Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente al minore tra:

- 1) il valore del taglio di base residuo pari all'80% di quello massimo
- 2) il valore corrispondente al raggiungimento della soglia limite della deformazione angolare a SLC in tutti i maschi murari verticali di qualunque livello in una qualunque parete ritenuta significativa ai fini della sicurezza.

#### Stato limite Vita (SLV):

$$D_{max}^{SLV} \leq D_u^{SLV}$$

$D_{max}^{SLV}$

: Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

$D_u^{SLV}$

: Spostamento massimo offerto dalla struttura individuato in corrispondenza di  $0,75 \cdot D_u^{SLC}$ .

$$q^* < 3,0$$

$q^*$ : rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

#### Stato limite di Danno (SLD):

$$D_{max}^{SLD} \leq D_u^{SLD}$$

$D_{max}^{SLD}$

: Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.



$D_u^{SLD}$  : Spostamento minore tra:

- 1) quello corrispondente al limite elastico della bilineare equivalente definita a partire dallo spostamento ultimo a SLC
- 2) quello corrispondente al raggiungimento della resistenza massima a taglio in tutti i maschi murari verticali in un qualunque livello di una qualunque parte ritenuta significativa ai fini dell'uso della costruzione (e comunque non prima dello spostamento per il quale si raggiunge un taglio di base pari a 0,7500 del taglio di base massimo)

### Stato limite di Operatività (SLO):

$$D_{max}^{SLO} \leq D_u^{SLO}$$

$D_{max}^{SLO}$  : Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

$D_u^{SLO}$  : Spostamento pari a 0,6670 di quello allo SLD.

### Vulnerabilità sismica

Per ciascuno stato limite eseguito viene calcolato l'indice di rischio  $\alpha$  ( $\alpha_{SLC}$ ,  $\alpha_{SLV}$ ,  $\alpha_{SLD}$ ,  $\alpha_{SLO}$ ). Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

$$\alpha_{SLV} = \frac{PGA_{CLV}}{PGA_{DLV}} ;$$

$$\alpha_{SLD} = \frac{PGA_{CLD}}{PGA_{DLD}} ;$$

$$\alpha_{SLO} = \frac{PGA_{CLO}}{PGA_{DLO}} ;$$

Accelerazioni di capacità: l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere.

- $PGA_{CLV}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLV
- $PGA_{CLD}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLD
- $PGA_{CLO}$  : accelerazione di capacità corrispondente a SLO

Accelerazioni di domanda : Valori di riferimento delle accelerazioni dell'azione sismica

Tali valori vengono definiti a partire dal carico sismico definito nella forma dello spettro.

#BSLC#

- $PGA_{DLC}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLC #ESLC#
- $PGA_{DLV}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLV
- $PGA_{DLD}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLD
- $PGA_{DLO}$  : accelerazione di picco al suolo corrispondente a SLO

## Dettaglio verifiche

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	SLV ver.
1	+X	Uniforme	0,0	2,42	1,74	2,79	No
2	+X	Forze statiche	0,0	2,64	1,50	3,70	No
3	-X	Uniforme	0,0	2,13	1,50	3,09	No
4	-X	Forze statiche	0,0	2,54	1,20	4,35	No
5	+Y	Uniforme	0,0	0,70	1,56	1,17	Si
6	+Y	Forze statiche	0,0	1,04	1,50	1,37	Si
7	-Y	Uniforme	0,0	0,83	1,56	1,21	Si
8	-Y	Forze statiche	0,0	1,23	1,50	1,57	Si
9	+X	Uniforme	110,4	2,31	1,74	2,82	No
10	+X	Uniforme	-110,4	2,52	1,74	2,77	No
11	+X	Forze statiche	110,4	2,58	1,50	3,72	No
12	+X	Forze statiche	-110,4	2,71	1,50	3,74	No

13	-X	Uniforme	110,4	2,08	1,44	3,08	No
14	-X	Uniforme	-110,4	2,20	1,50	3,08	No
15	-X	Forze statiche	110,4	2,47	1,20	4,32	No
16	-X	Forze statiche	-110,4	2,61	1,20	4,21	No
17	+Y	Uniforme	79,8	0,62	1,62	1,15	Si
18	+Y	Uniforme	-79,8	0,79	1,50	1,19	Si
19	+Y	Forze statiche	79,8	0,96	1,32	1,37	Si
20	+Y	Forze statiche	-79,8	1,20	1,26	1,46	Si
21	-Y	Uniforme	79,8	0,72	1,74	1,17	Si
22	-Y	Uniforme	-79,8	0,96	1,32	1,27	Si
23	-Y	Forze statiche	79,8	1,09	1,38	1,46	Si
24	-Y	Forze statiche	-79,8	1,37	1,38	1,75	Si

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	Dmax SLD [cm]	Dd SLD [cm]	SLD ver.	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	SLO ver.
1	+X	Uniforme	0,0	0,97	0,69	No	0,77	0,46	No
2	+X	Forze statiche	0,0	1,10	0,58	No	0,88	0,39	No
3	-X	Uniforme	0,0	0,83	0,50	No	0,65	0,34	No
4	-X	Forze statiche	0,0	1,05	0,45	No	0,84	0,30	No
5	+Y	Uniforme	0,0	0,26	0,47	Si	0,21	0,31	Si
6	+Y	Forze statiche	0,0	0,35	0,54	Si	0,29	0,36	Si
7	-Y	Uniforme	0,0	0,30	0,53	Si	0,25	0,35	Si
8	-Y	Forze statiche	0,0	0,38	0,52	Si	0,32	0,35	Si
9	+X	Uniforme	110,4	0,91	0,64	No	0,72	0,43	No
10	+X	Uniforme	-110,4	1,02	0,74	No	0,82	0,50	No
11	+X	Forze statiche	110,4	1,06	0,55	No	0,86	0,37	No
12	+X	Forze statiche	-110,4	1,13	0,60	No	0,92	0,40	No
13	-X	Uniforme	110,4	0,80	0,40	No	0,62	0,27	No
14	-X	Uniforme	-110,4	0,86	0,53	No	0,68	0,35	No
15	-X	Forze statiche	110,4	1,01	0,43	No	0,81	0,29	No
16	-X	Forze statiche	-110,4	1,08	0,49	No	0,87	0,33	No
17	+Y	Uniforme	79,8	0,23	0,43	Si	0,19	0,28	Si
18	+Y	Uniforme	-79,8	0,29	0,52	Si	0,24	0,35	Si
19	+Y	Forze statiche	79,8	0,31	0,40	Si	0,26	0,27	Si
20	+Y	Forze statiche	-79,8	0,39	0,57	Si	0,33	0,38	Si
21	-Y	Uniforme	79,8	0,27	0,48	Si	0,22	0,32	Si
22	-Y	Uniforme	-79,8	0,34	0,57	Si	0,28	0,38	Si
23	-Y	Forze statiche	79,8	0,35	0,51	Si	0,29	0,34	Si
24	-Y	Forze statiche	-79,8	0,42	0,51	Si	0,35	0,34	No

N.	Dir. sisma	Carico sismico	Ecc. [cm]	$\alpha$ SLV	$\alpha$ SLD	$\alpha$ SLO
1	+X	Uniforme	0,0	0,749	0,762	0,611
2	+X	Forze statiche	0,0	0,597	0,574	0,460
3	-X	Uniforme	0,0	0,735	0,689	0,552
4	-X	Forze statiche	0,0	0,504	0,489	0,392
5	+Y	Uniforme	0,0	1,540	1,824	1,461
6	+Y	Forze statiche	0,0	1,251	1,555	1,246

7	-Y	Uniforme	0,0	1,422	1,754	1,405
8	-Y	Forze statiche	0,0	1,140	1,353	1,084
9	+X	Uniforme	110,4	0,781	0,754	0,604
10	+X	Uniforme	-110,4	0,722	0,767	0,615
11	+X	Forze statiche	110,4	0,612	0,572	0,458
12	+X	Forze statiche	-110,4	0,582	0,569	0,456
13	-X	Uniforme	110,4	0,728	0,569	0,456
14	-X	Uniforme	-110,4	0,716	0,690	0,553
15	-X	Forze statiche	110,4	0,520	0,493	0,395
16	-X	Forze statiche	-110,4	0,491	0,505	0,404
17	+Y	Uniforme	79,8	1,669	1,830	1,466
18	+Y	Uniforme	-79,8	1,415	1,788	1,433
19	+Y	Forze statiche	79,8	1,202	1,272	1,019
20	+Y	Forze statiche	-79,8	1,032	1,452	1,163
21	-Y	Uniforme	79,8	1,630	1,823	1,461
22	-Y	Uniforme	-79,8	1,196	1,668	1,337
23	-Y	Forze statiche	79,8	1,154	1,456	1,167
24	-Y	Forze statiche	-79,8	1,003	1,217	0,975

Dalla tabella riassuntiva dei risultati sopra riportata si desume che le verifiche risultano non soddisfatte, le analisi più significative sono la n°. 16 e la n°. 24, rispettivamente per le direzioni X ed Y.

La scelta di tali analisi come analisi "significative" è fatta in base alla ricerca del minore valore del parametro di vulnerabilità sismica.

Riportiamo qui di seguito i dettagli delle analisi sopra citate.

## Sintesi dei risultati

### Legenda risultati

#### C.A.

Integro
Rottura per taglio
Plastico presso flessione
Rottura presso flessione
Rottura per compressione
Rottura per trazione
Rottura per taglio

#### Legno

Integro
Rottura presso flessione
Rottura per compressione
Rottura per trazione

#### Muratura

Integro
Incipiente plasticità
Plastico per taglio
Incipiente rottura per taglio
Rottura per taglio
Plastico presso flessione
Incipiente rottura presso flessione
Rottura presso flessione
Crisi grave
Rottura per compressione
Rottura per trazione
Rottura in fase elastica

## Acciaio

Integro
Plastico presso flessione
Plastico per compressione
Plastico per trazione
Elemento non efficace
Ritorno in fase elastica

Elemento non efficace

## Analisi sismica n. 16 Direzione X

### Deformata Pianta

### Curva Pushover (analisi n. 16)

### Vulnerabilità Sismica

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA
SLC	0	1462	0,0000	1,8727	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
SLD	< 30	75	< 0,4000	0,6445	0,4640	2,54	0,25	0,7199	0,3252	0,5046
SLO	< 30	45	< 0,6667	0,5366	0,4640	2,54	0,25	0,8647	0,2169	0,4043

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS\*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA
SLC	0	1462	0,0000	2,6688	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
SLD	< 30	75	< 0,4000	0,9668	0,6960	2,54	0,25	0,7199	0,4879	0,5046
SLO	< 30	45	< 0,6667	0,8049	0,6960	2,54	0,25	0,8647	0,3254	0,4043

## Analisi sismica n. 24 Direzione Y

### Deformata Pianta

### Curva Pushover (analisi n. 24)

## Vulnerabilità Sismica

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA
SLC	0	1462	0,0000	1,8727	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
SLD	131	75	1,7467	0,6445	0,7819	2,59	0,29	1,2131	0,7846	1,2173
SLO	43	45	0,9556	0,5366	0,5278	2,57	0,26	0,9835	0,5233	0,9753

I valori delle PGA riportati sono da ritenersi calcolati su suolo rigido.

Il medesimo valore su suolo di riferimento è ottenibile moltiplicando gli stessi per (SS\*St); i corrispondenti valori nella tabella seguente.

	TRc						TR=cost			
	TR C	TR D	$\alpha$ TR	PGA D [m/s <sup>2</sup> ]	PGA C (TR) [m/s <sup>2</sup> ]	F0 (TR)	T* C (TR)	$\alpha$ PGA (TR)	PGA C [m/s <sup>2</sup> ]	$\alpha$ PGA
SLC	0	1462	0,0000	2,6688	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,0000	0,0000
SLD	131	75	1,7467	0,9668	1,1728	2,59	0,29	1,2131	1,1769	1,2173
SLO	43	45	0,9556	0,8049	0,7917	2,57	0,26	0,9835	0,7850	0,9753

## Conclusioni

Analisi sismica n. 16 Direzione X

Analisi sismica n. 24 Direzione Y

Stato limite	$\alpha$ PGA (TR)	$\alpha$ TR	$\alpha$ PGA (TR)	$\alpha$ TR
SLV	0,4661	0,1306	1,0039	1,0126

(\*) Tutti i valori di  $\alpha_{TR}$  sono da ritenersi calcolati come  $\alpha_{TR}=TR_C/TR_D$  (privi di qualsiasi esponente correttivo).

In base alla tipologia di edificio si assume  $\zeta_{E\_lim}= 1,000$

La verifica non risulta superata, la condizione più gravosa si ha in corrispondenza della direzione [X] del sisma.

## Allegati

### Elementi di struttura

#### Livello 1

#### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
----	--------	-----------	----------	------------	--------------	---------------

1	1	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	320	320	40,0
7	4	M9-pietrame dis LC2	-	320	320	30,0
9	5	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	320	320	50,0
191	6	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	320	320	40,0
193	6	M9-pietrame dis LC2	-	320	320	35,0
194	6	M9-pietrame dis LC2	-	320	320	50,0
328	7	M9-pietrame dis LC2	-	320	320	45,0
481	7	M9-pietrame dis LC2	-	320	320	35,0
489	7	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	320	320	35,0
490	7	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	320	320	35,0
15	8	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	320	320	50,0
229	9	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	320	320	40,0
198	11	M7-matt pieni+int arm LC2	-	320	320	18,0
203	11	M7-matt pieni+int arm LC2	-	320	320	18,0
204	11	M7-matt pieni+int arm LC2	-	320	320	18,0
207	12	M9-pietrame dis LC2	-	320	320	30,0
211	12	M5-Mattoni semip con malta cem	-	320	320	25,0
498	12	M9-pietrame dis LC2	-	320	320	30,0
209	14	M9-pietrame dis LC2	-	320	320	50,0
210	14	M9-pietrame dis LC2	-	320	320	50,0
200	15	M5-Mattoni semip con malta cem	-	320	320	25,0
355	16	M9-pietrame dis LC2	-	320	320	40,0
339	17	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	320	320	40,0
35	18	M3 - Mur mattoni LC2	-	320	320	30,0
533	19	M7-matt pieni+int arm LC2	-	320	320	18,0
41	21	M7-matt pieni+int arm LC2	-	320	320	18,0
57	29	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	320	320	40,0
475	36	M7-matt pieni+int arm LC2	-	320	320	18,0

### Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Area [cm2]	J [cm4]	W plastico [cm3]
314	9	S 235 (t <= 40mm)	320	320	10,32	171,00	34,20
497	12	S 235 (t <= 40mm)	320	320	10,32	171,00	34,20

199	15	S 235 (t <= 40mm)	320	320	10,32	171,00	34,20
534	19	S 235 (t <= 40mm)	320	320	23,95	1 317,00	146,33
501	37	S 235 (t <= 40mm)	320	320	10,32	171,00	34,20

## Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
1	320	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
2	320	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
5	320	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
6	320	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
8	320	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
11	320	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
12	320	5,0	12 083,33	29 000,00	29 000,00	Monodirezionale	Putrelle e tavelloni
22	320	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
24	320	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
26	320	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
27	320	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
31	320	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.

## Livello 2

### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
67	1	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	670	350	30,0
68	4	M9-pietrame dis LC2	-	670	350	30,0
237	5	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	670	350	35,0
238	5	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	670	350	45,0
231	6	M3 - Mur mattoni LC2	-	670	350	15,0
233	6	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	670	350	30,0
235	6	M9-pietrame dis LC2	-	670	350	35,0
236	6	M9-pietrame dis LC2	-	670	350	50,0
241	7	M9-pietrame dis LC2	-	670	350	35,0
370	7	M9-pietrame dis LC2	-	670	350	45,0
483	7	M9-pietrame dis LC2	-	670	350	30,0



519	7	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	670	350	30,0
520	7	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	670	350	35,0
72	8	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	670	350	50,0
264	9	M7-matt pieni+int arm LC2	-	670	350	18,0
528	11	M7-matt pieni+int arm LC2	-	670	350	18,0
261	12	M9-pietrame dis LC2	-	670	350	30,0
461	12	M5-Mattoni semip con malta cem	-	670	350	25,0
495	12	M5-Mattoni semip con malta cem	-	670	350	25,0
500	12	M5-Mattoni semip con malta cem	-	670	350	25,0
493	14	M9-pietrame dis LC2	-	670	350	40,0
494	14	M9-pietrame dis LC2	-	670	350	40,0
535	15	M5-Mattoni semip con malta cem	-	670	350	25,0
401	16	M9-pietrame dis LC2	-	670	350	40,0
463	17	M9-pietrame dis LC2	-	670	350	40,0
468	17	M3 - Mur mattoni LC2	-	670	350	40,0
508	18	M3 - Mur mattoni LC2	-	670	350	30,0
360	19	M7-matt pieni+int arm LC2	-	670	350	18,0
85	21	M7-matt pieni+int arm LC2	-	670	350	18,0
477	36	M7-matt pieni+int arm LC2	-	670	350	18,0
503	37	M7-matt pieni+int arm LC2	-	670	350	18,0

### Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Area [cm <sup>2</sup> ]	J [cm <sup>4</sup> ]	W plastico [cm <sup>3</sup> ]
527	11	S 235 (t <= 40mm)	670	670	10,32	171,00	34,20
260	12	S 235 (t <= 40mm)	670	670	10,32	171,00	34,20
471	12	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	670	670	900,00	67 500,00	4 500,00
472	12	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	670	670	900,00	67 500,00	4 500,00
499	12	S 235 (t <= 40mm)	670	670	34,01	864,40	144,07
467	17	S 235 (t <= 40mm)	670	670	10,32	171,00	34,20
507	18	S 235 (t <= 40mm)	670	670	34,01	864,40	144,07
93	29	S 235 (t <= 40mm)	670	670	16,43	541,20	77,31

### Solaio

N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
13	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.

14	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
19	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
25	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
28	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
29	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
32	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
36	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
40	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
41	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
42	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
43	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.
44	670	5,0	8 333,33	20 000,00	20 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e soletta in c.a.

### Livello 3

#### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
129	1	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	930	260	30,0
295	4	M3 - Mur mattoni LC2	-	930	260	15,0
280	5	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	930	260	30,0
273	6	M3 - Mur mattoni LC2	-	930	260	15,0
275	6	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	930	260	25,0
276	6	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	930	260	30,0
289	7	M9-pietrame dis LC2	-	930	260	30,0
530	7	M3 - Mur mattoni LC2	-	930	260	20,0
134	8	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	930	260	45,0
307	11	M7-matt pieni+int arm LC2	-	930	260	18,0
284	12	M5-Mattoni semip con malta cem	-	930	260	25,0
311	12	M3 - Mur mattoni LC2	-	930	260	15,0
281	14	M9-pietrame dis LC2	-	930	260	20,0
282	14	M9-pietrame dis LC2	-	930	260	30,0

301	16	M9-pietrame dis LC2	-	930	260	25,0
510	18	M3 - Mur mattoni LC2	-	930	260	30,0
294	19	M7-matt pieni+int arm LC2	-	930	260	18,0
505	37	M7-matt pieni+int arm LC2	-	930	260	18,0

### Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Quota I [cm]	Quota J [cm]	Area [cm2]	J [cm4]	W plastico [cm3]
509	18	S 235 (t <= 40mm)	930	930	10,32	171,00	34,20
511	18	S 235 (t <= 40mm)	930	930	10,32	171,00	34,20
434	34	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	935	935	400,00	13 333,33	1 333,33
435	35	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	935	935	400,00	13 333,33	1 333,33

### Elementi di copertura

#### Livello 2

#### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]
67	1	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0
68	4	M9-pietrame dis LC2	-	30,0
427	4	M9-pietrame dis LC2	-	30,0
237	5	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0
238	5	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0
231	6	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0
233	6	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0
235	6	M9-pietrame dis LC2	-	35,0
236	6	M9-pietrame dis LC2	-	50,0
241	7	M9-pietrame dis LC2	-	35,0
370	7	M9-pietrame dis LC2	-	45,0
425	7	M9-pietrame dis LC2	-	30,0
483	7	M9-pietrame dis LC2	-	30,0
519	7	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0
520	7	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0
72	8	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0
264	9	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0
528	11	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0
261	12	M9-pietrame dis LC2	-	30,0

461	12	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0
495	12	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0
500	12	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0
493	14	M9-pietrame dis LC2	-	40,0
494	14	M9-pietrame dis LC2	-	40,0
485	15	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0
486	15	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0
535	15	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0
401	16	M9-pietrame dis LC2	-	40,0
423	16	M9-pietrame dis LC2	-	40,0
463	17	M9-pietrame dis LC2	-	40,0
468	17	M3 - Mur mattoni LC2	-	40,0
469	17	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0
487	17	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0
488	17	M3 - Mur mattoni LC2	-	40,0
508	18	M3 - Mur mattoni LC2	-	30,0
360	19	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0
85	21	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0
477	36	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0
503	37	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0

### Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Area [cm <sup>2</sup> ]	J [cm <sup>4</sup> ]	W plastico [cm <sup>3</sup> ]
471	12	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	900,00	67 500,00	4 500,00
472	12	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	900,00	67 500,00	4 500,00

### Falda

N.	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm <sup>2</sup> ]	Ex [N/mm <sup>2</sup> ]	Ey [N/mm <sup>2</sup> ]	Scarico masse	Tipo
2	670	848	3,0	1 400,00	5 000,00	5 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato doppio
3	670	965	3,0	1 400,00	5 000,00	5 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato doppio

### Livello 3

#### Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]
129	1	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0
295	4	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0
402	4	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0
280	5	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0
273	6	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0
275	6	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	25,0
276	6	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0
289	7	M9-pietrame dis LC2	-	30,0
432	7	M9-pietrame dis LC2	-	30,0
445	7	M9-pietrame dis LC2	-	30,0
530	7	M3 - Mur mattoni LC2	-	20,0
532	7	M3 - Mur mattoni LC2	-	20,0
134	8	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0
165	8	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0
307	11	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0
451	11	M7-matt pieni+int arm LC2	-	15,0
284	12	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0
311	12	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0
439	12	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0
281	14	M9-pietrame dis LC2	-	20,0
282	14	M9-pietrame dis LC2	-	30,0
491	14	M9-pietrame dis LC2	-	20,0
492	14	M9-pietrame dis LC2	-	30,0
301	16	M9-pietrame dis LC2	-	25,0
406	16	M9-pietrame dis LC2	-	25,0
510	18	M3 - Mur mattoni LC2	-	30,0
512	18	M3 - Mur mattoni LC2	-	30,0
294	19	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0
450	19	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0
505	37	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0
506	37	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0

### Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Area [cm2]	J [cm4]	W plastico [cm3]
----	--------	-----------	------------	---------	------------------

511	18	S 235 (t <= 40mm)	10,32	171,00	34,20
434	34	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	400,00	13 333,33	1 333,33
435	35	ANS1Conifere. pioppo (Abete Nord 1)	400,00	13 333,33	1 333,33

### Falda

N.	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
1	930	1 045	3,0	1 400,00	5 000,00	5 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato doppio
4	930	1 150	3,0	1 400,00	5 000,00	5 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato doppio
5	930	1 150	3,0	1 400,00	5 000,00	5 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato doppio
6	930	1 150	3,0	1 400,00	5 000,00	5 000,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato doppio

### Telaio equivalente

Parete : 1

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	3	3	0	0
118	4	303	0	0
101	4	445	0	0
5	5	1 067	0	0
2	3	3	320	1
119	4	303	320	1
102	4	445	320	1
6	5	1 067	320	1
3	3	3	670	2
120	4	303	670	2
103	4	445	670	2
7	5	1 067	670	2
4	3	3	930	3
104	4	445	930	3
8	5	1 067	930	3

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
5	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	665,5	240,0	333	167	118	119
6	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	248,6	240,0	940	167	5	6
7	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	312,8	250,0	156	495	119	3
8	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	636,3	250,0	746	495	102	103

9	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	238,8	160,0	119	800	3	4
10	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	690,3	160,0	719	800	103	104

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
1	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	150,0	100,0	741	50	101	5
2	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	23,9	200,0	288	670	3	120
3	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	101,1	200,0	350	670	120	103
4	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	135,0	100,0	306	880	4	104

Parete : 2

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
9	672	2 175	0	0
59	1 194	2 196	0	0
13	1 577	2 212	0	0
10	672	2 175	320	1
60	1 194	2 196	320	1
14	1 577	2 212	320	1
11	672	2 175	670	2
37	1 035	2 190	670	2
61	1 194	2 196	670	2
15	1 577	2 212	670	2
12	672	2 175	930	3
38	1 035	2 190	930	3
143	1 194	2 196	795	2(*)
138	672	2 175	1 045	3(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
155	182	930	3
156	182	987	3(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
11	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	905,7	320,0	453	160	59	60
12	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	905,7	350,0	453	495	60	61
13(*)	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	542,4	88,7	634	714	61	143

15	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	12,8	160,0	6	800	11	12
16	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	290,5	160,0	218	800	37	155
14(*)	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	363,3	57,5	182	959	155	156

**Parete : 3**

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
13	1 577	2 212	0	0
35	1 578	2 078	0	0
71	1 583	1 643	0	0
84	1 586	1 254	0	0
51	1 592	743	0	0
134	1 593	560	0	0
16	1 599	10	0	0
14	1 577	2 212	320	1
36	1 578	2 078	320	1
72	1 583	1 643	320	1
85	1 586	1 254	320	1
52	1 592	743	320	1
135	1 593	560	320	1
17	1 599	10	320	1
15	1 577	2 212	670	2
73	1 583	1 643	670	2
86	1 586	1 254	670	2
53	1 592	743	670	2
136	1 593	560	670	2
18	1 599	10	670	2
54	1 592	743	930	3
137	1 593	560	930	3
19	1 599	10	930	3

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
157	1 161	670	2

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
41	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	159,4	165,0	1 417	133	51	52
42	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	579,9	273,8	1 912	137	134	135
38	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	86,5	175,0	167	138	35	36
37	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	13,3	279,3	7	140	13	14



39	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	378,7	195,0	529	148	71	72
40	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	349,1	195,0	1 023	148	84	85
43	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	205,4	250,0	103	495	36	15
44	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	238,4	250,0	450	495	72	73
45	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	148,8	250,0	643	495	72	73
46	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	165,4	150,0	925	495	85	86
47	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	65,2	150,0	1 161	495	85	157
48	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	161,5	150,0	1 429	495	52	53
49	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	329,0	150,0	1 794	495	135	136
50	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	138,2	250,0	2 133	495	17	18
51	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	56,3	170,0	1 497	802	53	54
53	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	123,2	192,5	2 140	811	18	19
52	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	333,7	102,5	1 787	821	136	137

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
17	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	130,0	100,0	275	50	35	71
22	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	140,0	100,0	1 268	50	84	51
25	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	122,5	120,0	1 565	260	52	135
18	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	127,5	90,0	271	275	36	72
23	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	147,5	90,0	1 269	275	85	52
20	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	127,5	60,0	782	290	72	85
19	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	127,5	100,0	271	370	36	72
21	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	127,5	100,0	782	370	72	85
24	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	147,5	100,0	1 269	370	85	52
26	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	122,5	100,0	1 565	370	52	135
27	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	125,0	100,0	268	620	15	73

28	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	125,0	100,0	780	620	73	86
29	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	120,0	100,0	1 068	620	86	157
30	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	155,0	100,0	1 271	620	157	53
31	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	107,5	100,0	1 571	620	53	136
33	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	115,0	100,0	2 014	620	136	18
32	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	107,5	100,0	1 571	720	53	136
34	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	115,0	100,0	2 014	720	136	18
35	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	95,0	80,0	1 572	890	54	137
36	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	125,0	35,0	2 016	913	137	19

**Parete : 4**

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
1	3	3	0	0
28	330	4	0	0
20	709	6	0	0
39	1 047	7	0	0
97	1 473	9	0	0
16	1 599	10	0	0
2	3	3	320	1
29	330	4	320	1
21	709	6	320	1
40	1 047	7	320	1
98	1 473	9	320	1
17	1 599	10	320	1
3	3	3	670	2
30	330	4	670	2
22	709	6	670	2
41	1 047	7	670	2
99	1 473	9	670	2
18	1 599	10	670	2
4	3	3	930	3
23	709	6	930	3
42	1 047	7	930	3
100	1 473	9	930	3
19	1 599	10	930	3

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
159	1 277	0	0

160	1 277	320	1
158	327	930	3

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
73	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	118,6	215,0	345	108	28	29
72	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	185,7	273,8	93	137	1	2
75	M9-pietrame dis LC2	-	35,0	124,6	277,8	768	139	20	21
76	M9-pietrame dis LC2	-	35,0	102,7	277,8	992	139	39	40
74	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	141,9	282,4	635	141	20	21
77	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	35,8	284,0	1 061	142	39	40
78	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	85,5	185,0	1 277	143	159	160
79	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	155,9	227,5	1 518	162	97	98
82	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	92,2	308,3	373	474	29	30
83	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	157,2	308,3	628	474	21	22
84	M9-pietrame dis LC2	-	35,0	117,4	308,3	765	474	21	22
85	M9-pietrame dis LC2	-	35,0	84,9	308,3	1 001	474	40	41
80	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	101,6	250,0	51	495	2	3
81	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	125,2	250,0	264	495	29	30
86	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	167,2	250,0	1 127	495	40	41
87	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	137,8	150,0	1 415	495	98	99
88	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	17,2	250,0	1 587	495	17	18
89	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	101,8	187,5	51	808	3	4
90	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	140,0	187,5	257	808	30	158
91	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	25,0	102,1	187,5	378	808	30	158
92	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	25,0	167,3	187,5	623	808	22	23
93	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	124,9	187,5	769	808	22	23
95	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	263,4	187,5	1 464	808	99	100

94	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	276,2	115,0	1 079	828	41	42
----	--------------------------------	---	------	-------	-------	-------	-----	----	----

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
59	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	120,0	100,0	1 380	50	159	97
54	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	89,2	120,0	188	260	2	29
57	M9-pietrame dis LC2	-	35,0	122,5	105,0	888	268	21	40
56	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	145,0	90,0	484	275	29	21
58	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	86,8	185,0	1 212	328	40	160
60	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	81,7	185,0	1 339	328	160	98
55	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	89,2	100,0	188	370	2	29
62	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	120,0	100,0	484	620	30	22
64	M9-pietrame dis LC2	-	35,0	122,5	100,0	889	620	22	41
66	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	125,0	100,0	1 276	620	41	99
61	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	92,5	200,0	148	670	3	30
63	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	25,0	120,0	100,0	484	720	30	22
65	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	122,5	100,0	889	720	22	41
67	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	125,0	100,0	1 276	720	41	99
68	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	85,0	45,0	144	908	4	158
69	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	25,0	110,0	45,0	484	908	158	23
70	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	110,0	45,0	886	908	23	42
71	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	115,0	45,0	1 275	908	42	100

**Parete : 5**

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
9	672	2 175	0	0
31	674	2 043	0	0
112	676	1 916	0	0
67	681	1 633	0	0

81	688	1 243	0	0
24	691	1 064	0	0
47	697	729	0	0
124	699	580	0	0
105	702	433	0	0
20	709	6	0	0
10	672	2 175	320	1
32	674	2 043	320	1
113	676	1 916	320	1
68	681	1 633	320	1
82	688	1 243	320	1
25	691	1 064	320	1
48	697	729	320	1
125	699	580	320	1
106	702	433	320	1
21	709	6	320	1
11	672	2 175	670	2
33	674	2 043	670	2
114	676	1 916	670	2
69	681	1 633	670	2
83	688	1 243	670	2
26	691	1 064	670	2
49	697	729	670	2
126	699	580	670	2
107	702	433	670	2
22	709	6	670	2
12	672	2 175	930	3
34	674	2 043	930	3
70	681	1 633	930	3
146	688	1 243	965	2(*)
27	691	1 064	930	3
50	697	729	930	3
108	702	433	930	3
23	709	6	930	3
138	672	2 175	1 045	3(*)
140	674	2 043	1 045	3(*)
144	681	1 633	1 045	3(*)
139	691	1 064	1 150	3(*)
141	697	729	1 150	3(*)
150	702	433	1 060	3(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
161	779	0	0
162	762	320	1
163	765	670	2
164	785	965	2(*)
165	1 279	930	3

166	1 279	1 150	3(*)
-----	-------	-------	------

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
125	M9-pietrame dis LC2	-	45,0	234,4	205,0	1 353	103	47	48
121	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	44,8	170,0	779	135	161	162
122	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	82,4	170,0	918	135	81	82
124	M9-pietrame dis LC2	-	45,0	33,7	273,8	1 129	137	24	25
126	M9-pietrame dis LC2	-	45,0	589,8	276,4	1 875	138	105	106
118	M9-pietrame dis LC2	-	35,0	423,7	200,0	212	156	112	113
119	M9-pietrame dis LC2	-	35,0	19,4	200,0	533	156	67	68
120	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	93,5	225,0	590	161	67	68
123	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	13,3	225,0	1 105	161	24	25
135	M9-pietrame dis LC2	-	45,0	226,1	210,0	1 690	425	106	107
130	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	103,8	180,0	749	460	162	163
131	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	56,5	297,5	905	469	82	83
134	M9-pietrame dis LC2	-	45,0	355,2	297,5	1 290	469	48	49
136	M9-pietrame dis LC2	-	45,0	276,5	297,5	2 032	469	21	22
114	M9-pietrame dis LC2	-	35,0	259,7	350,0	130	495	32	33
127	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	196,8	250,0	358	495	113	114
128	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	11,5	250,0	537	495	68	69
129	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	24,4	250,0	555	495	68	69
132	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	33,8	250,0	950	495	82	83
133	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	25,4	250,0	1 099	495	25	26
139	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	509,0	237,7	1 367	789	49	50
140	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	453,8	237,7	1 943	789	107	108
143(*)	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	106,1	140,0	940	790	83	146
142(*)	M9-pietrame dis	-	30,0	53,1	147,5	785	794	163	164

	LC2								
137	M3 - Mur mattoni LC2	-	20,0	261,6	157,5	131	800	33	34
138	M3 - Mur mattoni LC2	-	20,0	226,4	157,5	430	800	69	70
144(*)	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	29,4	182,5	1 097	815	26	27
141(*)	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	110,3	190,0	598	816	69	70
117(*)	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	722,9	110,0	1 808	985	108	150
115(*)	M3 - Mur mattoni LC2	-	20,0	543,0	115,0	272	988	34	140
116(*)	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	334,9	220,0	1 279	1 040	165	166

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
96	M9-pietrame dis LC2	-	35,0	100,0	100,0	474	50	112	67
99	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	120,0	100,0	697	50	67	161
103	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	140,0	100,0	1 029	50	81	24
97	M9-pietrame dis LC2	-	35,0	87,5	140,0	484	250	113	68
102	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	75,0	110,0	839	265	162	82
105	M9-pietrame dis LC2	-	45,0	110,0	110,0	1 524	265	48	125
100	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	110,3	90,0	668	275	68	162
104	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	130,0	190,0	1 028	325	82	25
98	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	87,5	100,0	484	370	113	68
101	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	110,3	100,0	668	370	68	162
108	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	75,0	140,0	844	600	163	83
106	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	30,0	97,6	100,0	675	620	69	163
109	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	105,0	100,0	1 032	620	83	26
107	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	97,6	100,0	675	720	69	163
110	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	105,0	100,0	1 032	720	83	26
113(*)	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	90,0	125,0	1 038	903	146	27
111(*)	M9-pietrame dis	-	30,0	105,0	110,0	706	910	70	164

	LC2								
112(*)	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	75,0	85,0	849	923	164	146

**Parete : 6**

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
5	5	1 067	0	0
24	691	1 064	0	0
6	5	1 067	320	1
25	691	1 064	320	1
7	5	1 067	670	2
26	691	1 064	670	2
8	5	1 067	930	3
27	691	1 064	930	3
139	691	1 064	1 150	3(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
167	343	0	0
168	343	320	1
169	343	930	3
170	343	1 040	3(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
147	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	686,2	320,0	343	160	167	168
149	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	135,5	257,5	68	497	6	7
151	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	138,7	257,5	617	497	25	26
150	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	121,9	165,0	341	503	168	7
152	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	527,2	195,0	264	812	7	169
153	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	29,0	195,0	672	812	26	27
148(*)	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	686,2	110,0	343	985	169	170

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
145	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	50,0	117,3	85,0	523	628	7	26
146	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	45,0	117,3	100,0	523	720	7	26



**Parete : 7****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
28	330	4	0	0
121	335	297	0	0
109	337	439	0	0
29	330	4	320	1
122	335	297	320	1
110	337	439	320	1
30	330	4	670	2
123	335	297	670	2
111	337	439	670	2

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
171	147	0	0
172	147	320	1

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
155	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	293,0	320,0	147	160	171	172
156	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	322,4	297,5	161	469	172	123
157	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	22,8	297,5	424	469	110	111

**Macroelementi Fasce**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
154	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	90,0	140,0	367	600	123	111

**Parete : 8****Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
31	674	2 043	0	0
43	1 036	2 057	0	0
65	1 196	2 063	0	0
35	1 578	2 078	0	0
32	674	2 043	320	1
44	1 036	2 057	320	1
66	1 196	2 063	320	1
36	1 578	2 078	320	1
33	674	2 043	670	2
45	1 036	2 057	670	2
34	674	2 043	930	3

46	1 036	2 057	930	3
140	674	2 043	1 045	3(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
173	130	320	1
175	246	320	1
174	130	670	2
176	246	670	2
177	181	930	3
178	181	988	3(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
163	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	279,3	210,0	257	105	43	175
162	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	27,4	276,4	14	138	31	32
164	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	428,0	276,4	691	138	65	66
160	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	231,8	350,0	246	495	175	176
165	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	18,0	237,7	9	789	33	34
166	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	263,7	237,7	230	789	176	177
161(*)	M7-matt pieni+int arm LC2	-	15,0	361,7	57,5	181	959	177	178

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
158	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	90,0	110,0	72	265	32	173
159	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	80,0	110,0	437	265	44	66

Parete : 9

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
43	1 036	2 057	0	0
115	1 036	1 932	0	0
74	1 038	1 637	0	0
87	1 040	1 247	0	0
55	1 043	734	0	0
127	1 044	586	0	0
39	1 047	7	0	0
44	1 036	2 057	320	1

116	1 036	1 932	320	1
75	1 038	1 637	320	1
88	1 040	1 247	320	1
56	1 043	734	320	1
128	1 044	586	320	1
40	1 047	7	320	1
37	1 035	2 190	670	2
45	1 036	2 057	670	2
117	1 036	1 932	670	2
76	1 038	1 637	670	2
89	1 040	1 247	670	2
57	1 043	734	670	2
129	1 044	586	670	2
41	1 047	7	670	2
38	1 035	2 190	930	3
46	1 036	2 057	930	3
77	1 038	1 637	930	3
147	1 040	1 247	850	2(*)
58	1 043	734	930	3
42	1 047	7	930	3
142	1 043	734	1 102	3(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
181	1 267	670	2
182	1 530	930	3
179	1 604	930	3
184	1 893	930	3
183	1 530	1 102	3(*)
180	1 604	1 102	3(*)
185	1 893	1 016	3(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
177	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	275,4	276,4	271	138	115	116
178	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	54,9	276,4	526	138	74	75
181	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	352,3	276,4	1 780	138	127	128
182	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	111,7	276,4	2 127	138	39	40
179	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	216,1	310,3	661	155	74	75
180	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	536,2	310,3	1 188	155	87	88
184	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	189,7	210,0	334	425	116	117

187	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	237,6	210,0	1 041	425	88	89
188	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	35,2	255,0	1 267	448	56	181
183	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	16,4	297,5	141	469	44	45
185	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	34,3	297,5	536	469	75	76
186	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	218,5	297,5	663	469	75	76
190	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	420,4	297,5	1 814	469	128	129
191	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	68,6	297,5	2 148	469	40	41
189	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	21,2	326,9	1 445	483	56	57
195	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	467,0	230,0	1 830	785	129	184
196	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	29,5	237,7	2 168	789	41	42
194	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	20,4	255,1	1 466	798	57	58
192	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	279,1	162,5	140	818	45	46
193	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	179,3	162,5	464	818	76	77
176(*)	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	579,0	86,2	1 893	973	184	185
175(*)	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	147,9	172,3	1 530	1 016	182	183

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
167	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	90,0	110,0	464	265	116	75
169	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	102,5	110,0	2 041	265	128	40
168	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	150,0	20,0	846	310	75	88
170	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	150,0	140,0	847	600	76	89
171	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	90,0	140,0	1 204	600	89	181
173	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	87,6	140,0	2 087	600	129	41
172	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	150,0	50,0	1 360	645	181	57
174	M3 - Mur mattoni LC2	-	15,0	95,0	10,0	327	925	46	77

Parete : 10

**Nodi 3D**

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
47	697	729	0	0
55	1 043	734	0	0
62	1 207	737	0	0
93	1 465	741	0	0
51	1 592	743	0	0
48	697	729	320	1
56	1 043	734	320	1
63	1 207	737	320	1
94	1 465	741	320	1
52	1 592	743	320	1
49	697	729	670	2
57	1 043	734	670	2
64	1 207	737	670	2
95	1 465	741	670	2
53	1 592	743	670	2
50	697	729	930	3
58	1 043	734	930	3
96	1 465	741	930	3
54	1 592	743	930	3
141	697	729	1 150	3(*)
151	891	732	1 150	3(*)
142	1 043	734	1 102	3(*)
149	1 465	741	970	3(*)

**Nodi 2D**

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
187	646	0	0
188	646	320	1
189	97	930	3
186	194	930	3
191	270	930	3
190	97	1 150	3(*)
192	270	1 126	3(*)

**Macroelementi Maschi**

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
203	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	44,2	210,0	512	105	62	63
204	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	23,7	210,0	646	105	187	188
202	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	369,6	276,4	185	138	55	56
205	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	147,2	276,4	821	138	93	94
207	M9-pietrame dis	-	40,0	232,7	210,0	259	425	56	57

	LC2								
206	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	37,6	297,5	19	469	48	49
208	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	399,4	297,5	695	469	188	95
209	M9-pietrame dis LC2	-	20,0	24,2	237,7	12	789	49	50
210	M9-pietrame dis LC2	-	20,0	201,6	237,7	245	789	57	191
211	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	157,3	180,0	424	819	57	58
212	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	291,6	180,0	749	819	95	96
201(*)	M9-pietrame dis LC2	-	30,0	548,9	86,1	620	973	96	149
200(*)	M9-pietrame dis LC2	-	20,0	152,2	196,1	270	1 028	191	192
199(*)	M9-pietrame dis LC2	-	20,0	193,6	220,0	97	1 040	189	190

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
197	M9-pietrame dis LC2	-	50,0	120,0	110,0	432	265	56	63
198	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	112,5	140,0	87	600	49	57

### Parete : 11

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
59	1 194	2 196	0	0
65	1 196	2 063	0	0
78	1 199	1 638	0	0
90	1 203	1 249	0	0
62	1 207	737	0	0
60	1 194	2 196	320	1
66	1 196	2 063	320	1
79	1 199	1 638	320	1
91	1 203	1 249	320	1
63	1 207	737	320	1
61	1 194	2 196	670	2
80	1 199	1 638	670	2
92	1 203	1 249	670	2
64	1 207	737	670	2
143	1 194	2 196	795	2(*)
145	1 199	1 638	795	2(*)
148	1 203	1 249	797	2(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
217	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	247,1	210,0	593	105	78	79
216	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	246,0	276,4	256	138	65	66
218	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	623,4	276,4	1 148	138	90	91
220	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	317,6	210,0	664	425	79	80
221	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	421,9	210,0	1 124	425	91	92
219	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	415,6	297,5	208	469	66	61
222	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	34,4	297,5	1 442	469	63	64
215(*)	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	1 459,5	126,3	730	733	80	145

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
213	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	90,0	110,0	442	265	66	79
214	M5-Mattoni semip con malta cem	-	25,0	105,0	110,0	822	265	79	91

Parete : 12

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
67	681	1 633	0	0
74	1 038	1 637	0	0
78	1 199	1 638	0	0
71	1 583	1 643	0	0
68	681	1 633	320	1
75	1 038	1 637	320	1
79	1 199	1 638	320	1
72	1 583	1 643	320	1
69	681	1 633	670	2
76	1 038	1 637	670	2
80	1 199	1 638	670	2
73	1 583	1 643	670	2
70	681	1 633	930	3
77	1 038	1 637	930	3
145	1 199	1 638	795	2(*)
144	681	1 633	1 045	3(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
193	178	930	3
194	178	988	3(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
228	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	71,6	235,0	341	118	74	75
227	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	209,7	276,4	105	138	67	68
229	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	405,0	293,1	699	147	78	79
231	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	67,0	210,0	368	425	75	76
232	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	256,9	210,0	620	425	79	80
230	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	244,3	297,5	122	469	68	69
233	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	63,0	297,5	870	469	72	73
225(*)	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	544,7	89,1	629	715	80	145
234	M9-pietrame dis LC2	-	25,0	31,1	237,7	16	789	69	70
235	M9-pietrame dis LC2	-	25,0	235,5	237,7	239	789	76	193
226(*)	M9-pietrame dis LC2	-	25,0	356,6	57,5	178	959	193	194

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
223	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	92,5	110,0	273	265	68	75
224	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	105,0	60,0	441	290	75	79

Parete : 13

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
81	688	1 243	0	0
87	1 040	1 247	0	0
90	1 203	1 249	0	0
84	1 586	1 254	0	0
82	688	1 243	320	1
88	1 040	1 247	320	1
91	1 203	1 249	320	1
85	1 586	1 254	320	1
83	688	1 243	670	2



89	1 040	1 247	670	2
92	1 203	1 249	670	2
86	1 586	1 254	670	2
146	688	1 243	965	2(*)
147	1 040	1 247	850	2(*)
148	1 203	1 249	797	2(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
195	433	670	2
197	707	670	2
196	433	823	2(*)
198	707	733	2(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
243	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	49,3	235,0	352	118	87	88
244	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	55,8	245,0	524	123	90	91
242	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	217,1	276,4	109	138	81	82
245	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	62,3	282,4	867	141	84	85
246	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	36,6	297,5	18	469	82	83
247	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	225,4	297,5	239	469	88	89
248	M3 - Mur mattoni LC2	-	40,0	229,8	297,5	629	469	91	197
249	M3 - Mur mattoni LC2	-	40,0	64,1	297,5	866	469	85	86
241(*)	M3 - Mur mattoni LC2	-	40,0	383,9	63,3	707	702	197	198
240(*)	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	162,6	153,2	433	747	195	196
251(*)	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	168,6	207,4	268	774	89	147
250(*)	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	58,4	259,7	29	800	83	146

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
237	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	148,3	90,0	761	275	91	85
236	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	120,0	60,0	436	290	88	91
238	M9-pietrame dis LC2	-	40,0	107,5	140,0	101	600	83	89

239(*)	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	35,0	125,0	45,4	121	903	146	147
--------	--------------------------------	---	------	-------	------	-----	-----	-----	-----

**Parete : 14**

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
93	1 465	741	0	0
130	1 467	553	0	0
97	1 473	9	0	0
94	1 465	741	320	1
131	1 467	553	320	1
98	1 473	9	320	1
95	1 465	741	670	2
132	1 467	553	670	2
99	1 473	9	670	2
96	1 465	741	930	3
133	1 467	553	930	3
100	1 473	9	930	3
149	1 465	741	970	3(*)
152	1 467	553	970	3(*)
153	1 472	139	970	3(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
200	460	670	2
201	395	930	3
199	602	930	3
203	667	930	3
202	395	970	3(*)
204	667	950	3(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
256	M3 - Mur mattoni LC2	-	30,0	549,2	276,4	275	138	130	131
257	M3 - Mur mattoni LC2	-	30,0	92,6	276,4	685	138	97	98
258	M3 - Mur mattoni LC2	-	30,0	400,1	297,5	388	469	131	200
259	M3 - Mur mattoni LC2	-	30,0	53,8	297,5	705	469	98	99
253	M3 - Mur mattoni LC2	-	30,0	543,9	260,0	460	800	200	201
255(*)	M3 - Mur mattoni LC2	-	30,0	130,3	19,8	667	940	203	204
254(*)	M3 - Mur mattoni LC2	-	30,0	413,7	39,5	395	950	201	202

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
252	M3 - Mur mattoni LC2	-	30,0	90,0	110,0	614	265	131	98

Parete : 15

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
101	4	445	0	0
109	337	439	0	0
105	702	433	0	0
102	4	445	320	1
110	337	439	320	1
106	702	433	320	1
103	4	445	670	2
111	337	439	670	2
107	702	433	670	2
104	4	445	930	3
108	702	433	930	3
154	419	438	1 062	3(*)
150	702	433	1 060	3(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
206	167	0	0
207	167	320	1
208	208	930	3
205	415	930	3
210	557	930	3
209	208	997	3(*)
211	557	1 062	3(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
261	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	333,3	320,0	167	160	206	207
265	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	224,7	290,0	373	465	110	111
264	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	90,5	322,8	45	481	102	103
266	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	47,9	322,8	674	481	106	107
267	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	440,2	237,7	220	789	111	208
268	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	168,0	237,7	614	789	107	210
262(*)	M7-matt pieni+int	-	18,0	415,1	66,5	208	963	208	209

	arm LC2								
263(*)	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	283,0	131,6	557	996	210	211

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
260	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	109,4	60,0	517	640	111	107

Parete : 16

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
112	676	1 916	0	0
115	1 036	1 932	0	0
113	676	1 916	320	1
116	1 036	1 932	320	1
114	676	1 916	670	2
117	1 036	1 932	670	2

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
212	180	320	1
213	180	670	2

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
270	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	153,6	273,8	77	137	112	113
271	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	126,6	273,8	297	137	115	116
269	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	360,3	350,0	180	495	212	213

Parete : 17

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
118	4	303	0	0
121	335	297	0	0
119	4	303	320	1
122	335	297	320	1
120	4	303	670	2
123	335	297	670	2

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
214	166	0	0

215	166	320	1
-----	-----	-----	---

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
272	M4 - Muratura a conci sbozzati	-	40,0	331,2	320,0	166	160	214	215

Parete : 18

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
124	699	580	0	0
127	1 044	586	0	0
125	699	580	320	1
128	1 044	586	320	1
126	699	580	670	2
129	1 044	586	670	2

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
275	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	237,2	282,4	119	141	124	125
276	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	26,9	282,4	331	141	127	128
277	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	241,6	297,5	121	469	125	126
278	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	12,5	297,5	338	469	128	129

### Macroelementi Fasce

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sinistro	Nodo destro
273	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	84,6	90,0	282	275	125	128
274	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	90,0	140,0	287	600	126	129

Parete : 19

### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
130	1 467	553	0	0
134	1 593	560	0	0
131	1 467	553	320	1
135	1 593	560	320	1
132	1 467	553	670	2
136	1 593	560	670	2
133	1 467	553	930	3

137	1 593	560	930	3
152	1 467	553	970	3(*)

### Nodi 2D

Nodo	X locale [cm]	Z [cm]	Livello
216	63	670	2
217	63	930	3
218	63	950	3(*)

### Macroelementi Maschi

N.	Materiale	Rinforzo	Spessore [cm]	Base [cm]	Altezza [cm]	Baricentro X [cm]	Baricentro Z [cm]	Nodo sopra	Nodo sotto
281	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	31,2	297,5	16	469	131	132
282	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	15,1	297,5	119	469	135	136
279	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	126,2	260,0	63	800	216	217
280(*)	M7-matt pieni+int arm LC2	-	18,0	126,2	19,8	63	940	217	218

### Parete : 20

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
19	1 599	10	930	3
151	891	732	1 150	3(*)
153	1 472	139	970	3(*)

### Parete : 21

#### Nodi 3D

Nodo	X [cm]	Y [cm]	Z [cm]	Livello
4	3	3	930	3
154	419	438	1 062	3(*)
141	697	729	1 150	3(*)

(\*) Elementi di copertura

## Analisi statica

### Descrizione della struttura

La presente relazione ha per oggetto l'analisi delle strutture, le considerazioni di merito, i calcoli svolti per l'edificio sito in Campi Bisenzio (FI), P.zza G. Matteotti.

### Tipo di analisi svolta

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto fra il valore del carico verticale agente ed il carico verticale resistente. Questa valutazione viene effettuata prendendo in esame i valori di snellezza ed eccentricità [Norme Tecniche 2018 §4.5.6].

## Metodo di analisi

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti;

## Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo utilizzati riportando titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

Sigla:	3MURI
Produzione e distribuzione:	S.T.A. DATA srl Corso Raffaello, 12 - 10126 TORINO (TO) tel. 0116699345 fax 0116699375 internet: <a href="http://www.stadata.com">http://www.stadata.com</a> e.mail: <a href="mailto:info@stadata.com">info@stadata.com</a>
Autori:	Prodotto: S.T.A. DATA srl Motore di calcolo: Responsabile Prof. Ing. Sergio LAGOMARSINO Prof. Ing. Serena CATTARI Prof. Ing. Andrea

	PENNA Ing. Alessandro GALASCO
Versione:	12.2.1.6
Numero Licenza:	(42352) STUDIO ASSOCIATO BERTAGNI BARAGLI - ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE

## Presentazione dei risultati

## Immagini del modello

## Inquadramento normativo

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- Circolare applicativa n°7 del 21 gennaio 2019

## Combinazione delle azioni

### Carico Sismico:

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione [Norme Tecniche 2018 §2.5.3].

$$E + G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_{k1} + G_{k2} + \sum_i \Psi_{2i} Q_{ki}$$

### Carico Statico:

La verifica allo stato limite ultimo per carichi statici viene condotta con la seguente combinazione dei carichi.

$$\gamma_{G1} G_{k1} + \gamma_{G2} G_{k2} + \gamma_Q \Psi_0 Q_k$$

dove:

E azione sismica per lo stato limite in esame;



$G_{k1}$	peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
$G_{k2}$	peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
$Q_{ki}$	valore caratteristico della azione variabile;
$\Psi_2$	coefficiente di combinazione;
$\Psi_0$	coefficiente di combinazione per i carichi variabili
$\gamma_{G1}; \gamma_{G2}; \gamma_Q$	coefficienti parziali di sicurezza

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2018 Tabella 2.5.1].

## Verifiche

Le verifiche statiche eseguite sulla struttura in questione sono le seguenti:

### Snellezza della muratura

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.4. delle NTC 2018.

Si definisce snellezza di una muratura il rapporto  $h_0/t$  in cui:

$h_0$ : lunghezza libera di inflessione del muro pari a  $\rho \cdot h$ ;

$t$ : spessore del muro.

$h$ : l'altezza interna di piano;

$\rho$ : il fattore laterale di vincolo.

La verifica di snellezza risulta soddisfatta se risulta verificata la seguente:

$$h_0/t < 20$$

### Eccentricità dei carichi

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. delle NTC 2018.

Tale verifica risulta soddisfatta qualora risultino verificate le seguenti condizioni:

$$e_1/t \leq 0.33$$

$$e_2/t \leq 0.33$$

in cui:

$t$ : spessore del muro

$$e_1 = |e_s| + |e_a| \quad ; \quad e_2 = \frac{e_1}{2} + |e_v|$$

$e_s$ : eccentricità totale dei carichi verticali

$e_a$ :  $h/200$

$e_v$ : eccentricità dovuta al vento  $e_v = M_v / N$

### Verifica a carichi verticali

La verifica di snellezza è eseguita in accordo con quanto riportato al punto 4.5.6.2. delle NTC 2018.

Tale verifica risulta soddisfatta qualora risulti verificata la seguente:

$$N_d \leq N_r$$

in cui:

$N_d$ : carico verticale agente

$N_r$  : carico verticale resistente;  $N_r = \phi f_d A$

A: area della sezione orizzontale del muro al netto delle aperture;

$f_d$ : resistenza di calcolo della muratura;

$\phi$ : coefficiente di riduzione della resistenza del muro

Queste verifiche sono state eseguite in ogni maschio murario della struttura, nelle tre sezioni principali (inferiore, centrale, superiore).

I valori dello sforzo normale resistente saranno calcolabili solamente se le verifiche di snellezza ed eccentricità dei carichi risultano soddisfatte. Riportiamo nel seguito i dettagli di verifica per le singole pareti.

#### Parete : 1

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
5	320	40	8,000	0,151	0,066	0,119	Si
6	314	40	7,850	0,039	0,039	0,039	Si
7	350	30	11,667	0,058	0,058	0,058	Si
8	348	30	11,600	0,154	0,069	0,125	Si
9	260	30	8,667	0,043	0,043	0,043	Si
10	258	30	8,600	0,043	0,043	0,043	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
5	40 222	0,520	68 332	0,589	48 528	0,703	92 370	0,525	56 833	0,582	76 532	0,743	Si
6	21 247	0,788	38 672	0,549	24 350	0,788	38 672	0,630	27 452	0,788	38 672	0,710	Si
7	6 912	0,638	29 553	0,234	9 962	0,638	29 553	0,337	13 012	0,638	29 553	0,440	Si
8	28 515	0,432	40 732	0,700	34 719	0,610	57 546	0,603	40 923	0,488	46 018	0,889	Si
9	3 350	0,758	26 812	0,125	4 840	0,758	26 812	0,181	6 331	0,758	26 812	0,236	Si
10	12 167	0,760	77 764	0,156	16 474	0,760	77 764	0,212	20 782	0,760	77 764	0,267	Si

#### Parete : 2

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
11	320	30	10,667	0,076	0,053	0,064	Si
12	350	30	11,667	0,058	0,058	0,058	Si
13(*)	89	30	2,958	0,015	0,015	0,015	Si
14(*)	58	15	3,833	0,075	0,027	0,023	Si
15	260	15	17,333	0,087	0,087	0,087	Si
16	260	15	17,333	0,087	0,087	0,087	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
11	21 361	0,616	69 688	0,307	32 099	0,681	77 065	0,417	42 837	0,648	73 386	0,584	Si
12	1 889	0,638	72 188	0,026	5 678	0,638	72 188	0,079	17 423	0,638	72 188	0,241	Si
13(*)	134	0,936	63 469	0,002	712	0,936	63 469	0,011	2 495	0,936	63 469	0,039	Si
14(*)	30	0,744	38 843	0,001	47	0,892	46 557	0,001	413	0,905	47 237	0,009	Si
15	21	0,418	767	0,027	57	0,418	767	0,074	93	0,418	767	0,121	Si
16	182	0,418	17 462	0,010	896	0,418	17 462	0,051	1 712	0,418	17 462	0,098	Si

### Parete : 3

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
37	313	50	6,260	0,031	0,031	0,031	Si
38	313	50	6,260	0,095	0,044	0,082	Si
39	313	50	6,260	0,085	0,038	0,070	Si
40	314	50	6,280	0,065	0,031	0,057	Si
41	320	50	6,400	0,060	0,032	0,056	Si
42	320	50	6,400	0,076	0,034	0,063	Si
43	343	35	9,800	0,049	0,049	0,049	Si
44	343	35	9,800	0,049	0,049	0,049	Si
45	343	45	7,622	0,038	0,038	0,038	Si
46	344	45	7,644	0,038	0,038	0,038	Si
47	344	45	7,644	0,038	0,038	0,038	Si
48	350	45	7,778	0,210	0,082	0,137	Si
49	350	45	7,778	0,123	0,055	0,102	Si
50	350	45	7,778	0,135	0,057	0,101	Si
51	260	30	8,667	0,043	0,043	0,043	Si
52	260	30	8,667	0,043	0,043	0,043	Si
53	260	30	8,667	0,043	0,043	0,043	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
37	986	0,846	2 786	0,354	1 227	0,846	2 786	0,440	1 469	0,846	2 786	0,527	Si
38	7 998	0,662	14 142	0,566	8 982	0,806	17 216	0,522	9 966	0,687	14 680	0,679	Si
39	24 485	0,681	63 687	0,384	29 285	0,824	77 072	0,380	34 085	0,726	67 866	0,502	Si
40	26 868	0,740	63 792	0,421	31 293	0,845	72 821	0,430	35 718	0,766	66 029	0,541	Si
41	18 786	0,753	29 626	0,634	20 496	0,840	33 080	0,620	22 205	0,766	30 158	0,736	Si
42	47 491	0,703	100 705	0,472	57 812	0,834	119 340	0,484	68 132	0,745	106 651	0,639	Si
43	1 044	0,717	25 464	0,041	3 158	0,717	25 464	0,124	5 495	0,717	25 464	0,216	Si
44	1 036	0,717	29 550	0,035	3 395	0,717	29 550	0,115	6 107	0,717	29 550	0,207	Si
45	1 053	0,796	26 323	0,040	2 162	0,796	26 323	0,082	4 338	0,796	26 323	0,165	Si
46	3 747	0,795	29 226	0,128	5 198	0,795	29 226	0,178	6 650	0,795	29 226	0,228	Si
47	2 046	0,795	11 513	0,178	2 618	0,795	11 513	0,227	3 190	0,795	11 513	0,277	Si
48	3 808	0,406	14 549	0,262	5 225	0,659	23 650	0,221	6 642	0,551	19 786	0,336	Si

49	16 824	0,578	42 234	0,398	19 711	0,740	54 065	0,365	22 598	0,619	45 262	0,499	Si
50	7 380	0,556	17 066	0,432	9 401	0,735	22 562	0,417	11 422	0,621	19 067	0,599	Si
51	130	0,758	6 321	0,021	374	0,758	6 321	0,059	747	0,758	6 321	0,118	Si
52	2 878	0,758	37 476	0,077	4 212	0,758	37 476	0,112	5 546	0,758	37 476	0,148	Si
53	782	0,758	13 835	0,057	1 707	0,758	13 835	0,123	2 632	0,758	13 835	0,190	Si

**Parete : 4**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
72	320	40	8,000	0,320	0,119	0,194	Si
73	320	40	8,000	0,195	0,081	0,141	Si
74	318	40	7,950	0,094	0,040	0,072	Si
75	318	35	9,086	0,092	0,045	0,069	Si
76	318	35	9,086	0,329	0,103	0,158	Si
77	318	50	6,360	0,064	0,032	0,045	Si
78	318	50	6,360	0,032	0,032	0,032	Si
79	320	50	6,400	0,032	0,032	0,032	Si
80	350	15	23,333	0,117	0,117	0,117	Si
81	350	15	23,333	0,549	0,183	0,292	No
82	350	30	11,667	0,067	0,058	0,060	Si
83	346	30	11,533	0,112	0,058	0,092	Si
84	346	35	9,886	0,083	0,049	0,071	Si
85	341	35	9,743	0,106	0,049	0,078	Si
86	341	50	6,820	0,177	0,071	0,120	Si
87	350	50	7,000	0,151	0,069	0,128	Si
88	350	50	7,000	0,035	0,035	0,035	Si
89	260	15	17,333	0,087	0,087	0,087	Si
90	260	15	17,333	0,087	0,087	0,087	Si
91	260	25	10,400	0,052	0,052	0,052	Si
92	258	25	10,320	0,084	0,052	0,077	Si
93	258	30	8,600	0,075	0,043	0,067	Si
94	253	30	8,433	0,042	0,042	0,042	Si
95	260	30	8,667	0,043	0,043	0,043	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
72	6 430	0,217	7 974	0,806	9 074	0,581	21 316	0,426	11 718	0,434	15 935	0,735	Si
73	5 019	0,432	10 119	0,496	6 345	0,656	15 375	0,413	7 671	0,539	12 619	0,608	Si
74	6 146	0,630	17 667	0,348	8 230	0,783	21 937	0,375	10 313	0,685	19 203	0,537	Si
75	2 992	0,611	11 102	0,269	4 488	0,743	13 496	0,333	5 984	0,672	12 210	0,490	Si
76	1 620	0,178	2 660	0,609	2 854	0,590	8 832	0,323	4 087	0,485	7 260	0,563	Si
77	885	0,742	5 532	0,160	1 513	0,842	6 279	0,241	2 141	0,800	5 970	0,359	Si
78	2 514	0,842	15 004	0,168	3 491	0,842	15 004	0,233	4 467	0,842	15 004	0,298	Si
79	12 417	0,840	27 298	0,455	14 607	0,840	27 298	0,535	16 798	0,840	27 298	0,615	Si
80	1 895	0,000	n / d	n / d	2 341	0,000	n / d	n / d	2 787	0,000	n / d	n / d	No
81	751	0,000	n / d	n / d	1 300	0,000	n / d	n / d	1 850	0,000	n / d	n / d	No
82	659	0,613	8 377	0,079	1 700	0,638	8 709	0,195	2 809	0,632	8 631	0,325	Si

83	6 392	0,515	12 003	0,533	8 282	0,643	14 983	0,553	10 172	0,554	12 903	0,788	Si
84	5 774	0,613	10 496	0,550	7 339	0,714	12 222	0,600	8 903	0,649	11 103	0,802	Si
85	2 438	0,573	7 088	0,344	3 569	0,719	8 904	0,401	4 701	0,631	7 808	0,602	Si
86	7 676	0,492	17 144	0,448	10 257	0,713	24 824	0,413	12 838	0,604	21 029	0,610	Si
87	10 586	0,540	15 509	0,683	11 862	0,713	20 481	0,579	13 139	0,583	16 752	0,784	Si
88	762	0,818	2 934	0,260	1 028	0,818	2 934	0,350	1 293	0,818	2 934	0,441	Si
89	1 653	0,418	6 117	0,270	1 988	0,418	6 117	0,325	2 323	0,418	6 117	0,380	Si
90	1 050	0,418	8 415	0,125	1 511	0,418	8 415	0,180	1 972	0,418	8 415	0,234	Si
91	607	0,692	8 731	0,070	1 229	0,692	8 731	0,141	1 851	0,692	8 731	0,212	Si
92	7 222	0,600	12 387	0,583	8 242	0,696	14 369	0,574	9 261	0,620	12 808	0,723	Si
93	5 959	0,664	12 275	0,485	6 872	0,760	14 065	0,489	7 785	0,686	12 695	0,613	Si
94	2 645	0,766	31 361	0,084	3 884	0,766	31 361	0,124	5 123	0,766	31 361	0,163	Si
95	3 056	0,758	29 580	0,103	4 982	0,758	29 580	0,168	6 908	0,758	29 580	0,234	Si

### Parete : 5

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
114	350	35	10,000	0,343	0,078	0,114	No
115(*)	115	20	5,750	0,029	0,029	0,029	Si
116(*)	220	30	7,333	0,037	0,037	0,037	Si
117(*)	110	30	3,667	0,030	0,018	0,021	Si
118	320	35	9,143	0,148	0,068	0,128	Si
119	318	35	9,086	0,174	0,078	0,144	Si
120	318	35	9,086	0,176	0,079	0,144	Si
121	312	35	8,914	0,199	0,083	0,145	Si
122	318	35	9,086	0,147	0,066	0,122	Si
123	318	35	9,086	0,045	0,045	0,045	Si
124	318	45	7,067	0,229	0,055	0,081	Si
125	318	45	7,067	0,035	0,035	0,035	Si
126	318	45	7,067	0,113	0,047	0,083	Si
127	348	30	11,600	0,069	0,058	0,063	Si
128	346	30	11,533	0,126	0,058	0,095	Si
129	346	30	11,533	0,119	0,058	0,097	Si
130	340	30	11,333	0,057	0,057	0,057	Si
131	346	30	11,533	0,212	0,079	0,132	Si
132	346	35	9,886	0,204	0,080	0,134	Si
133	346	35	9,886	0,117	0,052	0,095	Si
134	346	45	7,689	0,051	0,038	0,042	Si
135	346	45	7,689	0,190	0,078	0,135	Si
136	346	45	7,689	0,154	0,062	0,106	Si
137	260	20	13,000	0,065	0,065	0,065	Si
138	258	20	12,900	0,064	0,064	0,064	Si
139	258	30	8,600	0,043	0,043	0,043	Si
140	258	30	8,600	0,148	0,058	0,098	Si
141(*)	190	30	6,333	0,032	0,032	0,032	Si
142(*)	148	30	4,917	0,025	0,025	0,025	Si
143(*)	140	30	4,667	0,023	0,023	0,023	Si
144(*)	183	30	6,083	0,030	0,030	0,030	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
114	2 156	0,000	n / d	n / d	5 986	0,627	23 730	0,252	9 915	0,552	20 890	0,475	No
115(*)	100	0,864	89 960	0,001	126	0,864	89 960	0,001	1 587	0,864	89 960	0,018	Si
116(*)	511	0,806	33 756	0,015	969	0,806	33 756	0,029	3 699	0,806	33 756	0,110	Si
117(*)	822	0,885	80 005	0,010	1 340	0,921	83 211	0,016	4 286	0,914	82 596	0,052	Si
118	28 792	0,502	31 019	0,928	32 455	0,672	41 526	0,782	36 117	0,542	33 492	1,078	No
119	1 085	0,453	1 280	0,848	1 253	0,643	1 818	0,689	1 421	0,513	1 449	0,981	Si
120	5 929	0,448	7 243	0,818	6 886	0,641	10 365	0,664	7 843	0,511	8 263	0,949	Si
121	1 286	0,404	3 125	0,411	1 632	0,633	4 894	0,333	1 979	0,514	3 975	0,498	Si
122	3 912	0,506	7 202	0,543	4 549	0,679	9 674	0,470	5 186	0,554	7 886	0,658	Si
123	211	0,743	1 706	0,124	347	0,743	1 706	0,203	483	0,743	1 706	0,283	Si
124	302	0,382	2 413	0,125	778	0,755	4 763	0,163	1 290	0,677	4 271	0,302	Si
125	15 945	0,816	35 870	0,445	18 615	0,816	35 870	0,519	21 286	0,816	35 870	0,593	Si
126	28 949	0,611	67 603	0,428	38 009	0,779	86 171	0,441	47 069	0,669	73 981	0,636	Si
127	3 591	0,609	14 990	0,240	5 414	0,641	15 760	0,344	7 237	0,625	15 378	0,471	Si
128	252	0,488	703	0,359	359	0,643	927	0,387	465	0,548	790	0,589	Si
129	865	0,503	1 818	0,476	1 103	0,643	2 327	0,474	1 341	0,544	1 968	0,681	Si
130	5 888	0,652	10 029	0,587	6 617	0,652	10 029	0,660	7 346	0,652	10 029	0,732	Si
131	1 219	0,318	2 663	0,458	1 874	0,583	4 879	0,384	2 530	0,477	3 993	0,634	Si
132	944	0,372	2 173	0,434	1 328	0,624	3 640	0,365	1 712	0,514	3 001	0,571	Si
133	1 228	0,547	2 406	0,511	1 517	0,706	3 103	0,489	1 806	0,589	2 589	0,698	Si
134	5 702	0,756	50 375	0,113	11 540	0,793	52 838	0,218	17 413	0,781	52 032	0,335	Si
135	9 448	0,449	19 044	0,496	12 087	0,672	28 475	0,424	14 725	0,556	23 582	0,624	Si
136	12 737	0,520	26 983	0,472	17 308	0,722	37 441	0,462	21 880	0,613	31 793	0,688	Si
137	792	0,582	29 167	0,027	1 756	0,582	29 167	0,060	2 721	0,582	29 167	0,093	Si
138	1 006	0,586	25 427	0,040	1 841	0,586	25 427	0,072	2 675	0,586	25 427	0,105	Si
139	6 599	0,760	48 382	0,136	11 082	0,760	48 382	0,229	15 565	0,760	48 382	0,322	Si
140	8 724	0,513	29 101	0,300	12 716	0,716	40 609	0,313	16 713	0,610	34 591	0,483	Si
141(*)	151	0,843	11 625	0,013	724	0,843	11 625	0,062	1 500	0,843	11 625	0,129	Si
142(*)	136	0,894	5 931	0,023	299	0,894	5 931	0,050	589	0,894	5 931	0,099	Si
143(*)	454	0,899	11 931	0,038	935	0,899	11 931	0,078	1 486	0,899	11 931	0,125	Si
144(*)	651	0,852	3 130	0,208	850	0,852	3 130	0,271	1 048	0,852	3 130	0,335	Si

**Parete : 6**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
147	314	50	6,280	0,111	0,042	0,072	Si
148(*)	110	45	2,444	0,327	0,087	0,080	Si
149	342	50	6,840	0,063	0,034	0,055	Si
150	342	50	6,840	0,063	0,034	0,060	Si
151	342	50	6,840	0,062	0,034	0,052	Si
152	258	45	5,733	0,029	0,029	0,029	Si
153	258	45	5,733	0,029	0,029	0,029	Si

Superiore

Centrale

Inferiore

Maschio	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Verificato
147	29 344	0,632	107 088	0,274	43 617	0,811	137 409	0,317	57 890	0,721	122 126	0,474	Si
148(*)	1 624	0,309	47 169	0,034	3 173	0,719	109 657	0,029	7 589	0,737	112 384	0,068	Si
149	12 838	0,737	24 663	0,521	15 106	0,824	27 586	0,548	17 374	0,760	25 426	0,683	Si
150	18 805	0,735	22 118	0,850	20 113	0,824	24 815	0,811	21 420	0,746	22 447	0,954	Si
151	8 629	0,740	25 335	0,341	10 950	0,824	28 231	0,388	13 272	0,769	26 348	0,504	Si
152	7 736	0,865	101 330	0,076	13 750	0,865	101 330	0,136	19 764	0,865	101 330	0,195	Si
153	1 302	0,865	5 567	0,234	1 633	0,865	5 567	0,293	1 964	0,865	5 567	0,353	Si

#### Parete : 7

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
155	318	40	7,950	0,147	0,054	0,089	Si
156	346	18	19,222	0,096	0,096	0,096	Si
157	346	18	19,222	0,096	0,096	0,096	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
155	8 359	0,528	30 560	0,274	13 235	0,741	42 882	0,309	18 110	0,639	37 004	0,489	Si
156	8 234	0,358	29 862	0,276	10 254	0,358	29 862	0,343	12 274	0,358	29 862	0,411	Si
157	517	0,358	2 109	0,245	660	0,358	2 109	0,313	803	0,358	2 109	0,381	Si

#### Parete : 8

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
160	348	18	19,333	0,133	0,097	0,121	Si
161(*)	58	15	3,833	0,191	0,072	0,040	Si
162	320	18	17,778	0,089	0,089	0,089	Si
163	320	18	17,778	0,089	0,089	0,089	Si
164	318	18	17,667	0,145	0,088	0,131	Si
165	258	18	14,333	0,072	0,072	0,072	Si
166	258	18	14,333	0,072	0,072	0,072	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
160	6 659	0,296	17 744	0,375	8 368	0,355	21 266	0,393	10 077	0,316	18 939	0,532	Si
161(*)	53	0,514	40 046	0,001	73	0,752	58 632	0,001	438	0,852	66 449	0,007	Si
162	1 818	0,404	2 858	0,636	1 977	0,404	2 858	0,692	2 137	0,404	2 858	0,748	Si
163	16 027	0,404	29 184	0,549	17 262	0,404	29 184	0,591	18 497	0,404	29 184	0,634	Si
164	14 414	0,309	34 244	0,421	16 905	0,407	45 112	0,375	19 397	0,334	37 036	0,524	Si
165	20	0,527	2 459	0,008	89	0,527	2 459	0,036	179	0,527	2 459	0,073	Si
166	318	0,527	35 984	0,009	1 041	0,527	35 984	0,029	2 361	0,527	35 984	0,066	Si

#### Parete : 9

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
175(*)	172	25	6,894	0,034	0,034	0,034	Si

176(*)	86	25	3,449	0,053	0,020	0,034	Si
177	318	30	10,600	0,069	0,053	0,063	Si
178	318	30	10,600	0,160	0,060	0,102	Si
179	318	25	12,720	0,066	0,064	0,066	Si
180	318	25	12,720	0,095	0,064	0,091	Si
181	318	30	10,600	0,107	0,053	0,090	Si
182	318	30	10,600	0,125	0,054	0,097	Si
183	348	30	11,600	0,058	0,058	0,058	Si
184	346	30	11,533	0,058	0,058	0,058	Si
185	346	30	11,533	0,210	0,058	0,087	Si
186	346	25	13,840	0,204	0,097	0,184	Si
187	346	25	13,840	0,130	0,069	0,123	Si
188	341	25	13,640	0,231	0,109	0,206	Si
189	341	25	13,640	0,098	0,068	0,095	Si
190	341	25	13,640	0,087	0,068	0,083	Si
191	341	25	13,640	0,085	0,068	0,084	Si
192	260	15	17,333	0,087	0,087	0,087	Si
193	258	15	17,200	0,086	0,086	0,086	Si
194	253	25	10,120	0,051	0,051	0,051	Si
195	253	25	10,120	0,051	0,051	0,051	Si
196	253	25	10,120	0,065	0,051	0,062	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
175(*)	1 340	0,822	98 304	0,014	2 085	0,822	98 304	0,021	2 831	0,822	98 304	0,029	Si
176(*)	2 347	0,812	380 338	0,006	3 700	0,917	429 080	0,009	5 160	0,874	409 197	0,013	Si
177	8 053	0,636	21 882	0,368	10 874	0,684	23 539	0,462	13 694	0,655	22 564	0,607	Si
178	947	0,448	3 073	0,308	1 509	0,663	4 551	0,332	2 071	0,559	3 836	0,540	Si
179	43 575	0,586	102 464	0,425	45 536	0,593	103 674	0,439	47 497	0,587	102 564	0,463	Si
180	82 553	0,517	224 307	0,368	87 420	0,593	257 221	0,340	92 287	0,524	227 039	0,406	Si
181	16 724	0,550	24 217	0,691	20 332	0,684	30 111	0,675	23 940	0,581	25 581	0,936	Si
182	3 517	0,514	7 182	0,490	4 661	0,682	9 517	0,490	5 805	0,569	7 942	0,731	Si
183	289	0,641	1 309	0,221	470	0,641	1 309	0,359	651	0,641	1 309	0,497	Si
184	2 811	0,643	15 254	0,184	4 287	0,643	15 254	0,281	5 763	0,643	15 254	0,378	Si
185	179	0,322	1 380	0,130	557	0,643	2 759	0,202	935	0,564	2 417	0,387	Si
186	22 307	0,280	49 527	0,450	24 209	0,485	85 618	0,283	26 110	0,317	56 043	0,466	Si
187	23 389	0,421	80 873	0,289	24 849	0,547	105 131	0,236	26 308	0,434	83 350	0,316	Si
188	2 836	0,233	6 625	0,428	3 098	0,467	13 266	0,234	3 361	0,281	7 998	0,420	Si
189	4 226	0,488	8 337	0,507	4 429	0,555	9 499	0,466	4 631	0,492	8 422	0,550	Si
190	25 875	0,508	172 761	0,150	29 533	0,555	188 797	0,156	33 192	0,517	175 583	0,189	Si
191	17 436	0,512	28 419	0,614	18 033	0,555	30 828	0,585	18 630	0,514	28 534	0,653	Si
192	646	0,418	16 779	0,038	1 244	0,418	16 779	0,074	2 040	0,418	16 779	0,122	Si
193	17	0,423	10 887	0,002	85	0,423	10 887	0,008	597	0,423	10 887	0,055	Si
194	32	0,705	11 615	0,003	42	0,705	11 615	0,004	194	0,705	11 615	0,017	Si
195	13 033	0,705	266 093	0,049	16 175	0,705	266 093	0,061	19 317	0,705	266 093	0,073	Si
196	1 250	0,660	15 733	0,079	1 455	0,705	16 789	0,087	1 660	0,671	15 994	0,104	Si



**Parete : 10**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
199(*)	220	20	11,000	0,055	0,055	0,055	Si
200(*)	196	20	9,806	0,216	0,072	0,069	Si
201(*)	86	30	2,871	0,014	0,014	0,014	Si
202	318	50	6,360	0,078	0,033	0,059	Si
203	318	50	6,360	0,115	0,049	0,086	Si
204	318	50	6,360	0,118	0,050	0,089	Si
205	318	50	6,360	0,135	0,051	0,086	Si
206	341	40	8,525	0,306	0,090	0,116	Si
207	341	40	8,525	0,178	0,074	0,128	Si
208	341	40	8,525	0,191	0,043	0,064	Si
209	253	20	12,650	0,063	0,063	0,063	Si
210	253	20	12,650	0,063	0,063	0,063	Si
211	253	30	8,433	0,215	0,057	0,048	Si
212	253	30	8,433	0,042	0,042	0,042	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
199(*)	155	0,666	10 751	0,014	279	0,666	10 751	0,026	1 331	0,666	10 751	0,124	Si
200(*)	111	0,348	4 420	0,025	195	0,649	8 230	0,024	932	0,658	8 343	0,112	Si
201(*)	0	0,938	64 358	0,000	0	0,938	64 358	0,000	1 751	0,938	64 358	0,027	Si
202	17 789	0,699	53 798	0,331	24 097	0,838	64 537	0,373	30 405	0,758	58 375	0,521	Si
203	2 172	0,622	5 729	0,379	2 745	0,789	7 273	0,377	3 318	0,677	6 239	0,532	Si
204	1 248	0,616	3 044	0,410	1 555	0,784	3 873	0,402	1 863	0,671	3 313	0,562	Si
205	5 522	0,585	17 927	0,308	8 034	0,782	23 983	0,335	10 547	0,678	20 808	0,507	Si
206	338	0,225	1 413	0,239	650	0,627	3 933	0,165	1 203	0,576	3 610	0,333	Si
207	8 363	0,456	17 696	0,473	10 777	0,669	25 931	0,416	13 191	0,553	21 453	0,615	Si
208	1 761	0,428	28 491	0,062	6 522	0,763	50 800	0,128	12 392	0,699	46 529	0,266	Si
209	215	0,596	1 204	0,179	357	0,596	1 204	0,297	499	0,596	1 204	0,415	Si
210	156	0,596	10 018	0,016	336	0,596	10 018	0,034	1 519	0,596	10 018	0,152	Si
211	39	0,380	7 476	0,005	95	0,722	14 184	0,007	1 144	0,748	14 710	0,078	Si
212	0	0,766	27 938	n / d	0	0,766	27 938	n / d	1 945	0,766	27 938	0,070	No

**Parete : 11**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
215(*)	126	25	5,051	0,025	0,025	0,025	Si
216	318	25	12,720	0,145	0,071	0,139	Si
217	318	25	12,720	0,138	0,068	0,135	Si
218	318	25	12,720	0,128	0,064	0,124	Si
219	348	25	13,920	0,070	0,070	0,070	Si
220	348	25	13,920	0,139	0,070	0,133	Si
221	341	25	13,640	0,125	0,068	0,122	Si
222	341	25	13,640	0,117	0,068	0,112	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
215(*)	18 176	0,890	1 050 345	0,017	23 568	0,890	1 050 345	0,022	28 960	0,890	1 050 345	0,028	Si
216	48 558	0,421	83 629	0,581	50 547	0,573	113 969	0,444	52 536	0,432	85 987	0,611	Si
217	66 302	0,434	86 696	0,765	67 820	0,581	115 979	0,585	69 338	0,440	87 948	0,788	Si
218	135 148	0,453	228 091	0,593	140 188	0,593	299 027	0,469	145 228	0,461	232 449	0,625	Si
219	30 756	0,544	182 822	0,168	34 373	0,544	182 822	0,188	37 989	0,544	182 822	0,208	Si
220	39 278	0,401	103 010	0,381	41 229	0,544	139 695	0,295	43 180	0,413	106 100	0,407	Si
221	75 530	0,435	148 349	0,509	78 122	0,555	189 487	0,412	80 713	0,442	150 749	0,535	Si
222	5 878	0,452	12 573	0,467	6 177	0,555	15 467	0,399	6 476	0,460	12 812	0,505	Si

### Parete : 12

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
225(*)	89	40	2,229	0,055	0,013	0,015	Si
226(*)	58	25	2,300	0,245	0,122	0,017	Si
227	318	40	7,950	0,040	0,040	0,040	Si
228	318	40	7,950	0,040	0,040	0,040	Si
229	318	40	7,950	0,055	0,040	0,044	Si
230	346	40	8,650	0,227	0,060	0,091	Si
231	346	40	8,650	0,132	0,050	0,085	Si
232	348	40	8,700	0,044	0,044	0,044	Si
233	343	40	8,575	0,043	0,043	0,043	Si
234	258	25	10,320	0,052	0,052	0,052	Si
235	258	25	10,320	0,052	0,052	0,052	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
225(*)	280	0,816	74 051	0,004	824	0,946	85 895	0,010	3 221	0,940	85 342	0,038	Si
226(*)	14	0,427	15 845	0,001	14	0,654	24 281	0,001	647	0,934	34 704	0,019	Si
227	8 233	0,784	27 403	0,300	11 096	0,784	27 403	0,405	13 959	0,784	27 403	0,509	Si
228	2 244	0,784	9 355	0,240	3 075	0,784	9 355	0,329	3 906	0,784	9 355	0,418	Si
229	5 184	0,737	49 724	0,104	11 048	0,784	52 907	0,209	16 912	0,769	51 932	0,326	Si
230	2 522	0,350	14 266	0,177	6 112	0,709	28 875	0,212	9 703	0,622	25 336	0,383	Si
231	1 233	0,544	6 078	0,203	1 928	0,738	8 250	0,234	2 623	0,634	7 085	0,370	Si
232	1 818	0,757	32 406	0,056	4 483	0,757	32 406	0,138	7 148	0,757	32 406	0,221	Si
233	205	0,761	7 993	0,026	535	0,761	7 993	0,067	1 461	0,761	7 993	0,183	Si
234	26	0,696	2 256	0,012	128	0,696	2 256	0,057	356	0,696	2 256	0,158	Si
235	117	0,696	17 069	0,007	580	0,696	17 069	0,034	2 308	0,696	17 069	0,135	Si

### Parete : 13

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
240(*)	153	35	4,377	0,053	0,022	0,024	Si
241(*)	63	40	1,582	0,039	0,009	0,013	Si
242	318	40	7,950	0,147	0,053	0,088	Si

243	318	40	7,950	0,167	0,062	0,102	Si
244	318	40	7,950	0,058	0,040	0,051	Si
245	314	40	7,850	0,066	0,039	0,056	Si
246	346	40	8,650	0,130	0,044	0,073	Si
247	346	40	8,650	0,149	0,045	0,072	Si
248	348	40	8,700	0,044	0,044	0,044	Si
249	344	40	8,600	0,068	0,043	0,045	Si
250(*)	260	35	7,419	0,370	0,107	0,093	No
251(*)	207	35	5,925	0,244	0,055	0,079	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
240(*)	65	0,809	22 729	0,003	87	0,904	25 399	0,003	1 221	0,900	25 303	0,048	Si
241(*)	354	0,869	127 916	0,003	1 019	0,961	141 487	0,007	2 156	0,950	139 806	0,015	Si
242	5 156	0,528	22 632	0,228	8 276	0,742	31 822	0,260	11 397	0,641	27 488	0,415	Si
243	1 146	0,490	4 769	0,240	1 748	0,717	6 983	0,250	2 351	0,615	5 992	0,392	Si
244	2 306	0,727	8 008	0,288	3 017	0,784	8 636	0,349	3 728	0,749	8 248	0,452	Si
245	3 127	0,706	8 689	0,360	4 042	0,788	9 698	0,417	4 957	0,736	9 061	0,547	Si
246	549	0,547	3 337	0,164	1 086	0,758	4 620	0,235	1 624	0,670	4 083	0,398	Si
247	2 468	0,510	19 158	0,129	5 707	0,754	28 340	0,201	9 019	0,670	25 182	0,358	Si
248	885	0,757	66 662	0,013	2 283	0,757	66 662	0,034	5 482	0,757	66 662	0,082	Si
249	144	0,685	16 843	0,009	1 015	0,760	18 688	0,054	1 908	0,755	18 548	0,103	Si
250(*)	170	0,000	n / d	n / d	320	0,616	6 211	0,052	1 010	0,642	6 481	0,156	No
251(*)	934	0,380	11 077	0,084	2 485	0,779	22 704	0,109	4 077	0,706	20 570	0,198	Si

**Parete : 14**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
253	253	30	8,433	0,042	0,042	0,042	Si
254(*)	40	30	1,318	0,007	0,007	0,007	Si
255(*)	20	30	0,659	0,248	0,114	0,042	Si
256	318	30	10,600	0,118	0,055	0,105	Si
257	318	30	10,600	0,099	0,053	0,089	Si
258	341	30	11,367	0,168	0,074	0,135	Si
259	341	30	11,367	0,128	0,057	0,103	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
253	3 501	0,766	119 847	0,029	8 464	0,766	119 847	0,071	13 428	0,766	119 847	0,112	Si
254(*)	145	0,972	115 541	0,001	170	0,972	115 541	0,001	744	0,972	115 541	0,006	Si
255(*)	17	0,437	16 354	0,001	19	0,681	25 503	0,001	109	0,865	32 390	0,003	Si
256	40 535	0,527	83 265	0,487	45 863	0,677	106 855	0,429	51 191	0,553	87 382	0,586	Si
257	7 001	0,565	15 052	0,465	7 899	0,684	18 208	0,434	8 798	0,583	15 527	0,567	Si
258	19 630	0,412	47 427	0,414	23 808	0,601	69 118	0,344	27 986	0,476	54 756	0,511	Si
259	2 080	0,490	7 577	0,274	2 642	0,650	10 068	0,262	3 203	0,537	8 314	0,385	Si

**Parete : 15**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
261	318	18	17,667	0,099	0,088	0,098	Si
262(*)	67	18	3,697	0,178	0,065	0,068	Si
263(*)	132	18	7,310	0,037	0,037	0,037	Si
264	342	18	19,000	0,146	0,095	0,130	Si
265	346	18	19,222	0,148	0,096	0,131	Si
266	346	18	19,222	0,146	0,096	0,129	Si
267	258	18	14,333	0,072	0,072	0,072	Si
268	258	18	14,333	0,072	0,072	0,072	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
261	25 321	0,388	33 503	0,756	27 567	0,407	35 131	0,785	29 813	0,391	33 748	0,883	Si
262(*)	319	0,538	57 806	0,006	457	0,775	83 252	0,005	1 039	0,767	82 384	0,013	Si
263(*)	414	0,807	59 107	0,007	662	0,807	59 107	0,011	1 447	0,807	59 107	0,024	Si
264	2 654	0,281	6 593	0,403	3 269	0,365	8 548	0,382	3 884	0,308	7 212	0,539	Si
265	5 642	0,274	15 948	0,354	7 015	0,358	20 820	0,337	8 387	0,302	17 542	0,478	Si
266	1 228	0,277	3 427	0,358	1 553	0,358	4 435	0,350	1 879	0,305	3 776	0,498	Si
267	6 843	0,527	60 075	0,114	9 046	0,527	60 075	0,151	11 250	0,527	60 075	0,187	Si
268	1 883	0,527	22 927	0,082	2 724	0,527	22 927	0,119	3 565	0,527	22 927	0,155	Si

**Parete : 16**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
269	346	18	19,222	0,131	0,096	0,117	Si
270	318	18	17,667	0,088	0,088	0,088	Si
271	318	18	17,667	0,088	0,088	0,088	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
269	7 709	0,301	28 084	0,275	10 365	0,358	33 373	0,311	13 021	0,324	30 241	0,431	Si
270	10 013	0,407	16 195	0,618	10 898	0,407	16 195	0,673	11 784	0,407	16 195	0,728	Si
271	7 177	0,407	13 345	0,538	7 907	0,407	13 345	0,593	8 637	0,407	13 345	0,647	Si

**Parete : 17**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
272	320	40	8,000	0,040	0,040	0,040	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	Nd	Φ	Nr	Nd/Nr	
272	12 177	0,782	51 161	0,238	17 688	0,782	51 161	0,346	23 200	0,782	51 161	0,453	Si

**Parete : 18**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
275	313	18	17,389	0,105	0,087	0,102	Si
276	313	18	17,389	0,102	0,087	0,100	Si
277	336	18	18,667	0,155	0,093	0,137	Si
278	336	18	18,667	0,157	0,093	0,131	Si

Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
275	13 675	0,385	23 622	0,579	15 086	0,416	25 558	0,590	16 497	0,390	23 953	0,689	Si
276	1 735	0,390	2 711	0,640	1 895	0,416	2 895	0,655	2 055	0,394	2 740	0,750	Si
277	7 245	0,273	17 040	0,425	8 759	0,375	23 467	0,373	10 272	0,303	18 934	0,543	Si
278	223	0,270	878	0,254	301	0,375	1 219	0,247	379	0,314	1 019	0,372	Si

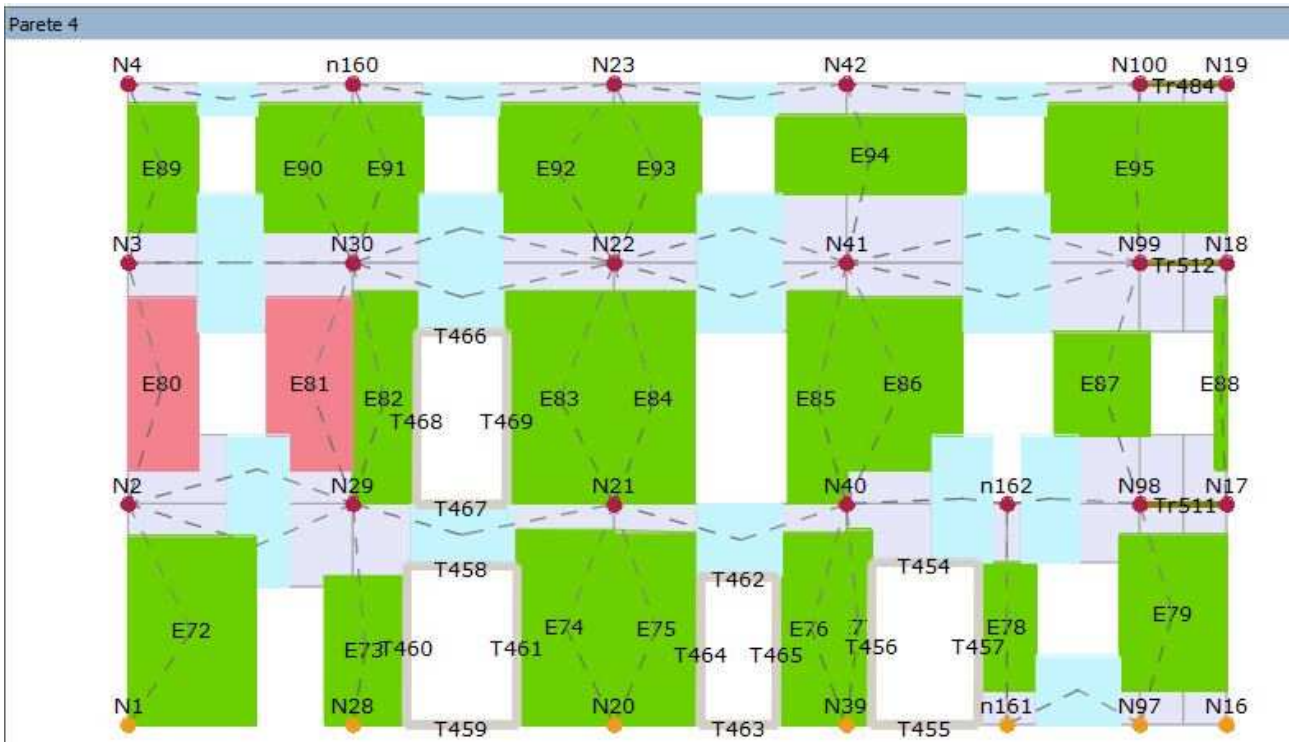
**Parete : 19**

Maschio	ho [cm]	t [cm]	ho/t	e1/t Inferiore	e2/t Centrale	e1/t Superiore	Verificato
279	253	18	14,056	0,070	0,070	0,070	Si
280(*)	20	18	1,099	0,339	0,133	0,032	No
281	343	18	19,056	0,095	0,095	0,095	Si
282	343	18	19,056	0,095	0,095	0,095	Si

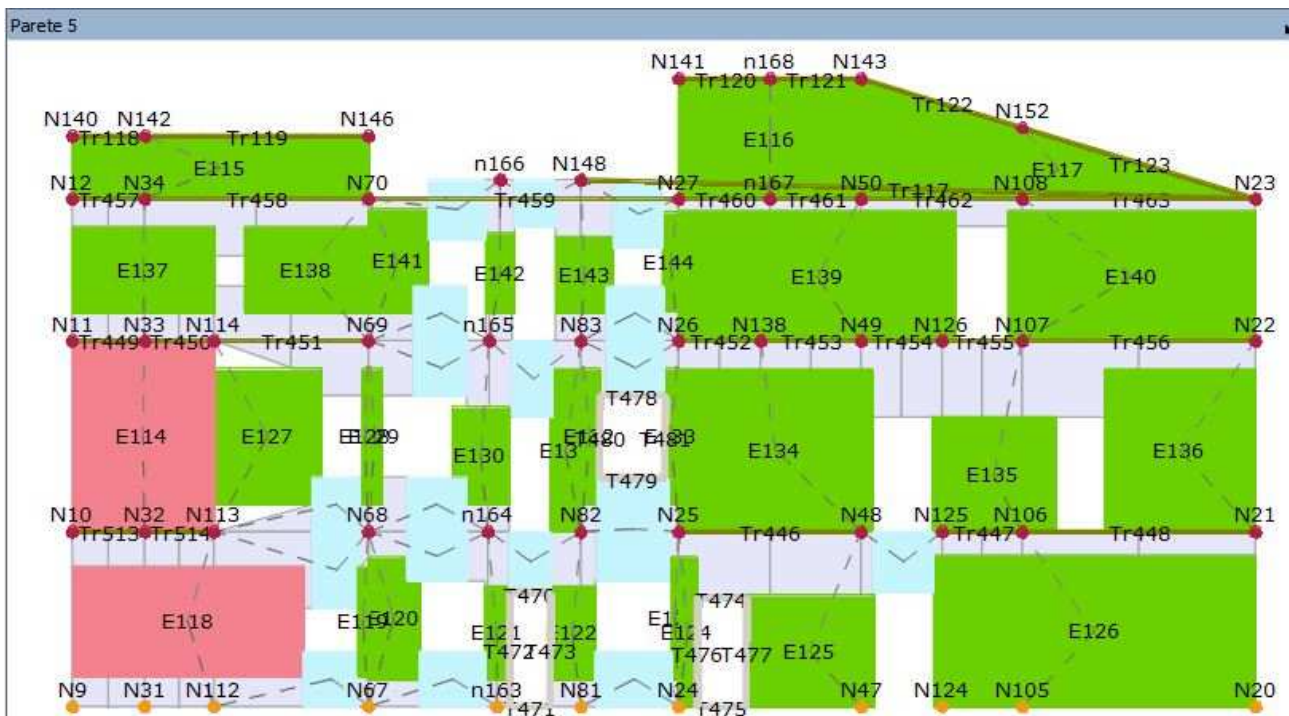
Maschio	Superiore				Centrale				Inferiore				Verificato
	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	Nd	$\Phi$	Nr	Nd/Nr	
279	658	0,539	17 593	0,037	1 349	0,539	17 593	0,077	2 040	0,539	17 593	0,116	Si
280(*)	5	0,000	n / d	n / d	6	0,643	20 998	0,000	58	0,895	29 229	0,002	No
281	1 249	0,363	2 929	0,427	1 445	0,363	2 929	0,493	1 640	0,363	2 929	0,560	Si
282	171	0,363	1 416	0,121	265	0,363	1 416	0,188	360	0,363	1 416	0,254	Si

(\*) Elementi di copertura

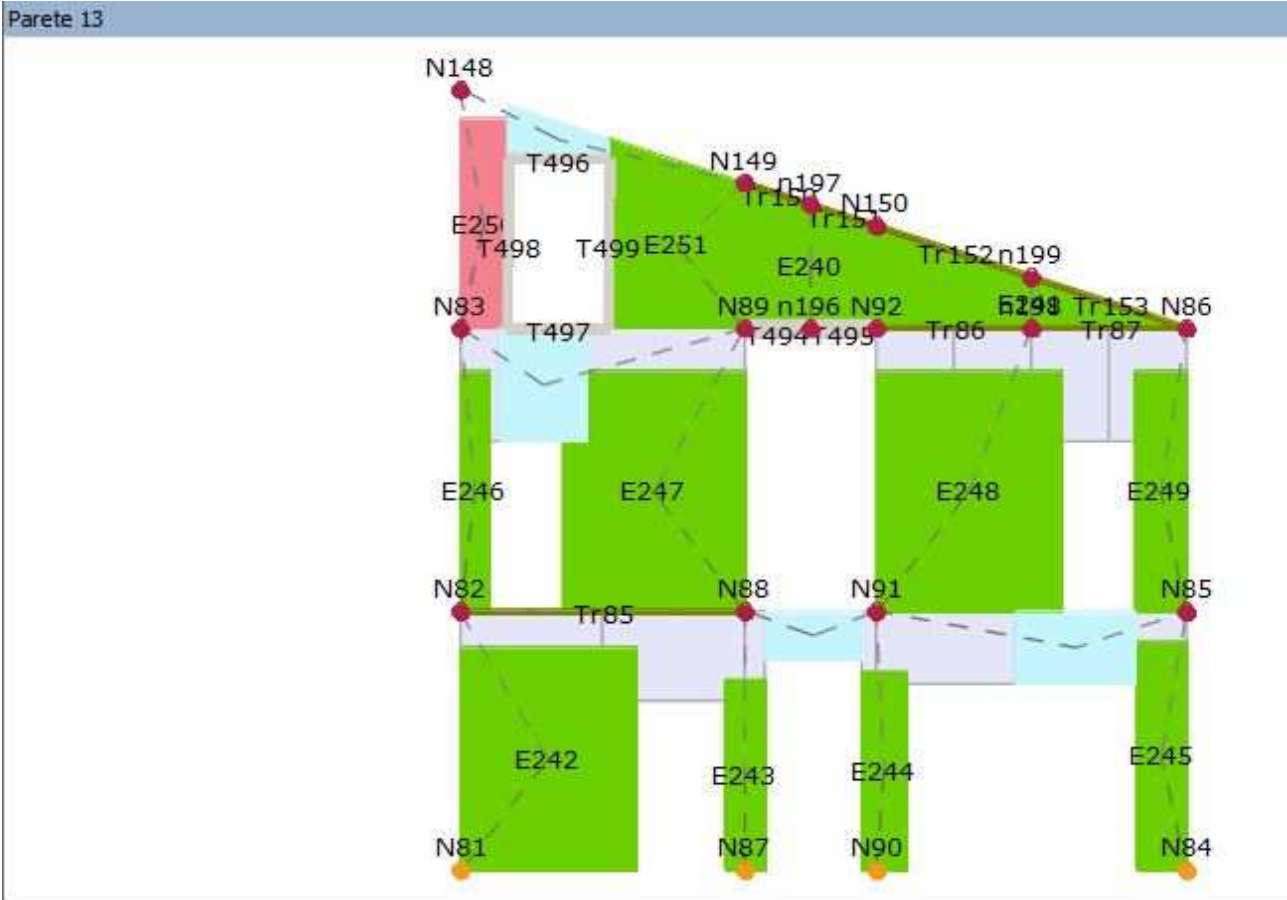
**Parete P4**



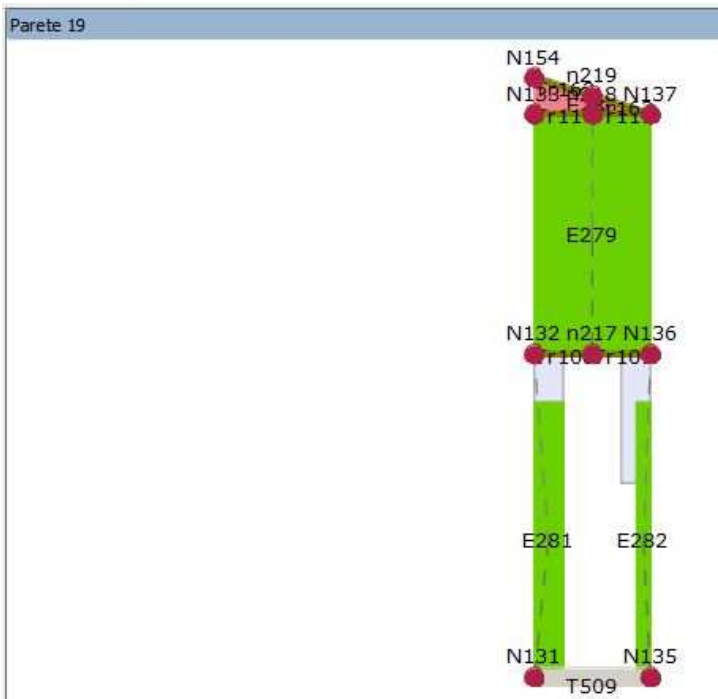
**Parete P5**

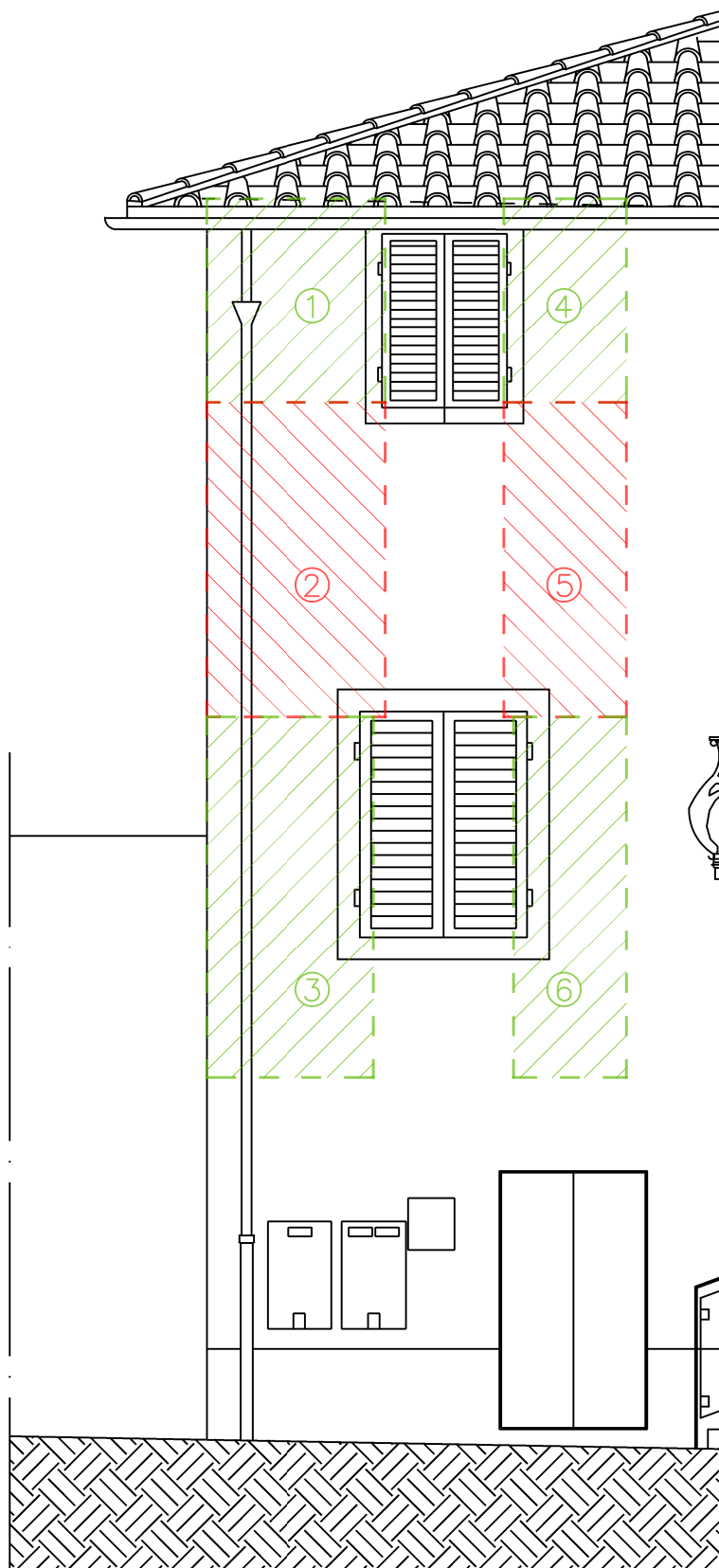


### Parete P13



### Parete P19





Schema maschi parete P4  
prospetto nord ovest  
Scala 1:50



**VERIFICHE STATICHE - PARETE 4 - MASCHIO 2**

<u>Pesi delle murature</u>	w (kN/m3)
M1-Muratura in pietrame disordinata	19,00
M2-Muratura di pietre a spacco con buona tessitura	21,00
M3-Muratura di mattoni pieni e malta di calce	18,00
M4-Muratura a conci sbozzati	20,00

coefficienti parziali di sicurezza (tab. 2.6.I NTC2018)

YG1	1,3
YG2	1,5
YQk	1,5

**CARICHI DERIVANTI DALLE MURATURE**

MURATURA IN ESAME		MURATURA SUPERIORE (maschio 1)	
h (m)	1,80	h (m)	1,60
sp (m)	0,15	sp (m)	0,15
L (m)	1,05	L (m)	1,05
peso tot	510,30 kg	peso tot	453,60 kg

**CARICHI DERIVANTI DAI SOLAI**

**SOLAIO DI COPERTURA**

Per il calcolo del peso derivante dal solaio di copertura si è considerata metà area di influenza del puntone (12,5m<sup>2</sup>), la quale è stata dimezzata ulteriormente (6,25m<sup>2</sup>) per considerare che il carico relativo a tale area si divide a metà tra i due muri di tamponamento che formano il cantonale su cui poggia il puntone stesso.

Il carico concentrato è ricavato dal prodotto dei carichi G1, G2, Qk combinati secondo la combinazione SLU per l'area di influenza. Questo carico viene poi ripartito per la luce dell'intero pannello murario (che comprende il maschio 2, il maschio 5 e la finestra che il divide) e poi moltiplicato per metà della luce stessa, in modo da considerare esclusivamente la quota parte di carico che interessa il maschio 2.

G1	90 kg/m <sup>2</sup>
G2	75 kg/m <sup>2</sup>
Qk	80 kg/m <sup>2</sup>
Area d'influenza	6,25 m <sup>2</sup>
carico totale	2184,38 kg
sviluppo	2,4 m
carico/m	910,16 kg/m
Carico solaio di copertura	1092,19 kg

**CARICHI AGGIUNTIVI**

Peso proprio puntone	50 kg
----------------------	-------

<b><u>CARICO TOT-Ned</u></b>	2395,26 kg
Area resistente	0,16 m <sup>2</sup>
tensione prog	15207,98 kg/m <sup>2</sup> = 0,15207984 N/mm <sup>2</sup>

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  ALLA BASE DEL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

N1	1746,87 kg	es1	0 m
d1	0 m	es2	0 m
N2dx	0 kg	es	0 m
d2dx	0 m	ea	0,009 m
N2sx	0 kg	e1	0,009 m
d2sx	0 m	m1	0,36 <b>OK</b>
		$\lambda$	12 <b>OK</b>

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	10	C11	0,86
A2	15	C12	0,61
B1	0	C21	0,69
B2	0,5	C22	0,48

$\phi =$  0,62

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC2	
YM	3,00	
FC	1,20	
fm	3,45 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,62	
frd	0,60 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	9411,26 daN	
Ned	2410,26 daN	
$\sigma_d$	0,1530322 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,25

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  IN TESTA AL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

N1	1746,87 kg	es1	0 m
d1	0 m	es2	0 m
N2dx	0 kg	es	0 m
d2dx	0 m	ea	0,009 m
N2sx	0 kg	e1	0,009 m
d2sx	0 m	m1	0,36 <b>OK</b>
		$\lambda$	12 <b>OK</b>

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	10	C11	0,86
A2	15	C12	0,61
B1	0	C21	0,69
B2	0,5	C22	0,48

$\phi =$  0,62

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC2
YM	3,00
FC	1,20
fm	3,45 N/mm <sup>2</sup>
$\phi$	0,62
frd	0,60 N/mm <sup>2</sup>
Nrd	9411,26 daN
Ned	1746,87 daN
$\sigma_d$	0,1109122 N/mm <sup>2</sup>

**VERIFICATO**

coefficiente di sicurezza 0,19

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  IN MEZZERIA DEL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

N1	1746,87 kg	es1	0 m	ev	0,017248 m
d1	0 m	es2	0 m	e2	0,021748 m
N2dx	0 kg	es	0 m	m2	0,86991 <b>OK</b>
d2dx	0 m	ea	0,009 m	$\lambda$	12 <b>OK</b>
N2sx	0 kg	e1	0,009 m		
d2sx	0 m	qv	81,2 kg/m <sup>2</sup>		
		Mv	34,5303 kgm		

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16

15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	10	C11	0,61
A2	15	C12	0,45
B1	0,5	C21	0,48
B2	1	C22	0,32

$\phi = 0,44$

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC2	
YM	3,00	
FC	1,20	
fm	3,45 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,44	
frd	0,42 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	6635,65 daN	
Ned	2078,56 daN	
$\sigma_d$	0,1319722 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,31

**VERIFICHE STATICHE - PARETE 4 - MASCHIO 5**

<u>Pesi delle murature</u>	w (kN/m3)
M1-Muratura in pietrame disordinata	19,00
M2-Muratura di pietre a spacco con buona tessitura	21,00
M3-Muratura di mattoni pieni e malta di calce	18,00
M4-Muratura a conci sbozzati	20,00

coefficienti parziali di sicurezza (tab. 2.6.I NTC2018)

YG1	1,3
YG2	1,5
YQk	1,5

**CARICHI DERIVANTI DALLE MURATURE**

**MURATURA IN ESAME**

h (m)	1,80
sp (m)	0,15
L (m)	0,80
peso tot	388,80 kg

**MURATURA SUPERIORE**

h (m)	1,60
sp (m)	0,15
L (m)	0,80
peso tot	345,60 kg

**CARICHI DERIVANTI DAI SOLAI**

**SOLAIO DI COPERTURA - FALDA SU PIAZZA MATTEOTTI**

G1	90 kg/m <sup>2</sup>
G2	75 kg/m <sup>2</sup>
Qk	80 kg/m <sup>2</sup>
area infl	2 m <sup>2</sup>
carico tot	699 kg

**SOLAIO DI COPERTURA - CARICO DEL PUNTO**

Per il calcolo del peso derivante dal solaio di copertura si è considerata metà area di influenza del puntone (12,5m<sup>2</sup>), la quale è stata dimezzata ulteriormente (6,25m<sup>2</sup>) per considerare che il carico relativo a tale area si divide a metà tra i due muri di tamponamento che formano il cantonale su cui poggia il puntone stesso.

Il carico concentrato è ricavato dal prodotto dei carichi G1, G2, Qk combinati secondo la combinazione SLU per l'area di influenza. Questo carico viene poi ripartito per la luce dell'intero pannello murario (che comprende il maschio 2, il maschio 5 e la finestra che il divide) e poi moltiplicato per metà della luce stessa, in modo da considerare esclusivamente la quota parte di carico che interessa il maschio 5.

G1	90 kg/m <sup>2</sup>	sviluppo	2,4 m
G2	75 kg/m <sup>2</sup>	carico/m	910,1563 kg/m
Qk	80 kg/m <sup>2</sup>	carico	1092,188 kg
area infl	6,25 m <sup>2</sup>		

carico tot 2184,375 kg

CARICHI AGGIUNTIVI

Peso proprio puntone 50 kg

**CARICO TOT-Ned** 3888,10 kg

Area resistente 0,12 m<sup>2</sup>

tensione prog 32400,79 kg/m<sup>2</sup> = 0,3240079 N/mm<sup>2</sup>

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  ALLA BASE DEL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

		es1	0 m
N1	2305,47 kg	es2	0 m
d1	0 m	es	0 m
N2dx	0 kg	ea	0,009 m
d2dx	0 m	e1	0,009 m
N2sx	0 kg	m1	0,36 <b>OK</b>
d2sx	0 m	$\lambda$	12 <b>OK</b>

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	10	C11	0,86
A2	15	C12	0,61
B1	0	C21	0,69
B2	0,5	C22	0,48

$\phi =$  0,62

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC2
YM	3,00
FC	1,20
fm	3,45 N/mm <sup>2</sup>
$\phi$	0,62
frd	0,60 N/mm <sup>2</sup>
Nrd	7170,48 daN
Ned	2810,91 daN
$\sigma_d$	0,2342423 N/mm <sup>2</sup>

**VERIFICATO**

coefficiente di sicurezza 0,39

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  IN TESTA AL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

		es1	0 m
N1	2305,47 kg	es2	0 m
d1	0 m	es	0 m
N2dx	0 kg	ea	0,009 m
d2dx	0 m	e1	0,009 m
N2sx	0 kg	m1	0,36 <b>OK</b>
d2sx	0 m	$\lambda$	12 <b>OK</b>

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	10	C11	0,86
A2	15	C12	0,61
B1	0	C21	0,69
B2	0,5	C22	0,48

$\phi =$  0,62

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC2	
YM	3,00	
FC	1,20	
fm	3,45 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,62	
frd	0,60 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	7170,48 daN	
Ned	2305,47 daN	
$\sigma_d$	0,1921223 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,32

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  IN MEZZERIA DEL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

		es1	0 m	ev	0,010524 m
N1	2305,47 kg	es2	0 m	e2	0,015024 m
d1	0 m	es	0 m	m2	0,600963 <b>OK</b>
N2dx	0 kg	ea	0,009 m	$\lambda$	12 <b>OK</b>
d2dx	0 m	e1	0,009 m		

N2sx                    0 kg            qv                    81,2 kg/m2  
 d2sx                    0 m            Mv                    26,3088 kgm

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1                    10                    C11                    0,61  
 A2                    15                    C12                    0,45  
 B1                    0,5                    C21                    0,48  
 B2                    1                      C22                    0,32

$\phi =$                     0,53

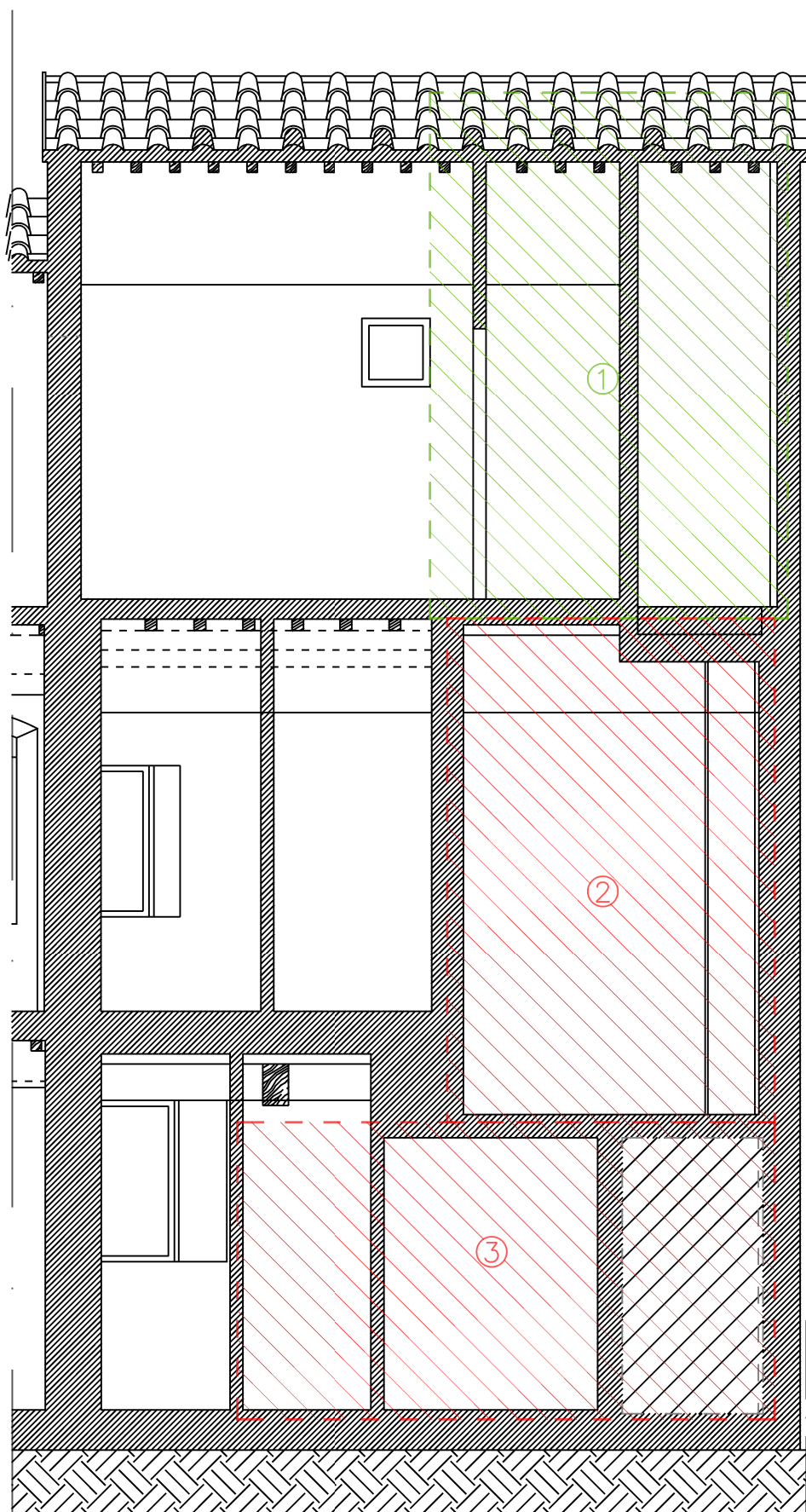
**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1
-------------

LC                    LC2  
 YM                    3,00  
 FC                    1,20  
 fm                    3,45 N/mm2  
 $\phi$                     0,53  
 frd                    0,50 N/mm2  
 Nrd                    6045,46 daN  
 Ned                    2558,19 daN  
 $\sigma_d$                     0,2131823 N/mm2                    **VERIFICATO**

coefficiente di sicurezza                    0,42





Schema maschi parete P5  
sezione C-C'  
Scala 1:50

VERIFICHE STATICHE - PARETE 5 - MASCHIO 2

Pesi delle murature	w (kN/m <sup>3</sup> )
M1-Muratura in pietrame disordinata	19,00
M2-Muratura di pietre a spacco con buona tessitura	21,00
M3-Muratura di mattoni pieni e malta di calce	18,00
M4-Muratura a conci sbazzati	20,00

coefficienti parziali di sicurezza (tab. 2.6.I NTC2018)

YG1	1,3
YG2	1,5
YQk	1,5

**CARICHI DERIVANTI DALLE MURATURE**

MURATURA IN ESAME

h (m)	3,40
sp (m)	0,38
L (m)	2,60
peso tot	6382,48 kg

MURATURA SUPERIORE

h (m)	3,90
sp (m)	0,20
L (m)	2,60
peso tot	3650,40 kg

**CARICHI DERIVANTI DAI SOLAI**

SOLAIO DI COPERTURA (dx)

G1	90 kg/m <sup>2</sup>
G2	75 kg/m <sup>2</sup>
Qk	80 kg/m <sup>2</sup>
area infl	2,08 m <sup>2</sup>
carico tot	726,96 kg

SOLAIO P2 (dx)

G1	210 kg/m <sup>2</sup>
G2	160 kg/m <sup>2</sup>
Qk	300 kg/m <sup>2</sup>
area infl	1,95 m <sup>2</sup>
carico tot	1877,85 kg

SOLAIO COPERTURA EDIFICIO ADIACENTE (sx)

G1	90 kg/m <sup>2</sup>
G2	75 kg/m <sup>2</sup>
Qk	80 kg/m <sup>2</sup>
area infl	4,55 m <sup>2</sup>
carico tot	1590,225 kg

<b><u>CARICO TOT-Ned</u></b>	17237,78 kg
Area resistente	0,99 m <sup>2</sup>
tensione prog	17447,14 kg/m <sup>2</sup> = 0,174471 N/mm <sup>2</sup>

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  ALLA BASE DEL MURO**

		es1	0,048968 m
N1	5472,48 kg	es2	0 m

d1	0,08 m	es	0,048968 m
N2dx	1877,85 kg	ea	0,017 m
d2dx	0 m	e1	0,065968 m
N2sx	1590,225 kg	m1	1,041595 <b>OK</b>
d2sx	0 m	$\lambda$	8,947368 <b>OK</b>

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	5	C11	0,55
A2	10	C12	0,39
B1	1	C21	0,45
B2	1,5	C22	0,27

$\phi =$  0,46

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC2	
YM	3,00	
FC	1,20	
fm	1,50 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,46	
frd	0,19 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	18789,64 daN	
Ned	17237,78 daN	
$\sigma_d$	0,1744714 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,92

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  IN TESTA AL MURO**

		es1	0,048968 m
N1	5472,48 kg	es2	0 m
d1	0,08 m	es	0,048968 m
N2dx	1877,85 kg	ea	0,017 m
d2dx	0 m	e1	0,065968 m
N2sx	1590,225 kg	m1	1,041595 <b>OK</b>
d2sx	0 m	$\lambda$	8,947368 <b>OK</b>

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
---------------------	--------------------------------	--	--	--	--

	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	5	C11	0,55
A2	10	C12	0,39
B1	1	C21	0,45
B2	1,5	C22	0,27

$\phi =$  0,46

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC2	
YM	3,00	
FC	1,20	
fm	1,50 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,46	
frd	0,19 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	18789,64 daN	
Ned	8940,56 daN	
$\sigma$	0,0904914 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,48

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  IN MEZZERIA DEL MURO**

N1	5472,48 kg	es1	0,048968 m	ev	0 m
d1	0,08 m	es2	0 m	e2	0,032984 m
N2dx	1877,85 kg	es	0,048968 m	m2	0,520798 <b>OK</b>
d2dx	0 m	ea	0,017 m	$\lambda$	8,947368 <b>OK</b>
N2sx	1590,225 kg	e1	0,065968 m		
d2sx	0 m	qv	0 kg/m <sup>2</sup>		parete non esposta
		Mv	0 kgm		

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	5	C11	0,71
----	---	-----	------

A2	10	C12	0,55
B1	0,5	C21	0,61
B2	1	C22	0,45

$\phi = 0,62$

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC2	
YM	3,00	
FC	1,20	
fm	1,50 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,62	
frd	0,26 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	25704,36 daN	
Ned	13089,17 daN	
$\sigma_d$	0,1324814 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,51

VERIFICHE STATICHE - PARETE 5 - MASCHIO 3
---

<u>Pesi delle murature</u>	w (kN/m <sup>3</sup> )
M1-Muratura di pietrame disordinata	19,00
M2-Muratura di pietre a spacco con buona tessitura	21,00
M3-Muratura di mattoni pieni e malta di calce	18,00
M4-Muratura a conci sbazzati	20,00

coefficienti parziali di sicurezza (tab.2.6.I NTC2018)

YG1	1,3
YG2	1,5
YQk	1,5

**CARICHI DERIVANTI DALLE MURATURE**

MURATURA IN ESAME

h (m)	2,10
sp (m)	0,38
L (m)	4,20
peso tot	6368,04 kg

MURATURA SUPERIORE 35cm

h (m)	3,40
sp (m)	0,38
L (m)	4,20
peso tot	10310,16 kg

MURATURA SUPERIORE 20cm

h (m)	3,90
sp (m)	0,20
L (m)	4,20
peso tot	5896,80 kg

**CARICHI DERIVANTI DAI SOLAI**

SOLAIO DI COPERTURA (dx)

G1	90 kg/m <sup>2</sup>
G2	75 kg/m <sup>2</sup>
Qk	80 kg/m <sup>2</sup>
area infl	3,36 m <sup>2</sup>
carico tot	1174,32 kg

SOLAIO P2 (dx)

G1	210 kg/m <sup>2</sup>
G2	160 kg/m <sup>2</sup>
Qk	300 kg/m <sup>2</sup>
area infl	3,36 m <sup>2</sup>
carico tot	3235,68 kg

SOLAIO P1 (dx)

G1	350 kg/m <sup>2</sup>
----	-----------------------

SOLAIO COPERTURA EDIFICIO ADIACENTE (sx)

G1	90 kg/m <sup>2</sup>
G2	75 kg/m <sup>2</sup>
QK	80 kg/m <sup>2</sup>
area infl	7,35 m <sup>2</sup>
carico tot	2568,83 kg

SOLAIO P1 EDIFICIO ADIACENTE (sx)

G1	105 kg/m <sup>2</sup>
----	-----------------------

G2	165 kg/m <sup>2</sup>	G2	150 kg/m <sup>2</sup>
Qk	360 kg/m <sup>2</sup>	QK	300 kg/m <sup>2</sup>
area infl	2,73 m <sup>2</sup>	area infl	7,35 m <sup>2</sup>
carico tot	3392,025 kg	carico tot	5964,525 kg

<b>CARICO TOT-Ned</b>	45682,88 kg
Area resistente	1,60 m <sup>2</sup>
tensione prog	28623,36 kg/m <sup>2</sup> = 0,28623355 N/mm <sup>2</sup>

**CALCOLO COEFFICIENTE CORRETTIVO  $\phi$  ALLA BASE DEL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

		es1	0 m
N1	36326,33 kg	es2	0 m
d1	0 m	es	0 m
N2dx	3392,025 kg	ea	0,0105 m
d2dx	0 m	e1	0,0105 m
N2sx	5964,53 kg	m1	0,165789 <b>OK</b>
d2sx	0 m	$\lambda$	5,526316 <b>OK</b>

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	5	C11	0,97
A2	10	C12	0,71
B1	0	C21	0,86
B2	0,5	C22	0,61

$\phi =$  0,87

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC2	
YM	3,00	
FC	1,20	
fm	1,50 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,87	
frd	0,36 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	58025,21 daN	
Ned	45682,88 daN	
$\sigma$	0,2862336 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,79

**CALCOLO COEFFICIENTE CORRETTIVO  $\phi$  IN TESTA AL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

		es1	0 m		
N1	28047,87 kg	es2	0 m		
d1	0 m	es	0 m		
N2dx	3392,025 kg	ea	0,0105 m		
d2dx	0 m	e1	0,0105 m		
N2sx	5964,53 kg	m1	0,165789 <b>OK</b>		
d2sx	0 m	$\lambda$	5,526316 <b>OK</b>		

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$ 

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	5	C11	0,97
A2	10	C12	0,71
B1	0	C21	0,86
B2	0,5	C22	0,61

 $\phi = 0,87$ **verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd &lt; 1

LC	LC2	
YM	3,00	
FC	1,20	
fm	1,50 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,87	
frd	0,36 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	58025,21 daN	
Ned	37404,42 daN	
$\sigma_d$	0,2343636 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,64

**CALCOLO COEFFICIENTE CORRETTIVO  $\phi$  IN MEZZERIA DEL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

		es1	0 m	ev	0 m
N1	28047,87 kg	es2	0 m	e2	0,00525 m
d1	0 m	es	0 m	m2	0,082895 <b>OK</b>
N2dx	3392,025 kg	ea	0,0105 m	$\lambda$	5,526316 <b>OK</b>
d2dx	0 m	e1	0,0105 m		



N2sx 5964,53 kg qv 0 kg/m2 parete non esposta  
d2sx 0 m Mv 0 kgm

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1 5 C11 0,97  
A2 10 C12 0,71  
B1 0 C21 0,86  
B2 0,5 C22 0,61

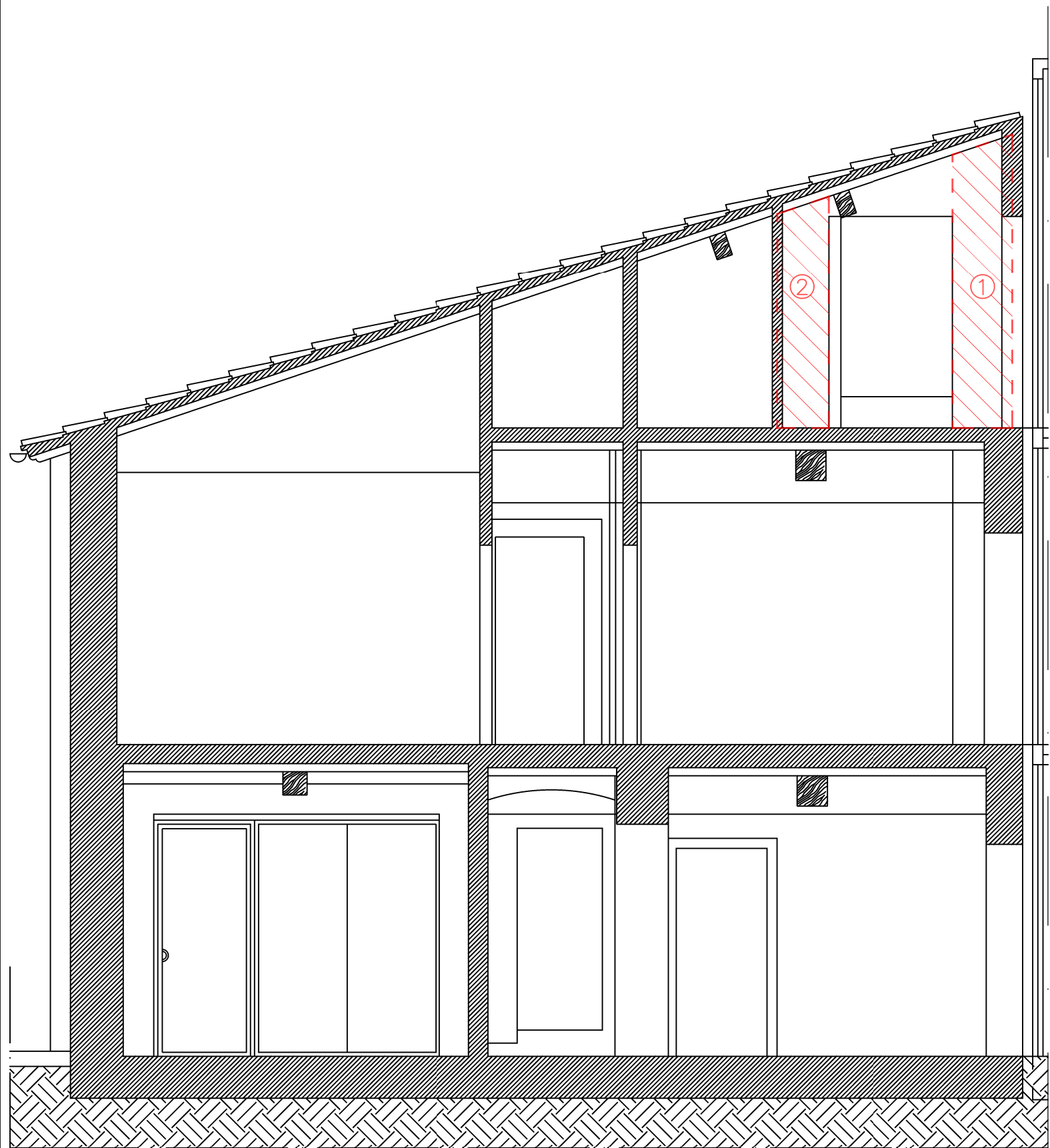
$\phi =$  0,92

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC LC2  
YM 3,00  
FC 1,20  
fm 1,50 N/mm2  
 $\phi$  0,92  
frd 0,38 N/mm2  
Nrd 60880,11 daN  
Ned 41543,65 daN  
 $\sigma_d$  0,2602986 N/mm2 **VERIFICATO**

coefficiente di sicurezza 0,68



Schema maschi parete P13  
sezione E-E'  
Scala 1:50

VERIFICHE STATICHE - PARETE 13 - MASCHIO 2
--

<u>Pesi delle murature</u>	w (kN/m <sup>3</sup> )
M1-Muratura di pietrame disordinata	19,00
M2-Muratura di pietre a spacco con buona tessitura	21,00
M3-Muratura di mattoni pieni e malta di calce	18,00
M4-Muratura a conci sbozzati	20,00

coefficienti parziali di sicurezza (tab. 2.6.I NTC2018)

YG1	1,3
YG2	1,5
YQk	1,5

**CARICHI DERIVANTI DALLE MURATURE**

MURATURA IN ESAME

h (m)	2,30
sp (m)	0,30
L (m)	0,50
peso tot	690,00 kg

MURATURA SUPERIORE

h (m)	0,00
sp (m)	0,00
L (m)	0,00
peso tot	0,00 kg

MURATURA FASCIA ADIACENTE (metà)

h (m)	0,35
sp (m)	0,30
L (m)	0,60
peso tot	126,00 kg

**CARICHI DERIVANTI DAI SOLAI**

SOLAIO DI COPERTURA (dx)

G1	90 kg/m <sup>2</sup>
G2	75 kg/m <sup>2</sup>
Qk	80 kg/m <sup>2</sup>
area infl	4,5 m <sup>2</sup>
carico tot	1572,75 kg

CARICHI AGGIUNTIVI

Peso proprio arcareccio	175 kg
-------------------------	--------

<b><u>CARICO TOT-Ned</u></b>	2808,55 kg
Area resistente	0,15 m <sup>2</sup>
tensione prog	18723,67 kg/m <sup>2</sup> = 0,1872367 N/mm <sup>2</sup>

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  ALLA BASE DEL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

		es1	0 m
N1	0,00 kg	es2	0 m
d1	0 m	es	0 m
N2dx	1800,25 kg	ea	0,0115 m
d2dx	0 m	e1	0,0115 m
N2sx	0 kg	m1	0,23 <b>OK</b>
d2sx	0 m	$\lambda$	7,666667 <b>OK</b>

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	5	C11	0,97
A2	10	C12	0,71
B1	0	C21	0,86
B2	0,5	C22	0,61

$\phi = 0,79$

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC1	
YM	3,00	
FC	1,35	
fm	2,00 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,79	
frd	0,39 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	5882,86 daN	
Ned	2861,05 daN	
$\sigma_d$	0,1907367 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,49

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  IN TESTA AL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

		es1	0 m
N1	0,00 kg	es2	0 m
d1	0 m	es	0 m
N2dx	1800,25 kg	ea	0,0115 m
d2dx	0 m	e1	0,0115 m
N2sx	0 kg	m1	0,23 <b>OK</b>
d2sx	0 m	$\lambda$	7,666667 <b>OK</b>

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	5	C11	0,97
A2	10	C12	0,71
B1	0	C21	0,86
B2	0,5	C22	0,61

$\phi =$  0,79

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC1	
YM	3,00	
FC	1,35	
fm	2,00 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,79	
frd	0,39 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	5882,86 daN	
Ned	1800,25 daN	
$\sigma_d$	0,1200167 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,31

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  IN MEZZERIA DEL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

N1	0,00 kg	es1	0 m	ev	0 m
d1	0 m	es2	0 m	e2	0,00575 m
N2dx	1800,25 kg	es	0 m	m2	0,115 OK
d2dx	0 m	ea	0,0115 m	$\lambda$	7,666667 OK
N2sx	0 kg	e1	0,0115 m		
d2sx	0 m	qv	0 kg/m <sup>2</sup>	parete non esposta	
		Mv	0 kgm		

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	5	C11	0,97
A2	10	C12	0,71
B1	0	C21	0,86
B2	0,5	C22	0,61

$\phi =$  0,85

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1
-------------

LC	LC1	
YM	3,00	
FC	1,35	
fm	2,00 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,85	
frd	0,42 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	6316,74 daN	
Ned	2412,55 daN	
$\sigma_d$	0,1608367 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,38

VERIFICHE STATICHE - PARETE 13 - MASCHIO 1

<u>Pesi delle murature</u>	w (kN/m3)
M1-Muratura di pietrame disordinata	19,00
M2-Muratura di pietre a spacco con buona tessitura	21,00
M3-Muratura di mattoni pieni e malta di calce	18,00
M4-Muratura a conci sbozzati	20,00

coefficienti parziali di sicurezza (tab.2.6.I NTC2018)

YG1	1,3
YG2	1,5
YQk	1,5

**CARICHI DERIVANTI DALLE MURATURE**

MURATURA IN ESAME

h (m)	2,80
sp (m)	0,30
L (m)	0,55
peso tot	924,00 kg

MURATURA FASCIA ADIACENTE (metà)

h (m)	0,35
sp (m)	0,30
L (m)	0,60
peso tot	126,00 kg

**CARICHI DERIVANTI DAI SOLAI**

SOLAIO DI COPERTURA (dx)

G1	90 kg/m2
G2	75 kg/m2
Qk	80 kg/m2
area infl	4,5 m2
carico tot	1572,75 kg

CARICHI AGGIUNTIVI

Peso proprio arcareccio 175 kg

<b><u>CARICO TOT-Ned</u></b>	3112,75 kg
Area resistente	0,17 m2
tensione prog	18865,15 kg/m2 = 0,18865152 N/mm2

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  ALLA BASE DEL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

		es1	0 m
N1	0,00 kg	es2	0 m
d1	0 m	es	0 m
N2dx	1800,25 kg	ea	0,014 m
d2dx	0 m	e1	0,014 m
N2sx	0 kg	m1	0,28 <b>OK</b>





20	0,53	0,36	0,23		
----	------	------	------	--	--

A1	5	C11	0,97
A2	10	C12	0,71
B1	0	C21	0,86
B2	0,5	C22	0,61

$\phi = 0,73$

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1
-------------

LC	LC1	
YM	3,00	
FC	1,35	
fm	2,00 N/mm <sup>2</sup>	
$\phi$	0,73	
frd	0,36 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	5980,09 daN	
Ned	1800,25 daN	
$\sigma$	0,1091061 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza 0,30

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  IN MEZZERIA DEL MURO (par. 4.5.6.2 NTC2018)**

N1	0,00 kg	es1	0 m	ev	0 m
d1	0 m	es2	0 m	e2	0,007 m
N2dx	1800,25 kg	es	0 m	m2	0,14 <b>OK</b>
d2dx	0 m	ea	0,014 m	$\lambda$	9,33333 <b>OK</b>
N2sx	0 kg	e1	0,014 m		
d2sx	0 m	qv	0 kg/m <sup>2</sup>	parete non esposta	
		Mv	0 kgm		

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	5	C11	0,97
A2	10	C12	0,71
B1	0	C21	0,86
B2	0,5	C22	0,61

$\phi = 0,80$

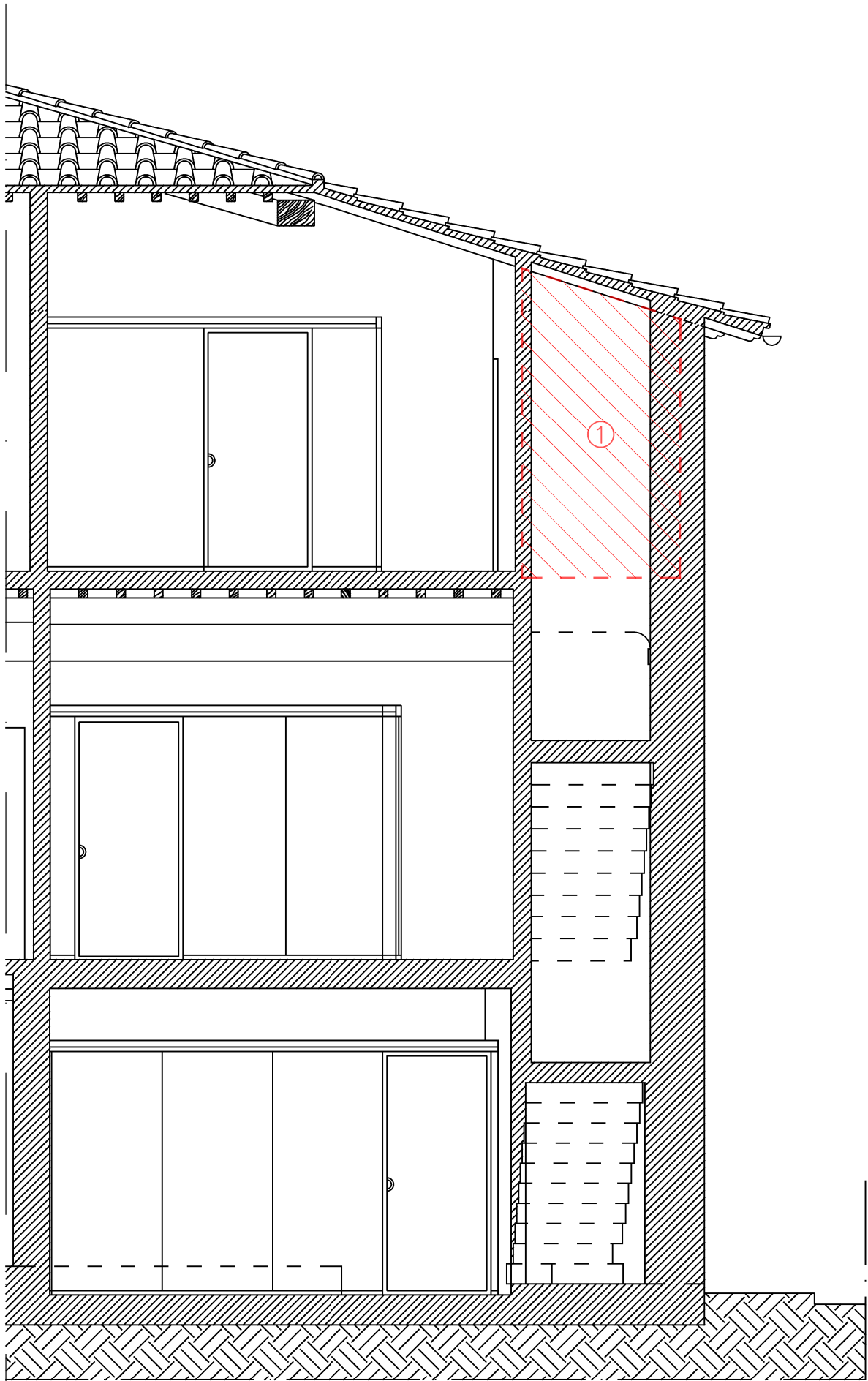
verifica di resistenza a compressione

Ned/Nrd < 1

LC	LC1
YM	3,00
FC	1,35
fm	2,00 N/mm <sup>2</sup>
φ	0,80
frd	0,40 N/mm <sup>2</sup>
Nrd	6553,50 daN
Ned	2564,65 daN
σd	0,1554333 N/mm <sup>2</sup>

**VERIFICATO**

coefficiente di sicurezza                      0,39



Schema maschi parete P9  
sezione A-A'  
Scala 1:50

VERIFICHE STATICHE - PARETE 19 - MASCHIO 1

<u>Pesi delle murature</u>	w (kN/m <sup>3</sup> )
M1-Muratura di pietrame disordinata	19,00
M2-Muratura di pietre a spacco con buona tessitura	21,00
M3-Muratura di mattoni pieni e malta di calce	18,00
M4-Muratura a conci sbozzati	20,00

coefficienti parziali di sicurezza (tab. 2.6.I NTC2018)

YG1	1,3
YG2	1,5
YQk	1,5

**CARICHI DERIVANTI DALLE MURATURE**

MURATURA IN ESAME

h (m)	2,60
sp (m)	0,18
L (m)	1,20
peso tot	1010,88 kg

**CARICHI PROVENIENTI DAI SOLAI**

SOLAIO P1 DESTRA (copertura)

G1	90 kg/m <sup>2</sup>
G2	75 kg/m <sup>2</sup>
Qk	80 kg/m <sup>2</sup>
area infl	0,8 m <sup>2</sup>
carico tot	279,6 kg

<b><u>CARICO TOT-Ned</u></b>	1593,74 kg
Area resistente	0,22 m <sup>2</sup>
tensione prog	7378,44 kg/m <sup>2</sup> = 0,073784 N/mm <sup>2</sup>

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  ALLA BASE DEL MURO (par. 2.5.6.2 NTC2018)**

		es1	0 m
N1	0,00 kg	es2	0 m
d1	0 m	es	0 m
N2dx	279,6 kg	ea	0,013 m
d2dx	0 m	e1	0,013 m
N2sx	0 kg	m1	0,433333 <b>OK</b>
d2sx	0 m	$\lambda$	14,44444 <b>OK</b>

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	10	C11	0,86
A2	15	C12	0,61
B1	0	C21	0,69
B2	0,5	C22	0,48

$\phi =$  0,52

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC	LC2		
YM	3,00		
FC	1,20		
fm	1,50 N/mm2		
$\phi$	0,52		
frd	0,22 N/mm2		
Nrd	4707,33 daN		
Ned	1593,74 daN		
$\sigma_d$	0,0737844 N/mm2	<b>VERIFICATO</b>	

coefficiente di sicurezza 0,34

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE  $\phi$  IN TESTA AL MURO (par. 2.5.6.2 NTC2018)**

		es1	0 m
N1	0,00 kg	es2	0 m
d1	0 m	es	0 m
N2dx	279,6 kg	ea	0,013 m
d2dx	0 m	e1	0,013 m
N2sx	0 kg	m1	0,433333 <b>OK</b>
d2sx	0 m	$\lambda$	14,44444 <b>OK</b>

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff.  $\Phi$

snellezza $\lambda$	coeff. eccentricità $m = 6e/t$				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	10	C11	0,86
A2	15	C12	0,61
B1	0	C21	0,69
B2	0,5	C22	0,48

$\phi =$  0,52

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC LC2  
YM 3,00  
FC 1,20  
fm 1,50 N/mm2  
φ 0,52  
frd 0,22 N/mm2  
Nrd 4707,33 daN  
Ned 279,60 daN  
σd 0,0129444 N/mm2

**VERIFICATO**

coefficiente di sicurezza 0,06

**CALCOLO COEFFICIENTE DI RIDUZIONE φ IN MEZZERIA DEL MURO (par. 2.5.6.2 NTC2018)**

N1	0,00 kg	es1	0 m	ev	0 m
d1	0 m	es2	0 m	e2	0,0065 m
N2dx	279,6 kg	es	0 m	m2	0,216667 <b>OK</b>
d2dx	0 m	ea	0,013 m	λ	14,44444 <b>OK</b>
N2sx	0 kg	e1	0,013 m		
d2sx	0 m	qv	0 kg/m2	parete non esposta	
		Mv	0 kgm		

Tab. 4.5.III NTC2018 - Valori del coeff. Φ

snellezza λ	coeff. eccentricità m = 6e/t				
	0	0,5	1	1,5	2
0	1	0,74	0,59	0,44	0,33
5	0,97	0,71	0,55	0,39	0,27
10	0,86	0,61	0,45	0,27	0,16
15	0,69	0,48	0,32	0,17	
20	0,53	0,36	0,23		

A1	10	C11	0,86
A2	15	C12	0,61
B1	0	C21	0,69
B2	0,5	C22	0,48

φ = 0,62

**verifica di resistenza a compressione**

Ned/Nrd < 1

LC LC2  
YM 3,00  
FC 1,20  
fm 1,50 N/mm2

$\phi$	0,62	
frd	0,26 N/mm <sup>2</sup>	
Nrd	5543,67 daN	
Ned	936,67 daN	
$\sigma_d$	0,0433644 N/mm <sup>2</sup>	<b>VERIFICATO</b>

coefficiente di sicurezza	0,17	
---------------------------	------	--

**COMUNE DI CAMPI BIENZIO**  
**PROVINCIA DI FIRENZE**

Allegato VI

**PROGETTO DEFINITIVO**  
**FASCICOLO DEI CALCOLI**  
**SOLAI DI PIANO – STATO DI FATTO**

**LAVORI DI RESTAURO DEL PALAZZO PRETORIO E LOCALI CONNESSI DA  
DESTINARE AD UFFICI COMUNALI NEL COMUNE DI CAMPI BIENZIO**  
**IMMOBILE POSTO IN PIAZZA G .MATTEOTTI**





### ANALISI DEI CARICHI

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto	1,00 kN/mq
----------	------------

Pavimentazione laterizio/ceramica	0,40 kN/mq
-----------------------------------	------------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

	kN/mq
--	-------

Tavolato in legno	0,200 kN/mq
-------------------	-------------

Soletta	1,68 kN/mq
---------	------------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	<b>TOTALE 3,28 kN/mq</b>
--	--------------------------

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici	3,00 kN/mq
--------------------	------------

Totale carichi permanenti G1 + G2:	
------------------------------------	--

	<b>TOTALE 3,28 kN/mq</b>
--	--------------------------

# Travetto solaio S1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,20 m	interasse	0,41 m
q SLU + pp	3,62 kN/m		
q SLE (rara)	2,59 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,73 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	8,76 kN/mq		
q SLE perm.	1,36 kN/m	G1+G2	3,28 kN/mq
q SLE acc.	1,23 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,02 kN/m		

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,65 kNm
Vsd  max	2,17 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	0,65 kNm
Vsd	2,17 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

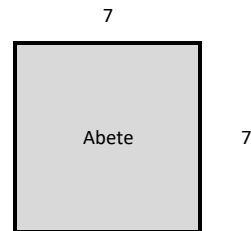
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	7 cm
b	7 cm
A	49 cm <sup>2</sup>
J	200,08 cm <sup>4</sup>
W	57,17 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	2,10E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo a flessione

σ <sub>m,d</sub>	11,40 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,51

## tensione massima di calcolo a taglio

τ <sub>d</sub>	0,66 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,00

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

0,16 cm	pari a L /	759 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
		coeff. Sicurezza		2,53

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,33 cm	pari a L /	360 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,22 cm		coeff. Sicurezza		0,72
w <sub>creep</sub>	0,18 cm				
w <sub>fin</sub>	0,51 cm	pari a L /	234 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,78

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto 0,90 kN/mq

Pavimentazione laterizio/ceramica 0,40 kN/mq

kN/mq

kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Tavolato in legno 0,200 kN/mq

Soletta 1,80 kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **3,30 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici 3,00 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:** **TOTALE 3,30 kN/mq**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

## Travetto solaio S2 T1

### stato di sollecitazione

<i>L</i> [luce di calcolo]	2,50 m	interasse	0,32 m
<i>q</i> SLU + <i>pp</i>	2,84 kN/m		
<i>q</i> SLE (rara)	2,04 kN/m		
<i>q</i> SLE (quasi perm.)	1,36 kN/m	→ $\psi_{21}$	0,30
<i>q</i> SLU	8,79 kN/mq		
<i>q</i> SLE perm.	1,08 kN/m	G1+G2	3,30 kN/mq
<i>q</i> SLE acc.	0,96 kN/m	Q	3,00 kN/mq
<i>pp</i>	0,02 kN/m		

$$q \text{ SLU} + pp = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

$Y_{G1}$	1,3
$Y_{G2}$	1,3
$Y_{qi}$	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

$ Msd  \text{ max}$	2,22 kNm
$ Vsd  \text{ max}$	3,55 kN

### sollecitazione di verifica

<b>Msd</b>	2,22 kNm
<b>Vsd</b>	3,55 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

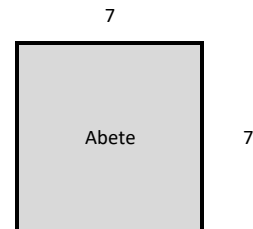
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
$f_{m,k}$	7 N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$	5,83 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,k}$	6 N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d}$	5,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,k}$	6 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$	5,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,90,k}$	2 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d}$	1,67 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$	0,8 N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$	0,67 N/mm <sup>2</sup>

$E_{0,mean}$	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
$\rho_{mean}$	380 kg/m <sup>3</sup>		

$k_{def}$  0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

<i>h</i>	7 cm
<i>b</i>	7 cm
<i>A</i>	49 cm <sup>2</sup>
<i>J</i>	200,08 cm <sup>4</sup>
<i>W</i>	57,17 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	2,10E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

$\sigma_{m,d}$	38,80 N/mm <sup>2</sup>	>	$f_{m,d}$	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,15

### resistenza a taglio

$\tau_d$	1,09 N/mm <sup>2</sup>	>	$f_{v,d}$	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,61

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	2,32 cm	pari a L /	$108 \leq L / 300$	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,36

CNR-DT 206 R1/2018

<i>w</i> ist	4,93 cm	pari a L /	$51 \leq L / 500$	<b>non verificato</b>
<i>w'</i> in	3,30 cm		coeff. Sicurezza	0,10
<i>w</i> creep	2,64 cm			
<i>w</i> fin	7,57 cm	pari a L /	$33 \leq L / 300$	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,11



## Travetto solaio S3 T1

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	2,00 m	interasse	0,39 m
q SLU + pp	2,72 kN/m		
q SLE (rara)	1,91 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,09 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	6,88 kN/mq		
q SLE perm.	0,74 kN/m	G1+G2	1,83 kN/mq
q SLE acc.	1,17 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,03 kN/m		

$$q \text{ SLU} + pp = YG1 \cdot (G1 + pp) + YG2 \cdot G2 + Yqi \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi21 \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
Yqi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	1,36 kNm
Vsd  max	2,72 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	1,36 kNm
Vsd	2,72 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

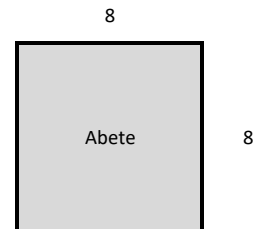
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	15,95 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,37

### resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,64 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,05

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,68 cm	pari a L/	294 ≤ L/	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,98

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	1,11 cm	pari a L/	180 ≤ L/	500	<b>non verificato</b>
w' in	0,64 cm		coeff. Sicurezza		0,36
w creep	0,51 cm				
w fin	1,62 cm	pari a L/	123 ≤ L/	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,41

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto	0,80 kN/mq
Pavimentazione laterizio/ceramica	0,63 kN/mq
	kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Tavolato in legno	0,200 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 1,63 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici	3,00 kN/mq
--------------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,63 kN/mq**

# Travetto solaio S4 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	2,00 m	interasse	0,39 m
q SLU + pp	2,62 kN/m		
q SLE (rara)	1,84 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,02 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	6,62 kN/mq		
q SLE perm.	0,67 kN/m	G1+G2	1,63 kN/mq
q SLE acc.	1,17 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,03 kN/m		

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	1,31 kNm
Vsd  max	2,62 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	1,31 kNm
Vsd	2,62 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

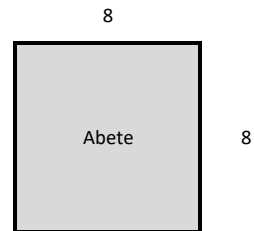
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	15,35 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,38

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,61 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,09

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,68 cm	pari a L /	294 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,98

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	1,07 cm	pari a L /	187 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' in	0,59 cm		coeff. Sicurezza		0,37
w creep	0,47 cm				
w fin	1,54 cm	pari a L /	130 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,43



**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto	0,50 kN/mq
Pianellona	0,63 kN/mq
Massetto	2,60 kN/mq
Pavimentazione graniglia	0,480 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianellona	0,630 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 4,84 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici	3,00 kN/mq
--------------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 4,84 kN/mq**

## Travetto solaio S5 T1

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,50 m	interasse	0,46 m
q SLU + pp	5,00 kN/m		
q SLE (rara)	3,64 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	2,67 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	10,79 kN/mq		
q SLE perm.	2,26 kN/m	G1+G2	4,84 kN/mq
q SLE acc.	1,38 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,03 kN/m		

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	1,41 kNm
Vsd  max	3,75 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	1,41 kNm
Vsd	3,75 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

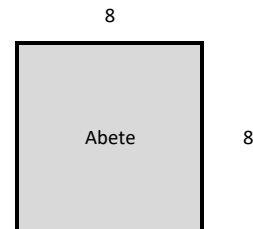
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	16,49 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,35

### resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,88 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,76

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,25 cm	pari a L /	591 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		1,97

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,67 cm	pari a L /	224 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,49 cm		coeff. Sicurezza		0,45
w <sub>creep</sub>	0,39 cm				
w <sub>fin</sub>	1,06 cm	pari a L /	141 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,47

**ANALISI DEI CARICHI**

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto	0,40	kN/mq
Pianellona	0,63	kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
Pianellona	0,630	kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,66</b>	<b>kN/mq</b>

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici	3,00	kN/mq
--------------------	------	-------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
		kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>0,00</b>	<b>kN/mq</b>

<b>Totale carichi permanenti G1 + G2:</b>	<b>TOTALE</b>	<b>1,66</b>	<b>kN/mq</b>
---	---------------	-------------	--------------

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Travetto solaio S6 T1

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,20 m	interasse	0,32 m
q SLU + pp	2,17 kN/m		
q SLE (rara)	1,52 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	0,85 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	6,66 kN/mq		
q SLE perm.	0,56 kN/m	G1+G2	1,66 kN/mq
q SLE acc.	0,96 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,03 kN/m		
<b>sollecitazione massima trave su due appoggi</b>			
Msd  max	0,39 kNm		
Vsd  max	1,30 kN		
<b>sollecitazione di verifica</b>			
Msd	0,39 kNm		
Vsd	1,30 kN		

### trave in legno

specie legnosa

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

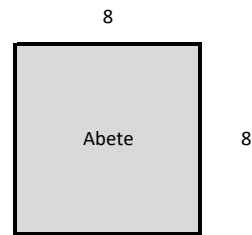
categoria III - Abete rosso

	Abete	valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo 3,58E+10 N mm<sup>2</sup>

### tensione massima di calcolo

σ<sub>m,d</sub> 4,58 N/mm<sup>2</sup> **verificato** coeff. Sicurezza 1,27

### resistenza a taglio

τ<sub>d</sub> 0,31 N/mm<sup>2</sup> **verificato** coeff. Sicurezza 2,19

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

0,07 cm pari a L /  $1659 \leq L / 300$  **verificato** coeff. Sicurezza 5,53

CNR-DT 206 R1/2018

w ist 0,11 cm pari a L /  $1047 \leq L / 500$  **verificato**

w' in 0,06 cm coeff. Sicurezza 2,09

w creep 0,05 cm

w fin 0,17 cm pari a L /  $724 \leq L / 300$  **verificato** coeff. Sicurezza 2,41

## ANALISI DEI CARICHI

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Pavimentazione in graniglia - spessore 3 cm	0,75 kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5 cm - $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup>	1,05 kN/mq
Massetto alleggerito - spessore 2 cm - $\gamma$ 2000 kg/m <sup>3</sup>	0,40 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,20 kN/mq</b>

**Carichi variabili Qi:**

Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00 kN/mq
-----------------------------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianellona	0,630 kN/mq
Soletta in c.a. - spessore 5 cm - $\gamma$ 1900 kg/m <sup>3</sup>	0,950 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,58 kN/mq</b>

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

<b>TOTALE</b>	<b>3,78 kN/mq</b>
---------------	-------------------

# S7 S9 Travetto T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	0,95 m	interasse	0,24 m
q SLU + pp	2,40 kN/m		
q SLE (rara)	1,66 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,15 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	9,85 kN/mq		
q SLE perm.	0,94 kN/m	G1	1,58 kN/mq
q SLE acc.	0,72 kN/m	G2	2,20 kN/mq
pp	0,03 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,5
γQi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,27 kNm
Vsd  max	1,14 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	0,27 kNm
Vsd	1,14 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>

8



8

## rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	3,18 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,84

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,27 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 2,49

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,02 cm	pari a L /	4459 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
				coeff. Sicurezza	14,86

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,03 cm				
u <sub>21,ist</sub>	0,02 cm				
utot,fin	0,07 cm	pari a L /	1334 ≤ L /	200	<b>verificato</b>
				coeff. Sicurezza	6,67

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,05 cm	pari a L /	1937 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' in	0,03 cm			coeff. Sicurezza	3,87
w creep	0,03 cm				
w fin	0,08 cm	pari a L /	1244 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
				coeff. Sicurezza	4,15

## ANALISI DEI CARICHI

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Pavimentazione in graniglia - spessore 3 cm	0,75 kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5 cm - $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup>	1,05 kN/mq
Massetto alleggerito - spessore 2 cm - $\gamma$ 2000 kg/m <sup>3</sup>	0,40 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,20 kN/mq</b>

**Carichi variabili Qi:**

Cat.B2 Uffici aperti al pubblico	3,00 kN/mq
----------------------------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Piccola orditura e pianellona	0,830 kN/mq
Soletta in c.a. - spessore 5 cm - 1900 kg/m <sup>3</sup>	0,950 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,78 kN/mq</b>

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

<b>TOTALE</b>	<b>3,98 kN/mq</b>
---------------	-------------------

# S7 S9 Trave T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,30 m	interasse	0,90 m
q SLU + pp	9,45 kN/m		
q SLE (rara)	6,55 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	4,66 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	10,11 kN/mq		
q SLE perm.	3,85 kN/m	G1	1,78 kN/mq
q SLE acc.	2,70 kN/m	G2	2,20 kN/mq
pp	0,27 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,5
γQi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	21,85 kNm
Vsd  max	20,33 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	21,85 kNm
Vsd	20,33 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	24 cm
b	29 cm
A	696 cm <sup>2</sup>
J	33408,00 cm <sup>4</sup>
W	2784,00 cm <sup>3</sup>

29



## rigidezza della trave

R istantaneo	3,51E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	7,85 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,74

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,44 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,52

## freccia attinta

freccia istantanea combinazione rara NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,34 cm	pari a L /	1255 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	4,18

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,83 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,59 cm			
utot,fin	3,13 cm	pari a L /	137 ≤ L / 200	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,69

freccia finale combinazione rara CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,83 cm	pari a L /	561 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' in	0,59 cm		coeff. Sicurezza	1,12
w creep	0,47 cm			
w fin	1,30 cm	pari a L /	357 ≤ L / 350	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	1,02



**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto	0,50 kN/mq
----------	------------

Pianellona	0,63 kN/mq
------------	------------

Malta	0,30 kN/mq
-------	------------

<b>Carichi permanenti strutturali G1:</b>	kN/mq
---	-------

Pianellona	0,630 kN/mq
------------	-------------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	<b>TOTALE</b> <b>2,06 kN/mq</b>
--	---------------------------------

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici	3,00 kN/mq
--------------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	kN/mq
--	-------

	<b>TOTALE</b> <b>0,00 kN/mq</b>
--	---------------------------------

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

	<b>TOTALE</b> <b>2,06 kN/mq</b>
--	---------------------------------

# Travetto solaio S8 T1

## stato di sollecitazione

<i>L</i> [luce di calcolo]	1,60 m	interasse	0,30 m
<i>q</i> SLU + <i>pp</i>	2,22 kN/m		
<i>q</i> SLE (rara)	1,57 kN/m		
<i>q</i> SLE (quasi perm.)	0,94 kN/m	→ $\psi_{21}$	0,30
<i>q</i> SLU	7,18 kN/mq		
<i>q</i> SLE perm.	0,67 kN/m	G1+G2	2,06 kN/mq
<i>q</i> SLE acc.	0,90 kN/m	Q	3,00 kN/mq
<i>pp</i>	0,05 kN/m		

$$q \text{ SLU} + pp = YG1 \cdot (G1 + pp) + YG2 \cdot G2 + Yqi \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
Yqi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,71 kNm
Vsd  max	1,77 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	0,71 kNm
Vsd	1,77 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

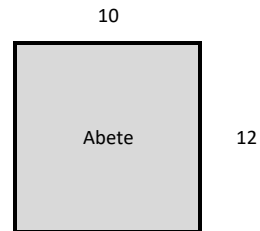
		valori di progetto [ $X_d$ ]	$[X_d = X_k / FC]$
$f_{m,k}$	7 N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$	5,83 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,k}$	6 N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d}$	5,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,k}$	6 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$	5,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,90,k}$	2 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d}$	1,67 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$	0,8 N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E0,mean	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
$\rho_{mean}$	380 kg/m <sup>3</sup>		

$k_{def}$  0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

<i>h</i>	12 cm
<i>b</i>	10 cm
<i>A</i>	120 cm <sup>2</sup>
<i>J</i>	1440,00 cm <sup>4</sup>
<i>W</i>	240,00 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	1,51E+11 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

$\sigma_{m,d}$	2,96 N/mm <sup>2</sup>	<	$f_{m,d}$	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
		<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	1,97

## resistenza a taglio

$\tau_d$	0,22 N/mm <sup>2</sup>	<	$f_{v,d}$	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
		<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	3,01

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,05 cm	pari a L /	3150 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		10,50

CNR-DT 206 R1/2018

<i>w</i> ist	0,09 cm	pari a L /	1808 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
<i>w'</i> in	0,05 cm		coeff. Sicurezza		3,62
<i>w</i> creep	0,04 cm				
<i>w</i> fin	0,13 cm	pari a L /	1223 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		4,08

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto 0,40 kN/mq

Pianellona 0,63 kN/mq

kN/mq

kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Pianellona 0,630 kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **1,66 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici 3,00 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE** **1,66 kN/mq**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

# Travetto solaio S9 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,75 m	interasse	0,32 m
q SLU + pp	2,17 kN/m		
q SLE (rara)	1,52 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	0,85 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	6,66 kN/mq		
q SLE perm.	0,56 kN/m	G1+G2	1,66 kN/mq
q SLE acc.	0,96 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,03 kN/m		

$$q \text{ SLU} + pp = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,83 kNm
Vsd  max	1,90 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	0,83 kNm
Vsd	1,90 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

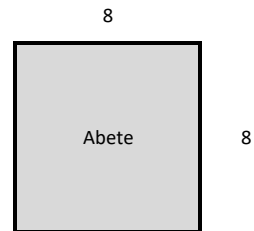
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	9,73 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,60

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,44 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,50

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

0,33 cm	pari a L /	535 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
		coeff. Sicurezza		1,78

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,52 cm	pari a L /	338 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' in	0,29 cm		coeff. Sicurezza		0,68
w creep	0,23 cm				
w fin	0,75 cm	pari a L /	233 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,78

**ANALISI DEI CARICHI**

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto	0,50 kN/mq
Pianellona	0,63 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianellona	0,630 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 1,76 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici	3,00 kN/mq
--------------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,76 kN/mq**

---

# Travetto solaio S10 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,60 m	interasse	0,33 m
q SLU + pp	2,29 kN/m		
q SLE (rara)	1,61 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	0,92 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	6,79 kN/mq		
q SLE perm.	0,62 kN/m	G1+G2	1,76 kN/mq
q SLE acc.	0,99 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,04 kN/m		

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,73 kNm
Vsd  max	1,83 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	0,73 kNm
Vsd	1,83 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

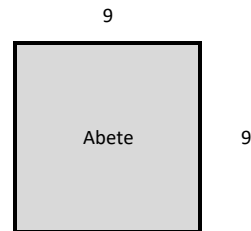
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	9 cm
b	9 cm
A	81 cm <sup>2</sup>
J	546,75 cm <sup>4</sup>
W	121,50 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	5,74E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	6,04 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,97

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,34 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,96

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,15 cm	pari a L /	1087 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
				coeff. Sicurezza	3,62

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,24 cm	pari a L /	668 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' in	0,14 cm			coeff. Sicurezza	1,34
w creep	0,11 cm				
w fin	0,35 cm	pari a L /	459 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
				coeff. Sicurezza	1,53

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto	0,60 kN/mq
Pianella	0,63 kN/mq
Massetto	0,50 kN/mq
Mattonella	0,400 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Tavolato in legno	0,200 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 2,33 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici	3,00 kN/mq
--------------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 2,33 kN/mq**

## Travetto solaio S12 T1

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,80 m	interasse	0,52 m
q SLU + pp	4,01 kN/m		
q SLE (rara)	2,84 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,75 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	7,53 kN/mq		
q SLE perm.	1,28 kN/m	G1+G2	2,33 kN/mq
q SLE acc.	1,56 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,07 kN/m		

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	11,54 kNm
Vsd  max	9,61 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	11,54 kNm
Vsd	9,61 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	13 cm
b	13 cm
A	169 cm <sup>2</sup>
J	2380,08 cm <sup>4</sup>
W	366,17 cm <sup>3</sup>

13



### rigidezza della trave

R istantaneo	2,50E+11 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	31,51 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,19

### resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,85 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,78

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	4,31 cm	pari a L /	111 ≤ L / 300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,37

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	7,86 cm	pari a L /	61 ≤ L / 500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	4,84 cm		coeff. Sicurezza	0,12
w <sub>creep</sub>	3,87 cm			
w <sub>fin</sub>	11,73 cm	pari a L /	41 ≤ L / 300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,14



**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto 0,60 kN/mq

Pavimentazione laterizio 0,54 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Tavolato in legno 0,200 kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **1,34 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici 3,00 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE** **1,34 kN/mq**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

## Travetto solaio S13 T1

### stato di sollecitazione

<i>L</i> [luce di calcolo]	1,60 m	interasse	0,35 m
<i>q</i> SLU + <i>pp</i>	2,25 kN/m		
<i>q</i> SLE (rara)	1,57 kN/m		
<i>q</i> SLE (quasi perm.)	0,83 kN/m	→ $\psi_{21}$	0,30
<i>q</i> SLU	6,24 kN/mq		
<i>q</i> SLE perm.	0,52 kN/m	G1+G2	1,34 kN/mq
<i>q</i> SLE acc.	1,05 kN/m	Q	3,00 kN/mq
<i>pp</i>	0,05 kN/m		

$$q \text{ SLU} + pp = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

$Y_{G1}$	1,3
$Y_{G2}$	1,3
$Y_{qi}$	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

$ Msd _{max}$	0,72 kNm
$ Vsd _{max}$	1,80 kN

### sollecitazione di verifica

<b>Msd</b>	0,72 kNm
<b>Vsd</b>	1,80 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)


categoria III - Abete rosso

		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
$f_{m,k}$	7 N/mm <sup>2</sup>	$f_{m,d}$	5,83 N/mm <sup>2</sup>
$f_{t,0,k}$	6 N/mm <sup>2</sup>	$f_{t,0,d}$	5,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,0,k}$	6 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,0,d}$	5,00 N/mm <sup>2</sup>
$f_{c,90,k}$	2 N/mm <sup>2</sup>	$f_{c,90,d}$	1,67 N/mm <sup>2</sup>
$f_{v,k}$	0,8 N/mm <sup>2</sup>	$f_{v,d}$	0,67 N/mm <sup>2</sup>

$E_{0,mean}$	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
$\rho_{mean}$	380 kg/m <sup>3</sup>		

$k_{def}$  0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

<i>h</i>	12 cm	
<i>b</i>	10 cm	
<i>A</i>	120 cm <sup>2</sup>	
<i>J</i>	1440,00 cm <sup>4</sup>	
<i>W</i>	240,00 cm <sup>3</sup>	

### rigidezza della trave

R istantaneo	1,51E+11 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

$\sigma_{m,d}$	3,00 N/mm <sup>2</sup>	<	$f_{m,d}$	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	1,94

### resistenza a taglio

$\tau_d$	0,22 N/mm <sup>2</sup>	<	$f_{v,d}$	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	2,96

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,06 cm	pari a L /	2700 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		9,00

CNR-DT 206 R1/2018

<i>w</i> ist	0,09 cm	pari a L /	1807 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
<i>w'</i> in	0,05 cm		coeff. Sicurezza		3,61
<i>w</i> creep	0,04 cm				
<i>w</i> fin	0,13 cm	pari a L /	1268 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		4,23

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto	0,60 kN/mq
Mattonella	0,63 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianellona	0,630 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 1,86 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici	3,00 kN/mq
--------------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,86 kN/mq**

# Travetto solaio S14 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,75 m	interasse	0,32 m
q SLU + pp	2,25 kN/m		
q SLE (rara)	1,59 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	0,91 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	6,92 kN/mq		
q SLE perm.	0,63 kN/m	G1+G2	1,86 kN/mq
q SLE acc.	0,96 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,03 kN/m		

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,86 kNm
Vsd  max	1,97 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	0,86 kNm
Vsd	1,97 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

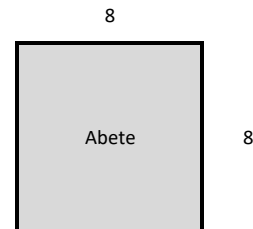
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	10,11 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,58

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,46 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,44

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,33 cm	pari a L /	535 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		1,78

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,54 cm	pari a L /	324 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,31 cm		coeff. Sicurezza		0,65
w <sub>creep</sub>	0,25 cm				
w <sub>fin</sub>	0,79 cm	pari a L /	222 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,74

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto 1,28 kN/mq

Pavimentazione graniglia 0,43 kN/mq

kN/mq

kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Pianellona 0,630 kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 2,34 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici 3,00 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 2,34 kN/mq**

# Travetto solaio S15 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,20 m	interasse	0,40 m
q SLU + pp	3,06 kN/m		
q SLE (rara)	2,17 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,33 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	7,54 kN/mq		
q SLE perm.	0,97 kN/m	G1+G2	2,34 kN/mq
q SLE acc.	1,20 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,03 kN/m		

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,55 kNm
Vsd  max	1,83 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	0,55 kNm
Vsd	1,83 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

valori di progetto  $[X_d]$

$[X_d = X_k / FC]$

categoria III - Abete rosso

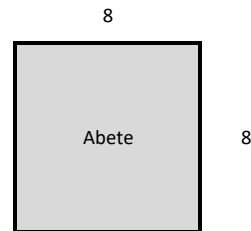
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	6,45 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,90

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,43 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,55

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,09 cm	pari a L /	1327 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
					coeff. Sicurezza 4,42

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,16 cm	pari a L /	735 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,10 cm				coeff. Sicurezza 1,47
w <sub>creep</sub>	0,08 cm				
w <sub>fin</sub>	0,24 cm	pari a L /	494 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
					coeff. Sicurezza 1,65

ANALISI DEI CARICHI

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto 1,00 kN/mq

Mattonella graniglia 0,60 kN/mq

kN/mq

kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G2:**

kN/mq

Pianellona 0,630 kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 2,23 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici 3,00 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 2,23 kN/mq**

# Travetto solaio S16 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,90 m	interasse	0,23 m
q SLU + pp	1,73 kN/m		
q SLE (rara)	1,22 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	0,74 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	7,40 kN/mq		
q SLE perm.	0,53 kN/m	G1+G2	2,23 kN/mq
q SLE acc.	0,69 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,02 kN/m		

$$q \text{ SLU} + pp = YG1 \cdot (G1 + pp) + YG2 \cdot G2 + Yqi \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi21 \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
Yqi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,78 kNm
Vsd  max	1,64 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	0,78 kNm
Vsd	1,64 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

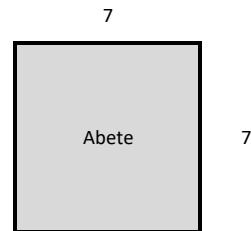
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	7 cm
b	7 cm
A	49 cm <sup>2</sup>
J	200,08 cm <sup>4</sup>
W	57,17 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	2,10E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	13,64 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,43

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,50 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,33

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

	0,56 cm	pari a L /	341 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		1,14

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,99 cm	pari a L /	192 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,60 cm		coeff. Sicurezza		0,38
w <sub>creep</sub>	0,48 cm				
w <sub>fin</sub>	1,47 cm	pari a L /	130 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,43



**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Tavolato truciolato doppio	0,20 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Tavolato il legno	0,200 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE** **0,40 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici	3,00 kN/mq
--------------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE** **0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE** **0,40 kN/mq**

# Travetto solaio S17 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,25 m	interasse	0,38 m
q SLU + pp	1,93 kN/m		
q SLE (rara)	1,31 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	0,51 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	5,02 kN/mq		
q SLE perm.	0,17 kN/m	G1+G2	0,40 kN/mq
q SLE acc.	1,14 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,02 kN/m		

$$q \text{ SLU} + pp = YG1 \cdot (G1 + pp) + YG2 \cdot G2 + Yqi \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi21 \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
Yqi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,38 kNm
Vsd  max	1,21 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	0,38 kNm
Vsd	1,21 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

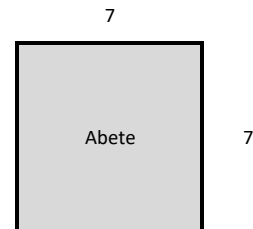
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	7 cm
b	7 cm
A	49 cm <sup>2</sup>
J	200,08 cm <sup>4</sup>
W	57,17 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	2,10E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	6,61 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,88

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,37 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,80

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,17 cm	pari a L /	725 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		2,42

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,20 cm	pari a L /	630 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,08 cm		coeff. Sicurezza		1,26
w <sub>creep</sub>	0,06 cm				
w <sub>fin</sub>	0,26 cm	pari a L /	479 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		1,60



# Travetto solaio S18 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,90 m	interasse	0,32 m
q SLU + pp	2,21 kN/m		
q SLE (rara)	1,55 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	0,88 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	6,79 kN/mq		
q SLE perm.	0,59 kN/m	G1+G2	1,76 kN/mq
q SLE acc.	0,96 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,03 kN/m		

$$q \text{ SLU} + pp = YG1 \cdot (G1 + pp) + YG2 \cdot G2 + Yqi \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi21 \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
Yqi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	1,00 kNm
Vsd  max	2,10 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	1,00 kNm
Vsd	2,10 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

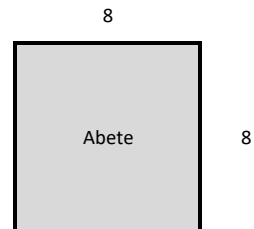
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	11,69 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,50

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,49 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,35

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

	0,45 cm	pari a L /	418 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
				coeff. Sicurezza	1,39

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,74 cm	pari a L /	258 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' in	0,42 cm			coeff. Sicurezza	0,52
w creep	0,33 cm				
w fin	1,07 cm	pari a L /	178 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
				coeff. Sicurezza	0,59

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto	0,40 kN/mq
Pianellona	0,63 kN/mq
Massetto	0,80 kN/mq
Mattonella	0,400 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianellona	0,630 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 2,86 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Accidentale uffici	3,00 kN/mq
--------------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 2,86 kN/mq**

# Travetto solaio S19 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,75 m	interasse	0,34 m
q SLU + pp	2,83 kN/m		
q SLE (rara)	2,02 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,31 kN/m	→ ψ21	0,30
q SLU	8,22 kN/mq		
q SLE perm.	1,00 kN/m	G1+G2	2,86 kN/mq
q SLE acc.	1,02 kN/m	Q	3,00 kN/mq
pp	0,03 kN/m		

$$q \text{ SLU} + pp = YG1 \cdot (G1 + pp) + YG2 \cdot G2 + Yqi \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi21 \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
Yqi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	1,08 kNm
Vsd  max	2,48 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	1,08 kNm
Vsd	2,48 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

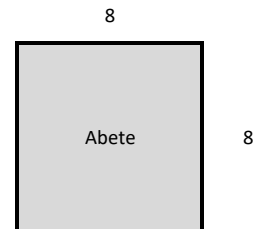
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	12,71 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,46

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,58 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,15

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

	0,35 cm	pari a L /	504 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		1,68

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,69 cm	pari a L /	254 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' in	0,45 cm		coeff. Sicurezza		0,51
w creep	0,36 cm				
w fin	1,05 cm	pari a L /	167 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,56

**COMUNE DI CAMPI BISENZIO**  
**PROVINCIA DI FIRENZE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**FASCICOLO DEI CALCOLI**  
**COPERTURA – STATO DI FATTO**

**LAVORI DI RESTAURO DEL PALAZZO PRETORIO E LOCALI CONNESSI DA**  
**DESTINARE AD UFFICI COMUNALI NEL COMUNE DI CAMPI BISENZIO**  
**IMMOBILE POSTO IN PIAZZA G .MATTEOTTI**



**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Pianellona **0,630** kN/mq

\_\_\_\_\_ kN/mq

\_\_\_\_\_ kN/mq

\_\_\_\_\_ kN/mq

\_\_\_\_\_ kN/mq

\_\_\_\_\_ kN/mq

\_\_\_\_\_ kN/mq

\_\_\_\_\_ kN/mq

**TOTALE** **1,28** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Totale carichi permanenti G1 + G2:** **TOTALE** **1,28** kN/mq



## cop-Travetto solaio C1 Travetto di copertura

<b>stato di sollecitazione</b>		inclinazione falda	13 °	0,226893 rad
L [luce di calcolo]	1,69 m	Luce in pianta	1,65 m	
q SLU + pp	0,94 kN/m	interasse	0,32 m	
q SLE (rara)	0,69 kN/m			
q SLE (quasi perm.)	0,43 kN/m	→ ψ21	0,00	carico neve
q SLU	2,86 kN/mq			
q SLE perm.	0,43 kN/m	G1+G2	1,28	kN/mq
q SLE acc.	0,26 kN/m	Q	0,80	kN/mq
pp	0,02 kN/m			

$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{Qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,3
Y <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,34 kNm
Vsd  max	0,80 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,34 kNm
Vsd	0,80 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

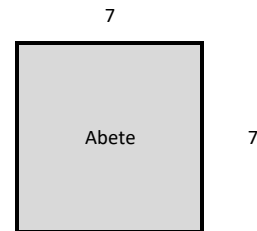
		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	7 cm
b	7 cm
A	49 cm <sup>2</sup>
J	200,08 cm <sup>4</sup>
W	57,17 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	2,10E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo a flessione

σ <sub>m,d</sub>	5,91 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,99

### tensione massima di calcolo a taglio

τ <sub>d</sub>	0,24 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 2,73

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

	0,13 cm	pari a L /	1298 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		4,33

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,35 cm	pari a L /	485 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,22 cm		coeff. Sicurezza		0,97
w <sub>creep</sub>	0,18 cm				
w <sub>fin</sub>	0,52 cm	pari a L /	323 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		1,08

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona **0,830** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,48** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48** kN/mq

## cop-Trave 18x18 solaio C1 T1

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	5,60 m
q SLU + pp	3,21 kN/m
q SLE (rara)	2,35 kN/m
q SLE (quasi perm.)	1,57 kN/m
q SLU	3,12 kN/mq
q SLE perm.	1,57 kN/m
q SLE acc.	0,78 kN/m
pp	0,13 kN/m

inclinazione falda	13 °	0,226893 rad
interasse	0,97 m	
interasse piano	0,95 m	
→ ψ21	0,00	carico neve
G1+G2	1,48	kN/mq
Q	0,80	kN/mq

$$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,3
Y <sub>qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	12,60 kNm
Vsd  max	9,00 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	12,60 kNm
Vsd	9,00 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

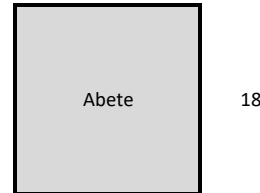
Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	18 cm
b	18 cm
A	324 cm <sup>2</sup>
J	8748,00 cm <sup>4</sup>
W	972,00 cm <sup>3</sup>

18



18

### rigidezza della trave

R istantaneo 9,19E+11 N mm<sup>2</sup>

### tensione massima di calcolo a flessione

σ<sub>m,d</sub> 12,97 N/mm<sup>2</sup> > f<sub>m,d</sub> = 5,83 N/mm<sup>2</sup>  
**non verificato** coeff. Sicurezza 0,45

### tensione massima di calcolo a taglio

τ<sub>d</sub> 0,42 N/mm<sup>2</sup> < f<sub>v,d</sub> = 0,67 N/mm<sup>2</sup>  
**verificato** coeff. Sicurezza 1,60

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

1,09 cm pari a L / 515 ≤ L / 300 **verificato**  
 coeff. Sicurezza 1,72

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	3,28 cm	pari a L /	171 ≤ L / 500 <b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	2,19 cm		coeff. Sicurezza 0,34
w <sub>creep</sub>	1,75 cm		
w <sub>fin</sub>	5,03 cm	pari a L /	111 ≤ L / 300 <b>non verificato</b> coeff. Sicurezza 0,37

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona **0,830** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,48** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48** kN/mq

# cop-Trave 20x25 solaio C1 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	5,60 m
q SLU + pp	4,09 kN/m
q SLE (rara)	3,00 kN/m
q SLE (quasi perm.)	2,01 kN/m
q SLU	3,12 kN/mq
q SLE perm.	2,01 kN/m
q SLE acc.	0,99 kN/m
pp	0,19 kN/m

inclinazione falda	13 °	0,226893 rad
interasse	1,23 m	
interasse piano	1,2 m	
→ ψ21	0,00	carico neve
G1+G2	1,48	kN/mq
Q	0,80	kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	16,05 kNm
Vsd  max	11,46 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	16,05 kNm
Vsd	11,46 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

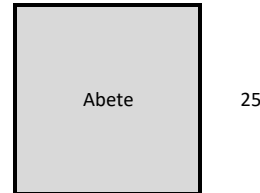
Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	25 cm
b	20 cm
A	500 cm <sup>2</sup>
J	26041,67 cm <sup>4</sup>
W	2083,33 cm <sup>3</sup>

20



## rigidezza della trave

R istantaneo	2,73E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	7,70 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,76

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,34 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,94

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

0,46 cm	pari a L /	1214 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
		coeff. Sicurezza		4,05

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	1,40 cm	pari a L /	399 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,94 cm		coeff. Sicurezza		0,80
w <sub>creep</sub>	0,75 cm				
w <sub>fin</sub>	2,16 cm	pari a L /	259 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,86

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona **0,830** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,48** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48** kN/mq

cop-Trave 16x18 solaio C1  
Trave di copertura

<b>stato di sollecitazione</b>		inclinazione falda	13 °	0,226893 rad
L [luce di calcolo]	5,60 m	interasse	1,28 m	
q SLU + pp	4,15 kN/m	interasse piano	1,25 m	
q SLE (rara)	3,03 kN/m			
q SLE (quasi perm.)	2,01 kN/m	→ ψ21	0,00 carico neve	
q SLU	3,12 kN/mq			
q SLE perm.	2,01 kN/m	G1+G2	1,48 kN/mq	
q SLE acc.	1,03 kN/m	Q	0,80 kN/mq	
pp	0,11 kN/m			

$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

**Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018**

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,3
Y <sub>Qi</sub>	1,5

**sollecitazione massima trave su due appoggi**

Msd  max	16,27 kNm
Vsd  max	11,62 kN

**sollecitazione di verifica**

Msd	16,27 kNm
Vsd	11,62 kN

**trave in legno**

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

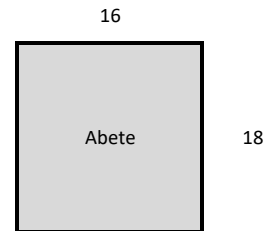
		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

**geometria**

h	18 cm
b	16 cm
A	288 cm <sup>2</sup>
J	7776,00 cm <sup>4</sup>
W	864,00 cm <sup>3</sup>



**rigidezza della trave**

R istantaneo	8,16E+11 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

**tensione massima di calcolo**

σ <sub>m,d</sub>	18,83 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,31

**resistenza a taglio**

τ <sub>d</sub>	0,61 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,10

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

1,61 cm	pari a L /	348 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
		coeff. Sicurezza		1,16

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	4,76 cm	pari a L /	118 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' in	3,15 cm		coeff. Sicurezza		0,24
w creep	2,52 cm				
w fin	7,28 cm	pari a L /	77 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,26

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Pianellona **0,630** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,28** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,28** kN/mq



## cop-Travetto solaio C2 T1

<b>stato di sollecitazione</b>		inclinazione falda	16 °	0,279253 rad
L [luce di calcolo]	1,46 m	Luce in pianta	1,40 m	
q SLU + pp	1,01 kN/m	interasse piano	0,345 m	
q SLE (rara)	0,74 kN/m			
q SLE (quasi perm.)	0,46 kN/m	→ ψ21	0,00 carico neve	
q SLU	2,86 kN/mq			
q SLE perm.	0,46 kN/m	G1+G2	1,28 kN/mq	
q SLE acc.	0,28 kN/m	Q	0,80 kN/mq	
pp	0,02 kN/m			

$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,27 kNm
Vsd  max	0,74 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,27 kNm
Vsd	0,74 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	6,5 cm
b	6,5 cm
A	42,25 cm <sup>2</sup>
J	148,76 cm <sup>4</sup>
W	45,77 cm <sup>3</sup>

6,5



6,5

### rigidezza della trave

R istantaneo	1,56E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	5,87 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,99

### resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,26 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 2,54

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,10 cm	pari a L /	1407 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		4,69

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,28 cm	pari a L /	526 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,17 cm		coeff. Sicurezza		1,05
w <sub>creep</sub>	0,14 cm				
w <sub>fin</sub>	0,42 cm	pari a L /	351 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		1,17

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona **0,830** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,48** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48** kN/mq

## cop-Trave 18x20 solaio C2 T1

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,50 m
q SLU + pp	4,73 kN/m
q SLE (rara)	3,46 kN/m
q SLE (quasi perm.)	2,30 kN/m
q SLU	3,12 kN/mq
q SLE perm.	2,30 kN/m
q SLE acc.	1,17 kN/m
pp	0,14 kN/m

inclinazione falda	16 °	0,279253 rad
interasse	1,46 m	
interasse piano	1,4 m	
→ ψ21	0,00	carico neve
G1+G2	1,48	kN/mq
Q	0,80	kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	7,25 kNm
Vsd  max	8,28 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	7,25 kNm
Vsd	8,28 kN

### trave in legno

specie legnosa

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>

Abete

valori di progetto [X<sub>d</sub>]

$$[X_d = X_k / FC]$$

f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

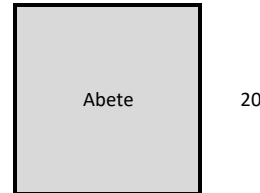
Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	20 cm
b	18 cm
A	360 cm <sup>2</sup>
J	12000,00 cm <sup>4</sup>
W	1200,00 cm <sup>3</sup>

18



### rigidezza della trave

R istantaneo	1,26E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	6,04 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,97

### resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,35 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,93

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

	0,18 cm	pari a L /	1937 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		6,46

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,54 cm	pari a L /	652 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,36 cm		coeff. Sicurezza		1,30
w <sub>creep</sub>	0,28 cm				
w <sub>fin</sub>	0,82 cm	pari a L /	426 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		1,42

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante 0,05 kN/mq

Finitura in coppi ed embrici 0,60 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Pianellona 0,630 kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **1,28 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve 0,80 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE** **1,28 kN/mq**

# cop-Travetto solaio C3 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,46 m
q SLU + pp	1,00 kN/m
q SLE (rara)	0,73 kN/m
q SLE (quasi perm.)	0,46 kN/m
q SLU	2,86 kN/mq
q SLE perm.	0,46 kN/m
q SLE acc.	0,27 kN/m
pp	0,02 kN/m

inclinazione falda	16 °	0,279253 rad
Luce in pianta	1,40 m	
interasse	0,34 m	
→ ψ21	0,00	carico neve
G1+G2	1,28	kN/mq
Q	0,80	kN/mq

q SLU + pp = YG1\*(G1+pp)+YG2\*G2+Yqi\*Qk1

q SLE (rara) = G1+pp+G2+Qk1

q SLE (quasi perm.) = G1+pp+G2+ψ21\*Qk1

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
Yqi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,27 kNm
Vsd  max	0,73 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	0,27 kNm
Vsd	0,73 kN

## trave in legno

specie legnosa

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

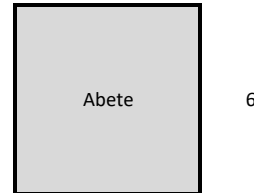
Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	6 cm
b	6 cm
A	36 cm <sup>2</sup>
J	108,00 cm <sup>4</sup>
W	36,00 cm <sup>3</sup>

6



6

## rigidezza della trave

R istantaneo 1,13E+10 N mm<sup>2</sup>

## tensione massima di calcolo

σ<sub>m,d</sub> 7,36 N/mm<sup>2</sup> > f<sub>m,d</sub> = 5,83 N/mm<sup>2</sup>  
**non verificato** coeff. Sicurezza 0,79

## resistenza a taglio

τ<sub>d</sub> 0,30 N/mm<sup>2</sup> < f<sub>v,d</sub> = 0,67 N/mm<sup>2</sup>  
**verificato** coeff. Sicurezza 2,20

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

0,14 cm pari a L / 1036 ≤ L / 300 **verificato**  
 coeff. Sicurezza 3,45

CNR-DT 206 R1/2018

w<sub>ist</sub> 0,38 cm pari a L / 388 ≤ L / 500 **non verificato**  
 w' in 0,24 cm coeff. Sicurezza 0,78

w<sub>creep</sub> 0,19 cm

w<sub>fin</sub> 0,56 cm pari a L / 258 ≤ L / 300 **non verificato**  
 coeff. Sicurezza 0,86

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante 0,05 kN/mq

Finitura in coppi ed embrici 0,60 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona 0,830 kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **1,48 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve 0,80 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE** **1,48 kN/mq**

# cop-Trave 20x25 solaio C3 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,85 m
q SLU + pp	4,24 kN/m
q SLE (rara)	3,10 kN/m
q SLE (quasi perm.)	2,06 kN/m
q SLU	3,12 kN/mq
q SLE perm.	2,06 kN/m
q SLE acc.	1,04 kN/m
pp	0,14 kN/m

inclinazione falda	16 °	0,279253 rad
interasse	1,30 m	
interasse piano	1,25 m	
→ ψ21	0,00	carico neve
G1+G2	1,48	kN/mq
Q	0,80	kN/mq

q SLU + pp = YG1\*(G1+pp)+YG2\*G2+Yqi\*Qk1

q SLE (rara) = G1+pp+G2+Qk1

q SLE (quasi perm.) = G1+pp+G2+ψ21\*Qk1

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
Yqi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	12,48 kNm
Vsd  max	10,29 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	12,48 kNm
Vsd	10,29 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

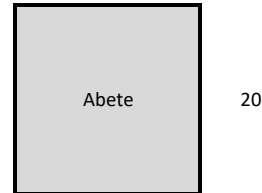
Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	20 cm
b	18 cm
A	360 cm <sup>2</sup>
J	12000,00 cm <sup>4</sup>
W	1200,00 cm <sup>3</sup>

18



## rigidezza della trave

R istantaneo	1,26E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	10,40 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,56

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,43 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,55

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,59 cm	pari a L /	815 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	2,72

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	1,78 cm	pari a L /	273 ≤ L / 500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	1,18 cm		coeff. Sicurezza	0,55
w <sub>creep</sub>	0,94 cm			
w <sub>fin</sub>	2,72 cm	pari a L /	178 ≤ L / 300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,59

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Pianellona **0,630** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,28** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,28** kN/mq



# cop-Travetto solaio C4 T1

<b>stato di sollecitazione</b>		inclinazione falda	19 °	0,331613 rad
L [luce di calcolo]	2,01 m	Luce in pianta	1,90 m	
q SLU + pp	1,08 kN/m	interasse	0,365 m	
q SLE (rara)	0,79 kN/m			
q SLE (quasi perm.)	0,50 kN/m	→ ψ21	0,00 carico neve	
q SLU	2,86 kN/mq			
q SLE perm.	0,50 kN/m	G1+G2	1,28 kN/mq	
q SLE acc.	0,29 kN/m	Q	0,80 kN/mq	
pp	0,03 kN/m			

$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

**Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018**

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

**sollecitazione massima trave su due appoggi**

Msd  max	0,55 kNm
Vsd  max	1,09 kN

**sollecitazione di verifica**

Msd	0,55 kNm
Vsd	1,09 kN

**trave in legno**

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

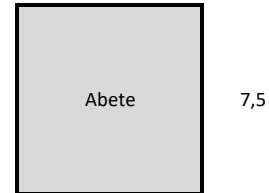
Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

**geometria**

h	7,5 cm
b	7,5 cm
A	56,25 cm <sup>2</sup>
J	263,67 cm <sup>4</sup>
W	70,31 cm <sup>3</sup>

7,5



**rigidezza della trave**

R istantaneo 2,77E+10 N mm<sup>2</sup>

**tensione massima di calcolo**

σ<sub>m,d</sub> 7,78 N/mm<sup>2</sup> > f<sub>m,d</sub> = 5,83 N/mm<sup>2</sup>  
**non verificato** coeff. Sicurezza 0,75

**resistenza a taglio**

τ<sub>d</sub> 0,29 N/mm<sup>2</sup> < f<sub>v,d</sub> = 0,67 N/mm<sup>2</sup>  
**verificato** coeff. Sicurezza 2,29

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

0,22 cm pari a L / 897 ≤ L / 300 **verificato**  
 coeff. Sicurezza 2,99

CNR-DT 206 R1/2018

w<sub>ist</sub> 0,61 cm pari a L / 332 ≤ L / 500 **non verificato**  
 w'<sub>in</sub> 0,38 cm coeff. Sicurezza 0,66

w<sub>creep</sub> 0,31 cm

w<sub>fin</sub> 0,91 cm pari a L / 221 ≤ L / 300 **non verificato**  
 coeff. Sicurezza 0,74

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona **0,830** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,48** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48** kN/mq

## cop-Trave 18x22 solaio C4 T1

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,20 m
q SLU + pp	5,99 kN/m
q SLE (rara)	4,38 kN/m
q SLE (quasi perm.)	2,90 kN/m
q SLU	3,12 kN/mq
q SLE perm.	2,90 kN/m
q SLE acc.	1,48 kN/m
pp	0,16 kN/m

inclinazione falda	19 °	0,331613 rad
interasse	1,85 m	
interasse piano	1,75 m	
→ ψ21	0,00	carico neve
G1+G2	1,48	kN/mq
Q	0,80	kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	13,21 kNm
Vsd  max	12,58 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	13,21 kNm
Vsd	12,58 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

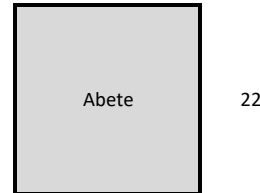
Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	22 cm
b	18 cm
A	396 cm <sup>2</sup>
J	15972,00 cm <sup>4</sup>
W	1452,00 cm <sup>3</sup>

18



### rigidezza della trave

R istantaneo	1,68E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	9,10 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,64

### resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,48 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,40

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

	0,36 cm	pari a L /	1174 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		3,91

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	1,06 cm	pari a L /	397 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,70 cm		coeff. Sicurezza		0,79
w <sub>creep</sub>	0,56 cm				
w <sub>fin</sub>	1,62 cm	pari a L /	259 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,86

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante	0,05 kN/mq
Finitura in coppi ed embrici	0,60 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianellona	0,630 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 1,28 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve	0,80 kN/mq
-------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,28 kN/mq**

# cop-Travetto solaio C5 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,98 m
q SLU + pp	0,97 kN/m
q SLE (rara)	0,71 kN/m
q SLE (quasi perm.)	0,44 kN/m
q SLU	2,86 kN/mq
q SLE perm.	0,44 kN/m
q SLE acc.	0,26 kN/m
pp	0,02 kN/m

inclinazione falda	16 °	0,279253 rad
Luce in pianta	1,90 m	
interasse	0,33 m	
→ ψ21	0,00	carico neve
G1+G2	1,28	kN/mq
Q	0,80	kN/mq

q SLU + pp = YG1\*(G1+pp)+YG2\*G2+Yqi\*Qk1

q SLE (rara) = G1+pp+G2+Qk1

q SLE (quasi perm.) = G1+pp+G2+ ψ21\*Qk1

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
Yqi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,47 kNm
Vsd  max	0,96 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	0,47 kNm
Vsd	0,96 kN

## trave in legno

specie legnosa

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>

Abete

valori di progetto [X<sub>d</sub>]

[X<sub>d</sub> = X<sub>k</sub> / FC]

f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

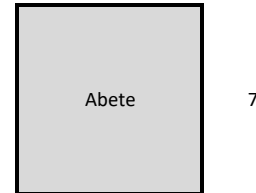
Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	7 cm
b	7 cm
A	49 cm <sup>2</sup>
J	200,08 cm <sup>4</sup>
W	57,17 cm <sup>3</sup>

7



7

## rigidezza della trave

R istantaneo 2,10E+10 N mm<sup>2</sup>

## tensione massima di calcolo

σ<sub>m,d</sub> 8,30 N/mm<sup>2</sup> > f<sub>m,d</sub> = 5,83 N/mm<sup>2</sup>  
**non verificato** coeff. Sicurezza 0,70

## resistenza a taglio

τ<sub>d</sub> 0,29 N/mm<sup>2</sup> < f<sub>v,d</sub> = 0,67 N/mm<sup>2</sup>  
**verificato** coeff. Sicurezza 2,27

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

0,25 cm pari a L / 791 ≤ L / 300 **verificato**  
 coeff. Sicurezza 2,64

CNR-DT 206 R1/2018

w<sub>ist</sub> 0,67 cm pari a L / 296 ≤ L / 500 **non verificato**  
 w' in 0,42 cm coeff. Sicurezza 0,59

w creep 0,33 cm

w<sub>fin</sub> 1,00 cm pari a L / 197 ≤ L / 300 **non verificato**  
 coeff. Sicurezza 0,66

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona **0,830** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,48** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48** kN/mq

# cop-Trave 15x24 solaio C5 T1

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,95 m
q SLU + pp	5,06 kN/m
q SLE (rara)	3,70 kN/m
q SLE (quasi perm.)	2,45 kN/m
q SLU	3,12 kN/mq
q SLE perm.	2,45 kN/m
q SLE acc.	1,25 kN/m
pp	0,14 kN/m

inclinazione falda	16 °	0,279253 rad
interasse	1,56 m	
interasse piano	1,5 m	
→ ψ21	0,00	carico neve
G1+G2	1,48	kN/mq
Q	0,80	kN/mq

q SLU + pp = YG1\*(G1+pp)+YG2\*G2+Yqi\*Qk1

q SLE (rara) = G1+pp+G2+Qk1

q SLE (quasi perm.) = G1+pp+G2+ψ21\*Qk1

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
YQi	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	9,86 kNm
Vsd  max	9,99 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	9,86 kNm
Vsd	9,99 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

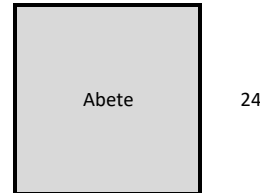
Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	24 cm
b	15 cm
A	360 cm <sup>2</sup>
J	17280,00 cm <sup>4</sup>
W	1440,00 cm <sup>3</sup>

15



## rigidezza della trave

R istantaneo	1,81E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	6,85 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,85

## resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,42 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,60

## freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,22 cm	pari a L /	1811 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		6,04

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,65 cm	pari a L /	611 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,43 cm		coeff. Sicurezza		1,22
w <sub>creep</sub>	0,34 cm				
w <sub>fin</sub>	0,99 cm	pari a L /	400 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		1,33

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Pianellona **0,630** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **1,28** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE** **0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE** **1,28** kN/mq



## cop-Travetto solaio C6 T1

### stato di sollecitazione

<i>L</i> [luce di calcolo]	2,13 m	inclinazione falda	16 °	0,279253 rad
<i>q</i> SLU + pp	1,00 kN/m	Luce in pianta	2,05 m	
<i>q</i> SLE (rara)	0,73 kN/m	interasse	0,34 m	
<i>q</i> SLE (quasi perm.)	0,46 kN/m	→ ψ21	0,00	carico neve
<i>q</i> SLU	2,86 kN/mq	G1+G2	1,28	kN/mq
<i>q</i> SLE perm.	0,46 kN/m	Q	0,80	kN/mq
<i>q</i> SLE acc.	0,27 kN/m			
pp	0,02 kN/m			

$$q \text{ SLU} + pp = YG1 \cdot (G1 + pp) + YG2 \cdot G2 + Yqi \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi21 \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
Yqi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,57 kNm
Vsd  max	1,07 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,57 kNm
Vsd	1,07 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

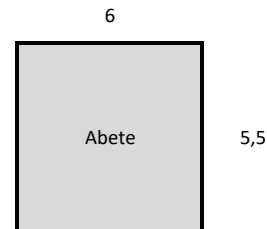
		valori di progetto [ $X_d$ ]	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	5,5 cm
b	6 cm
A	33 cm <sup>2</sup>
J	83,19 cm <sup>4</sup>
W	30,25 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	8,73E+09 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	18,79 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,31

### resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,48 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,38

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,84 cm	pari a L /	254 ≤ L / 300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,85

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	2,24 cm	pari a L /	95 ≤ L / 500	<b>non verificato</b>
w' in	1,40 cm		coeff. Sicurezza	0,19
w creep	1,12 cm			
w fin	3,37 cm	pari a L /	63 ≤ L / 300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,21

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona **0,830** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,48** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48** kN/mq

## cop-Trave 17x24 solaio C6 T1

### stato di sollecitazione

<i>L</i> [luce di calcolo]	5,00 m	inclinazione falda	16 °	0,279253 rad
<i>q</i> SLU + pp	5,92 kN/m	interasse	1,82 m	
<i>q</i> SLE (rara)	4,33 kN/m	interasse piano	1,75 m	
<i>q</i> SLE (quasi perm.)	2,87 kN/m	→ ψ21	0,00 carico neve	
<i>q</i> SLU	3,12 kN/mq	G1+G2	1,48 kN/mq	
<i>q</i> SLE perm.	2,87 kN/m	Q	0,80 kN/mq	
<i>q</i> SLE acc.	1,46 kN/m			
pp	0,18 kN/m			

$$q \text{ SLU} + pp = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	18,50 kNm
Vsd  max	14,80 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	18,50 kNm
Vsd	14,80 kN

### trave in legno

specie legnosa

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - pioppo

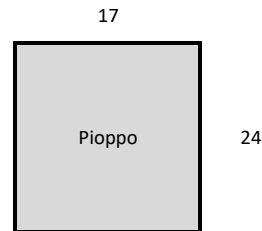
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	6,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,42 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	4,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	3,75 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	1,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,25 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,33 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	24 cm
b	17 cm
A	408 cm <sup>2</sup>
J	19584,00 cm <sup>4</sup>
W	1632,00 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	2,06E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	11,34 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,42 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,48

### resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,54 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>v,d</sub>	=	0,33 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,61

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

	0,58 cm	pari a L /	867 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		2,89
CNR-DT 206 R1/2018					
w ist	1,71 cm	pari a L /	292 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' in	1,14 cm		coeff. Sicurezza		0,58
w creep	0,91 cm				
w fin	2,62 cm	pari a L /	191 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,64

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Pianellona **0,630** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,28** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,28** kN/mq

## cop-Travetto solaio C7 T1

<b>stato di sollecitazione</b>		inclinazione falda	18 °	0,314159 rad
L [luce di calcolo]	3,10 m	Luce in pianta	2,95 m	
q SLU + pp	1,05 kN/m	interasse	0,35 m	
q SLE (rara)	0,77 kN/m			
q SLE (quasi perm.)	0,49 kN/m	→ ψ21	0,00	carico neve
q SLU	2,86 kN/mq			
q SLE perm.	0,49 kN/m	G1+G2	1,28 kN/mq	
q SLE acc.	0,28 kN/m	Q	0,80 kN/mq	
pp	0,04 kN/m			

$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	1,27 kNm
Vsd  max	1,64 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	1,27 kNm
Vsd	1,64 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X<sub>d</sub>]

$[X_d = X_k / FC]$

f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	10 cm
b	10 cm
A	100 cm <sup>2</sup>
J	833,33 cm <sup>4</sup>
W	166,67 cm <sup>3</sup>

10



### rigidezza della trave

R istantaneo	8,75E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	7,61 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,77

### resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,25 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 2,72

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

	0,39 cm	pari a L /	804 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		2,68

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	1,06 cm	pari a L /	293 ≤ L /	500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,67 cm		coeff. Sicurezza		0,59
w <sub>creep</sub>	0,54 cm				
w <sub>fin</sub>	1,60 cm	pari a L /	194 ≤ L /	300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza		0,65

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona **0,830** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,48** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48** kN/mq

## cop-Trave 15x21 (T4) solaio C7 T1

### stato di sollecitazione

<i>L</i> [luce di calcolo]	3,70 m	inclinazione falda	18 °	0,314159 rad
<i>q</i> SLU + pp	8,04 kN/m	interasse	2,52 m	
<i>q</i> SLE (rara)	5,87 kN/m	interasse piano	2,4 m	
<i>q</i> SLE (quasi perm.)	3,85 kN/m	→ ψ21	0,00	carico neve
<i>q</i> SLU	3,12 kN/mq	G1+G2	1,48	kN/mq
<i>q</i> SLE perm.	3,85 kN/m	Q	0,80	kN/mq
<i>q</i> SLE acc.	2,02 kN/m			
pp	0,12 kN/m			

$$q \text{ SLU} + pp = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,3
Y <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	13,76 kNm
Vsd  max	14,87 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	13,76 kNm
Vsd	14,87 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

		valori di progetto [ <i>X<sub>d</sub></i> ]	[ <i>X<sub>d</sub></i> = <i>X<sub>k</sub></i> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	21 cm
b	15 cm
A	315 cm <sup>2</sup>
J	11576,25 cm <sup>4</sup>
W	1102,50 cm <sup>3</sup>

15



### rigidezza della trave

R istantaneo	1,22E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	12,48 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	5,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,47

### resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,71 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>v,d</sub>	=	0,67 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,94

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,41 cm	pari a L /	913 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	3,04

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	1,18 cm	pari a L /	314 ≤ L / 500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,77 cm		coeff. Sicurezza	0,63
w <sub>creep</sub>	0,62 cm			
w <sub>fin</sub>	1,80 cm	pari a L /	206 ≤ L / 300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,69

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona **0,830** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,48** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48** kN/mq



## cop-Trave fi18 (T3) solaio C7 T1

### stato di sollecitazione

<i>L</i> [luce di calcolo]	1,95 m	inclinazione falda	18 °	0,314159 rad
<i>q</i> SLU + pp	5,40 kN/m	interasse	1,68 m	
<i>q</i> SLE (rara)	3,95 kN/m	interasse piano	1,6 m	
<i>q</i> SLE (quasi perm.)	2,60 kN/m	→ ψ21	0,00	carico neve
<i>q</i> SLU	3,12 kN/mq	G1+G2	1,48	kN/mq
<i>q</i> SLE perm.	2,60 kN/m	Q	0,80	kN/mq
<i>q</i> SLE acc.	1,35 kN/m			
pp	0,11 kN/m			

$$q \text{ SLU} + pp = YG1 \cdot (G1 + pp) + YG2 \cdot G2 + Yqi \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi21 \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
YQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	2,57 kNm
Vsd  max	5,26 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	2,57 kNm
Vsd	5,26 kN

### trave in legno

specie legnosa

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria I - pioppo

		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	10,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	8,75 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	9 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	7,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	10 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	8,33 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	1,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,25 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,50 N/mm <sup>2</sup>

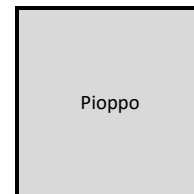
E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

raggio 9 cm

A	254,47 cm <sup>2</sup>
J	5153,00 cm <sup>4</sup>
W	572,00 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo 5,41E+11 N mm<sup>2</sup>

### tensione massima di calcolo

σ<sub>m,d</sub> 4,49 N/mm<sup>2</sup> < **verificato** f<sub>m,d</sub> = 8,75 N/mm<sup>2</sup>  
coeff. Sicurezza 1,95

### resistenza a taglio

τ<sub>d</sub> 0,31 N/mm<sup>2</sup> < **verificato** f<sub>v,d</sub> = 0,50 N/mm<sup>2</sup>  
coeff. Sicurezza 1,61

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo) 0,05 cm pari a L/4164 ≤ L/300 **verificato**  
coeff. Sicurezza 13,88

CNR-DT 206 R1/2018

w<sub>ist</sub> 0,14 cm pari a L/1420 ≤ L/500 **verificato**  
w'<sub>in</sub> 0,09 cm coeff. Sicurezza 2,84  
w<sub>creep</sub> 0,07 cm  
w<sub>fin</sub> 0,21 cm pari a L/930 ≤ L/300 **verificato**  
coeff. Sicurezza 3,10

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Pianellona **0,630** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,28** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,28** kN/mq

## cop-Travetto solaio C8 T1

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	2,37 m
q SLU + pp	1,05 kN/m
q SLE (rara)	0,77 kN/m
q SLE (quasi perm.)	0,49 kN/m
q SLU	2,86 kN/mq
q SLE perm.	0,49 kN/m
q SLE acc.	0,28 kN/m
pp	0,04 kN/m

inclinazione falda	18 °	0,314159 rad
Luce in pianta	2,25 m	
interasse	0,35 m	
→ ψ21	0,00	carico neve
G1+G2	1,28 kN/mq	
Q	0,80 kN/mq	

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,74 kNm
Vsd  max	1,25 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,74 kNm
Vsd	1,25 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	10 cm
b	10 cm
A	100 cm <sup>2</sup>
J	833,33 cm <sup>4</sup>
W	166,67 cm <sup>3</sup>

10



10

### rigidezza della trave

R istantaneo 8,75E+10 N mm<sup>2</sup>

### tensione massima di calcolo

σ<sub>m,d</sub> 4,43 N/mm<sup>2</sup> < **verificato** f<sub>m,d</sub> = 5,83 N/mm<sup>2</sup>  
coeff. Sicurezza 1,32

### resistenza a taglio

τ<sub>d</sub> 0,19 N/mm<sup>2</sup> < **verificato** f<sub>v,d</sub> = 0,67 N/mm<sup>2</sup>  
coeff. Sicurezza 3,56

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)

0,13 cm pari a L / 1813 ≤ L / 300 **verificato**  
coeff. Sicurezza 6,04

CNR-DT 206 R1/2018

w<sub>ist</sub> 0,36 cm pari a L / 661 ≤ L / 500 **verificato**  
coeff. Sicurezza 1,32

w' in 0,23 cm  
w creep 0,18 cm  
w fin 0,54 cm pari a L / 438 ≤ L / 300 **verificato**  
coeff. Sicurezza 1,46

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante	0,05 kN/mq
Finitura in coppi ed embrici	0,60 kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Piccola orditura e pianellona	0,830 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 1,48 kN/mq**

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve	0,80 kN/mq
-------------	------------

**Carichi permanenti strutturali G1:**

	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq

**TOTALE 0,00 kN/mq**

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48 kN/mq**

## cop-Trave 20x21 (T1) solaio C8 T1

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,85 m
q SLU + pp	5,79 kN/m
q SLE (rara)	4,24 kN/m
q SLE (quasi perm.)	2,81 kN/m
q SLU	3,12 kN/mq
q SLE perm.	2,81 kN/m
q SLE acc.	1,43 kN/m
pp	0,16 kN/m

inclinazione falda	18 °	0,314159 rad
interasse	1,79 m	
interasse piano	1,7 m	
→ ψ21	0,00	carico neve
G1+G2	1,48	kN/mq
Q	0,80	kN/mq

$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	17,03 kNm
Vsd  max	14,05 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	17,03 kNm
Vsd	14,05 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria II - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	9 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	9 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	8 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,9 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,d</sub>	7,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	7,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	6,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,75 N/mm <sup>2</sup>

FC	1,2 LC2
----	---------

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	21 cm
b	20 cm
A	420 cm <sup>2</sup>
J	15435,00 cm <sup>4</sup>
W	1470,00 cm <sup>3</sup>

20



### rigidezza della trave

R istantaneo	1,62E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### tensione massima di calcolo

σ <sub>m,d</sub>	11,59 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>m,d</sub>	=	7,50 N/mm <sup>2</sup>
			<b>non verificato</b>		coeff. Sicurezza 0,65

### resistenza a taglio

τ <sub>d</sub>	0,50 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,75 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,50

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,64 cm	pari a L /	763 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	2,54

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	1,88 cm	pari a L /	258 ≤ L / 500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	1,25 cm		coeff. Sicurezza	0,52
w <sub>creep</sub>	1,00 cm			
w <sub>fin</sub>	2,88 cm	pari a L /	168 ≤ L / 300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,56

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona **0,830** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,48** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48** kN/mq

## cop-Trave 21x23 (T2) solaio C8 T1

### stato di sollecitazione

<i>L</i> [luce di calcolo]	3,80 m	inclinazione falda	18 °	0,314159 rad
<i>q</i> SLU + pp	7,17 kN/m	interasse	2,21 m	
<i>q</i> SLE (rara)	5,24 kN/m	interasse piano	2,1 m	
<i>q</i> SLE (quasi perm.)	3,48 kN/m	→ ψ21	0,00	carico neve
<i>q</i> SLU	3,12 kN/mq	G1+G2	1,48	kN/mq
<i>q</i> SLE perm.	3,48 kN/m	Q	0,80	kN/mq
<i>q</i> SLE acc.	1,77 kN/m			
pp	0,21 kN/m			

$$q \text{ SLU} + pp = YG1 \cdot (G1 + pp) + YG2 \cdot G2 + Yqi \cdot Qk1$$

$$q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi21 \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,3
Yqi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	12,94 kNm
Vsd  max	13,62 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	12,94 kNm
Vsd	13,62 kN

### trave in legno

specie legnosa

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - pioppo

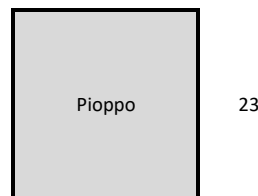
		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	6,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,42 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	4,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	3,75 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	1,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,25 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,33 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		

k<sub>def</sub> 0,8 Classe di servizio 2 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	23 cm
b	21 cm
A	483 cm <sup>2</sup>
J	21292,25 cm <sup>4</sup>
W	1851,50 cm <sup>3</sup>

21



### rigidezza della trave

R istantaneo 2,24E+12 N mm<sup>2</sup>

### tensione massima di calcolo

σ<sub>m,d</sub> 6,99 N/mm<sup>2</sup> > f<sub>m,d</sub> = 5,42 N/mm<sup>2</sup>  
**non verificato** coeff. Sicurezza 0,77

### resistenza a taglio

τ<sub>d</sub> 0,42 N/mm<sup>2</sup> > f<sub>v,d</sub> = 0,33 N/mm<sup>2</sup>  
**non verificato** coeff. Sicurezza 0,79

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo) 0,21 cm pari a L / 1771 ≤ L / 300 **verificato**  
 coeff. Sicurezza 5,90

CNR-DT 206 R1/2018

w<sub>ist</sub> 0,64 cm pari a L / 597 ≤ L / 500 **verificato**  
 w' in 0,42 cm coeff. Sicurezza 1,19  
 w<sub>creep</sub> 0,34 cm  
 w<sub>fin</sub> 0,97 cm pari a L / 390 ≤ L / 300 **verificato**  
 coeff. Sicurezza 1,30

**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Guaina impermeabilizzante **0,05** kN/mq

Finitura in coppi ed embrici **0,60** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:** kN/mq

Piccola orditura e pianellona **0,830** kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 1,48** kN/mq

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve **0,80** kN/mq

**Carichi permanenti strutturali G1:**

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

kN/mq

**TOTALE 0,00** kN/mq

**Totale carichi permanenti G1 + G2:**

**TOTALE 1,48** kN/mq



cop-Trave 20x20 (FP1) solaio C7 e C8  
T1

**stato di sollecitazione**

L [luce di calcolo]	3,00 m
q SLU + pp	9,24 kN/m
q SLE (rara)	6,75 kN/m
q SLE (quasi perm.)	4,44 kN/m
q SLU	3,12 kN/mq
q SLE perm.	4,44 kN/m
q SLE acc.	2,31 kN/m
pp	0,16 kN/m

inclinazione falda	18 °	0,314159 rad
interasse	2,89 m	
interasse piano	2,75 m	
→ ψ21	0,00	carico neve
G1+G2	1,48	kN/mq
Q	0,80	kN/mq

$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$

$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$

$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

**Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018**

γG1	1,3
γG2	1,3
γQi	1,5

**sollecitazione massima trave su due appoggi**

Msd  max	10,40 kNm
Vsd  max	13,86 kN

**sollecitazione di verifica**

Msd	10,40 kNm
Vsd	13,86 kN

**trave in legno**

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria I - Abete rosso

f <sub>m,k</sub>	11 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	11 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	10 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	1 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,d</sub>	9,17 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	9,17 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	8,33 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	0,83 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>

FC 1,2 LC2

k<sub>def</sub> 0,8

Classe di servizio 2

[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

**geometria**

h	20 cm
b	20 cm
A	400 cm <sup>2</sup>
J	13333,33 cm <sup>4</sup>
W	1333,33 cm <sup>3</sup>

20



20

**rigidezza della trave**

R istantaneo	1,40E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

**tensione massima di calcolo**

σ <sub>m,d</sub>	7,80 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>m,d</sub>	=	9,17 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,18

**resistenza a taglio**

τ <sub>d</sub>	0,52 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	0,83 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,60

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,17 cm	pari a L /	1722 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
				coeff. Sicurezza	5,74

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,51 cm	pari a L /	590 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,33 cm			coeff. Sicurezza	1,18
w <sub>creep</sub>	0,27 cm				
w <sub>fin</sub>	0,78 cm	pari a L /	386 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
				coeff. Sicurezza	1,29

**COMUNE DI CAMPI BISENZIO**  
**PROVINCIA DI FIRENZE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**FASCICOLO DEI CALCOLI**

**SOLAI DI PIANO – STATO DI PROGETTO**

**LAVORI DI RESTAURO DEL PALAZZO PRETORIO E LOCALI CONNESSI DA  
DESTINARE AD UFFICI COMUNALI NEL COMUNE DI CAMPI BISENZIO  
IMMOBILE POSTO IN PIAZZA G .MATTEOTTI**



---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto tipo FOAMCEM - spessore 16cm ( $\gamma$ 1000 kg/m <sup>3</sup> )	1,60 kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,40 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Travetto solaio S5 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	0,65 m	interasse	0,46 m
q SLU + pp	5,38 kN/m		
q SLE (rara)	3,69 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	2,72 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	11,62 kN/mq		
q SLE perm.	2,31 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	1,38 kN/m	G2	3,40 kN/mq
pp	0,03 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,5
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,28 kNm
Vsd  max	1,75 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,28 kNm
Vsd	1,75 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

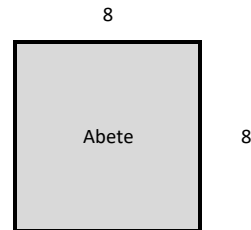
categoria III - Abete rosso

		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo 3,58E+10 N mm<sup>2</sup>

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	3,33 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,57 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,47 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	1,00
α	0,21

## Travetto solaio S5 travetto

Jtor	853,33 cm <sup>4</sup>		
β	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
leff	572,00 mm		
My,crit	52132272,97 Nmm		
σ <sub>m,crit</sub>	610,93 N/mm <sup>2</sup>		
λ <sub>rel,m</sub>	0,11		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
σ <sub>m,d/kcrit,m*fm,d</sub>	0,57 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	80 mm		
b	80 mm		
kef	0,67		
Aef	4480 mm <sup>2</sup>		
τ <sub>d</sub>	0,59 N/mm <sup>2</sup>	<	fv,d = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,14

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	80 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	80 mm			
Superficie di appoggio	6400 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	1749,12 N			
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	0,55 N/mm <sup>2</sup>	<	fc,90,d = 1,67 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	3,05

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,01 cm	pari a L /	7263 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	24,21

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,01 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,01 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,03 cm	pari a L /	1884 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	9,42

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,02 cm	pari a L /	2718 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,02 cm		coeff. Sicurezza	5,44
w <sub>creep</sub>	0,01 cm			
w <sub>fin</sub>	0,03 cm	pari a L /	1884 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	6,28

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto tipo FOAMCEM - spessore 16cm ( $\gamma$ 1000 kg/m <sup>3</sup> )	1,60 kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,40 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Trave legno e rinforzo solaio S5\_rev01 trave legno

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,50 m	interasse	0,75 m
q SLU + pp	9,13 kN/m		
q SLE (rara)	6,29 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	4,71 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	11,75 kN/mq	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE perm.	4,04 kN/m	G1	1,65 kN/mq
q SLE acc.	2,25 kN/m	G2	3,40 kN/mq
pp	0,25 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	13,99 kNm
Vsd  max	15,98 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	13,99 kNm
Vsd	15,98 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

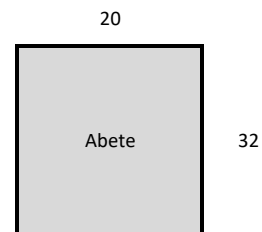
		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	32 cm
b	20 cm
A	640 cm <sup>2</sup>
J	54613,33 cm <sup>4</sup>
W	3413,33 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	5,73E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	4,10 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,70 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,57 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	0,63
α	0,24

## Trave legno e rinforzo solaio S5\_rev01 trave legno

Jtor	62060,61 cm4		
$\beta$	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
leff	3080,00 mm		
My,crit	1044384974,76 Nmm		
$\sigma_{m,crit}$	305,97 N/mm <sup>2</sup>		
$\lambda_{rel,m}$	0,15		
kcrit,m	1,00		
$\sigma_{m,d}/k_{crit,m} \cdot f_{m,d}$	0,70	<	1 <b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	320 mm		
b	200 mm		
kef	0,67		
Aef	42880 mm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,56 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub> = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,19

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base trave	200 mm			
Superficie di appoggio	20000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	15984,06 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	1,60 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub> = 1,67 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	1,04

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,08 cm	pari a L /	4565 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	15,22

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u1,ist	0,14 cm			
u21,ist	0,08 cm			
utot,fin	0,31 cm	pari a L /	1127 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	5,63

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,21 cm	pari a L /	1634 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' in	0,16 cm		coeff. Sicurezza	3,27
w creep	0,10 cm			
w fin	0,31 cm	pari a L /	1127 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	3,76



## Trave legno e rinforzo solaio S5\_rev01 rinforzo acciaio

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,50 m	interasse	0,70 m
q SLU + pp	8,78 kN/m		
q SLE (rara)	6,06 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	4,59 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	11,75 kN/mq		
q SLE perm.	3,96 kN/m	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE acc.	2,10 kN/m	G1	1,65 kN/mq
pp	0,43 kN/m	G2	3,40 kN/mq
		Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

$$\gamma_{G1} = 1,3$$

$$\gamma_{G2} = 1,5$$

$$\gamma_{qi} = 1,5$$

### Sollecitazione massima trave su due appoggi

$$|M_{sd}|_{max} = 13,44 \text{ kNm}$$

$$|V_{sd}|_{max} = 15,36 \text{ kN}$$

### sollecitazione di verifica

$$M_{sd} = 13,44 \text{ kNm}$$

$$V_{sd} = 15,36 \text{ kN}$$

### Profilo HEB160

CLASSE **S235**

valori caratteristici

f<sub>y,k</sub> **235 N/mm<sup>2</sup>**      valori di progetto f<sub>y,d</sub> **223,81 N/mm<sup>2</sup>**

E acciaio S235 **210000 N/mm<sup>2</sup>**

v **0,3**

G acciaio S235 **80769,23 N/mm<sup>2</sup>**

γ<sub>M0</sub> **1,05**      *coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII*

γ<sub>M1</sub> **1,05**      *coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII*

### geometria

h **16 cm**      h **160 mm**

b **16 cm**      b **160 mm**

W<sub>pl,y</sub> **354 cm<sup>3</sup>**      t<sub>f</sub> **13 mm**

W<sub>pl,z</sub> **170 cm<sup>3</sup>**      t<sub>w</sub> **8 mm**

J<sub>y</sub> **2492,00 cm<sup>4</sup>**      r **15 mm**

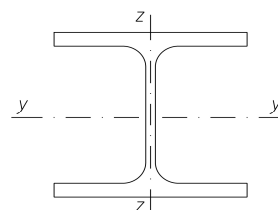
J<sub>z</sub> **889,00 cm<sup>4</sup>**      A **5430 mm<sup>2</sup>**

Peso proprio profilo **0,43 kN/m**      A<sub>v</sub> **1764 mm<sup>2</sup>**

### rigidezza della trave

EJ<sub>y</sub> profilo **5,23E+12 Nmm<sup>2</sup>**

EJ<sub>z</sub> profilo **1,87E+12 Nmm<sup>2</sup>**



### verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

M<sub>pl,Rd</sub> **79228571,43 Nmm**

Med/M<sub>c,Rd</sub> **0,17 < 1**      **verificato**

### verifica di stabilità flessio-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

M<sub>b</sub>, M<sub>a</sub> **0** trave appoggiata appoggiata

ψ **1,75**

## Trave legno e rinforzo solaio S5\_rev01 rinforzo acciaio

Lcr	3500 mm					
EJz	1,8669E+12 Nmmq					
Jt	257216,00 mm4					
GJt	20775138462 Nmmq					
Jw	48026002500 mm6					
EJw	1,00855E+16 Nmm4					
Mcr	364867709,4 Nmm					
$\lambda_{LT}$	0,48					
$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)				
$\lambda_{LT,0}$	0,2					
$\beta$	1					
$\Phi_{LT}$	0,66					
kc	0,94	tab.4.2.X				
f	0,98					
$\chi_{LT}$	0,92 <	$K\chi$	=	1	verificato	
Mb,Rd	72558330,83 Nmm					
Med/Mb,Rd	0,19 <	1			<b>verificato</b>	

### verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)

Av	1764 mmq					
Vc,Rd	227937,89 N	>	Vsd	=	15356,78 N	
		<b>verificato</b>			coeff. Sicurezza	14,84

### freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)

combinazione rara istantanea

carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	0,23 cm	pari a L /	1547 ≤	L /	250	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			6,19
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,08 cm	pari a L /	4464 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			14,88

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a:  $f$  = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $f_{v0}$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $E$  = valore medio del modulo di elasticità normale,  $G$  = valore medio del modulo di elasticità tangenziale,  $w$  = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	$f$	$\tau_0$	$f_{v0}$	$E$	$G$	$w$
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione  $f_{p0}$  può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscela leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5

Trave legno e rinforzo solaio S5\_rev01  
rinforzo acciaio

Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,25}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

VERIFICA APPOGGIO A

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	15,36	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** vedi tabella

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC 2
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

diagram. tensioni	1,00	1 se rettangolare; 2 se triangolare
diagram. tensioni	0,67	0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

SENZA DORMIENTE

b	160 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,640 N/mm <sup>2</sup>	usare dormiente
-------	-------------------------	-----------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

TOTALE

sigma	0,640 N/mm <sup>2</sup>	usare dormiente
-------	-------------------------	-----------------

CON DORMIENTE

b	200 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,512 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

TOTALE

sigma	0,512 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

VERIFICA APPOGGIO B

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	15,36	kN

## Trave legno e rinforzo solaio S5\_rev01 rinforzo acciaio

### TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** *vedi tabella*

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscela leganti</i>
k7	1	<i>intonaco armato</i>
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <b>2</b>
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

<i>diagram. tensioni</i>	1,00	<i>1 se rettangolare; 2 se triangolare</i>
<i>diagram. tensioni</i>	0,67	<i>0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare</i>

### SENZA DORMIENTE

b	160 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma	0,640 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

#### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

#### TOTALE

sigma	0,640 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

### CON DORMIENTE

b	200 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma	0,512 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

#### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

#### TOTALE

sigma	0,512 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto - spessore 5cm ( $\gamma$ 2000 kg/m <sup>3</sup> )	1,00 kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Nuovo travetto solaio S6,S15 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,55 m	interasse	0,35 m
q SLU + pp	3,82 kN/m		
q SLE (rara)	2,62 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,89 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.I - Cat. B Uffici
q SLU	10,72 kN/mq		
q SLE perm.	1,57 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	1,05 kN/m	G2	2,80 kN/mq
pp	0,05 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	1,15 kNm
Vsd  max	2,96 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	1,15 kNm
Vsd	2,96 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [X<sub>k</sub>]

categoria C24  
[rif. EN 338]

valori di progetto [X<sub>d</sub>] [X<sub>d</sub> = X<sub>k</sub> \* k<sub>mod</sub> / γ<sub>m</sub> \* FC]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

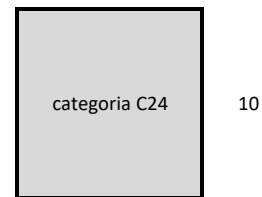
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>	FC	1 LC3
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>		

k <sub>mod</sub>	0,9	Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]
k <sub>def</sub>	0,6	Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]
γ <sub>m</sub>	1,5	[rif. tab. 4.4.III NTC]
k <sub>m</sub>	0,7	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

### geometria

h	10 cm
b	10 cm
A	100 cm <sup>2</sup>
J	833,33 cm <sup>4</sup>
W	166,67 cm <sup>3</sup>

10



### rigidezza della trave

R istantaneo	9,17E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	6,87 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,48 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,33 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

## Nuovo travetto solaio S6,S15 travetto

b/h	1,00				
$\alpha$	0,21				
Jtor	2083,33 cm <sup>4</sup>				
$\beta$	0,88	tab. 7-4	CNR-DT 206 R1/2018		
leff	1364,00 mm				
M <sub>y,crit</sub>	56245033,94 Nmm				
$\sigma_{m,crit}$	337,47 N/mm <sup>2</sup>				
$\lambda_{rel,m}$	0,27				
k <sub>crit,m</sub>	1,00				
$\sigma_{m,d}/k_{crit,m} \cdot f_{m,d}$	0,48 <	1		<b>verificato</b>	

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	100 mm				
b	100 mm				
kef	0,67				
Aef	6700 mm <sup>2</sup>				
$\tau_d$	0,66 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	2,40 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	3,63

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>	
base trave	100 mm				
Superficie di appoggio	10000 mm <sup>2</sup>				
Taglio all'appoggio	2956,82 N				
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	0,59 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub>	=	1,50 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	2,54

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,09 cm	pari a L /	1800 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			6,00

### freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,13 cm					
u <sub>21,ist</sub>	0,09 cm					
utot,fin	0,31 cm	pari a L /	503 ≤	L /	200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			2,52

### CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,22 cm	pari a L /	721 ≤	L /	500	<b>verificato</b>
w' in	0,15 cm		coeff. Sicurezza			1,44
w creep	0,09 cm					
w fin	0,31 cm	pari a L /	503 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			1,68

**Tabella C8.5.I** - Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione,  **$\tau_0$**  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>v0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	w (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 + 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

## Nuovo travetto solaio S6,S15 travetto

(es.: doppio UNI foratura ≤40%)

- (\*) Nella muratura a conci sbazzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.
- (\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.
- (\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.**

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei quadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,85}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	2,96	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

B *vedi tabella*

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <span style="color: red;">2</span>
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

#### SENZA DORMIENTE

b	100 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,394 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

#### TOTALE

sigma 0,394 N/mm<sup>2</sup> *verificato*



## Nuovo travetto solaio S6,S15 travetto

### CON DORMIENTE

b 100 mm lunghezza  
a 150 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,394 N/mmq **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mmq **verificato**

#### TOTALE

sigma 0,394 N/mmq **verificato**

### VERIFICA APPOGGIO B

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	2,96	kN

#### TIPOLOGIA DI MURATURA

**H** *vedi tabella*

fm 500 N/cm<sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1  
 coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa  
 k1 1 *malta buona*  
 k2 1 *giunti sottili*  
 k3 1 *ricorsi o listature*  
 k4 1 *connessione trasversale*  
 k5 1 *nucleo scadente*  
 k6 1 *iniezione miscela leganti*  
 k7 1 *intonaco armato*  
 fm 500 N/cm<sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi  
 FC 1,35 - per il LC 1  
 gM 3  
 fd 1,235 N/mmq

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b 100 mm base del profilo  
a 100 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,591 N/mmq **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mmq **verificato**

#### TOTALE

sigma 0,591 N/mmq **verificato**

### CON DORMIENTE

b 100 mm lunghezza  
a 100 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,591 N/mmq **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mmq **verificato**

#### TOTALE

sigma 0,591 N/mmq **verificato**

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto - spessore 3cm ( $\gamma$ 2000 kg/m <sup>3</sup> )	0,60 kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,40 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Travetto solaio S7,S9,S14 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,00 m	interasse	0,32 m
q SLU + pp	3,28 kN/m		
q SLE (rara)	2,25 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,58 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	10,12 kN/mq		
q SLE perm.	1,29 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	0,96 kN/m	G2	2,40 kN/mq
pp	0,03 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,5
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,41 kNm
Vsd  max	1,64 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,41 kNm
Vsd	1,64 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

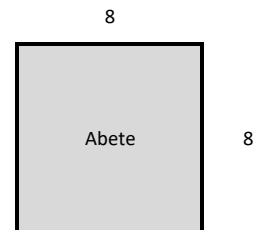
		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	4,80 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,82 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,67 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	1,00
α	0,21

## Travetto solaio S7,S9,S14 travetto

Jtor	853,33 cm <sup>4</sup>			
β	0,88	tab. 7-4	CNR-DT 206 R1/2018	
leff	880,00 mm			
My,crit	33885977,43 Nmm			
σ <sub>m,crit</sub>	397,10 N/mm <sup>2</sup>			
λ <sub>rel,m</sub>	0,13			
k <sub>crit,m</sub>	1,00			
σ <sub>m,d/kcrit,m*fm,d</sub>	0,82 <	1		<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	80 mm			
b	80 mm			
kef	0,67			
Aef	4288 mm <sup>2</sup>			
τ <sub>d</sub>	0,57 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	= 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	1,16

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	80 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	80 mm			
Superficie di appoggio	6400 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	1637,90 N			
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	0,51 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub>	= 1,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	3,26

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,03 cm	pari a L /	2867 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		9,56

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,05 cm				
u <sub>21,ist</sub>	0,03 cm				
u <sub>tot,fin</sub>	0,12 cm	pari a L /	859 ≤ L /	200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		4,30

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,08 cm	pari a L /	1221 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,06 cm		coeff. Sicurezza		2,44
w <sub>creep</sub>	0,03 cm				
w <sub>fin</sub>	0,12 cm	pari a L /	859 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		2,86

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto - spessore 3cm ( $\gamma$ 2000 kg/m <sup>3</sup> )	0,60 kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,40 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Trave legno e rinforzo solaio S7,S9,S14\_rev01 trave legno

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	5,00 m	interasse	1,00 m
q SLU + pp	10,49 kN/m		
q SLE (rara)	7,24 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	5,14 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	10,25 kN/mq	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE perm.	4,24 kN/m	G1	1,65 kN/mq
q SLE acc.	3,00 kN/m	G2	2,40 kN/mq
pp	0,19 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	32,79 kNm
Vsd  max	26,23 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	32,79 kNm
Vsd	26,23 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	23 cm
b	21 cm
A	483 cm <sup>2</sup>
J	21292,25 cm <sup>4</sup>
W	1851,50 cm <sup>3</sup>

21



23

### rigidezza della trave

R istantaneo	2,24E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	17,71 N/mm <sup>2</sup>		
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>		
k <sub>m</sub>	0,70	sezioni trasversali rettangolari	

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	3,04 >	1	non verificato
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	2,48 >	1	non verificato

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	0,91
α	0,22

Trave legno e rinforzo solaio S7,S9,S14\_rev01  
trave legno

Jtor	45871,43 cm4			
$\beta$	0,88	tab. 7-4	CNR-DT 206 R1/2018	
leff	4400,00 mm			
My,crit	392449009,03 Nmm			
$\sigma_{m,crit}$	211,96 N/mm <sup>2</sup>			
$\lambda_{rel,m}$	0,18			
k <sub>crit,m</sub>	1,00			
$\sigma_{m,d}/k_{crit,m} \cdot f_{m,d}$	3,04	>	1	<b>non verificato</b>

**verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	230 mm			
b	210 mm			
kef	0,67			
A <sub>ef</sub>	32361 mm <sup>2</sup>			
$\tau_d$	1,22 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>v,d</sub>	= 0,67 N/mm <sup>2</sup>
		<b>non verificato</b>	coeff. Sicurezza	0,55

**verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)**

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base trave	210 mm			
Superficie di appoggio	21000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	26230,00 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	2,50 N/mm <sup>2</sup>	>	f <sub>c,90,d</sub>	= 1,67 N/mm <sup>2</sup>
		<b>non verificato</b>	coeff. Sicurezza	0,67

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	1,09 cm	pari a L /	458 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	1,53

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	1,54 cm			
u <sub>21,ist</sub>	1,09 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	3,76 cm	pari a L /	133 ≤ L / 200	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,67

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	2,64 cm	pari a L /	190 ≤ L / 500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	1,87 cm		coeff. Sicurezza	0,38
w <sub>creep</sub>	1,12 cm			
w <sub>fin</sub>	3,76 cm	pari a L /	133 ≤ L / 300	<b>non verificato</b>
			coeff. Sicurezza	0,44

## Trave legno e rinforzo solaio S7,S9,S14\_rev01 rinforzo acciaio UPN140 accoppi

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,75 m	interasse	1,00 m
q SLU + pp	10,45 kN/m		
q SLE (rara)	7,21 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	5,11 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	10,25 kN/mq		
q SLE perm.	4,21 kN/m	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE acc.	3,00 kN/m	G1	1,65 kN/mq
pp	0,16 kN/m	G2	2,40 kN/mq
		Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,5
YQi	1,5

### Sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	29,48 kNm
Vsd  max	24,83 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	29,48 kNm
Vsd	24,83 kN

### Profili UPN140 accoppiati

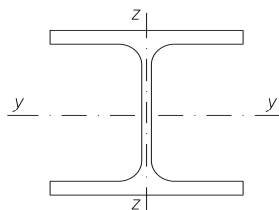
CLASSE	S235		
valori caratteristici		valori di progetto	
fy,k	235 N/mm <sup>2</sup>	fy,d	223,81 N/mm <sup>2</sup>
E acciaio S235	210000 N/mm <sup>2</sup>		
v	0,3		
G acciaio S235	80769,23 N/mm <sup>2</sup>		
Y <sub>M0</sub>	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII	
Y <sub>M1</sub>	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII	

### geometria (singolo profilo)

h	14 cm	h	140 mm
b	6 cm	b	60 mm
W <sub>pl,y</sub>	103 cm <sup>3</sup>	t <sub>f</sub>	10 mm
W <sub>pl,z</sub>	28,3 cm <sup>3</sup>	t <sub>w</sub>	7 mm
J <sub>y</sub>	605,00 cm <sup>4</sup>	r	10 mm
J <sub>z</sub>	62,70 cm <sup>4</sup>	A	2040 mm <sup>2</sup>
Peso proprio profilo	0,16 kN/m	Av profili accoppiati	2020 mm <sup>2</sup>

### rigidezza del singolo profilo

EJ <sub>y</sub> profilo	1,27E+12 Nmm <sup>2</sup>
EJ <sub>z</sub> profilo	1,32E+11 Nmm <sup>2</sup>



### verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

$$M_{pl,Rd} = 46104761,90 \text{ Nmm}$$

$$M_{ed}/M_{c,Rd} = 0,64 < 1 \quad \text{verificato}$$

### verifica di stabilità flessio-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

Non si esegue la verifica di stabilità flessio-torsionale poiché si considerano i profili accoppiati con la trave in legno che rinforzano, la quale agisce come ritegno torsionale continuo.

### verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)

$$A_v = 2020 \text{ mm}^2$$



Trave legno e rinforzo solaio S7,S9,S14\_rev01  
rinforzo acciaio UPN140 accopp

Vc,Rd 261017,31 N > Vsd = 24825,88 N  
**verificato** coeff. Sicurezza 10,51

**freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)**

*combinazione rara istantanea*

carichi totali ( $\delta_{tot}$ ) 1,88 cm pari a L / 253 ≤ L / 250 **verificato**  
coeff. Sicurezza 1,01

carichi accidentali ( $\delta_2$ ) 0,78 cm pari a L / 607 ≤ L / 300 **verificato**  
coeff. Sicurezza 2,02

## Trave legno e rinforzo solaio S7,S9,S14\_rev01 rinforzo acciaio HEB160

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,90 m	interasse	0,90 m
q SLU + pp	9,77 kN/m		
q SLE (rara)	6,77 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	4,88 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	10,25 kN/mq		
q SLE perm.	4,07 kN/m	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE acc.	2,70 kN/m	G1	1,65 kN/mq
pp	0,43 kN/m	G2	2,40 kN/mq
		Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>Qi</sub>	1,5

### Sollecitazione massima trave su due appoggi

M <sub>sd</sub>   max	29,34 kNm
V <sub>sd</sub>   max	23,95 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
M <sub>sd</sub>	29,34 kNm
V <sub>sd</sub>	23,95 kN

### Profilo HEB160

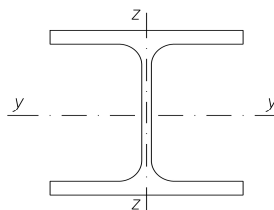
CLASSE	S235		
valori caratteristici		valori di progetto	
f <sub>y,k</sub>	235 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>y,d</sub>	223,81 N/mm <sup>2</sup>
E acciaio S235	210000 N/mm <sup>2</sup>		
v	0,3		
G acciaio S235	80769,23 N/mm <sup>2</sup>		
Y <sub>M0</sub>	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII	
Y <sub>M1</sub>	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII	

### geometria

h	16 cm	h	160 mm
b	16 cm	b	160 mm
W <sub>pl,y</sub>	354 cm <sup>3</sup>	t <sub>f</sub>	13 mm
W <sub>pl,z</sub>	170 cm <sup>3</sup>	t <sub>w</sub>	8 mm
J <sub>y</sub>	2492,00 cm <sup>4</sup>	r	15 mm
J <sub>z</sub>	889,00 cm <sup>4</sup>	A	5430 mm <sup>2</sup>
Peso proprio profilo	0,43 kN/m	Av	1764 mm <sup>2</sup>

### rigidezza della trave

E <sub>Jy</sub> profilo	5,23E+12 Nmm <sup>2</sup>
E <sub>Jz</sub> profilo	1,87E+12 Nmm <sup>2</sup>



### verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

M<sub>pl,Rd</sub> 79228571,43 Nmm

Med/M<sub>c,Rd</sub> 0,37 < 1 **verificato**

### verifica di stabilità flessio-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

M<sub>b</sub>,M<sub>a</sub> 0 trave appoggiata appoggiata  
ψ 1,75

## Trave legno e rinforzo solaio S7,S9,S14\_rev01 rinforzo acciaio HEB160

Lcr	4900 mm					
EJz	1,8669E+12 Nmmq					
Jt	257216,00 mm4					
GJt	20775138462 Nmmq					
Jw	48026002500 mm6					
EJw	1,00855E+16 Nmm4					
Mcr	242010465,7 Nmm					
$\lambda_{LT}$	0,59					
$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)				
$\lambda_{LT,0}$	0,2					
$\beta$	1					
$\Phi_{LT}$	0,74					
kc	0,94	tab.4.2.X				
f	0,97					
$\chi_{LT}$	0,87 <	$K\chi$	=	1		verificato
Mb,Rd	68732733,11 Nmm					
Med/Mb,Rd	0,43 <	1				<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)

Av	1764 mmq					
Vc,Rd	227937,89 N	>	Vsd	=	23947,04 N	
		<b>verificato</b>			coeff. Sicurezza	9,52

### freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)

combinazione rara istantanea

carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	0,97 cm	pari a L /	505 ≤	L /	250	<b>verificato</b>
					coeff. Sicurezza	2,02
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,39 cm	pari a L /	1265 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
					coeff. Sicurezza	4,22

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a:  $f$  = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $f_{v0}$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $E$  = valore medio del modulo di elasticità normale,  $G$  = valore medio del modulo di elasticità tangenziale,  $w$  = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	$f$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{v0}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G$ (N/mm <sup>2</sup> )	$w$ (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione  $f_{p0}$  può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscela leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (***)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5

Trave legno e rinforzo solaio S7,S9,S14\_rev01  
rinforzo acciaio HEB160

Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,25}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

VERIFICA APPOGGIO A

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	23,95	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** vedi tabella

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC 2
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

diagram. tensioni	1,00	1 se rettangolare; 2 se triangolare
diagram. tensioni	0,67	0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

SENZA DORMIENTE

b	160 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,998 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

TOTALE

sigma	0,998 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

CON DORMIENTE

b	350 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,456 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

TOTALE

sigma	0,456 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

VERIFICA APPOGGIO B

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	23,95	kN

## Trave legno e rinforzo solaio S7,S9,S14\_rev01 rinforzo acciaio HEB160

### TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** *vedi tabella*

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscela leganti</i>
k7	1	<i>intonaco armato</i>
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <b>2</b>
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

<i>diagram. tensioni</i>	1,00	<i>1 se rettangolare; 2 se triangolare</i>
<i>diagram. tensioni</i>	0,67	<i>0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare</i>

### SENZA DORMIENTE

b	160 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma	0,998 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

#### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

#### TOTALE

sigma	0,998 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

### CON DORMIENTE

b	350 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma	0,456 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

#### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

#### TOTALE

sigma	0,456 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

RESISTENZA BULLONATURA

Calcolo della resistenza della bullonatura a trazione e taglio

<b>Fv,Rd</b>	<b>73,728 kN</b>								<i>resistenza a taglio del bullone</i>
<b>Ft,Rd</b>	<b>110,59 kN</b>								<i>resistenza a trazione del bullone</i>
<b>Fb,Rd</b>	<b>70 kN</b>	esterno	<b>Fb,Rd</b>	<b>43 kN</b>	<b>piastra</b>	interno			<i>resistenza a rifollamento</i>
d	18 [mm]	Ares	192	[mmq]					<i>caratteristiche bullone</i>
t est	13 [mm]		t int	8 [mm]					<i>spessore piastra collegata</i>
ftk	430 [N/mm <sup>2</sup> ]		S 235	[N/mm <sup>2</sup> ]					<i>resistenza a rottura materiale piastra</i>
α bordo	0,44 -		α interni	0,5394737 -					
k	1,984211 -								
p1	45 [mm]	min	41,8	max	182	<b>verificato</b>			
e1	25 [mm]	min	22,8	max	92	<b>verificato</b>			
d0	19 [mm]								
ftb	800 [N/mm <sup>2</sup> ]	coef.	0,6						<i>caratteristiche bullone</i>
e2	25 [mm]	min	22,8	max	92	<b>verificato</b>			
gM2	1,25 -								<i>coefficiente di sicurezza lato materiale</i>
n	1 numero bulloni		1	n. piastre esterne					
Fed	46,88 kN								<i>sollecitazione taglio</i>
Vi,Ed	46,88 kN <	73,73	VERO						<i>Verifica a taglio singolo bullone</i>
Fi,Ed	46,88 kN <	70,05	VERO						<i>verifica rifollamento piastre esterne</i>
Fi,Ed	6,91 kN <	43,11	VERO						<i>verifica rifollamento piastra interna</i>
Ned	0 kN								<i>sollecitazione trazione</i>
Vi,Ed	0,00 kN <	110,59	VERO						<i>Verifica a trazione singolo bullone</i>
[NTC 4.2.71]	$[Fv,Ed/Fv,Rd + Ft,Ed/(1,40 \times Ft,Rd)] < 1$		0,64	<	1	VERO			<i>Verifica a trazione e taglio combinati</i>

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto - spessore 4cm ( $\gamma$ 2000 kg/m <sup>3</sup> )	0,80 kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,60 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Travetto solaio S8 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,40 m	interasse	0,30 m
q SLU + pp	3,19 kN/m		
q SLE (rara)	2,20 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,57 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	10,42 kN/mq		
q SLE perm.	1,30 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	0,90 kN/m	G2	2,60 kN/mq
pp	0,05 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,78 kNm
Vsd  max	2,23 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,78 kNm
Vsd	2,23 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

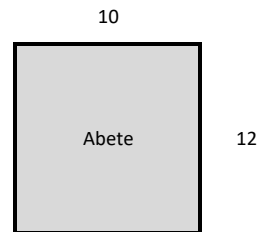
		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	12 cm
b	10 cm
A	120 cm <sup>2</sup>
J	1440,00 cm <sup>4</sup>
W	240,00 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	1,51E+11 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	3,26 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,56 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,46 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	0,83
α	0,22



## Travetto solaio S8 travetto

Jtor	2666,67 cm <sup>4</sup>		
β	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
leff	1232,00 mm		
My,crit	87883812,23 Nmm		
σ <sub>m,crit</sub>	366,18 N/mm <sup>2</sup>		
λ <sub>rel,m</sub>	0,14		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
σ <sub>m,d/kcrit,m*fm,d</sub>	0,56 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	120 mm		
b	100 mm		
kef	0,67		
Aef	8040 mm <sup>2</sup>		
τ <sub>d</sub>	0,42 N/mm <sup>2</sup>	<	fv,d = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,60

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	80 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	100 mm			
Superficie di appoggio	8000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	2232,65 N			
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	0,56 N/mm <sup>2</sup>	<	fc,90,d = 1,67 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	2,99

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,03 cm	pari a L /	4702 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	15,67

### freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,04 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,03 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,10 cm	pari a L /	1350 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	6,75

### CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,07 cm	pari a L /	1928 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,05 cm		coeff. Sicurezza	3,86
w <sub>creep</sub>	0,03 cm			
w <sub>fin</sub>	0,10 cm	pari a L /	1350 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	4,50

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto - spessore 4cm ( $\gamma$ 2000 kg/m <sup>3</sup> )	0,80 kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,60 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Trave legno e rinforzo solaio S8\_rev01 trave legno

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,60 m	interasse	1,30 m
q SLU + pp	13,96 kN/m		
q SLE (rara)	9,62 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	6,89 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.I - Cat. B Uffici
q SLU	10,55 kN/mq	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE perm.	5,72 kN/m	G1	1,65 kN/mq
q SLE acc.	3,90 kN/m	G2	2,60 kN/mq
pp	0,19 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,5
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su quattro appoggi

Msd  max	18,09 kNm	VSLErara	20,77 kN
Vsd  max	30,14 kN	VSLEqp	14,87 kN
sollecitazione di verifica		VSLEperm	12,34 kN
Msd	18,09 kNm	VSLEacc	8,42 kN
Vsd	30,14 kN		

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

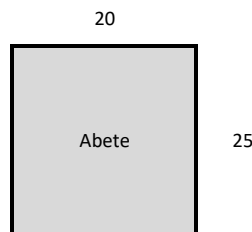
categoria III - Abete rosso

		valori di progetto $[X_d]$	$[X_d = X_k / FC]$
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	25 cm
b	20 cm
A	500 cm <sup>2</sup>
J	26041,67 cm <sup>4</sup>
W	2083,33 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo 2,73E+12 N mm<sup>2</sup>

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	8,68 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ<sub>m,y,d</sub>/f<sub>m,y,d</sub> + k<sub>m</sub> \* σ<sub>m,z,d</sub>/f<sub>m,z,d</sub> 1,49 > 1 non verificato

k<sub>m</sub> \* σ<sub>m,y,d</sub>/f<sub>m,y,d</sub> + σ<sub>m,z,d</sub>/f<sub>m,z,d</sub> 1,22 > 1 non verificato

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	0,80
α	0,23

## Trave legno e rinforzo solaio S8\_rev01 trave legno

Jtor	45045,05 cm <sup>4</sup>
β	0,88 tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018
leff	3168,00 mm
My,crit	597347032,86 Nmm
σ <sub>m,crit</sub>	286,73 N/mm <sup>2</sup>
λ <sub>rel,m</sub>	0,16
k <sub>crit,m</sub>	1,00

σ<sub>m,d/kcrit,m\*fm,d</sub> 1,49 > 1 **non verificato**

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	250 mm
b	200 mm
kef	0,67
A <sub>ef</sub>	33500 mm <sup>2</sup>
τ <sub>d</sub>	1,35 N/mm <sup>2</sup> > f <sub>v,d</sub> = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>non verificato</b> coeff. Sicurezza 0,49

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	100 mm < 400 mm	<b>OK</b>
base trave	200 mm	
Superficie di appoggio	20000 mm <sup>2</sup>	
Taglio all'appoggio	30143,88 N	
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	3,01 N/mm <sup>2</sup> > f <sub>c,90,d</sub> = 1,67 N/mm <sup>2</sup>	<b>non verificato</b> coeff. Sicurezza 0,55

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,31 cm	pari a L /	1154 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	3,85

### freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,46 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,31 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	1,10 cm	pari a L /	327 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	1,64

### CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,77 cm	pari a L /	468 ≤ L / 500	<b>non verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,55 cm		coeff. Sicurezza	0,94
w <sub>creep</sub>	0,33 cm			
w <sub>fin</sub>	1,10 cm	pari a L /	327 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	1,09

## Trave legno e rinforzo solaio S8\_rev01 rinforzo acciaio HEB140

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,70 m	interasse	1,30 m
q SLU + pp	13,98 kN/m		
q SLE (rara)	9,63 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	6,90 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.I - Cat. B Uffici
q SLU	10,42 kN/mq		
q SLE perm.	5,73 kN/m	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE acc.	3,90 kN/m	G1	1,55 kN/mq
pp	0,34 kN/m	G2	2,60 kN/mq
		Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>Qi</sub>	1,5

### Sollecitazione massima trave su due appoggi

M <sub>sd</sub>   max	23,92 kNm
V <sub>sd</sub>   max	25,86 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
M <sub>sd</sub>	23,92 kNm
V <sub>sd</sub>	25,86 kN

### Profilo HEB140

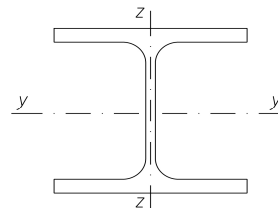
CLASSE	S235		
valori caratteristici		valori di progetto	
f <sub>y,k</sub>	235 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>y,d</sub>	223,81 N/mm <sup>2</sup>
E acciaio S235	210000 N/mm <sup>2</sup>		
v	0,3		
G acciaio S235	80769,23 N/mm <sup>2</sup>		
Y <sub>M0</sub>	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII	
Y <sub>M1</sub>	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII	

### geometria

h	14 cm	h	140 mm
b	14 cm	b	140 mm
W <sub>pl,y</sub>	245 cm <sup>3</sup>	t <sub>f</sub>	12 mm
W <sub>pl,z</sub>	120 cm <sup>3</sup>	t <sub>w</sub>	7 mm
J <sub>y</sub>	1509,00 cm <sup>4</sup>	r	12 mm
J <sub>z</sub>	550,00 cm <sup>4</sup>	A	4300 mm <sup>2</sup>
Peso proprio profilo	0,34 kN/m	Av	1312 mm <sup>2</sup>

### rigidezza della trave

E <sub>Jy</sub> profilo	3,17E+12 Nmm <sup>2</sup>
E <sub>Jz</sub> profilo	1,16E+12 Nmm <sup>2</sup>



### verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

M<sub>pl,Rd</sub> 54833333,33 Nmm

Med/M<sub>c,Rd</sub> 0,44 < 1 **verificato**

### verifica di stabilità flessio-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

M<sub>b</sub>,M<sub>a</sub> 0 trave appoggiata appoggiata  
ψ 1,75

## Trave legno e rinforzo solaio S8\_rev01 rinforzo acciaio HEB140

Lcr	3700 mm					
EJz	1,155E+12 Nmmq					
Jt	174542,67 mm4					
GJt	14097676923 Nmmq					
Jw	22528000000 mm6					
EJw	4,73088E+15 Nmm4					
Mcr	211300058,7 Nmm					
$\lambda_{LT}$	0,52					
$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)				
$\lambda_{LT,0}$	0,2					
$\beta$	1					
$\Phi_{LT}$	0,69					
kc	0,94	tab.4.2.X				
f	0,97					
$\chi_{LT}$	0,90 <	$K\chi$	=	1		verificato
Mb,Rd	49190664,3 Nmm					
Med/Mb,Rd	0,49 <	1				<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)

Av	1312 mmq					
Vc,Rd	169532,03 N	>	Vsd	=	25858,56 N	
		<b>verificato</b>			coeff. Sicurezza	6,56

### freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)

combinazione rara istantanea

carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	0,74 cm	pari a L /	499 ≤	L /	250	<b>verificato</b>
					coeff. Sicurezza	2,00
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,30 cm	pari a L /	1232 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
					coeff. Sicurezza	4,11

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f	$\tau_0$	f <sub>v0</sub>	E	G	w
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione fp può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5

Trave legno e rinforzo solaio S8\_rev01  
rinforzo acciaio HEB140

Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,25}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

VERIFICA APPOGGIO A

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	25,86	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** vedi tabella

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC 2
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

diagram. tensioni	1,00	1 se rettangolare; 2 se triangolare
diagram. tensioni	0,67	0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

SENZA DORMIENTE

b	140 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	1,231 N/mm <sup>2</sup>	usare dormiente
-------	-------------------------	-----------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

TOTALE

sigma	1,231 N/mm <sup>2</sup>	usare dormiente
-------	-------------------------	-----------------

CON DORMIENTE

b	350 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,493 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

TOTALE

sigma	0,493 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

VERIFICA APPOGGIO B

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	25,86	kN

## Trave legno e rinforzo solaio S8\_rev01 rinforzo acciaio HEB140

### TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** *vedi tabella*

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscela leganti</i>
k7	1	<i>intonaco armato</i>
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <b>2</b>
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni*

1,00 *1 se rettangolare; 2 se triangolare*

*diagram. tensioni*

0,67 *0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare*

### SENZA DORMIENTE

b	140 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	1,231 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### TOTALE

sigma	1,231 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

### CON DORMIENTE

b	350 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	0,493 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### TOTALE

sigma	0,493 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------



---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 4cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	0,85 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,60 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Travetto solaio S12 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,60 m	interasse	0,51 m
q SLU + pp	4,64 kN/m		
q SLE (rara)	3,21 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	2,14 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	8,92 kN/mq		
q SLE perm.	1,68 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	1,53 kN/m	G2	1,60 kN/mq
pp	0,07 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	1,48 kNm
Vsd  max	3,71 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	1,48 kNm
Vsd	3,71 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	13 cm
b	13 cm
A	169 cm <sup>2</sup>
J	2380,08 cm <sup>4</sup>
W	366,17 cm <sup>3</sup>

13



### rigidezza della trave

R istantaneo	2,50E+11 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	4,05 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,69 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,57 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	1,00
α	0,21

## Travetto solaio S12 travetto

Jtor	5950,21 cm <sup>4</sup>
β	0,88 tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018
leff	1408,00 mm
My,crit	147677215,79 Nmm
σ <sub>m,crit</sub>	403,31 N/mm <sup>2</sup>
λ <sub>rel,m</sub>	0,13
k <sub>crit,m</sub>	1,00

σ<sub>m,d/kcrit,m\*fm,d</sub> 0,69 < 1 **verificato**

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	130 mm
b	130 mm
kef	0,67
A <sub>ef</sub>	11323 mm <sup>2</sup>
τ <sub>d</sub>	0,49 N/mm <sup>2</sup> < f <sub>v,d</sub> = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b> coeff. Sicurezza 1,36

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	80 mm < 400 mm <b>OK</b>
base corrente	130 mm
Superficie di appoggio	10400 mm <sup>2</sup>
Taglio all'appoggio	3710,12 N
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	0,71 N/mm <sup>2</sup> < f <sub>c,90,d</sub> = 1,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b> coeff. Sicurezza 2,34

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,05 cm pari a L / 3063 ≤ L / 300 <b>verificato</b>
	coeff. Sicurezza 10,21

### freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,06 cm
u <sub>21,ist</sub>	0,05 cm
u <sub>tot,fin</sub>	0,15 cm pari a L / 1044 ≤ L / 200 <b>verificato</b>
	coeff. Sicurezza 5,22

### CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,11 cm pari a L / 1461 ≤ L / 500 <b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,07 cm coeff. Sicurezza 2,92
w <sub>creep</sub>	0,04 cm
w <sub>fin</sub>	0,15 cm pari a L / 1044 ≤ L / 300 <b>verificato</b>
	coeff. Sicurezza 3,48

### ANALISI DEI CARICHI

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 4cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	0,85 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,60 kN/mq</b>

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
---	------------

Totale carichi permanenti G1 + G2:	3,15	<b>TOTALE</b>	<b>6,15 kN/mq</b>
------------------------------------	------	---------------	-------------------

## Rinforzo solaio S12 trave acciaio

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	5,80 m		
q SLU + pp	15,14 kN/m	interasse	1,6 m
q SLE (rara)	10,51 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	7,15 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.I - Cat. B Uffici
q SLU	9,05 kN/mq		
q SLE perm.	5,71 kN/m	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE acc.	4,80 kN/m	G1	1,65 kN/mq
pp	0,51 kN/m	G2	1,60 kN/mq
		Q	3,00 kN/mq
<b>q SLU + pp = YG1*(G1+pp)+YG2*G2+Yqi*Qk1</b>			
<b>q SLE (rara) = G1+pp+G2+Qk1</b>			
<b>q SLE (quasi perm.) = G1+pp+G2+ ψ21*Qk1</b>			

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,5
YQi	1,5

### Sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	63,65 kNm
Vsd  max	43,90 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	63,65 kNm
Vsd	43,90 kN

### Profilo HEB180

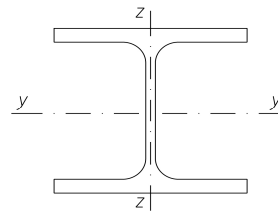
CLASSE	S235		
valori caratteristici		valori di progetto	
fy,k	235 N/mm <sup>2</sup>	fy,d	223,81 N/mm <sup>2</sup>
E acciaio S235	210000 N/mm <sup>2</sup>		
v	0,3		
G acciaio S235	80769,23 N/mm <sup>2</sup>		
Y <sub>M0</sub>	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII	
Y <sub>M1</sub>	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII	

### geometria

h	18 cm	h	180 mm
b	18 cm	b	180 mm
W <sub>pl,y</sub>	481 cm <sup>3</sup>	t <sub>f</sub>	14 mm
W <sub>pl,z</sub>	231 cm <sup>3</sup>	t <sub>w</sub>	8,5 mm
J <sub>y</sub>	3831,00 cm <sup>4</sup>	r	15 mm
J <sub>z</sub>	1363,00 cm <sup>4</sup>	A	6530 mm <sup>2</sup>
Peso proprio profilo	0,51 kN/m	Av	2029 mm <sup>2</sup>

### rigidezza della trave

EJ <sub>y</sub> profilo	8,05E+12 Nmm <sup>2</sup>
EJ <sub>z</sub> profilo	2,86E+12 Nmm <sup>2</sup>



### verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

M<sub>pl,Rd</sub> 107652380,95 Nmm

Med/M<sub>c,Rd</sub> 0,59 < 1 **verificato**

### verifica di stabilità flessio-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

M<sub>b</sub>,M<sub>a</sub> 0 trave appoggiata appoggiata  
ψ 1,75

## Rinforzo solaio S12 trave acciaio

Lcr	5800 mm					
EJz	2,8623E+12 Nmmq					
Jt	360395,67 mm4					
GJt	29108880769 Nmmq					
Jw	93897070000 mm6					
EJw	1,97184E+16 Nmm4					
Mcr	299566407,9 Nmm					
$\lambda_{LT}$	0,61					
$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)				
$\lambda_{LT,0}$	0,2					
$\beta$	1					
$\Phi_{LT}$	0,76					
kc	0,94	tab.4.2.X				
f	0,97					
$\chi_{LT}$	0,85 <	$K\chi$	=	1		verificato
Mb,Rd	91900377,55 Nmm					
Med/Mb,Rd	0,69 <	1				<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)

Av	2029 mmq					
Vc,Rd	262180,26 N	>	Vsd	=	43899,04 N	
		<b>verificato</b>			coeff. Sicurezza	5,97

### freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)

combinazione rara istantanea

carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	1,93 cm	pari a L /	301 ≤ L /	250	<b>verificato</b>	
				coeff. Sicurezza		1,20
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,88 cm	pari a L /	660 ≤ L /	300	<b>verificato</b>	
				coeff. Sicurezza		2,20

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a:  $f$  = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $f_{v0}$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $E$  = valore medio del modulo di elasticità normale,  $G$  = valore medio del modulo di elasticità tangenziale,  $w$  = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	$f$	$\tau_0$	$f_{v0}$	$E$	$G$	$w$
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione  $f_{p0}$  può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscela leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5

## Rinforzo solaio S12 trave acciaio

Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,25}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	43,90	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

B *vedi tabella*

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <span style="color: red;">2</span>
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni*

1,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare

*diagram. tensioni*

0,67 0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

#### SENZA DORMIENTE

b	180 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	1,626 N/mm <sup>2</sup>	usare dormiente
-------	-------------------------	-----------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

TOTALE

sigma	1,626 N/mm <sup>2</sup>	usare dormiente
-------	-------------------------	-----------------

#### CON DORMIENTE

b	600 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,488 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

TOTALE

sigma	0,488 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

### VERIFICA APPOGGIO B

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	43,90	kN

## Rinforzo solaio S12 trave acciaio

### TIPOLOGIA DI MURATURA

**G** *vedi tabella*

fm	345 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscela leganti</i>
k7	1,5	<i>intonaco armato</i>
fm	517,5 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <b>2</b>
gM	3	
fd	1,438 N/mm <sup>2</sup>	
<i>diagram. tensioni</i>	1,00	<i>1 se rettangolare; 2 se triangolare</i>
<i>diagram. tensioni</i>	0,67	<i>0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare</i>

### SENZA DORMIENTE

b	180 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	1,626 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### TOTALE

sigma	1,626 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

### CON DORMIENTE

b	300 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	0,976 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### TOTALE

sigma	0,976 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------



---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto - spessore 3cm ( $\gamma$ 2000 kg/m <sup>3</sup> )	0,60 kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,40 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Travetto solaio S13 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,00 m	interasse	0,35 m
q SLU + pp	3,61 kN/m		
q SLE (rara)	2,48 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,75 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	10,12 kN/mq		
q SLE perm.	1,43 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	1,05 kN/m	G2	2,40 kN/mq
pp	0,05 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,5
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,45 kNm
Vsd  max	1,80 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,45 kNm
Vsd	1,80 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

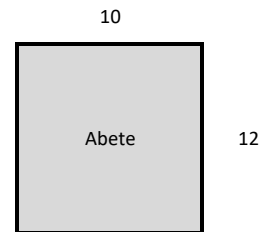
		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	12 cm
b	10 cm
A	120 cm <sup>2</sup>
J	1440,00 cm <sup>4</sup>
W	240,00 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo 1,51E+11 N mm<sup>2</sup>

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	1,88 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,32 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,26 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	0,83
α	0,22

## Travetto solaio S13 travetto

Jtor	2666,67 cm <sup>4</sup>		
β	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
leff	880,00 mm		
My,crit	123037337,12 Nmm		
σ <sub>m,crit</sub>	512,66 N/mm <sup>2</sup>		
λ <sub>rel,m</sub>	0,12		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
σ <sub>m,d/kcrit,m*fm,d</sub>	0,32 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	120 mm		
b	100 mm		
kef	0,67		
A <sub>ef</sub>	8040 mm <sup>2</sup>		
τ <sub>d</sub>	0,34 N/mm <sup>2</sup>	<	fv,d = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,98

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	80 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	100 mm			
Superficie di appoggio	8000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	1802,63 N			
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	0,45 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub> = 1,67 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	3,70

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,01 cm	pari a L /	11059 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	36,86

### freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,01 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,01 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,03 cm	pari a L /	3289 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	16,44

### CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,02 cm	pari a L /	4678 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,02 cm		coeff. Sicurezza	9,36
w <sub>creep</sub>	0,01 cm			
w <sub>fin</sub>	0,03 cm	pari a L /	3289 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	10,96

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Massetto - spessore 3cm ( $\gamma$ 2000 kg/m <sup>3</sup> )	0,60 kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,40 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

# Trave legno e rinforzo solaio S13\_rev01 trave legno

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,90 m	interasse	0,60 m
q SLU + pp	6,55 kN/m		
q SLE (rara)	4,54 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	3,28 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	10,31 kN/mq	incidenza orditura minuta	0,15 kN/mq
q SLE perm.	2,74 kN/m	G1	1,70 kN/mq
q SLE acc.	1,80 kN/m	G2	2,40 kN/mq
pp	0,28 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

## sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	19,66 kNm
Vsd  max	16,05 kN

## sollecitazione di verifica

Msd	19,66 kNm
Vsd	16,05 kN

## trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

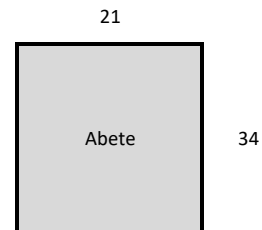
	valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

## geometria

h	34 cm
b	21 cm
A	714 cm <sup>2</sup>
J	68782,00 cm <sup>4</sup>
W	4046,00 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	7,22E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	4,86 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,83 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,68 <	1	<b>verificato</b>

## verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	0,62
α	0,24

## Trave legno e rinforzo solaio S13\_rev01 trave legno

Jtor	76578,80 cm4			
$\beta$	0,88	tab. 7-4	CNR-DT 206 R1/2018	
leff	4312,00 mm			
My,crit	929965643,41 Nmm			
$\sigma_{m,crit}$	229,85 N/mmq			
$\lambda_{rel,m}$	0,17			
k <sub>crit,m</sub>	1,00			
$\sigma_{m,d}/k_{crit,m} \cdot f_{m,d}$	0,83 <	1		<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	340 mm			
b	210 mm			
kef	0,67			
Aef	47838 mmq			
$\tau_d$	0,50 N/mmq	<	f <sub>v,d</sub>	= 0,67 N/mmq
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	1,32

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base trave	210 mm			
Superficie di appoggio	21000 mm2			
Taglio all'appoggio	16047,50 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	1,53 N/mm2	<	f <sub>c,90,d</sub>	= 1,67 N/mmq
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	1,09

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,19 cm	pari a L /	2619 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		8,73

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,28 cm				
u <sub>21,ist</sub>	0,19 cm				
u <sub>tot,fin</sub>	0,68 cm	pari a L /	724 ≤ L /	200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		3,62

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,47 cm	pari a L /	1038 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' in	0,34 cm		coeff. Sicurezza		2,08
w creep	0,20 cm				
w fin	0,68 cm	pari a L /	724 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		2,41

## Trave legno e rinforzo solaio S13\_rev01 rinforzo acciaio

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,90 m	interasse	0,90 m
q SLU + pp	9,94 kN/m		
q SLE (rara)	6,90 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	5,01 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	10,31 kN/mq		
q SLE perm.	4,20 kN/m	incidenza orditura minuta	0,15 kN/mq
q SLE acc.	2,70 kN/m	G1	1,70 kN/mq
pp	0,51 kN/m	G2	2,40 kN/mq
		Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,5
γQi	1,5

### Sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	29,85 kNm
Vsd  max	24,36 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	29,85 kNm
Vsd	24,36 kN

### Profilo HEB180

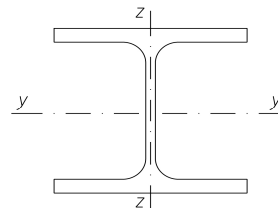
CLASSE	S235		
valori caratteristici		valori di progetto	
fy,k	235 N/mm <sup>2</sup>	fy,d	223,81 N/mm <sup>2</sup>
E acciaio S235	210000 N/mm <sup>2</sup>		
v	0,3		
G acciaio S235	80769,23 N/mm <sup>2</sup>		
γM0	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII	
γM1	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII	

### geometria

h	18 cm	h	180 mm
b	18 cm	b	180 mm
Wpl,y	481 cm <sup>3</sup>	tf	14 mm
Wpl,z	231 cm <sup>3</sup>	tw	8,5 mm
Jy	3831,00 cm <sup>4</sup>	r	15 mm
Jz	1363,00 cm <sup>4</sup>	A	6530 mm <sup>2</sup>
Peso proprio profilo	0,51 kN/m	Av	2029 mm <sup>2</sup>

### rigidezza della trave

EJy profilo	8,05E+12 Nmm <sup>2</sup>
EJz profilo	2,86E+12 Nmm <sup>2</sup>



### verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

Mpl,Rd 107652380,95 Nmm

Med/Mc,Rd 0,28 < 1 **verificato**

### verifica di stabilità flessio-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

Mb, Ma 0 trave appoggiata appoggiata  
ψ 1,75

## Trave legno e rinforzo solaio S13\_rev01 rinforzo acciaio

Lcr	4900 mm					
EJz	2,8623E+12 Nmmq					
Jt	360395,67 mm4					
GJt	29108880769 Nmmq					
Jw	93897070000 mm6					
EJw	1,97184E+16 Nmm4					
Mcr	366188514,2 Nmm					
$\lambda_{LT}$	0,56					
$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)				
$\lambda_{LT,0}$	0,2					
$\beta$	1					
$\Phi_{LT}$	0,71					
kc	0,94	tab.4.2.X				
f	0,97					
$\chi_{LT}$	0,88 <	$K\chi$	=	1	verificato	
Mb,Rd	94952865,86 Nmm					
Med/Mb,Rd	0,31 <	1			<b>verificato</b>	

### verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)

Av	2029 mmq					
Vc,Rd	262180,26 N	>	Vsd	=	24364,27 N	
		<b>verificato</b>			coeff. Sicurezza	10,76

### freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)

combinazione rara istantanea

carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	0,64 cm	pari a L /	761 ≤	L /	250	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			3,04
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,25 cm	pari a L /	1945 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			6,48

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a:  $f$  = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $f_{v0}$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $E$  = valore medio del modulo di elasticità normale,  $G$  = valore medio del modulo di elasticità tangenziale,  $w$  = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	$f$	$\tau_0$	$f_{v0}$	$E$	$G$	$w$
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei quadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione  $f_{pu}$  può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscela leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5



Trave legno e rinforzo solaio S13\_rev01  
rinforzo acciaio

Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,25}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

VERIFICA APPOGGIO A

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	24,36	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** vedi tabella

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC 2
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

diagram. tensioni	1,00	1 se rettangolare; 2 se triangolare
diagram. tensioni	0,67	0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

SENZA DORMIENTE

b	180 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,902 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

TOTALE

sigma	0,902 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

CON DORMIENTE

b	400 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,406 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

TOTALE

sigma	0,406 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

VERIFICA APPOGGIO B

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	24,36	kN

## Trave legno e rinforzo solaio S13\_rev01 rinforzo acciaio

### TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** *vedi tabella*

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscela leganti</i>
k7	1	<i>intonaco armato</i>
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <b>2</b>
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

<i>diagram. tensioni</i>	1,00	<i>1 se rettangolare; 2 se triangolare</i>
<i>diagram. tensioni</i>	0,67	<i>0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare</i>

### SENZA DORMIENTE

b	180 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma	0,902 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

#### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

#### TOTALE

sigma	0,902 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

### CON DORMIENTE

b	400 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma	0,406 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

#### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

#### TOTALE

sigma	0,406 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

RESISTENZA BULLONATURA

Calcolo della resistenza della bullonatura a trazione e taglio

<b>Fv,Rd</b>	<b>73,728 kN</b>									<i>resistenza a taglio del bullone</i>
<b>Ft,Rd</b>	<b>110,59 kN</b>									<i>resistenza a trazione del bullone</i>
<b>Fb,Rd</b>	<b>95 kN</b>	esterno	<b>Fb,Rd</b>	<b>58 kN</b>		<b>piastra</b>	interno			<i>resistenza a rifollamento</i>
d	18 [mm]	Ares	192	[mmq]						<i>caratteristiche bullone</i>
t est	14 [mm]		t int	8,5 [mm]						<i>spessore piastra collegata</i>
ftk	430 [N/mm <sup>2</sup> ]		S 235	[N/mm <sup>2</sup> ]						<i>resistenza a rottura materiale piastra</i>
α bordo	0,44 -		α interni	0,5394737 -						
k	2,5 -									
p1	45 [mm]	min	41,8	max	196	<b>verificato</b>				
e1	25 [mm]	min	22,8	max	96	<b>verificato</b>				
d0	19 [mm]									
ftb	800 [N/mm <sup>2</sup> ]	coef.	0,6							<i>caratteristiche bullone</i>
e2	35 [mm]	min	22,8	max	96	<b>verificato</b>				
gM2	1,25 -									<i>coefficiente di sicurezza lato materiale</i>
n	1 numero bulloni		1	n. piastre esterne						
Fed	41,67 kN									<i>sollecitazione taglio</i>
Vi,Ed	41,67 kN <	73,73	VERO							<i>Verifica a taglio singolo bullone</i>
Fi,Ed	41,67 kN <	95,05	VERO							<i>verifica rifollamento piastre esterne</i>
Fi,Ed	6,35 kN <	57,71	VERO							<i>verifica rifollamento piastra interna</i>
Ned	0 kN									<i>sollecitazione trazione</i>
Vi,Ed	0,00 kN <	110,59	VERO							<i>Verifica a trazione singolo bullone</i>
[NTC 4.2.71]	$[Fv,Ed/Fv,Rd + Ft,Ed/(1,40 \times Ft,Rd)] < 1$		0,57	<	1	VERO				<i>Verifica a trazione e taglio combinati</i>

## Trave rinforzo pianerottolo rinforzo acciaio

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	2,60 m		
Larghezza pianerottolo	1,15 m		
Lunghezza pianerottolo	2,40 m		
Spessore pianerottolo	0,20 m		
Peso per unità di volume pianerottolo	2400,00 kg/m <sup>3</sup>	(pietra serena)	
G1 - peso proprio pianerottolo	1324,80 kg	(sulla trave grava metà del peso totale del pianerottolo)	
Qk-cat.C tab.3.1.II NTC2018-Scale comuni	400,00 kg/m <sup>2</sup>		
Sup pianerottolo gravante sulla trave	1,38 m <sup>2</sup>		
q G1	2,76 kN/m		
pp	0,20 kN/m		
q Qk	2,30 kN/m		
q SLU + pp	7,30 kN/m		
q SLE (rara)	5,26 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	4,34 kN/m	→ ψ21	0,60 tab.2.5.I - Cat. C
q SLE perm.	2,96 kN/m		Ambienti suscettibili di affollamento
q SLE acc.	2,30 kN/m		

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,5
YQi	1,5

### Sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	6,17 kNm	6171204
Vsd  max	9,49 kN	104000
sollecitazione di verifica		59,3385
Msd	6,17 kNm	
Vsd	9,49 kN	

### Profilo HEB100

CLASSE	S235		
valori caratteristici		valori di progetto	
fy,k	235 N/mm <sup>2</sup>	fy,d	223,81 N/mm <sup>2</sup>
E acciaio S235	210000 N/mm <sup>2</sup>		
v	0,3		
G acciaio S235	80769,23 N/mm <sup>2</sup>		

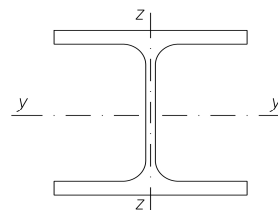
Y M0	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII
Y M1	1,05	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII

### geometria

h	10 cm	h	100 mm
b	10 cm	b	100 mm
Wpl,y	104 cm <sup>3</sup>	tf	10 mm
Wpl,z	51 cm <sup>3</sup>	tw	6 mm
Jy	450,00 cm <sup>4</sup>	r	12 mm
Jz	167,00 cm <sup>4</sup>	A	2600 mm <sup>2</sup>
Peso proprio profilo	0,20 kN/m	Av	900 mm <sup>2</sup>

### rigidezza della trave

EJy profilo	9,45E+11 Nmm <sup>2</sup>
EJz profilo	3,51E+11 Nmm <sup>2</sup>



### verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

Mpl,Rd 23276190,48 Nmm

Med/Mc,Rd 0,27 < 1 **verificato**

### verifica di stabilità flessio-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

Trave rinforzo pianerottolo  
rinforzo acciaio

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

Mb,Ma	0	trave appoggiata appoggiata
$\psi$	1,75	
Lcr	2600 mm	
EJz	3,507E+11 Nmmq	
Jt	72426,67 mm4	
GJt	5849846154 Nmmq	
Jw	3381750000 mm6	
EJw	7,10168E+14 Nmm4	
Mcr	103917277,5 Nmm	
$\alpha_{LT}$	0,48	
$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)
$\alpha_{LT,0}$	0,2	
$\beta$	1	
$\Phi_{LT}$	0,67	
kc	0,94	tab.4.2.X
f	0,98	
$\chi_{LT}$	0,91 <	$K\chi = 1$ verificato
Mb,Rd	21245676,24 Nmm	
Med/Mb,Rd	0,29 <	1 <b>verificato</b>

verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)

Av	900 mmq			
Vc,Rd	116294,84 N	>	Vsd = 9494,16 N	
		<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	12,25

freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)

combinazione rara istantanea

carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	0,33 cm	pari a L /	$784 \leq L / 250$	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	3,14
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,14 cm	pari a L /	$1795 \leq L / 300$	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	5,98

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>v0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	w (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei quadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Stato di fatto	Interventi di consolidamento	
	malta	intonaco
...	...	...

## Trave rinforzo pianerottolo rinforzo acciaio

Tipologia di muratura	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessioni trasversale	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessioni dei paramenti	Massimo coefficiente compressivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbalzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,35}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	9,49	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

C *vedi tabella*

$f_m$	260 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
$f_m$	260 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,35	per il LC <span style="color: red;">1</span>
gM	3	
fd	0,642 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni* 1,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

#### SENZA DORMIENTE

b	100 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,949 N/mm<sup>2</sup> usare dormiente

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> verificato

#### TOTALE

sigma 0,949 N/mm<sup>2</sup> usare dormiente

#### CON DORMIENTE

b	300 mm	lunghezza
a	100 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,316 N/mm<sup>2</sup> verificato

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> verificato

#### TOTALE

sigma 0,316 N/mm<sup>2</sup> verificato

Trave rinforzo pianerottolo  
rinforzo acciaio

VERIFICA APPOGGIO B

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	9,49	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

G vedi tabella

fm	345 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscela leganti
k7	1,5	intonaco armato
fm	517,5 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2	per il LC 2
gM	3	
fd	1,438 N/mm <sup>2</sup>	

diagram. tensioni	1,00	1 se rettangolare; 2 se triangolare
diagram. tensioni	0,67	0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

SENZA DORMIENTE

b	100 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,949 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

TOTALE

sigma	0,949 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

CON DORMIENTE

b	100 mm	lunghezza
a	100 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,949 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

TOTALE

sigma	0,949 N/mm <sup>2</sup>	verificato
-------	-------------------------	------------

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 4cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	0,85 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,60 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---



## Travetto esistente P1 (ipotesi) travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,30 m	interasse	0,30 m
q SLU + pp	2,73 kN/m		
q SLE (rara)	1,89 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,26 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	8,92 kN/mq		
q SLE perm.	0,99 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	0,90 kN/m	G2	1,60 kN/mq
pp	0,04 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,58 kNm
Vsd  max	1,77 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,58 kNm
Vsd	1,77 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

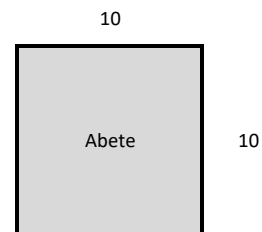
		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	10 cm
b	10 cm
A	100 cm <sup>2</sup>
J	833,33 cm <sup>4</sup>
W	166,67 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	8,75E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	3,46 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,59 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,48 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	1,00
α	0,21

## Travetto esistente P1 (ipotesi) travetto

Jtor	2083,33 cm <sup>4</sup>		
β	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
leff	1144,00 mm		
My,crit	63638028,53 Nmm		
σ <sub>m,crit</sub>	381,83 N/mm <sup>2</sup>		
λ <sub>rel,m</sub>	0,14		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
σ <sub>m,d/kcrit,m*fm,d</sub>	0,59 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	100 mm		
b	100 mm		
kef	0,67		
Aef	6700 mm <sup>2</sup>		
τ <sub>d</sub>	0,40 N/mm <sup>2</sup>	<	fv,d = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,68

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	80 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	100 mm			
Superficie di appoggio	8000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	1772,23 N			
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	0,44 N/mm <sup>2</sup>	<	fc,90,d = 1,67 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	3,76

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,04 cm	pari a L /	3399 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	11,33

### freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,04 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,04 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,11 cm	pari a L /	1159 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	5,80

### CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,08 cm	pari a L /	1623 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,05 cm		coeff. Sicurezza	3,25
w <sub>creep</sub>	0,03 cm			
w <sub>fin</sub>	0,11 cm	pari a L /	1159 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	3,86

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 4cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	0,85 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,60 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Travetto solaio S10 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,15 m	interasse	0,33 m
q SLU + pp	2,99 kN/m		
q SLE (rara)	2,07 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,38 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	8,92 kN/mq		
q SLE perm.	1,08 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	0,99 kN/m	G2	1,60 kN/mq
pp	0,04 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,49 kNm
Vsd  max	1,72 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,49 kNm
Vsd	1,72 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

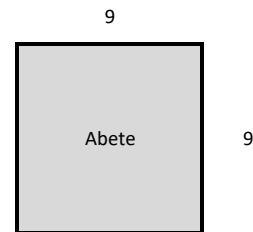
		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	9 cm
b	9 cm
A	81 cm <sup>2</sup>
J	546,75 cm <sup>4</sup>
W	121,50 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo 5,74E+10 N mm<sup>2</sup>

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	4,07 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,70 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,57 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	1,00
α	0,21

## Travetto solaio S10 travetto

Jtor	1366,88 cm <sup>4</sup>		
β	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
leff	1012,00 mm		
My,crit	47198942,32 Nmm		
σ <sub>m,crit</sub>	388,47 N/mm <sup>2</sup>		
λ <sub>rel,m</sub>	0,13		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
σ <sub>m,d/kcrit,m*fm,d</sub>	0,70 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	90 mm		
b	90 mm		
kef	0,67		
A <sub>ef</sub>	5427 mm <sup>2</sup>		
τ <sub>d</sub>	0,48 N/mm <sup>2</sup>	<	fv,d = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,40

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	80 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	90 mm			
Superficie di appoggio	7200 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	1721,52 N			
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	0,48 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub> = 1,67 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	3,49

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,04 cm	pari a L /	2928 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	9,76

### freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,04 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,04 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,11 cm	pari a L /	1001 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	5,01

### CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,08 cm	pari a L /	1401 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,05 cm		coeff. Sicurezza	2,80
w <sub>creep</sub>	0,03 cm			
w <sub>fin</sub>	0,11 cm	pari a L /	1001 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	3,34

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 4cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	0,85 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,60 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

# Trave legno e rinforzo solaio S10\_rev01

## trave legno

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,00 m	interasse	0,95 m
q SLU + pp	8,97 kN/m		
q SLE (rara)	6,23 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	4,23 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	9,05 kN/mq	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE perm.	3,38 kN/m	G1	1,65 kN/mq
q SLE acc.	2,85 kN/m	G2	1,60 kN/mq
pp	0,29 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	10,09 kNm
Vsd  max	13,45 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	10,09 kNm
Vsd	13,45 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	30 cm
b	25 cm
A	750 cm <sup>2</sup>
J	56250,00 cm <sup>4</sup>
W	3750,00 cm <sup>3</sup>

25



### rigidezza della trave

R istantaneo	5,91E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	2,69 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,46 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,38 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	0,83
α	0,22

## Trave legno e rinforzo solaio S10\_rev01 trave legno

Jtor	104166,67 cm <sup>4</sup>		
β	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
leff	2640,00 mm		
My,crit	1602048660,37 Nmm		
σ <sub>m,crit</sub>	427,21 N/mm <sup>2</sup>		
λ <sub>rel,m</sub>	0,13		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
σ <sub>m,d/kcrit,m*fm,d</sub>	0,46 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	300 mm		
b	250 mm		
kef	0,67		
A <sub>ef</sub>	50250 mm <sup>2</sup>		
τ <sub>d</sub>	0,40 N/mm <sup>2</sup>	<	fv,d = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,66

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	250 mm			
Superficie di appoggio	25000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	13454,63 N			
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	1,08 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub> = 1,67 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	1,55

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,05 cm	pari a L /	5895 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	19,65

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,06 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,05 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,16 cm	pari a L /	1916 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	9,58

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,11 cm	pari a L /	2698 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,08 cm		coeff. Sicurezza	5,40
w <sub>creep</sub>	0,05 cm			
w <sub>fin</sub>	0,16 cm	pari a L /	1916 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	6,39



## Trave legno e rinforzo solaio S10\_rev01 rinforzo acciaio

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,00 m	interasse	1,05 m
q SLU + pp	10,12 kN/m		
q SLE (rara)	7,04 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	4,84 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	9,11 kN/mq		
q SLE perm.	3,89 kN/m	incidenza orditura minuta	0,15 kN/mq
q SLE acc.	3,15 kN/m	G1	1,70 kN/mq
pp	0,43 kN/m	G2	1,60 kN/mq
		Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,5
YQi	1,5

### Sollecitazione massima trave su due appoggi

|Msd| max 11,38 kNm

|Vsd| max 15,18 kN

### sollecitazione di verifica

Msd 11,38 kNm

Vsd 15,18 kN

### Profilo HEB160

CLASSE S235

valori caratteristici

f<sub>y,k</sub> 235 N/mm<sup>2</sup> valori di progetto f<sub>y,d</sub> 223,81 N/mm<sup>2</sup>

E acciaio S235 210000 N/mm<sup>2</sup>

v 0,3

G acciaio S235 80769,23 N/mm<sup>2</sup>

Y<sub>M0</sub> 1,05 coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII

Y<sub>M1</sub> 1,05 coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII

### geometria

h 16 cm h 160 mm

b 16 cm b 160 mm

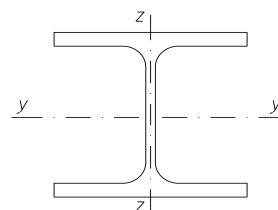
W<sub>pl,y</sub> 354 cm<sup>3</sup> t<sub>f</sub> 13 mm

W<sub>pl,z</sub> 170 cm<sup>3</sup> t<sub>w</sub> 8 mm

J<sub>y</sub> 2492,00 cm<sup>4</sup> r 15 mm

J<sub>z</sub> 889,00 cm<sup>4</sup> A 5430 mm<sup>2</sup>

Peso proprio profilo 0,43 kN/m A<sub>v</sub> 1764 mm<sup>2</sup>



### rigidezza della trave

EJ<sub>y</sub> profilo 5,23E+12 Nmm<sup>2</sup>

EJ<sub>z</sub> profilo 1,87E+12 Nmm<sup>2</sup>

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

M<sub>pl,Rd</sub> 79228571,43 Nmm

Med/Mc,Rd 0,14 < 1 **verificato**

### verifica di stabilità flessio-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

M<sub>b</sub>,M<sub>a</sub> 0 trave appoggiata appoggiata

ψ 1,75

## Trave legno e rinforzo solaio S10\_rev01 rinforzo acciaio

Lcr	3000 mm					
EJz	1,8669E+12 Nmmq					
Jt	257216,00 mm4					
GJt	20775138462 Nmmq					
Jw	48026002500 mm6					
EJw	1,00855E+16 Nmm4					
Mcr	446766078,7 Nmm					
$\lambda_{LT}$	0,43					
$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)				
$\lambda_{LT,0}$	0,2					
$\beta$	1					
$\Phi_{LT}$	0,63					
kc	0,94	tab.4.2.X				
f	0,98					
$\chi_{LT}$	0,93 <	$K\chi$	=	1		verificato
Mb,Rd	73981785,44 Nmm					
Med/Mb,Rd	0,15 <	1				<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)

Av	1764 mmq					
Vc,Rd	227937,89 N	>	Vsd	=	15178,95 N	
		<b>verificato</b>			coeff. Sicurezza	15,02

### freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)

combinazione rara istantanea

carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	0,14 cm	pari a L /	2114 ≤	L /	250	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			8,46
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,06 cm	pari a L /	4726 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			15,75

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a:  $f$  = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $f_{v0}$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $E$  = valore medio del modulo di elasticità normale,  $G$  = valore medio del modulo di elasticità tangenziale,  $w$  = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	$f$	$\tau_0$	$f_{v0}$	$E$	$G$	$w$
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione  $f_{p0}$  può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscela leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (***)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5

## Trave legno e rinforzo solaio S10\_rev01 rinforzo acciaio

Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,25}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	15,18	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** *vedi tabella*

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC 2
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

diagram. tensioni

1,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare

diagram. tensioni

0,67 0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

#### SENZA DORMIENTE

b	160 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,632 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

TOTALE

sigma	0,632 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

#### CON DORMIENTE

b	200 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,506 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

TOTALE

sigma	0,506 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### VERIFICA APPOGGIO B

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	15,18	kN

## Trave legno e rinforzo solaio S10\_rev01 rinforzo acciaio

### TIPOLOGIA DI MURATURA

**G** *vedi tabella*

fm	345 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscela leganti</i>
k7	1,5	<i>intonaco armato</i>
fm	517,5 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <b>2</b>
gM	3	
fd	1,438 N/mm <sup>2</sup>	

<i>diagram. tensioni</i>	1,00	<i>1 se rettangolare; 2 se triangolare</i>
<i>diagram. tensioni</i>	0,67	<i>0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare</i>

### SENZA DORMIENTE

b	160 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	0,949 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### TOTALE

sigma	0,949 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### CON DORMIENTE

b	200 mm	lunghezza
a	100 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	0,759 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### TOTALE

sigma	0,759 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Travetto solaio S16 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,00 m	interasse	0,23 m
q SLU + pp	2,15 kN/m		
q SLE (rara)	1,48 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,00 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	9,22 kN/mq		
q SLE perm.	0,79 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	0,69 kN/m	G2	1,80 kN/mq
pp	0,02 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,27 kNm
Vsd  max	1,07 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,27 kNm
Vsd	1,07 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

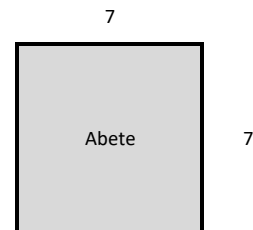
		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	7 cm
b	7 cm
A	49 cm <sup>2</sup>
J	200,08 cm <sup>4</sup>
W	57,17 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	2,10E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	4,69 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,80 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,66 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	1,00
α	0,21

## Travetto solaio S16 travetto

Jtor	500,21 cm <sup>4</sup>		
β	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
leff	880,00 mm		
My,crit	19863337,84 Nmm		
σm,crit	347,46 N/mm <sup>2</sup>		
λrel,m	0,14		
kcrit,m	1,00		
σm,d/kcrit,m*fm,d	0,80 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	70 mm		
b	70 mm		
kef	0,67		
Aef	3283 mm <sup>2</sup>		
τd	0,49 N/mm <sup>2</sup>	<	fv,d = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,36

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	80 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	70 mm			
Superficie di appoggio	5600 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	1072,73 N			
compressione ortogonale alle fibre σc,90,d	0,38 N/mm <sup>2</sup>	<	fc,90,d = 1,67 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	4,35

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,04 cm	pari a L /	2338 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	7,79

### freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u1,ist	0,05 cm			
u21,ist	0,04 cm			
utot,fin	0,13 cm	pari a L /	776 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	3,88

### CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,09 cm	pari a L /	1090 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' in	0,06 cm		coeff. Sicurezza	2,18
w creep	0,04 cm			
w fin	0,13 cm	pari a L /	776 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	2,59

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---



# Trave legno e rinforzo solaio S16\_rev01

## trave legno

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,20 m	interasse	0,60 m
q SLU + pp	5,79 kN/m		
q SLE (rara)	4,01 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	2,75 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	9,35 kN/mq	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE perm.	2,21 kN/m	G1	1,65 kN/mq
q SLE acc.	1,80 kN/m	G2	1,80 kN/mq
pp	0,14 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	7,41 kNm
Vsd  max	9,26 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	7,41 kNm
Vsd	9,26 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

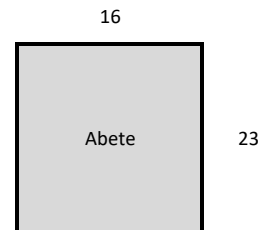
		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	23 cm
b	16 cm
A	368 cm <sup>2</sup>
J	16222,67 cm <sup>4</sup>
W	1410,67 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	1,70E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	5,25 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,90 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,74 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	0,70
α	0,24

## Trave legno e rinforzo solaio S16\_rev01 trave legno

Jtor	22155,26 cm4			
$\beta$	0,88	tab. 7-4	CNR-DT 206 R1/2018	
leff	2816,00 mm			
My,crit	371981068,52 Nmm			
$\sigma_{m,crit}$	263,69 N/mmq			
$\lambda_{rel,m}$	0,16			
kcrit,m	1,00			
$\sigma_{m,d}/k_{crit,m} \cdot f_{m,d}$	0,90	<	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	230 mm			
b	160 mm			
kef	0,67			
Aef	24656 mmq			
$\tau_d$	0,56 N/mmq	<	f <sub>v,d</sub>	= 0,67 N/mmq
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	1,18

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	160 mm			
Superficie di appoggio	16000 mm2			
Taglio all'appoggio	9262,40 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	1,16 N/mm2	<	f <sub>c,90,d</sub>	= 1,67 N/mmq
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	1,44

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,14 cm	pari a L /	2218 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		7,39

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u1,ist	0,18 cm				
u21,ist	0,14 cm				
utot,fin	0,45 cm	pari a L /	705 ≤ L /	200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		3,53

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,32 cm	pari a L /	996 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' in	0,22 cm		coeff. Sicurezza		1,99
w creep	0,13 cm				
w fin	0,45 cm	pari a L /	705 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		2,35

## Trave legno e rinforzo solaio S16\_rev01 rinforzo acciaio

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,20 m	interasse	0,90 m
q SLU + pp	8,82 kN/m		
q SLE (rara)	6,12 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	4,23 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	9,41 kN/mq		
q SLE perm.	3,42 kN/m	incidenza orditura minuta	0,15 kN/mq
q SLE acc.	2,70 kN/m	G1	1,70 kN/mq
pp	0,27 kN/m	G2	1,80 kN/mq
		Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>Qi</sub>	1,5

### Sollecitazione massima trave su due appoggi

|M<sub>sd</sub>| max **11,28 kNm**

|V<sub>sd</sub>| max **14,11 kN**

### sollecitazione di verifica

M<sub>sd</sub> **11,28 kNm**

V<sub>sd</sub> **14,11 kN**

### Profilo HEB120

CLASSE **S235**

valori caratteristici

f<sub>y,k</sub> **235 N/mm<sup>2</sup>**      valori di progetto      f<sub>y,d</sub> **223,81 N/mm<sup>2</sup>**

E acciaio S235 **210000 N/mm<sup>2</sup>**

v **0,3**

G acciaio S235 **80769,23 N/mm<sup>2</sup>**

Y<sub>M0</sub> **1,05**

coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII

Y<sub>M1</sub> **1,05**

coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII

### geometria

h **12 cm**      h **120 mm**

b **12 cm**      b **120 mm**

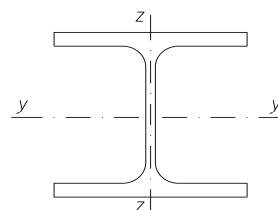
W<sub>pl,y</sub> **165 cm<sup>3</sup>**      t<sub>f</sub> **11 mm**

W<sub>pl,z</sub> **81 cm<sup>3</sup>**      t<sub>w</sub> **6,5 mm**

J<sub>y</sub> **864,00 cm<sup>4</sup>**      r **12 mm**

J<sub>z</sub> **318,00 cm<sup>4</sup>**      A **3400 mm<sup>2</sup>**

Peso proprio profilo **0,27 kN/m**      A<sub>v</sub> **1095,5 mm<sup>2</sup>**



### rigidezza della trave

E<sub>Jy</sub> profilo **1,81E+12 Nmm<sup>2</sup>**

E<sub>Jz</sub> profilo **6,68E+11 Nmm<sup>2</sup>**

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2 M<sub>c,Rd</sub> = M<sub>pl,Rd</sub> = W<sub>pl</sub> · f<sub>y,k</sub> / γ<sub>M0</sub>

M<sub>pl,Rd</sub> **36928571,43 Nmm**

Med/Mc,Rd **0,31 < 1**      **verificato**

### verifica di stabilità flessio-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

M<sub>b</sub>, M<sub>a</sub> **0** trave appoggiata appoggiata

ψ **1,75**

## Trave legno e rinforzo solaio S16\_rev01 rinforzo acciaio

Lcr	3200 mm					
EJz	6,678E+11 Nmmq					
Jt	115451,08 mm4					
GJt	9324895192 Nmmq					
Jw	9445395000 mm6					
EJw	1,98353E+15 Nmm4					
Mcr	148826467,7 Nmm					
$\lambda_{LT}$	0,51					
$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)				
$\lambda_{LT,0}$	0,2					
$\beta$	1					
$\Phi_{LT}$	0,68					
kc	0,94	tab.4.2.X				
f	0,98					
$\chi_{LT}$	0,90 <	$K\chi$	=	1	verificato	
Mb,Rd	33312926,53 Nmm					
Med/Mb,Rd	0,34 <	1			<b>verificato</b>	

### verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)

Av	1095,5 mmq					
Vc,Rd	141556,66 N	>	Vsd	=	14105,76 N	
		<b>verificato</b>			coeff. Sicurezza	10,04

### freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)

combinazione rara istantanea

carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	0,46 cm	pari a L /	$695 \leq L / 250$	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	2,78
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,20 cm	pari a L /	$1575 \leq L / 300$	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	5,25

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a:  $f$  = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $f_{v0}$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $E$  = valore medio del modulo di elasticità normale,  $G$  = valore medio del modulo di elasticità tangenziale,  $w$  = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	$f$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{v0}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G$ (N/mm <sup>2</sup> )	$w$ (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione  $f_{p0}$  può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscela leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5

Trave legno e rinforzo solaio S16\_rev01  
rinforzo acciaio

Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,25}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

VERIFICA APPOGGIO A

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	14,11	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** vedi tabella

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC 2
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

diagram. tensioni	1,00	1 se rettangolare; 2 se triangolare
diagram. tensioni	0,67	0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

SENZA DORMIENTE

b	120 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,784 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

TOTALE

sigma	0,784 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

CON DORMIENTE

b	200 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	0,470 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

TOTALE

sigma	0,470 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

VERIFICA APPOGGIO B

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	14,11	kN

## Trave legno e rinforzo solaio S16\_rev01 rinforzo acciaio

### TIPOLOGIA DI MURATURA

**H** *vedi tabella*

fm	500 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscela leganti</i>
k7	1	<i>intonaco armato</i>
fm	500 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1 -	per il LC <span style="color: red;">3</span>
gM	3	
fd	1,667 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni*

2,00 *1 se rettangolare; 2 se triangolare*

*diagram. tensioni*

0,67 *0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare*

### SENZA DORMIENTE

b	120 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	1,567 N/mm <sup>2</sup>	<b><i>verificato</i></b>
-------	-------------------------	--------------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b><i>verificato</i></b>
-------	-------------------------	--------------------------

### TOTALE

sigma	1,567 N/mm <sup>2</sup>	<b><i>verificato</i></b>
-------	-------------------------	--------------------------

### CON DORMIENTE

b	120 mm	lunghezza
a	150 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	1,567 N/mm <sup>2</sup>	<b><i>verificato</i></b>
-------	-------------------------	--------------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b><i>verificato</i></b>
-------	-------------------------	--------------------------

### TOTALE

sigma	1,567 N/mm <sup>2</sup>	<b><i>verificato</i></b>
-------	-------------------------	--------------------------

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
Sovraccarico permanente macchine	1,00 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Nuovo travetto corridoio S17 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,50 m	interasse	0,30 m
q SLU + pp	3,28 kN/m		
q SLE (rara)	2,26 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,63 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.I - Cat. B Uffici
q SLU	10,72 kN/mq		
q SLE perm.	1,36 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	0,90 kN/m	G2	2,80 kN/mq
pp	0,05 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,5
YQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,92 kNm
Vsd  max	2,46 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,92 kNm
Vsd	2,46 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [Xk]

categoria C24  
[rif. EN 338]

valori di progetto [Xd] [Xd = Xk \* kmod / γm \* FC]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

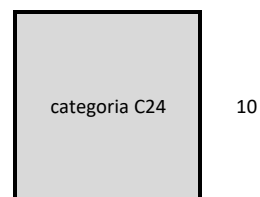
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>	FC	1 LC3
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>		

k <sub>mod</sub>	0,9	Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]
k <sub>def</sub>	0,6	Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]
γ <sub>m</sub>	1,5	[rif. tab. 4.4.III NTC]
k <sub>m</sub>	0,7	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

### geometria

h	10 cm
b	10 cm
A	100 cm <sup>2</sup>
J	833,33 cm <sup>4</sup>
W	166,67 cm <sup>3</sup>

10



10

### rigidezza della trave

R istantaneo	9,17E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	5,53 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,38 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,27 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$



## Nuovo travetto corridoio S17 travetto

b/h	1,00			
$\alpha$	0,21			
J <sub>tor</sub>	2083,33 cm <sup>4</sup>			
$\beta$	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018		
l <sub>eff</sub>	1320,00 mm			
M <sub>y,crit</sub>	58119868,40 Nmm			
$\sigma_{m,crit}$	348,72 N/mm <sup>2</sup>			
$\lambda_{rel,m}$	0,26			
k <sub>crit,m</sub>	1,00			
$\sigma_{m,d}/k_{crit,m} \cdot f_{m,d}$	0,38	<	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	100 mm			
b	100 mm			
kef	0,67			
A <sub>ef</sub>	6700 mm <sup>2</sup>			
$\tau_d$	0,55 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	= 2,40 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza 4,36

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base trave	100 mm			
Superficie di appoggio	10000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	2459,63 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	0,49 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub>	= 1,50 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza 3,05

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,06 cm	pari a L /	2318 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		7,73

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,10 cm				
u <sub>21,ist</sub>	0,06 cm				
u <sub>tot,fin</sub>	0,16 cm	pari a L /	925 ≤ L /	200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		4,63

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,16 cm	pari a L /	925 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,12 cm		coeff. Sicurezza		1,85
w <sub>creep</sub>	0,07 cm				
w <sub>fin</sub>	0,23 cm	pari a L /	646 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		2,15

**Tabella C8.5.I** - Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione,  **$\tau_0$**  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>v0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	w (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18

## Nuovo travetto corridoio S17 travetto

H	Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15
---	--	---------	-----------	-----------	-----------	----------	----

(\*) Nella muratura a conci sbazzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.**

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrate	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,35}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	2,46	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

H *vedi tabella*

$f_m$	500 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
$f_m$	500 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1 -	per il LC <span style="color: red;">3</span>
gM	3	
fd	1,667 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

#### SENZA DORMIENTE

b	100 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,492 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

TOTALE

## Nuovo travetto corridoio S17 travetto

sigma 0,492 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### CON DORMIENTE

b 100 mm lunghezza  
a 100 mm profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma 0,492 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### TOTALE

sigma 0,492 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### VERIFICA APPOGGIO B

### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	2,46	kN

### TIPOLOGIA DI MURATURA

**H** *vedi tabella*

fm 500 N/cm<sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1  
 coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa  
 k1 1 *malta buona*  
 k2 1 *giunti sottili*  
 k3 1 *ricorsi o listature*  
 k4 1 *connessione trasversale*  
 k5 1 *nucleo scadente*  
 k6 1 *iniezione miscela leganti*  
 k7 1 *intonaco armato*  
 fm 500 N/cm<sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi  
 FC 1 - per il LC 3  
 gM 3  
 fd 1,667 N/mm<sup>2</sup>

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b 100 mm base del profilo  
a 100 mm profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma 0,492 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### TOTALE

sigma 0,492 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### CON DORMIENTE

b 100 mm lunghezza  
a 100 mm profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma 0,492 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### TOTALE

sigma 0,492 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
Sovraccarico permanente macchine	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
Sovraccario permanente macchine	1,00 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Nuovo travetto S17 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,75 m	interasse	0,25 m
q SLU + pp	2,74 kN/m		
q SLE (rara)	1,89 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,36 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.I - Cat. B Uffici
q SLU	10,72 kN/mq		
q SLE perm.	1,14 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	0,75 kN/m	G2	2,80 kN/mq
pp	0,05 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = YG1 \cdot (G1 + pp) + YG2 \cdot G2 + Yqi \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi21 \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,5
Yqi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	1,05 kNm
Vsd  max	2,40 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	1,05 kNm
Vsd	2,40 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [Xk]

categoria C24  
[rif. EN 338]

valori di progetto [Xd] [Xd = Xk \* kmod / γm \* FC]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

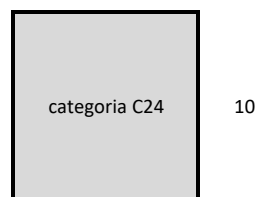
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>	FC	1 LC3
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>		

k <sub>mod</sub>	0,9	Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]
k <sub>def</sub>	0,6	Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]
γ <sub>m</sub>	1,5	[rif. tab. 4.4.III NTC]
k <sub>m</sub>	0,7	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

### geometria

h	10 cm
b	10 cm
A	100 cm <sup>2</sup>
J	833,33 cm <sup>4</sup>
W	166,67 cm <sup>3</sup>

10



### rigidezza della trave

R istantaneo	9,17E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	6,30 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,44 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,31 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

## Nuovo travetto S17 travetto

b/h	1,00
$\alpha$	0,21
Jtor	2083,33 cm <sup>4</sup>
$\beta$	0,88 tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018
leff	1540,00 mm
M <sub>y,crit</sub>	49817030,06 Nmm
$\sigma_{m,crit}$	298,90 N/mm <sup>2</sup>
$\lambda_{rel,m}$	0,28
k <sub>crit,m</sub>	1,00

$\sigma_{m,d}/k_{crit,m} \cdot f_{m,d}$  0,44 < 1 **verificato**

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	100 mm
b	100 mm
kef	0,67
A <sub>ef</sub>	6700 mm <sup>2</sup>
$\tau_d$	0,54 N/mm <sup>2</sup> < f <sub>v,d</sub> = 2,40 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b> coeff. Sicurezza 4,47

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	100 mm < 400 mm <b>OK</b>
base trave	100 mm
Superficie di appoggio	10000 mm <sup>2</sup>
Taglio all'appoggio	2400,78 N
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	0,48 N/mm <sup>2</sup> < f <sub>c,90,d</sub> = 1,50 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b> coeff. Sicurezza 3,12

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,10 cm	pari a L /	1751 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	5,84

### freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,15 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,10 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,36 cm	pari a L /	486 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	2,43

### CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,25 cm	pari a L /	696 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' in	0,18 cm		coeff. Sicurezza	1,39
w creep	0,11 cm			
w fin	0,36 cm	pari a L /	486 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	1,62

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione,  **$\tau_0$**  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>v0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	w (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
<b>A</b> Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
<b>B</b> Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
<b>C</b> Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
<b>D</b> Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
<b>E</b> Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
<b>F</b> Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
<b>G</b> Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
<b>H</b> Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

## Nuovo travetto S17 travetto

(es.; doppio UNI foratura ≤40%)

- (\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.
- (\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.
- (\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.**

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei quadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (***)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,85}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	2,40	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

B *vedi tabella*

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <span style="color: red;">2</span>
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

#### SENZA DORMIENTE

b	100 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,480 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

#### TOTALE

sigma 0,480 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

## Nuovo travetto S17 travetto

### CON DORMIENTE

b 100 mm lunghezza  
a 100 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,480 N/mmq **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mmq **verificato**

#### TOTALE

sigma 0,480 N/mmq **verificato**

### VERIFICA APPOGGIO B

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	2,40	kN

#### TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** *vedi tabella*

fm 200 N/cm<sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1  
 coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa  
 k1 1 *malta buona*  
 k2 1 *giunti sottili*  
 k3 1 *ricorsi o listature*  
 k4 1 *connessione trasversale*  
 k5 1 *nucleo scadente*  
 k6 1 *iniezione miscela leganti*  
 k7 1 *intonaco armato*  
 fm 200 N/cm<sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi  
 FC 1,2 - per il LC 2  
 gM 3  
 fd 0,556 N/mmq

*diagram. tensioni*

2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare

*diagram. tensioni*

0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b 100 mm base del profilo  
a 100 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,480 N/mmq **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mmq **verificato**

#### TOTALE

sigma 0,480 N/mmq **verificato**

### CON DORMIENTE

b 100 mm lunghezza  
a 100 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,480 N/mmq **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mmq **verificato**

#### TOTALE

sigma 0,480 N/mmq **verificato**



---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
Solvraccarico permanente macchine	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
Sovraccarico permanente macchine	1,00 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>2,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Nuova trave S17 nuova trave S17

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,60 m	interasse	1,60 m
q SLU + pp	18,05 kN/m		
q SLE (rara)	12,46 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	9,10 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.I - Cat. B Uffici
q SLU	10,98 kN/mq	incidenza orditura minuta	0,2 kN/mq
q SLE perm.	7,66 kN/m	G1	1,75 kN/mq
q SLE acc.	4,80 kN/m	G2	2,80 kN/mq
pp	0,38 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	29,25 kNm
Vsd  max	32,50 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	29,25 kNm
Vsd	32,50 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [X<sub>k</sub>]

categoria C24  
[rif. EN 338]

valori di progetto [X<sub>d</sub>] [X<sub>d</sub> = X<sub>k</sub> \* k<sub>mod</sub> / γ<sub>m</sub> \* FC]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

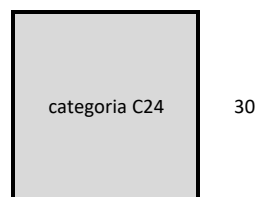
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>	FC	1 LC3
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>		

k <sub>mod</sub>	0,9	Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]
k <sub>def</sub>	0,6	Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]
γ <sub>m</sub>	1,5	[rif. tab. 4.4.III NTC]
k <sub>m</sub>	0,7	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

### geometria

h	30 cm
b	30 cm
A	900 cm <sup>2</sup>
J	67500,00 cm <sup>4</sup>
W	4500,00 cm <sup>3</sup>

30



### rigidezza della trave

R istantaneo	7,43E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	6,50 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,45 <	1	verificato
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,32 <	1	verificato

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

Nuova trave S17  
nuova trave S17

b/h	1,00			
α	0,21			
J <sub>tor</sub>	168750,00 cm <sup>4</sup>			
β	0,88	tab. 7-4	CNR-DT 206 R1/2018	
l <sub>eff</sub>	3168,00 mm			
M <sub>y,crit</sub>	1961545558,67 Nmm			
σ <sub>m,crit</sub>	435,90 N/mm <sup>2</sup>			
λ <sub>rel,m</sub>	0,23			
k <sub>crit,m</sub>	1,00			
σ <sub>m,d/kcrit,m*fm,d</sub>	0,45 <	1		<b>verificato</b>

**verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	300 mm			
b	300 mm			
kef	0,67			
A <sub>ef</sub>	60300 mm <sup>2</sup>			
τ <sub>d</sub>	0,81 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	= 2,40 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza 2,97

**verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)**

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	150 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	300 mm			
Superficie di appoggio	45000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	32497,20 N			
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	1,44 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub>	= 1,50 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza 1,04

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,14 cm	pari a L /	2546 ≤	L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		8,49

**freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7**

u <sub>1,ist</sub>	0,23 cm				
u <sub>21,ist</sub>	0,14 cm				
u <sub>tot,fin</sub>	0,53 cm	pari a L /	682 ≤	L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		3,41

**CNR-DT 206 R1/2018**

w <sub>ist</sub>	0,37 cm	pari a L /	981 ≤	L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,27 cm		coeff. Sicurezza		1,96
w <sub>creep</sub>	0,16 cm				
w <sub>fin</sub>	0,53 cm	pari a L /	682 ≤	L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		2,27

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione, **τ<sub>0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>v0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	w (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18

## Nuova trave S17 nuova trave S17

<b>H</b> Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15
---	---------	-----------	-----------	-----------	----------	----

(\*) Nella muratura a conci sbazzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.**

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (***)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,35}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	32,50	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

B *vedi tabella*

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscele leganti</i>
k7	1	<i>intonaco armato</i>
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <span style="color: red;">2</span>
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni* 2,00 *1 se rettangolare; 2 se triangolare*  
*diagram. tensioni* 0,67 *0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare*

#### SENZA DORMIENTE

b	300 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 1,444 N/mm<sup>2</sup> usare dormiente

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> verificato

TOTALE

## Nuova trave S17 nuova trave S17

sigma 1,444 N/mm<sup>2</sup> **usare dormiente**

### CON DORMIENTE

b 800 mm lunghezza  
a 150 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,542 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### TOTALE

sigma 0,542 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

### VERIFICA APPOGGIO B

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	32,50	kN

#### TIPOLOGIA DI MURATURA

**H** *vedi tabella*

fm 500 N/cm<sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1  
 coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa  
 k1 1 *malta buona*  
 k2 1 *giunti sottili*  
 k3 1 *ricorsi o listature*  
 k4 1 *connessione trasversale*  
 k5 1 *nucleo scadente*  
 k6 1 *iniezione miscela leganti*  
 k7 1 *intonaco armato*  
 fm 500 N/cm<sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi  
 FC 1 - per il LC 3  
 gM 3  
 fd 1,667 N/mm<sup>2</sup>

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b 300 mm base del profilo  
a 150 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 1,444 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### TOTALE

sigma 1,444 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

### CON DORMIENTE

b 300 mm lunghezza  
a 150 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 1,444 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### TOTALE

sigma 1,444 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Nuovo travetto corridoio S18 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,50 m	interasse	0,30 m
q SLU + pp	2,83 kN/m		
q SLE (rara)	1,96 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,33 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	9,22 kN/mq		
q SLE perm.	1,06 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	0,90 kN/m	G2	1,80 kN/mq
pp	0,05 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,80 kNm
Vsd  max	2,12 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,80 kNm
Vsd	2,12 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [X<sub>k</sub>]

categoria C24  
[rif. EN 338]

valori di progetto [X<sub>d</sub>] [X<sub>d</sub> = X<sub>k</sub> \* k<sub>mod</sub> / γ<sub>m</sub> \* FC]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

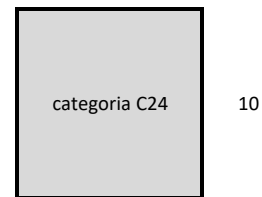
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>	FC	1 LC3
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>		

k <sub>mod</sub>	0,9	Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]
k <sub>def</sub>	0,6	Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]
γ <sub>m</sub>	1,5	[rif. tab. 4.4.III NTC]
k <sub>m</sub>	0,7	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

### geometria

h	10 cm
b	10 cm
A	100 cm <sup>2</sup>
J	833,33 cm <sup>4</sup>
W	166,67 cm <sup>3</sup>

10



10

### rigidezza della trave

R istantaneo	9,17E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	4,77 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,33 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,23 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

## Nuovo travetto corridoio S18 travetto

b/h	1,00			
$\alpha$	0,21			
Jtor	2083,33 cm <sup>4</sup>			
$\beta$	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018		
leff	1320,00 mm			
M <sub>y,crit</sub>	58119868,40 Nmm			
$\sigma_{m,crit}$	348,72 N/mm <sup>2</sup>			
$\lambda_{rel,m}$	0,26			
k <sub>crit,m</sub>	1,00			
$\sigma_{m,d}/k_{crit,m} \cdot f_{m,d}$	0,33 <	1	<b>verificato</b>	

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	100 mm			
b	100 mm			
kef	0,67			
A <sub>ef</sub>	6700 mm <sup>2</sup>			
$\tau_d$	0,48 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	= 2,40 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza 5,05

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base trave	100 mm			
Superficie di appoggio	10000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	2122,13 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	0,42 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub>	= 1,50 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza 3,53

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,06 cm	pari a L /	2318 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			7,73

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,08 cm					
u <sub>21,ist</sub>	0,06 cm					
u <sub>tot,fin</sub>	0,14 cm	pari a L /	1067 ≤	L /	200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			5,33

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,14 cm	pari a L /	1067 ≤	L /	500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,10 cm		coeff. Sicurezza			2,13
w <sub>creep</sub>	0,06 cm					
w <sub>fin</sub>	0,20 cm	pari a L /	759 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			2,53

**Tabella C8.5.I** - Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione,  **$\tau_0$**  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>v0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	w (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18



## Nuovo travetto corridoio S18 travetto

H	Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15
---	--	---------	-----------	-----------	-----------	----------	----

(\*) Nella muratura a conci sbazzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.**

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,35}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	2,12	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

H *vedi tabella*

$f_m$	500 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
$f_m$	500 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1 -	per il LC 3
gM	3	
fd	1,667 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

#### SENZA DORMIENTE

b	100 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,424 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

TOTALE

## Nuovo travetto corridoio S18 travetto

sigma 0,424 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### CON DORMIENTE

b 100 mm lunghezza  
a 100 mm profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma 0,424 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### TOTALE

sigma 0,424 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### VERIFICA APPOGGIO B

### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	2,12	kN

### TIPOLOGIA DI MURATURA

**H** *vedi tabella*

fm 500 N/cm<sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1  
 coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa  
 k1 1 *malta buona*  
 k2 1 *giunti sottili*  
 k3 1 *ricorsi o listature*  
 k4 1 *connessione trasversale*  
 k5 1 *nucleo scadente*  
 k6 1 *iniezione miscela leganti*  
 k7 1 *intonaco armato*  
 fm 500 N/cm<sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi  
 FC 1 - per il LC 3  
 gM 3  
 fd 1,667 N/mm<sup>2</sup>

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b 100 mm base del profilo  
a 100 mm profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma 0,424 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### TOTALE

sigma 0,424 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### CON DORMIENTE

b 100 mm lunghezza  
a 100 mm profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma 0,424 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### TOTALE

sigma 0,424 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Nuovo travetto S18 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,30 m	interasse	0,30 m
q SLU + pp	2,80 kN/m		
q SLE (rara)	1,94 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,31 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.I - Cat. B Uffici
q SLU	9,22 kN/mq		
q SLE perm.	1,04 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	0,90 kN/m	G2	1,80 kN/mq
pp	0,03 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,59 kNm
Vsd  max	1,82 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	0,59 kNm
Vsd	1,82 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [X<sub>k</sub>]

categoria C24  
[rif. EN 338]

valori di progetto [X<sub>d</sub>] [X<sub>d</sub> = X<sub>k</sub> \* k<sub>mod</sub> / γ<sub>m</sub> \* FC]

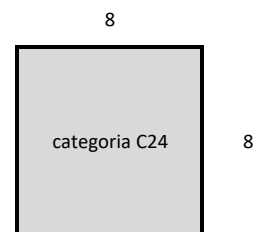
f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>	FC	1 LC3
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>		

k <sub>mod</sub>	0,9	Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]
k <sub>def</sub>	0,6	Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]
γ <sub>m</sub>	1,5	[rif. tab. 4.4.III NTC]
k <sub>m</sub>	0,7	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

### geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	3,75E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	6,94 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,48 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,34 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

## Nuovo travetto S18 travetto

b/h	1,00				
$\alpha$	0,21				
Jtor	853,33 cm <sup>4</sup>				
$\beta$	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018			
leff	1144,00 mm				
M <sub>y,crit</sub>	27468343,96 Nmm				
$\sigma_{m,crit}$	321,89 N/mm <sup>2</sup>				
$\lambda_{rel,m}$	0,27				
kcrit,m	1,00				
$\sigma_{m,d}/k_{crit,m} \cdot f_{m,d}$	0,48 <	1		<b>verificato</b>	

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	80 mm				
b	80 mm				
kef	0,67				
Aef	4288 mm <sup>2</sup>				
$\tau_d$	0,64 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	=	2,40 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	3,76

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	80 mm	<	400 mm	<b>OK</b>	
base trave	80 mm				
Superficie di appoggio	6400 mm <sup>2</sup>				
Taglio all'appoggio	1822,28 N				
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	0,57 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub>	=	1,50 N/mm <sup>2</sup>
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	2,63

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,09 cm	pari a L /	1458 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			4,86

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,10 cm					
u <sub>21,ist</sub>	0,09 cm					
utot,fin	0,27 cm	pari a L /	483 ≤	L /	200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			2,41

CNR-DT 206 R1/2018

w ist	0,19 cm	pari a L /	678 ≤	L /	500	<b>verificato</b>
w' in	0,13 cm		coeff. Sicurezza			1,36
w creep	0,08 cm					
w fin	0,27 cm	pari a L /	483 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			1,61

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione,  **$\tau_0$**  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>v0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	w (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
<b>A</b> Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
<b>B</b> Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
<b>C</b> Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
<b>D</b> Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
<b>E</b> Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
<b>F</b> Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
<b>G</b> Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
<b>H</b> Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

## Nuovo travetto S18 travetto

(es.: doppio UNI foratura ≤40%)

- (\*) Nella muratura a conci sbazzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.
- (\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.
- (\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.**

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei quadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (***)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,85}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	1,82	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

B *vedi tabella*

fm	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
fm	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <span style="color: red;">2</span>
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

#### SENZA DORMIENTE

b	80 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,304 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

#### TOTALE

sigma 0,304 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

## Nuovo travetto S18 travetto

### CON DORMIENTE

b 80 mm lunghezza  
a 150 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,304 N/mmq *verificato*

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mmq *verificato*

#### TOTALE

sigma 0,304 N/mmq *verificato*

### VERIFICA APPOGGIO B

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	1,82	kN

#### TIPOLOGIA DI MURATURA

**H** *vedi tabella*

fm 500 N/cm<sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1  
 coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa  
 k1 1 *malta buona*  
 k2 1 *giunti sottili*  
 k3 1 *ricorsi o listature*  
 k4 1 *connessione trasversale*  
 k5 1 *nucleo scadente*  
 k6 1 *iniezione miscela leganti*  
 k7 1 *intonaco armato*  
 fm 500 N/cm<sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi  
 FC 1 - per il LC 3  
 gM 3  
 fd 1,667 N/mmq

*diagram. tensioni*

2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare

*diagram. tensioni*

0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b 80 mm base del profilo  
a 100 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,456 N/mmq *verificato*

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mmq *verificato*

#### TOTALE

sigma 0,456 N/mmq *verificato*

### CON DORMIENTE

b 800 mm lunghezza  
a 100 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,046 N/mmq *verificato*

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mmq *verificato*

#### TOTALE

sigma 0,046 N/mmq *verificato*

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---



## Nuova trave S18 nuova trave S18

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	3,80 m	interasse	1,20 m
q SLU + pp	11,57 kN/m		
q SLE (rara)	8,01 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	5,49 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.I - Cat. B Uffici
q SLU	9,35 kN/mq	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE perm.	4,41 kN/m	G1	1,65 kN/mq
q SLE acc.	3,60 kN/m	G2	1,80 kN/mq
pp	0,27 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU+pp} = Y_{G1} \cdot (G1+pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE(rara)} = G1+pp+G2+Qk1$$

$$q_{SLE(quasi perm.)} = G1+pp+G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	20,87 kNm
Vsd  max	21,97 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	20,87 kNm
Vsd	21,97 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [Xk]

categoria C24  
[rif. EN 338]

valori di progetto [X<sub>d</sub>] [X<sub>d</sub> = X<sub>k</sub> \* k<sub>mod</sub> / γ<sub>m</sub> \* FC]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

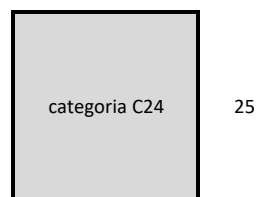
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>	FC	1 LC3
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>		

k <sub>mod</sub>	0,9	Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]
k <sub>def</sub>	0,6	Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]
γ <sub>m</sub>	1,5	[rif. tab. 4.4.III NTC]
k <sub>m</sub>	0,7	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

### geometria

h	25 cm
b	25 cm
A	625 cm <sup>2</sup>
J	32552,08 cm <sup>4</sup>
W	2604,17 cm <sup>3</sup>

25



### rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	8,02 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,56 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,39 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

## Nuova trave S18 nuova trave S18

b/h	1,00			
$\alpha$	0,21			
J <sub>tor</sub>	81380,21 cm <sup>4</sup>			
$\beta$	0,88	tab. 7-4	CNR-DT 206 R1/2018	
l <sub>eff</sub>	3344,00 mm			
M <sub>y,crit</sub>	896173957,72 Nmm			
$\sigma_{m,crit}$	344,13 N/mm <sup>2</sup>			
$\lambda_{rel,m}$	0,26			
k <sub>crit,m</sub>	1,00			
$\sigma_{m,d}/k_{crit,m} \cdot f_{m,d}$	0,56	<	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	250 mm			
b	250 mm			
kef	0,67			
A <sub>ef</sub>	41875 mm <sup>2</sup>			
$\tau_d$	0,79 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	= 2,40 N/mm <sup>2</sup>
		<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	3,05

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	150 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	250 mm			
Superficie di appoggio	37500 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	21973,50 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	1,17 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub>	= 1,50 N/mm <sup>2</sup>
		<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	1,28

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,27 cm	pari a L /	1392 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		4,64

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,33 cm				
u <sub>21,ist</sub>	0,27 cm				
u <sub>tot,fin</sub>	0,86 cm	pari a L /	443 ≤ L /	200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		2,22

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,61 cm	pari a L /	626 ≤ L /	500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,42 cm				coeff. Sicurezza 1,25
w <sub>creep</sub>	0,25 cm				
w <sub>fin</sub>	0,86 cm	pari a L /	443 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza		1,48

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione,  **$\tau_0$**  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f	$\tau_0$	f <sub>v0</sub>	E	G	w
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18

## Nuova trave S18 nuova trave S18

<b>H</b> Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15
---	---------	-----------	-----------	-----------	----------	----

(\*) Nella muratura a conci sbalzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione  $f_{pu}$  può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.**

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbalzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (***)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,35}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	21,97	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

B *vedi tabella*

$f_m$	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
$f_m$	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC <span style="color: red;">2</span>
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

#### SENZA DORMIENTE

b	250 mm	base del profilo
a	150 mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 1,172 N/mm<sup>2</sup> usare dormiente

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> verificato

TOTALE

## Nuova trave S18 nuova trave S18

sigma 1,172 N/mm<sup>2</sup> **usare dormiente**

### CON DORMIENTE

b 600 mm lunghezza  
a 150 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,488 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### TOTALE

sigma 0,488 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

### VERIFICA APPOGGIO B

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	21,97	kN

#### TIPOLOGIA DI MURATURA

**G** *vedi tabella*

fm 345 N/cm<sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1  
 coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa  
 k1 1 *malta buona*  
 k2 1 *giunti sottili*  
 k3 1 *ricorsi o listature*  
 k4 1 *connessione trasversale*  
 k5 1 *nucleo scadente*  
 k6 1 *iniezione miscela leganti*  
 k7 1 *intonaco armato*  
 fm 345 N/cm<sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi  
 FC 1 - per il LC 3  
 gM 3  
 fd 1,150 N/mm<sup>2</sup>

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b 250 mm base del profilo  
a 150 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 1,172 N/mm<sup>2</sup> **usare dormiente**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### TOTALE

sigma 1,172 N/mm<sup>2</sup> **usare dormiente**

### CON DORMIENTE

b 300 mm lunghezza  
a 150 mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,977 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### TOTALE

sigma 0,977 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Travetto solaio S19 travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	0,80 m	interasse	0,34 m
q SLU + pp	3,17 kN/m		
q SLE (rara)	2,19 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	1,48 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	9,22 kN/mq		
q SLE perm.	1,17 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	1,02 kN/m	G2	1,80 kN/mq
pp	0,03 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γ <sub>G1</sub>	1,3
γ <sub>G2</sub>	1,5
γ <sub>Qi</sub>	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,25 kNm
Vsd  max	1,27 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,25 kNm
Vsd	1,27 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

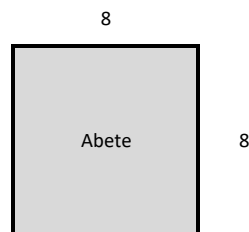
		valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo 3,58E+10 N mm<sup>2</sup>

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	2,97 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,51 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,42 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	1,00
α	0,21

## Travetto solaio S19 travetto

Jtor	853,33 cm <sup>4</sup>		
β	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
leff	704,00 mm		
My,crit	42357471,79 Nmm		
σ <sub>m,crit</sub>	496,38 N/mm <sup>2</sup>		
λ <sub>rel,m</sub>	0,12		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
σ <sub>m,d/kcrit,m*fm,d</sub>	0,51 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	80 mm		
b	80 mm		
kef	0,67		
Aef	4288 mm <sup>2</sup>		
τ <sub>d</sub>	0,44 N/mm <sup>2</sup>	<	fv,d = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,50

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	80 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	80 mm			
Superficie di appoggio	6400 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	1268,84 N			
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	0,40 N/mm <sup>2</sup>	<	fc,90,d = 1,67 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	4,20

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,02 cm	pari a L /	5271 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	17,57

### freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,02 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,02 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,05 cm	pari a L /	1749 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	8,74

### CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,03 cm	pari a L /	2456 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,02 cm		coeff. Sicurezza	4,91
w <sub>creep</sub>	0,01 cm			
w <sub>fin</sub>	0,05 cm	pari a L /	1749 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	5,83

---

**ANALISI DEI CARICHI**


---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---



# Trave legno e rinforzo solaio S19\_rev01

## trave legno

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,40 m	interasse	0,50 m
q SLU + pp	4,98 kN/m		
q SLE (rara)	3,47 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	2,42 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	9,35 kN/mq	incidenza orditura minuta	0,1 kN/mq
q SLE perm.	1,97 kN/m	G1	1,65 kN/mq
q SLE acc.	1,50 kN/m	G2	1,80 kN/mq
pp	0,24 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} * (G1 + pp) + \gamma_{G2} * G2 + \gamma_{Qi} * Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} * Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

γG1	1,3
γG2	1,5
γQi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	12,06 kNm
Vsd  max	10,97 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	12,06 kNm
Vsd	10,97 kN

### trave in legno

specie legnosa

Abete

Tensioni massime UNI 11119 (metodo tensioni ammissibili)

categoria III - Abete rosso

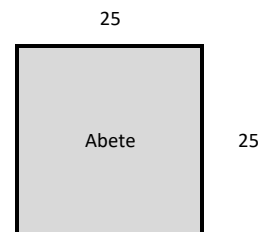
	valori di progetto [X <sub>d</sub> ]	[X <sub>d</sub> = X <sub>k</sub> / FC]
f <sub>m,k</sub>	7 N/mm <sup>2</sup>	5,83 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	6 N/mm <sup>2</sup>	5,00 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2 N/mm <sup>2</sup>	1,67 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	0,8 N/mm <sup>2</sup>	0,67 N/mm <sup>2</sup>

E <sub>0,mean</sub>	10500 N/mm <sup>2</sup>	FC	1,2 LC2
ρ <sub>mean</sub>	380 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7035 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	656,25 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	439,69 N/mm <sup>2</sup>		

k<sub>def</sub> 0,6 Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

### geometria

h	25 cm
b	25 cm
A	625 cm <sup>2</sup>
J	32552,08 cm <sup>4</sup>
W	2604,17 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	3,42E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	4,63 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,79 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,65 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	1,00
α	0,21

## Trave legno e rinforzo solaio S19\_rev01 trave legno

Jtor	81380,21 cm <sup>4</sup>		
β	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
leff	3872,00 mm		
My,crit	734458780,94 Nmm		
σ <sub>m,crit</sub>	282,03 N/mm <sup>2</sup>		
λ <sub>rel,m</sub>	0,16		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
σ <sub>m,d/kcrit,m*fm,d</sub>	0,79 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	250 mm		
b	250 mm		
kef	0,67		
Aef	41875 mm <sup>2</sup>		
τ <sub>d</sub>	0,39 N/mm <sup>2</sup>	<	fv,d = 0,67 N/mm <sup>2</sup>
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,70

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	250 mm			
Superficie di appoggio	25000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	10965,90 N			
compressione ortogonale alle fibre σ <sub>c,90,d</sub>	0,88 N/mm <sup>2</sup>	<	fc,90,d = 1,67 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	1,90

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,21 cm	pari a L /	2054 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	6,85

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,28 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,21 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,70 cm	pari a L /	627 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	3,14

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,49 cm	pari a L /	889 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,34 cm		coeff. Sicurezza	1,78
w <sub>creep</sub>	0,21 cm			
w <sub>fin</sub>	0,70 cm	pari a L /	627 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	2,09

## Trave legno e rinforzo solaio S19\_rev01 rinforzo acciaio

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,40 m	interasse	0,70 m
q SLU + pp	6,88 kN/m		
q SLE (rara)	4,77 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	3,30 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.I - Cat. B Uffici
q SLU	9,41 kN/mq		
q SLE perm.	2,67 kN/m	incidenza orditura minuta	0,15 kN/mq
q SLE acc.	2,10 kN/m	G1	1,70 kN/mq
pp	0,22 kN/m	G2	1,80 kN/mq
		Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>Qi</sub>	1,5

### Sollecitazione massima trave su due appoggi

M <sub>sd</sub>   max	16,65 kNm	VSLE rara	10,50 kN
V <sub>sd</sub>   max	15,13 kN	VSLE rara carichi accidentali	4,62 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>			
M <sub>sd</sub>	16,65 kNm		
V <sub>sd</sub>	15,13 kN		

### Profilo IPE200

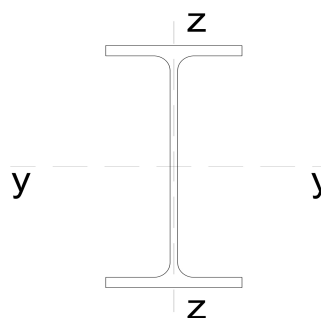
CLASSE	S235		
valori caratteristici		valori di progetto	
f <sub>y,k</sub>	235 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>y,d</sub>	223,81 N/mm <sup>2</sup>
E acciaio S235	210000 N/mm <sup>2</sup>		
v	0,3		
G acciaio S235	80769,23 N/mm <sup>2</sup>		
Y <sub>M0</sub>	1,05	coefficiente parziale di sicurezza - tab.4.2.VII	
Y <sub>M1</sub>	1,05	coefficiente parziale di sicurezza - tab.4.2.VII	

### geometria

h	20 cm	h	200 mm
b	10 cm	b	100 mm
W <sub>pl,y</sub>	220,6 cm <sup>3</sup>	t <sub>f</sub>	8,5 mm
W <sub>pl,z</sub>	44,61 cm <sup>3</sup>	t <sub>w</sub>	5,6 mm
J <sub>y</sub>	1943,20 cm <sup>4</sup>	r	12 mm
J <sub>z</sub>	142,37 cm <sup>4</sup>	A	2850 mm <sup>2</sup>
Peso proprio profilo	0,22 kN/m	Av	1401,6 mm <sup>2</sup>

### rigidezza della trave

E <sub>J</sub> profilo	4,08E+12 Nmm <sup>2</sup>
E <sub>Jz</sub> profilo	2,99E+11 Nmm <sup>2</sup>



### verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

M<sub>pl,Rd</sub> 49372380,95 Nmm

Med/M<sub>c,Rd</sub> 0,34 < 1 **verificato**

### verifica di stabilità flessione-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

M<sub>b</sub>,M<sub>a</sub> 0 trave appoggiata appoggiata  
ψ 1,75

Trave legno e rinforzo solaio S19\_rev01  
rinforzo acciaio

Lcr	4400 mm				
EJz	2,98977E+11 Nmmq				
Jt	51654,24 mm4				
GJt	4172073446 Nmmq				
Jw	13052570581 mm6				
EJw	2,74104E+15 Nmm4				
Mcr	50987042,74 Nmm				
$\lambda_{LT}$	1,01				
$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)			
$\lambda_{LT,0}$	0,2				
$\beta$	1				
$\Phi_{LT}$	1,15				
kc	0,94	tab.4.2.X			
f	0,97				
$\chi_{LT}$	0,61 <	$K\chi$	=	1	verificato
Mb,Rd	30038489,63 Nmm				
Med/Mb,Rd	0,55 <	1			<b>verificato</b>

**verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)**

Av	1401,6 mmq				
Vc,Rd	181109,83 N	>	Vsd	=	15132,04 N
		<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	11,97

**freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)**

combinazione rara istantanea

carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	0,57 cm	pari a L /	$771 \leq$	L /	250	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			3,08
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,25 cm	pari a L /	$1752 \leq$	L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			5,84

Tabella C8.5.I -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi

## Trave legno e rinforzo solaio S19\_rev01 IPE200 corridoio

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	0,70 m	interasse	0,70 m
q SLU + pp	6,88 kN/m		
q SLE (rara)	4,77 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	3,30 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.I - Cat. B Uffici
q SLU	9,41 kN/mq		
q SLE perm.	2,67 kN/m	incidenza orditura minuta	0,15 kN/mq
q SLE acc.	2,10 kN/m	G1	1,70 kN/mq
pp	0,22 kN/m	G2	1,80 kN/mq
		Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = \gamma_{G1} \cdot (G1 + pp) + \gamma_{G2} \cdot G2 + \gamma_{Qi} \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

$$\gamma_{G1} = 1,3$$

$$\gamma_{G2} = 1,5$$

$$\gamma_{Qi} = 1,5$$

### Sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,42 kNm	VSLE rara	1,67 kN
Vsd  max	2,41 kN	VSLE rara carichi accidentali	0,74 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>			
Msd	0,42 kNm		
Vsd	2,41 kN		

### Profilo IPE200

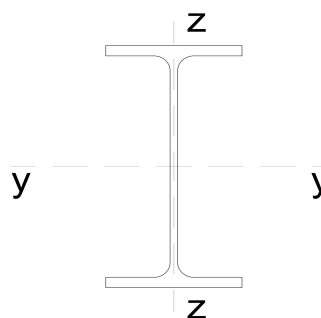
CLASSE	S235		
valori caratteristici		valori di progetto	
f <sub>y,k</sub>	235 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>y,d</sub>	223,81 N/mm <sup>2</sup>
E acciaio S235	210000 N/mm <sup>2</sup>		
v	0,3		
G acciaio S235	80769,23 N/mm <sup>2</sup>		
γ <sub>M0</sub>	1,05	coefficiente parziale di sicurezza - tab.4.2.VII	
γ <sub>M1</sub>	1,05	coefficiente parziale di sicurezza - tab.4.2.VII	

### geometria

h	20 cm	h	200 mm
b	10 cm	b	100 mm
W <sub>pl,y</sub>	220,6 cm <sup>3</sup>	t <sub>f</sub>	8,5 mm
W <sub>pl,z</sub>	44,61 cm <sup>3</sup>	t <sub>w</sub>	5,6 mm
J <sub>y</sub>	1943,20 cm <sup>4</sup>	r	12 mm
J <sub>z</sub>	142,37 cm <sup>4</sup>	A	2850 mm <sup>2</sup>
Peso proprio profilo	0,22 kN/m	Av	1401,6 mm <sup>2</sup>

### rigidezza della trave

E <sub>y</sub> profilo	4,08E+12 Nmm <sup>2</sup>
E <sub>z</sub> profilo	2,99E+11 Nmm <sup>2</sup>



### verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

$$M_{pl,Rd} = 49372380,95 \text{ Nmm}$$

$$M_{ed}/M_{c,Rd} = 0,01 < 1 \quad \text{verificato}$$

### verifica di stabilità flessio-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

M<sub>b</sub>, M<sub>a</sub> = 0 trave appoggiata appoggiata

$$\psi = 1,75$$

Trave legno e rinforzo solaio S19\_rev01  
IPE200 corridoio

Lcr	700 mm				
EJz	2,98977E+11 Nmmq				
Jt	51654,24 mm4				
GJt	4172073446 Nmmq				
Jw	13052570581 mm6				
EJw	2,74104E+15 Nmm4				
Mcr	1046494710 Nmm				
$\lambda_{LT}$	0,22				
$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)			
$\lambda_{LT,0}$	0,2				
$\beta$	1				
$\Phi_{LT}$	0,53				
kc	0,94	tab.4.2.X			
f	0,99				
$\chi_{LT}$	1,00 >	$K\chi$	=	1	NO
Mb,Rd	49471547,78 Nmm				
Med/Mb,Rd	0,01 <	1		<b>verificato</b>	

**verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)**

Av	1401,6 mmq				
Vc,Rd	181109,83 N	>	Vsd	=	2407,37 N
		<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	75,23

**freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)**

combinazione rara istantanea

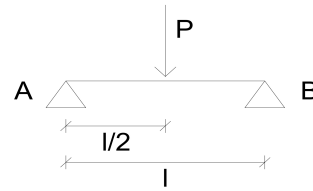
carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	0,00 cm	pari a L /	191391 ≤	L /	250	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			765,56
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,00 cm	pari a L /	435096 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			1450,32

Tabella C8.5.I -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi

Trave legno e rinforzo solaio S19\_rev01  
HEB120 appoggio A

stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,40 m
pp	0,27 kN/m
P SLU	15,13 kN
P SLE rara	10,50 kN
P SLE rara carichi accidentali	4,62 kN



Sollecitazione massima SLU trave su due appoggi

Msd  max	5,38 kNm
Vsd  max	7,81 kN
sollecitazione di verifica SLU	
Msd	5,38 kNm
Vsd	7,81 kN

Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,5
YQi	1,5

Profilo HEB120

CLASSE	S235	valori di progetto	
valori caratteristici		fy,d	223,81 N/mm <sup>2</sup>
fy,k	235 N/mm <sup>2</sup>		

E acciaio S235	210000 N/mm <sup>2</sup>
v	0,3
G acciaio S235	80769,23 N/mm <sup>2</sup>

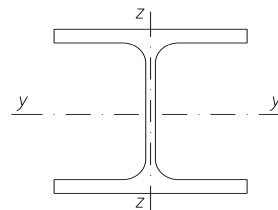
Y <sub>M0</sub>	1,05	coefficiente parziale di sicurezza - tab.4.2.VII
Y <sub>M1</sub>	1,05	coefficiente parziale di sicurezza - tab.4.2.VII

geometria

h	12 cm	h	120 mm
b	12 cm	b	120 mm
W <sub>pl,y</sub>	165 cm <sup>3</sup>	t <sub>f</sub>	11 mm
W <sub>pl,z</sub>	81 cm <sup>3</sup>	t <sub>w</sub>	6 mm
J <sub>y</sub>	864,00 cm <sup>4</sup>	r	12 mm
J <sub>z</sub>	318,00 cm <sup>4</sup>	A	3400 mm <sup>2</sup>
Peso proprio profilo	0,27 kN/m	Av	1090 mm <sup>2</sup>

rigidezza della trave

EJ <sub>y</sub> profilo	1,81E+12 Nmm <sup>2</sup>
EJ <sub>z</sub> profilo	6,68E+11 Nmm <sup>2</sup>



verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

M <sub>pl,Rd</sub>	36928571,43 Nmm		
Med/Mc,Rd	0,15 <	1	verificato

verifica di stabilità flessio-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

M <sub>b</sub> ,M <sub>a</sub>	0 trave appoggiata appoggiata
ψ	1,75
L <sub>cr</sub>	1400 mm
EJ <sub>z</sub>	6,678E+11 Nmm <sup>2</sup>
J <sub>t</sub>	113536,00 mm <sup>4</sup>
GJ <sub>t</sub>	9170215385 Nmm <sup>2</sup>
J <sub>w</sub>	9445395000 mm <sup>6</sup>
EJ <sub>w</sub>	1,98353E+15 Nmm <sup>4</sup>
M <sub>cr</sub>	444182871,5 Nmm
λ <sub>LT</sub>	0,30

Trave legno e rinforzo solaio S19\_rev01  
HEB120 appoggio A

$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)			
$\underline{\lambda}_{LT,0}$	0,2				
$\beta$	1				
$\Phi_{LT}$	0,56				
kc	0,86	tab.4.2.X			
f	0,97				
$\chi_{LT}$	1,00	=	$K_{\chi}$	=	1
Mb,Rd	36928571,43	Nmm			
Med/Mb,Rd	0,15	<	1	<b>verificato</b>	

**verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)**

Av	1090	mmq				
Vc,Rd	140845,97	>	Vsd	=	7808,99	N
		<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	18,04	

**freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)**

combinazione rara istantanea

carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	0,03	cm	pari a L /	4139	≤	L /	250	<b>verificato</b>
							coeff. Sicurezza	16,55
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,02	cm	pari a L /	9155	≤	L /	300	<b>verificato</b>
							coeff. Sicurezza	30,52

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi



Trave legno e rinforzo solaio S19\_rev01  
HEB120 appoggio B

stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,80 m
Carichi concentrati SLU da IPE200	15,13 kN
Carichi concentrati SLU da IPE80	2,41 kN
TOT carico concentrato SLU	35,08 kN
q SLU	19,49 kN/m
q SLU + pp	19,84 kN/m
Carichi concentrati SLE rara da IPE200	10,50 kN
Carichi concentrati SLE rara da IPE80	1,67 kN
TOT carico concentrato SLE rara	24,35 kN
q SLE (rara)	13,79 kN/m
Carichi concentrati SLE rara accid da IPE200	4,62 kN
Carichi concentrati SLE rara accid da IPE80	0,74 kN
TOT carico concentrato SLE rara accid	5,36 kN
q SLE (rara) accidentali	2,98 kN/m
pp	0,27 kN/m

$q \text{ SLU} + pp = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{Qi} \cdot Qk1$   
 $q \text{ SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q \text{ SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>Qi</sub>	1,5

Sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	8,03 kNm
Vsd  max	17,85 kN
sollecitazione di verifica	
Msd	8,03 kNm
Vsd	17,85 kN

VSLE rara	12,41 kN
VSLE rara carichi accidentali	2,68 kN

Profilo HEB120

CLASSE	S235
valori caratteristici	
f <sub>y,k</sub>	235 N/mm <sup>2</sup>
E acciaio S235	210000 N/mm <sup>2</sup>
v	0,3
G acciaio S235	80769,23 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto	
f <sub>y,d</sub>	223,81 N/mm <sup>2</sup>

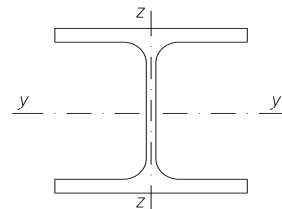
Y <sub>M0</sub>	1,05	coefficiente parziale di sicurezza - tab.4.2.VII
Y <sub>M1</sub>	1,05	coefficiente parziale di sicurezza - tab.4.2.VII

geometria

h	12 cm	h	120 mm
b	12 cm	b	120 mm
W <sub>pl,y</sub>	165 cm <sup>3</sup>	t <sub>f</sub>	11 mm
W <sub>pl,z</sub>	81 cm <sup>3</sup>	t <sub>w</sub>	6,5 mm
J <sub>y</sub>	864,00 cm <sup>4</sup>	r	12 mm
J <sub>z</sub>	318,00 cm <sup>4</sup>	A	3400 mm <sup>2</sup>
Peso proprio profilo	0,27 kN/m	Av	1095,5 mm <sup>2</sup>

rigidezza della trave

EJ <sub>y</sub> profilo	1,81E+12 Nmm <sup>2</sup>
EJ <sub>z</sub> profilo	6,68E+11 Nmm <sup>2</sup>



verifica di resistenza a flessione retta (par. 4.2.4.1.2.3 NTC2018)

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

per sezioni di classe 1 e 2  $M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / \gamma_{M0}$

M <sub>pl,Rd</sub>	36928571,43 Nmm
--------------------	-----------------

Med/Mc,Rd	0,22 <	1	verificato
-----------	--------	---	------------

verifica di stabilità flessione-torsionale (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)

$$M_{Ed} \leq \dots$$

Trave legno e rinforzo solaio S19\_rev01  
HEB120 appoggio B

$$\frac{E_d}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

Mb, Ma	0	trave appoggiata appoggiata		
$\psi$	1,75			
Lcr	1800	mm		
EJz	6,678E+11	Nmmq		
Jt	115451,08	mm <sup>4</sup>		
GJt	9324895192	Nmmq		
Jw	9445395000	mm <sup>6</sup>		
EJw	1,98353E+15	Nmm <sup>4</sup>		
Mcr	309409988,2	Nmm		
$\lambda_{LT}$	0,35			
$\alpha_{LT}$	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)		
$\lambda_{LT,0}$	0,2			
$\beta$	1			
$\Phi_{LT}$	0,59			
kc	0,94	tab.4.2.X		
f	0,98			
$\chi_{LT}$	0,96 <	K $\chi$	=	1 verificato
Mb,Rd	35499759,82	Nmm		
Med/Mb,Rd	0,23 <		1	verificato

**verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)**

Av	1095,5	mmq			
Vc,Rd	141556,66	N	>	Vsd	= 17851,80 N
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	7,93

**freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)**

combinazione rara istantanea

carichi totali ( $\delta_{tot}$ )	0,10	cm	pari a L /	1732 ≤	L /	250	<b>verificato</b>
				coeff. Sicurezza			6,93
carichi accidentali ( $\delta_2$ )	0,02	cm	pari a L /	8031 ≤	L /	300	<b>verificato</b>
				coeff. Sicurezza			26,77

Tabella C8.5.I - Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi

### ANALISI DEI CARICHI

---

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle	0,65 kN/mq
Soletta LECA1800 - spessore 5cm ( $\gamma$ 1800 kg/m <sup>3</sup> )	0,90 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,55 kN/mq</b>

---

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

	kN/mq
Massetto cementizio - spessore 5cm ( $\gamma$ 2100 kg/m <sup>3</sup> )	1,05 kN/mq
Pavimentazione in graniglia - spessore 3cm	0,75 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>1,80 kN/mq</b>

---

**Carichi variabili Qi:**

Sovraccarico d'uso - Uffici aperti al pubblico cat.B2	3,00 kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>3,00 kN/mq</b>

---

## Nuovo travetto travetto

### stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	1,30 m	interasse	0,50 m
q SLU + pp	4,67 kN/m		
q SLE (rara)	3,23 kN/m		
q SLE (quasi perm.)	2,18 kN/m	→ ψ21	0,30 tab.2.5.1 - Cat. B Uffici
q SLU	9,22 kN/mq		
q SLE perm.	1,73 kN/m	G1	1,55 kN/mq
q SLE acc.	1,50 kN/m	G2	1,80 kN/mq
pp	0,05 kN/m	Q	3,00 kN/mq

$$q_{SLU + pp} = YG1 \cdot (G1 + pp) + YG2 \cdot G2 + Yqi \cdot Qk1$$

$$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$$

$$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi21 \cdot Qk1$$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,5
Yqi	1,5

### sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,99 kNm
Vsd  max	3,04 kN

### sollecitazione di verifica

Msd	0,99 kNm
Vsd	3,04 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [Xk]

categoria C24  
[rif. EN 338]

valori di progetto [Xd] [Xd = Xk \* kmod / γm \* FC]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

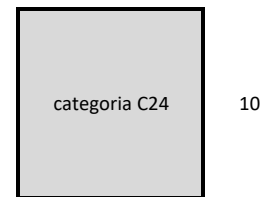
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>	FC	1 LC3
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>		
G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>		

k <sub>mod</sub>	0,9	Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]
k <sub>def</sub>	0,6	Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]
γ <sub>m</sub>	1,5	[rif. tab. 4.4.III NTC]
k <sub>m</sub>	0,7	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

### geometria

h	10 cm
b	10 cm
A	100 cm <sup>2</sup>
J	833,33 cm <sup>4</sup>
W	166,67 cm <sup>3</sup>

10



### rigidezza della trave

R istantaneo	9,17E+10 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

### verifica di resistenza a flessione retta (par. 7.6.1.1.6 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	5,92 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>
k <sub>m</sub>	0,70 sezioni trasversali rettangolari

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,41 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,29 <	1	<b>verificato</b>

### verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

## Nuovo travetto travetto

b/h	1,00			
$\alpha$	0,21			
J <sub>tor</sub>	2083,33 cm <sup>4</sup>			
$\beta$	0,88	tab. 7-4	CNR-DT 206 R1/2018	
l <sub>eff</sub>	1144,00 mm			
M <sub>y,crit</sub>	67061386,62 Nmm			
$\sigma_{m,crit}$	402,37 N/mm <sup>2</sup>			
$\lambda_{rel,m}$	0,24			
k <sub>crit,m</sub>	1,00			
$\sigma_{m,d}/k_{crit,m} \cdot f_{m,d}$	0,41	<	1	<b>verificato</b>

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.8 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	100 mm			
b	100 mm			
kef	0,67			
A <sub>ef</sub>	6700 mm <sup>2</sup>			
$\tau_d$	0,68 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>v,d</sub>	= 2,40 N/mm <sup>2</sup>
		<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	3,53

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base trave	100 mm			
Superficie di appoggio	10000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	3037,13 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	0,61 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub>	= 1,50 N/mm <sup>2</sup>
		<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	2,47

### freccia attinta

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,06 cm	pari a L /	2136 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	7,12

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,07 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,06 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,18 cm	pari a L /	707 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	3,54

CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,13 cm	pari a L /	994 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,09 cm		coeff. Sicurezza	1,99
w <sub>creep</sub>	0,05 cm			
w <sub>fin</sub>	0,18 cm	pari a L /	707 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	2,36

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione,  **$\tau_0$**  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel SC8.7.1.3). **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza

**COMUNE DI CAMPI BISENZIO**  
**PROVINCIA DI FIRENZE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**FASCICOLO DEI CALCOLI**

**COPERTURA – STATO DI PROGETTO**

**LAVORI DI RESTAURO DEL PALAZZO PRETORIO E LOCALI CONNESSI DA  
DESTINARE AD UFFICI COMUNALI NEL COMUNE DI CAMPI BISENZIO  
IMMOBILE POSTO IN PIAZZA G .MATTEOTTI**



**ANALISI DEI CARICHI**

**Carichi permanenti strutturali G1:**

Pianelle in laterizio	0,50 kN/mq
Tavolato in OSB - spessore 2,5 cm	0,14 kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>0,64 kN/mq</b>

**Carichi permanenti non strutturali G2:**

Manto di copertura	0,60 kN/mq
Guaina impermeabilizzante	0,10 kN/mq
Isolante termico in XPS - spessore 10 cm	0,04 kN/mq
Barriera al vapore	0,01 kN/mq
	kN/mq
	kN/mq
<b>TOTALE</b>	<b>0,75 kN/mq</b>

**Carichi variabili Qi:**

Carico neve	0,80 kN/mq
-------------	------------

<b>Totale carichi permanenti G1 + G2:</b>	1,39	<b>TOTALE</b>	<b>2,19 kN/mq</b>
---	------	---------------	-------------------

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA corrente

<b>stato di sollecitazione</b>		inclinazione falda $\alpha$	16,5 °	0,287979 rad
L [luce di calcolo]	2,10 m	Luce in pianta	2,01 m	
q SLU + pp	0,99 kN/m	interasse	0,3 m	
q SLE (rara)	0,69 kN/m			
q SLE (quasi perm.)	0,45 kN/m	→ $\psi_{21}$	0,00 carico neve	
q SLU	3,16 kN/mq			
q SLE perm.	0,45 kN/m	G1	0,64 kN/mq	
q SLE acc.	0,24 kN/m	G2	0,75 kN/mq	
pp	0,03 kN/m	Q	0,80 kN/mq	

$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>Qi</sub>	1,5

**sollecitazione massima** trave su due appoggi

Msd  max	0,54 kNm
Vsd  max	1,03 kN

**sollecitazione di verifica**

Msd	0,54 kNm
Vsd	1,03 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [Xk]

categoria C24  
[rif. EN 338]

valori di progetto [X<sub>d</sub>]

$[X_d = X_k \cdot k_{mod} / \gamma_m \cdot FC]$

f <sub>m,k</sub>	24 N/mmq	f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mmq
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mmq	f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mmq
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mmq	f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mmq
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mmq	f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mmq
f <sub>v,k</sub>	4 N/mmq	f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mmq

G0,05	464,18 N/mmq
Gmean	690 N/mmq
E0,05	7400 N/mmq
E0,mean	11000 N/mmq
$\rho_{mean}$	420 kg/mc

FC 1 LC3

k <sub>mod</sub>	0,9
k <sub>def</sub>	0,6
$\gamma_m$	1,5

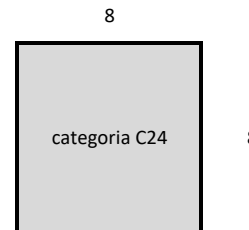
Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.I NTC2018]

Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

[rif. tab. 4.4.III NTC]

### geometria

h	8 cm
b	8 cm
A	64 cm <sup>2</sup>
J	341,33 cm <sup>4</sup>
W	85,33 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	3,75E+10 N mmq
--------------	----------------

### verifica di resistenza a flessione (par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)

$\sigma_{m,d}$	6,35 N/mmq	<	f <sub>m,d</sub>	=	14,40 N/mmq
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	2,27

### verifica di resistenza a taglio (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)

h	8 cm				
b	8 cm				
k <sub>cr</sub>	0,67		Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]		
b <sub>ef</sub>	5,36 cm				
A <sub>ef</sub>	42,88 cm <sup>2</sup>				
$\tau_d$	0,36 N/mmq	<	f <sub>v,d</sub>	=	2,40 N/mmq
			<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	6,64

### verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)

In merito a questa verifica si considera che questo elemento sia appoggiato alla muratura per una profondità di 10 cm, in modo da poter estendere i risultati della verifica anche agli altri correnti della copertura, che si considerano infissi in quest'ultima per una profondità di 10cm. Il calcolo risulta a favore di sicurezza, in quanto gli altri correnti della copertura risultano tutti meno sollecitati rispetto a questo.

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$



## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA corrente

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base corrente	80 mm			
Superficie di appoggio	8000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	1033,59 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_c$ ,90,d	0,26 N/mm <sup>2</sup>	<	fc,90,d =	1,50 N/mm <sup>2</sup>
		<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	5,80
<b>freccia attinta</b>				
<i>combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7</i>				
carichi accidentali (istantaneo)	0,16 cm	pari a L /	1304 ≤ L /	300 <b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	4,35
<i>freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7</i>				
u1,ist	0,30 cm			
u21,ist	0,16 cm			
utot,fin	0,64 cm	pari a L /	328 ≤ L /	200 <b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	1,64
<i>CNR-DT 206 R1/2018</i>				
w ist	0,46 cm	pari a L /	456 ≤ L /	400 <b>verificato</b>
w' in	0,30 cm		coeff. Sicurezza	1,14
w creep	0,18 cm			
w fin	0,64 cm	pari a L /	328 ≤ L /	225 <b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	1,46

# VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T1 tratto BC)

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	4,50 m
q SLU + pp	6,60 kN/m
q SLE (rara)	4,62 kN/m
q SLE (quasi perm.)	3,10 kN/m
q SLU	3,29 kN/mq
q SLE perm.	3,10 kN/m
q SLE acc.	1,52 kN/m
pp	0,27 kN/m

inclinazione falda  $\alpha$       16 °      0,279253 rad

interasse      1,9 m  
→  $\psi_{21}$       0,00 carico neve

peso orditura minuta	0,10 kN/mq
G1	0,74 kN/mq
G2	0,75 kN/mq
Q	0,80 kN/mq

$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{Qi} \cdot Qk1$

$q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$

$q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>Qi</sub>	1,5

## componente di carico ortogonale alla falda

cos $\alpha$	0,96
q SLU + pp	6,34 kN/m
q SLE (rara)	4,44 kN/m
q SLE (quasi perm.)	2,98 kN/m
q SLU	3,16 kN/mq
q SLE perm.	2,98 kN/m
q SLE acc.	1,46 kN/m
pp	0,26 kN/m

## componente di carico parallela alla falda

sen $\alpha$	0,28
q SLU + pp	1,82 kN/m
q SLE (rara)	1,27 kN/m
q SLE (quasi perm.)	0,85 kN/m
q SLU	0,91 kN/mq
q SLE perm.	0,85 kN/m
q SLE acc.	0,42 kN/m
pp	0,07 kN/m

## componente di carico ortogonale alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	16,05 kNm
Vsd  max	14,27 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	16,05 kNm
Vsd	14,27 kN

## componente di carico parallela alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	4,60 kNm
Vsd  max	4,09 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	4,60 kNm
Vsd	4,09 kN

## trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [Xk]

**categoria C24**  
[rif. EN 338]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X<sub>d</sub>]

$[X_d = X_k \cdot k_{mod} / \gamma_m \cdot FC]$

f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>
$\rho_{mean}$	420 kg/m <sup>3</sup>

FC      1 LC3

k <sub>mod</sub>	0,9
k <sub>def</sub>	0,6
$\gamma_m$	1,5
k <sub>m</sub>	0,7

Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]

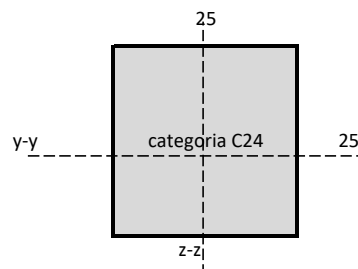
Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

[rif. tab. 4.4.III NTC]

Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

## geometria

h	25 cm
b	25 cm
A	625 cm <sup>2</sup>
J <sub>yy</sub>	32552,08 cm <sup>4</sup>
J <sub>zz</sub>	32552,08 cm <sup>4</sup>
W <sub>yy</sub>	2604,17 cm <sup>3</sup>
W <sub>zz</sub>	2604,17 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T1 tratto BC)

**verifica di resistenza a flessione (par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\sigma_{m,y,d}$	6,16 N/mmq		
$\sigma_{m,z,d}$	1,77 N/mmq		
$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,51 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,42 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

b/h	1,00		
$\alpha$	0,21		
J <sub>tor</sub>	81380,21 cm <sup>4</sup>		
$\beta$	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
l <sub>eff</sub>	3960,00 mm		
M <sub>y,crit</sub>	756769119,86 Nmm		
$\sigma_{m,crit}$	290,60 N/mmq		
$\lambda_{rel,m}$	0,29		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
$\sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,51 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,42 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di resistenza a taglio - componente ortogonale alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	25 cm		
b	25 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	16,75 cm		
A <sub>ef</sub>	418,75 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,51 N/mmq	< f <sub>v,d</sub>	= 2,40 N/mmq
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	4,70

**verifica di resistenza a taglio - componente parallela alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	25 cm		
b	25 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	16,75 cm		
A <sub>ef</sub>	418,75 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,15 N/mmq	< f <sub>v,d</sub>	= 2,40 N/mmq
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	16,38

**verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)**

In merito a questa verifica si considera che questo elemento sia appoggiato alla muratura per una profondità di 10 cm, in modo da poter estendere i risultati della verifica anche agli altri arcarecci della copertura, che si considerano infissi in quest'ultima per una profondità di 10cm. Il calcolo risulta a favore di sicurezza, in quanto gli altri arcarecci della parte di copertura a padiglione risultano tutti meno sollecitati rispetto a questo.

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base arcareccio	250 mm			
Superficie di appoggio	25000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	14841,68 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	1,19 N/mm <sup>2</sup>	< f <sub>c,90,d</sub>	= 1,50 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	1,26	

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,22 cm	pari a L /	2065 ≤ L /	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	6,88	

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,44 cm
u <sub>21,ist</sub>	0,23 cm

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcareccio legno (T1 tratto BC)**

utot,fin	0,94 cm	pari a L/	480 ≤	L/	200	<b>verificato</b>	
			coeff. Sicurezza				2,40
<i>spostamenti istantanei e finali - par. 7.5.1 CNR-DT 206 R1/2018</i>							
w ist	0,66 cm	pari a L/	679 ≤	L/	500	<b>verificato</b>	
w' in	0,44 cm		coeff. Sicurezza				1,36
w creep	0,27 cm						
w fin	0,93 cm	pari a L/	484 ≤	L/	300	<b>verificato</b>	
			coeff. Sicurezza				1,61

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione, **τ<sub>0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f	τ <sub>0</sub>	f <sub>v0</sub>	E	G	w
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
<b>A</b> Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
<b>B</b> Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
<b>C</b> Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
<b>D</b> Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
<b>E</b> Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
<b>F</b> Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
<b>G</b> Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
<b>H</b> Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione fp può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonacoarmato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (***)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione **f<sub>m</sub>** superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a **f<sub>m</sub><sup>0,25</sup>** (**f<sub>m</sub>** in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

**VERIFICA APPOGGIO B**

**VALORI DI VERIFICA**

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	14,84	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**H** vedi tabella

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T1 tratto BC)

fm	500 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscele leganti</i>
k7	1	<i>intonaco armato</i>
fm	500 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1 -	per il LC 3
gM	3	
fd	1,667 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni*

2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare

*diagram. tensioni*

0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b	250 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	1,187 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### TOTALE

sigma	1,187 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### CON DORMIENTE

b	250 mm	lunghezza
a	100 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	1,187 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### TOTALE

sigma	1,187 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

In corrispondenza dell'appoggio C l'arcareccio poggia sul puntone, dunque non si esegue la verifica di resistenza della muratura.

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T10)

<b>stato di sollecitazione</b>		inclinazione falda $\alpha$	19 °	0,331613 rad
L [luce di calcolo]	3,80 m			
q SLU + pp	7,09 kN/m	interasse	2,05 m	
q SLE (rara)	4,96 kN/m			
q SLE (quasi perm.)	3,32 kN/m	→ $\psi_{21}$	0,00 carico neve	
q SLU	3,29 kN/mq			
q SLE perm.	3,32 kN/m	peso orditura minuta		0,10 kN/mq
q SLE acc.	1,64 kN/m	G1	0,74 kN/mq	
pp	0,27 kN/m	G2	0,75 kN/mq	
		Q	0,80 kN/mq	

$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>Qi</sub>	1,5

### componente di carico ortogonale alla falda

cos $\alpha$	0,95
q SLU + pp	6,70 kN/m
q SLE (rara)	4,69 kN/m
q SLE (quasi perm.)	3,14 kN/m
q SLU	3,11 kN/mq
q SLE perm.	3,14 kN/m
q SLE acc.	1,55 kN/m
pp	0,26 kN/m

### componente di carico parallela alla falda

sen $\alpha$	0,33
q SLU + pp	2,31 kN/m
q SLE (rara)	1,62 kN/m
q SLE (quasi perm.)	1,08 kN/m
q SLU	1,07 kN/mq
q SLE perm.	1,08 kN/m
q SLE acc.	0,53 kN/m
pp	0,09 kN/m

### componente di carico ortogonale alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	12,10 kNm
Vsd  max	12,74 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	12,10 kNm
Vsd	12,74 kN

### componente di carico parallela alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	4,17 kNm
Vsd  max	4,39 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	4,17 kNm
Vsd	4,39 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [Xk]

categoria C24  
[rif. EN 338]

valori di progetto [X<sub>d</sub>]

[X<sub>d</sub> = X<sub>k</sub> \* k<sub>mod</sub> /  $\gamma_m$  \* FC]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>
$\rho_{mean}$	420 kg/m <sup>3</sup>

FC 1 LC3

k <sub>mod</sub>	0,9
k <sub>def</sub>	0,6
$\gamma_m$	1,5
k <sub>m</sub>	0,7

Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]

Classe di servizio 1

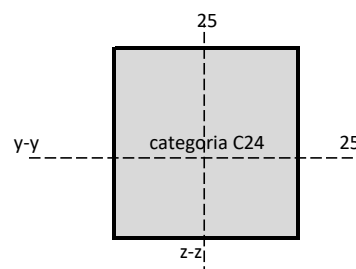
[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

[rif. tab. 4.4.III NTC]

Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

### geometria

h	25 cm
b	25 cm
A	625 cm <sup>2</sup>
J <sub>yy</sub>	32552,08 cm <sup>4</sup>
J <sub>zz</sub>	32552,08 cm <sup>4</sup>
W <sub>yy</sub>	2604,17 cm <sup>3</sup>
W <sub>zz</sub>	2604,17 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA**  
arcareccio legno (T10)

**verifica di resistenza a flessione (par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\sigma_{m,y,d}$	4,65 N/mmq		
$\sigma_{m,z,d}$	1,60 N/mmq		
$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,40 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,34 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

b/h	1,00		
$\alpha$	0,21		
J <sub>tor</sub>	81380,21 cm <sup>4</sup>		
$\beta$	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
l <sub>eff</sub>	3344,00 mm		
M <sub>y,crit</sub>	896173957,72 Nmm		
$\sigma_{m,crit}$	344,13 N/mmq		
$\lambda_{rel,m}$	0,26		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
$\sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,40 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,34 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di resistenza a taglio - componente ortogonale alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	25 cm		
b	25 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	16,75 cm		
A <sub>ef</sub>	418,75 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,46 N/mmq	< f <sub>v,d</sub>	= 2,40 N/mmq
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	5,26

**verifica di resistenza a taglio - componente parallela alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	25 cm		
b	25 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	16,75 cm		
A <sub>ef</sub>	418,75 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,16 N/mmq	< f <sub>v,d</sub>	= 2,40 N/mmq
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	15,28

**verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)**

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base arcareccio	250 mm			
Superficie di appoggio	25000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	13469,77 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	1,08 N/mm <sup>2</sup>	< f <sub>c,90,d</sub>	= 1,50 N/mmq	
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	1,39	

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,12 cm	pari a L /	3232 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	10,77

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,24 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,12 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,51 cm	pari a L /	751 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	3,76

spostamenti istantanei e finali - par. 7.5.1 CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,36 cm	pari a L /	1068 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w <sub>in</sub>	0,24 cm		coeff. Sicurezza	2,14

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T10)

w creep  
w fin

0,14 cm

0,50 cm

pari a L/

762 ≤ L/

300 **verificato**

coeff. Sicurezza

2,54

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a:  $f$  = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $f_{v0}$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $E$  = valore medio del modulo di elasticità normale,  $G$  = valore medio del modulo di elasticità tangenziale,  $w$  = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	$f$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{v0}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	$G$ (N/mm <sup>2</sup> )	$w$ (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbazzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonacoarmato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (***)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (***)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,30}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	13,47	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**G** vedi tabella

$f_m$   
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa

430 N/cm<sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1

k1  
k2  
k3

1 malta buona  
1 giunti sottili  
1 ricorsi o listature



## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T10)

k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscela leganti
k7	1	intonaco armato
fm	430	N/cm <sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi
FC	1	- per il LC 3
gM	3	
fd	1,433	N/mm <sup>2</sup>

diagram. tensioni 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
diagram. tensioni 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b	250	mm	base del profilo
a	100	mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 1,078 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### TOTALE

sigma 1,078 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

### CON DORMIENTE

b	250	mm	lunghezza
a	100	mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 1,078 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### TOTALE

sigma 1,078 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

### VERIFICA APPOGGIO B

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	13,47	kN

#### TIPOLOGIA DI MURATURA

G

vedi tabella

fm	430	N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa			
k1	1	malta buona	
k2	1	giunti sottili	
k3	1	ricorsi o listature	
k4	1	connessione trasversale	
k5	1	nucleo scadente	
k6	1	iniezione miscela leganti	
k7	1	intonaco armato	
fm	430	N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1	-	per il LC 3
gM	3		
fd	1,433	N/mm <sup>2</sup>	

diagram. tensioni 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
diagram. tensioni 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b	250	mm	base del profilo
a	100	mm	profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 1,078 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcareccio legno (T10)

TOTALE		
sigma	1,078 N/mm <sup>2</sup>	<i>verificato</i>
<b>CON DORMIENTE</b>		
b	250 mm	lunghezza
a	100 mm	profondità appoggio
<b>PER TAGLIO</b>		
sigma	1,078 N/mm <sup>2</sup>	<i>verificato</i>
<b>PER MOMENTO</b>		
sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<i>verificato</i>
<b>TOTALE</b>		
sigma	1,078 N/mm <sup>2</sup>	<i>verificato</i>

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T14)

<b>stato di sollecitazione</b>		inclinazione falda $\alpha$	19 °	0,331613 rad
L [luce di calcolo]	5,65 m			
q SLU + pp	7,07 kN/m	interasse	2 m	
q SLE (rara)	4,96 kN/m			
q SLE (quasi perm.)	3,36 kN/m	→ $\psi_{21}$	0,00 carico neve	
q SLU	3,29 kN/mq			
q SLE perm.	3,36 kN/m	peso orditura minuta		0,10 kN/mq
q SLE acc.	1,60 kN/m	G1	0,74 kN/mq	
pp	0,38 kN/m	G2	0,75 kN/mq	
		Q	0,80 kN/mq	

$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>Qi</sub>	1,5

### componente di carico ortogonale alla falda

cos $\alpha$	0,95
q SLU + pp	6,68 kN/m
q SLE (rara)	4,69 kN/m
q SLE (quasi perm.)	3,18 kN/m
q SLU	3,11 kN/mq
q SLE perm.	3,18 kN/m
q SLE acc.	1,51 kN/m
pp	0,36 kN/m

### componente di carico parallela alla falda

sen $\alpha$	0,33
q SLU + pp	2,30 kN/m
q SLE (rara)	1,61 kN/m
q SLE (quasi perm.)	1,09 kN/m
q SLU	1,07 kN/mq
q SLE perm.	1,09 kN/m
q SLE acc.	0,52 kN/m
pp	0,12 kN/m

### componente di carico ortogonale alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	26,67 kNm
Vsd  max	18,88 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	26,67 kNm
Vsd	18,88 kN

### componente di carico parallela alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	9,18 kNm	Vsle rara	4,56 kN
Vsd  max	6,50 kN		
<b>sollecitazione di verifica</b>			
Msd	9,18 kNm		
Vsd	6,50 kN		

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [Xk]

categoria C24  
[rif. EN 338]

valori di progetto [X<sub>d</sub>]

[X<sub>d</sub> = X<sub>k</sub> \* k<sub>mod</sub> /  $\gamma_m$  \* FC]

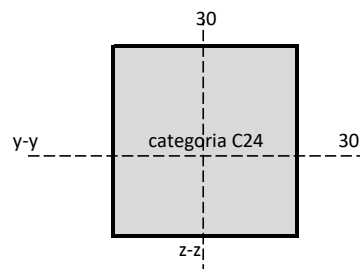
f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>	f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>	FC	1 LC3
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>		
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>		
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>		
$\rho_{mean}$	420 kg/m <sup>3</sup>		

k <sub>mod</sub>	0,9	Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]	
k <sub>def</sub>	0,6	Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]	
$\gamma_m$	1,5	[rif. tab. 4.4.III NTC]	
k <sub>m</sub>	0,7	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]	

### geometria

h	30 cm
b	30 cm
A	900 cm <sup>2</sup>
J <sub>yy</sub>	67500,00 cm <sup>4</sup>
J <sub>zz</sub>	67500,00 cm <sup>4</sup>
W <sub>yy</sub>	4500,00 cm <sup>3</sup>
W <sub>zz</sub>	4500,00 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	7,43E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA**  
arcareccio legno (T14)

**verifica di resistenza a flessione (par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\sigma_{m,y,d}$	5,93 N/mmq		
$\sigma_{m,z,d}$	2,04 N/mmq		
$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,51 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,43 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

b/h	1,00		
$\alpha$	0,21		
J <sub>tor</sub>	168750,00 cm <sup>4</sup>		
$\beta$	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
l <sub>eff</sub>	4972,00 mm		
M <sub>y,crit</sub>	1249834338,27 Nmm		
$\sigma_{m,crit}$	277,74 N/mmq		
$\lambda_{rel,m}$	0,29		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
$\sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,51 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,43 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di resistenza a taglio - componente ortogonale alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	30 cm		
b	30 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	20,1 cm		
A <sub>ef</sub>	603 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,47 N/mmq	< f <sub>v,d</sub> = 2,40 N/mmq	
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	5,11

**verifica di resistenza a taglio - componente parallela alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	30 cm		
b	30 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	20,1 cm		
A <sub>ef</sub>	603 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,16 N/mmq	< f <sub>v,d</sub> = 2,40 N/mmq	
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	14,84

**verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)**

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base arcareccio	300 mm			
Superficie di appoggio	30000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	19967,10 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	1,33 N/mm <sup>2</sup>	< f <sub>c,90,d</sub> = 1,50 N/mmq		
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza		1,13

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,27 cm	pari a L /	2090 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	6,97

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,57 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,29 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	1,19 cm	pari a L /	473 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	2,37

spostamenti istantanei e finali - par. 7.5.1 CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,84 cm	pari a L /	674 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
------------------	---------	------------	---------------	-------------------

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T14)

w' in	0,57 cm	coeff. Sicurezza	1,35
w creep	0,34 cm		
w fin	1,18 cm	pari a L/	479 ≤ L/ 300 <b>verificato</b>
		coeff. Sicurezza	1,60

**Tabella C8.5.I** - Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a:  $f$  = resistenza media a compressione,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $f_{v0}$  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3),  $E$  = valore medio del modulo di elasticità normale,  $G$  = valore medio del modulo di elasticità tangenziale,  $w$  = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	$f$	$\tau_0$	$f_{v0}$	$E$	$G$	$w$
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbazzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione  $f_{pu}$  può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,25}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

### VERIFICA APPOGGIO A

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	19,97	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**G** vedi tabella

$f_m$   
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa

430 N/cm<sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1

k1

1 malta buona

k2

1 giunti sottili

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T14)

k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscela leganti
k7	1	intonaco armato
fm	430	N/cm <sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi
FC	1 -	per il LC 3
gM	3	
fd	1,433	N/mm <sup>2</sup>

diagram. tensioni 1,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
diagram. tensioni 0,67 0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b	300	mm base del profilo
a	100	mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,666 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### TOTALE

sigma 0,666 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

### CON DORMIENTE

b	300	mm lunghezza
a	100	mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,666 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### TOTALE

sigma 0,666 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

### VERIFICA APPOGGIO B

#### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	19,97	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA **G** vedi tabella

fm	430	N/cm <sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscela leganti
k7	1	intonaco armato
fm	430	N/cm <sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi
FC	1 -	per il LC 3
gM	3	
fd	1,433	N/mm <sup>2</sup>

diagram. tensioni 1,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
diagram. tensioni 0,67 0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b	300	mm base del profilo
a	100	mm profondità appoggio

#### PER TAGLIO

sigma 0,666 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

#### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> **verificato**

VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcareccio legno (T14)

TOTALE		
sigma	0,666 N/mm <sup>2</sup>	<i>verificato</i>
<b>CON DORMIENTE</b>		
b	300 mm	lunghezza
a	100 mm	profondità appoggio
PER TAGLIO		
sigma	0,666 N/mm <sup>2</sup>	<i>verificato</i>
PER MOMENTO		
sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<i>verificato</i>
TOTALE		
sigma	0,666 N/mm <sup>2</sup>	<i>verificato</i>

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio acciaio HEA100

<b>stato di sollecitazione</b>		inclinazione falda $\alpha$	<b>18 °</b>	0,314159 rad
<i>L [luce di calcolo]</i>	<b>1,80 m</b>			
<i>q SLU + pp</i>	<b>5,97 kN/m</b>	interasse	<b>1,75 m</b>	
<i>q SLE (rara)</i>	<b>4,17 kN/m</b>			
<i>q SLE (quasi perm.)</i>	<b>2,77 kN/m</b>	→ $\psi_{21}$	<b>0,00</b>	carico neve
<i>q SLU</i>	<b>3,29 kN/mq</b>			
<i>q SLE perm.</i>	<b>2,77 kN/m</b>	peso orditura minuta		0,10 kN/mq
<i>q SLE acc.</i>	<b>1,40 kN/m</b>	G1	<b>0,74</b>	kN/mq
<i>pp</i>	<b>0,17 kN/m</b>	G2	<b>0,75</b>	kN/mq
		Q	<b>0,80</b>	kN/mq

$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{Qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.1 NTC2018

$Y_{G1}$	<b>1,3</b>
$Y_{G2}$	<b>1,5</b>
$Y_{Qi}$	<b>1,5</b>

### componente di carico ortogonale alla falda

cos $\alpha$	<b>0,95</b>
<i>q SLU + pp</i>	<b>5,68 kN/m</b>
<i>q SLE (rara)</i>	<b>3,97 kN/m</b>
<i>q SLE (quasi perm.)</i>	<b>2,64 kN/m</b>
<i>q SLU</i>	<b>3,13 kN/mq</b>
<i>q SLE perm.</i>	<b>2,64 kN/m</b>
<i>q SLE acc.</i>	<b>1,33 kN/m</b>
<i>pp</i>	<b>0,16 kN/m</b>

### componente di carico parallela alla falda

sen $\alpha$	<b>0,31</b>
<i>q SLU + pp</i>	<b>1,84 kN/m</b>
<i>q SLE (rara)</i>	<b>1,29 kN/m</b>
<i>q SLE (quasi perm.)</i>	<b>0,86 kN/m</b>
<i>q SLU</i>	<b>1,02 kN/mq</b>
<i>q SLE perm.</i>	<b>0,86 kN/m</b>
<i>q SLE acc.</i>	<b>0,43 kN/m</b>
<i>pp</i>	<b>0,05 kN/m</b>

### componente di carico ortogonale alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

<b> Msd  max</b>	<b>2,30 kNm</b>
<b> Vsd  max</b>	<b>5,11 kN</b>
<b>sollecitazione di verifica</b>	
<b>Msd</b>	<b>2,30 kNm</b>
<b>Vsd</b>	<b>5,11 kN</b>

### componente di carico parallela alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

<b> Msd  max</b>	<b>0,75 kNm</b>
<b> Vsd  max</b>	<b>1,66 kN</b>
<b>sollecitazione di verifica</b>	
<b>Msd</b>	<b>0,75 kNm</b>
<b>Vsd</b>	<b>1,66 kN</b>

### Profilo HEA100

CLASSE	<b>S235</b>		
valori caratteristici		valori di progetto	
$f_{y,k}$	<b>235 N/mm<sup>2</sup></b>	$f_{y,d}$	<b>223,81 N/mm<sup>2</sup></b>
E acciaio S235	<b>210000 N/mm<sup>2</sup></b>		
$v$	<b>0,3</b>		
G acciaio S235	<b>80769,23 N/mm<sup>2</sup></b>		

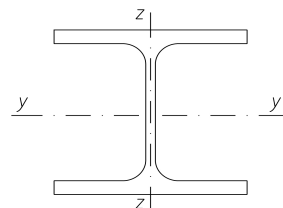
$Y_{M0}$	<b>1,05</b>	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII
$Y_{M1}$	<b>1,05</b>	coefficiente di parziale sicurezza - tab.4.2.VII

### geometria

$h$	<b>9,6 cm</b>	$h$	<b>96 mm</b>
$b$	<b>10 cm</b>	$b$	<b>100 mm</b>
$W_{pl,y}$	<b>83 cm<sup>3</sup></b>	$t_f$	<b>8 mm</b>
$W_{pl,z}$	<b>41 cm<sup>3</sup></b>	$t_w$	<b>5 mm</b>
$J_y$	<b>349,00 cm<sup>4</sup></b>	$r$	<b>12 mm</b>
$J_z$	<b>134,00 cm<sup>4</sup></b>	$A$	<b>2120 mm<sup>2</sup></b>
Peso proprio profilo	<b>0,17 kN/m</b>	$A_v$	<b>752 mm<sup>2</sup></b>

### rigidezza della trave

$EJ_y$ profilo	<b>7,33E+11 Nmm<sup>2</sup></b>
$EJ_z$ profilo	<b>2,81E+07 Nmm<sup>2</sup></b>



### verifica di resistenza a flessione biassiale (par. 4.2.4.1.2.8 NTC2018)



VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcareccio acciaio HEA100

$$\left( \frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) + \left( \frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right) \leq 1$$

n	0	sforzo di compressione/trazione nullo	
a	0,25		
Mpl,y,Rd	18576190,48 Nmm		
Mpl,z,Rd	9176190,48 Nmm		
MN,y,Rd	18576190,48 Nmm		
MN,z,Rd	8206955,36 Nmm		

My,Ed/MN,y,Rd+Mz,Ed/MN,z,Rd 0,21 < 1 **verificato**

**verifica di stabilità a flessione-torsionale - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.3.2 NTC2018)**

$$\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1$$

Mb,Ma	0	trave appoggiata appoggiata	
ψ	1,75		
Lcr	1800 mm		
EJz	2,814E+11 Nmmq		
Jt	37466,67 mm4		
GJt	3026153846 Nmmq		
Jw	2594240000 mm6		
EJw	5,4479E+14 Nmm4		
Mcr	110908234 Nmm		
λLT	0,42		
αLT	0,34	tab.4.2.IX(a) e tab.4.2.IX(b)	
λLT,0	0,2		
β	1		
φLT	0,63		
kc	0,94	tab.4.2.X	
f	0,98		
χLT	0,94 <	Kχ =	1 verificato
Mb,Rd	17430208,68 Nmm		

Med/Mb,Rd 0,13 < 1 **verificato**

**verifica di resistenza a taglio - componente di carico ortogonale alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)**

Av	752 mmq		
Vc,Rd	97170,80 N	>	Vsd = 5109,47 N
		<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza 19,02

**verifica di resistenza a taglio - componente di carico parallela alla falda (par. 4.2.4.1.2.4 NTC2018)**

Av	1840 mmq		
Vc,Rd	237758,34 N	>	Vsd = 1660,17 N
		<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza 143,21

**freccia attinta (par. 4.2.4.2 NTC2018)**

combinazione rara istantanea

carichi totali (δtot)	0,07 cm	pari a L /	2431 ≤ L / 200	<b>verificato</b>	ntc 4.2.4.2
			coeff. Sicurezza	12,15	
carichi accidentali (δ2)	0,02 cm	pari a L /	7249 ≤ L / 250	<b>verificato</b>	ntc 4.2.4.2
			coeff. Sicurezza	28,99	

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione, **τ<sub>0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f	τ <sub>0</sub>	f <sub>v0</sub>	E	G	w
	(N/mm <sup>2</sup> ) min-max	(N/mm <sup>2</sup> ) min-max	(N/mm <sup>2</sup> ) -	(N/mm <sup>2</sup> ) min-max	(N/mm <sup>2</sup> ) min-max	(kN/m <sup>3</sup> ) -
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcareccio acciaio HEA100**

E	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	13 + 16(**)
F	Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G	Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H	Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbazzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.**

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbazzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,08}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

**VERIFICA APPOGGIO A**

**VALORI DI VERIFICA**

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	5,37	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**B** vedi tabella

$f_m$	200 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
$f_m$	200 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1,2 -	per il LC 2
gM	3	
fd	0,556 N/mm <sup>2</sup>	

diagram. tensioni 1,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
diagram. tensioni 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

**SENZA DORMIENTE**

b	100 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma 0,537 N/mm<sup>2</sup> verificato

VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcareccio acciaio HEA100

PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

TOTALE

sigma 0,537 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

CON DORMIENTE

b 200 mm lunghezza  
a 100 mm profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma 0,269 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

TOTALE

sigma 0,269 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

VERIFICA APPOGGIO B

VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	5,37	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**G** *vedi tabella*

fm 345 N/cm<sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1  
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa  
k1 1 *malta buona*  
k2 1 *giunti sottili*  
k3 1 *ricorsi o listature*  
k4 1,3 *connessione trasversale*  
k5 1 *nucleo scadente*  
k6 1 *iniezione miscela leganti*  
k7 1 *intonaco armato*  
fm 448,5 N/cm<sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi  
FC 1,2 - per il LC 2  
gM 3  
fd 1,246 N/mm<sup>2</sup>

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0,5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

SENZA DORMIENTE

b 100 mm base del profilo  
a 100 mm profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma 1,074 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

TOTALE

sigma 1,074 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

CON DORMIENTE

b 100 mm lunghezza  
a 100 mm profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma 1,074 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

TOTALE

sigma 1,074 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA**  
puntone tratto BC

PUNTONE - TRATTO BC			
<b>stato di sollecitazione carico distribuito</b>		inclinazione puntone $\alpha$	11,36 °
			0,198269 rad
<i>L [luce di calcolo]</i>	6,30 m		
<i>q SLU + pp</i>	2,66 kN/m	area d'influenza	3,8 mq
<i>q SLE (rara)</i>	1,90 kN/m		
<i>q SLE (quasi perm.)</i>	1,42 kN/m	→ $\psi_{21}$	0,00 carico neve
<i>q SLU</i>	3,29 kN/mq		
<i>q SLE perm.</i>	1,42 kN/m	peso orditura minuta	0,10 kN/mq
<i>q SLE acc.</i>	0,48 kN/m	G1	0,74 kN/mq
<i>pp</i>	0,52 kN/m	G2	0,75 kN/mq
		Q	0,80 kN/mq
<b>carico concentrato arcarecci SLU</b>		<b>Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018</b>	
Reazione appoggio trave T2	5,71 kN	YG1	1,3
Reazione appoggio trave T5	11,59 kN	YG2	1,5
Carico concentrato TOT SLU	17,31 kN	YQi	1,5
<b>carico concentrato arcarecci SLE rara</b>			
Reazione appoggio trave T2	4,01 kN		
Reazione appoggio trave T5	8,12 kN		
Carico concentrato TOT SLE rara	12,13 kN		
<b>carico concentrato arcarecci SLE quasi permanente</b>			
Reazione appoggio trave T2	2,72 kN		
Reazione appoggio trave T5	5,45 kN		
Carico concentrato TOT SLE qp	8,17 kN		
<b>carico concentrato arcarecci SLE carichi permanenti</b>			
Reazione appoggio trave T2	2,72 kN		
Reazione appoggio trave T5	5,45 kN		
Carico concentrato TOT SLE carichi permanenti	8,17 kN		
<b>carico concentrato arcarecci SLE carichi accidentali</b>			
Reazione appoggio trave T2	1,29 kN		
Reazione appoggio trave T5	2,67 kN		
Carico concentrato TOT SLE carichi acc	3,96 kN		
<b>carico distribuito</b>			
<b>componente di carico ortogonale alla linea d'asse</b>		<b>componente di carico parallela alla linea d'asse</b>	
<i>cos<math>\alpha</math></i>	0,98	<i>sen<math>\alpha</math></i>	0,20
<i>q SLU + pp</i>	2,61 kN/m	<i>q SLU + pp</i>	0,52 kN/m
<i>q SLE (rara)</i>	1,86 kN/m	<i>q SLE (rara)</i>	0,37 kN/m
<i>q SLE (quasi perm.)</i>	1,39 kN/m	<i>q SLE (quasi perm.)</i>	0,28 kN/m
<i>q SLU</i>	3,22 kN/mq	<i>q SLU</i>	0,65 kN/mq
<i>q SLE perm.</i>	1,39 kN/m	<i>q SLE perm.</i>	0,28 kN/m
<i>q SLE acc.</i>	0,47 kN/m	<i>q SLE acc.</i>	0,10 kN/m
<i>pp</i>	0,51 kN/m	<i>pp</i>	0,10 kN/m
<b>componente di carico ortogonale alla linea d'asse - sollecitazione massima trave su due appoggi</b>			
Msd  max	12,93 kNm		
Vsd  max	8,21 kN		
<b>sollecitazione di verifica</b>			
Msd	12,93 kNm		
Vsd	8,21 kN		
<b>componente di carico parallela alla linea d'asse - sollecitazione massima trave su due appoggi</b>			
Nsd  max	3,30 kNm		
<b>sollecitazione di verifica</b>			
Nsd	3,30 kNm		
<b>carico concentrato</b>			
<b>componente di carico ortogonale alla linea d'asse</b>		<b>componente di carico parallela alla linea d'asse</b>	
<i>cos<math>\alpha</math></i>	0,98	<i>sen<math>\alpha</math></i>	0,20
Carico concentrato TOT SLU	16,97 kN	Carico concentrato TOT SLU	3,41 kN
Carico concentrato TOT SLE rara	11,89 kN	Carico concentrato TOT SLE rara	2,39 kN
Carico concentrato TOT SLE qp	8,01 kN	Carico concentrato TOT SLE qp	1,61 kN
Carico concentrato TOT SLE carichi permanenti	8,01 kN	Carico conc TOT SLE car perm	1,61 kN
Carico concentrato TOT SLE carichi acc	3,88 kN	Carico concentrato TOT SLE ca acc	0,78 kN
<b>componente di carico ortogonale alla linea d'asse - sollecitazione massima trave su due appoggi</b>			
distanza carico dal punto di appoggio B	3,40 m		
distanza carico dal punto di appoggio C	2,90 m		
Msd  max	26,55 kNm		

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA**  
puntone tratto BC

Vsd  max	9,16 kN
<i>sollecitazione di verifica</i>	
Msd	26,55 kNm
Vsd	9,16 kN

*componente di carico parallela alla linea d'asse - sollecitazione massima trave su due appoggi*

Nsd  max	3,41 kN
<i>sollecitazione di verifica</i>	
Nsd	3,41 kN

Rispetto al momento flettente massimo agente sul puntone si ipotizza che la quota parte di momento flettente massimo data dal carico concentrato agisca in corrispondenza della quota parte di momento flettente massimo data dal carico distribuito, e che quindi la massima sollecitazione sia data dalla somma dei due momenti flettenti massimi:

Msd	39,49 kNm
Vsd	17,37 kN
Nsd	6,71 kN

**trave in legno**

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [Xk]

**categoria C24**  
[rif. EN 338]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X<sub>d</sub>]

[X<sub>d</sub> = X<sub>k</sub> \* k<sub>mod</sub> / γ<sub>m</sub> \* FC]

f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>

FC 1 LC3

k <sub>mod</sub>	0,9
k <sub>def</sub>	0,6
γ <sub>m</sub>	1,5
k <sub>m</sub>	0,7

Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]

Classe di servizio 1

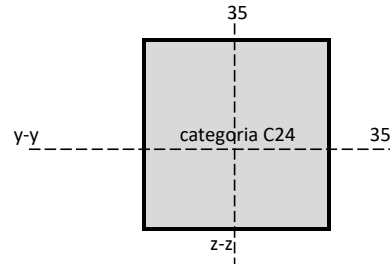
[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

[rif. tab. 4.4.III NTC]

Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

**geometria**

h	35 cm
b	35 cm
A	1225 cm <sup>2</sup>
J <sub>yy</sub>	125052,08 cm <sup>4</sup>
J <sub>zz</sub>	125052,08 cm <sup>4</sup>
W <sub>yy</sub>	7145,83 cm <sup>3</sup>
W <sub>zz</sub>	7145,83 cm <sup>3</sup>



**rigidezza della trave**

R istantaneo	1,38E+13 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

**verifica di resistenza a flessione (par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

σ <sub>m,y,d</sub>	5,53 N/mm <sup>2</sup>
σ <sub>m,z,d</sub>	0,00 N/mm <sup>2</sup>

σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + k <sub>m</sub> * σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,38 <	1	<b>verificato</b>
k <sub>m</sub> * σ <sub>m,y,d</sub> /f <sub>m,y,d</sub> + σ <sub>m,z,d</sub> /f <sub>m,z,d</sub>	0,27 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di stabilità flessorotazionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit,m} f_{m,d}} \leq 1$$

b/h	1,00
α	0,21



**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
puntone tratto BC**

kcrit,c,y	0,65		
pmax sezione	101,04 mm		
L0	6300 mm		
λ	62,35		
λrel,c	1,06		
βc	0,20	legno massiccio	
k	1,13		
kcrit,c,z	0,65		
σc,0,d/kcrit,c,y*fc,0,d+(σm,y,d/k,crit,m*fm,y,d)^2	0,03 <	1	<b>verificato</b>
σc,0,d/kcrit,c,z*fc,0,d+(σm,y,d/k,crit,m*fm,y,d)^2	0,03 <	1	<b>verificato</b>

**verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)**

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=Lef)	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base puntone	350 mm			
Superficie di appoggio	35000 mm2			
Taglio all'appoggio	18617,75 N			
compressione ortogonale alle fibre σc,90,d	1,06 N/mm2	<	fc,90,d	= 1,50 N/mm2
		<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza 1,41

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,36 cm	pari a L/	1739 ≤ L/	300	<b>verificato</b>
					coeff. Sicurezza 5,80

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u1,ist	0,81 cm				
u21,ist	0,36 cm				
utot,fin	1,66 cm	pari a L/	380 ≤ L/	200	<b>verificato</b>
					coeff. Sicurezza 1,90

spostamenti istantanei e finali - par. 7.5.1 CNR-DT 206 R1/2018

w ist	1,17 cm	pari a L/	538 ≤ L/	500	<b>verificato</b>
w' in	0,81 cm				coeff. Sicurezza 1,08
w creep	0,49 cm				
w fin	1,66 cm	pari a L/	380 ≤ L/	300	<b>verificato</b>
					coeff. Sicurezza 1,27

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione, **τ<sub>0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f (N/mm²)	τ <sub>0</sub> (N/mm²)	f <sub>v0</sub> (N/mm²)	E (N/mm²)	G (N/mm²)	w (kN/m³)
	min-max	min-max		min-max	min-max	
<b>A</b> Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
<b>B</b> Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
<b>C</b> Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
<b>D</b> Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
<b>E</b> Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
<b>F</b> Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
<b>G</b> Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
<b>H</b> Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Stato di fatto	Interventi di consolidamento	
	malta (*)	malta iniezione (**)
a		
b		
c		
d		
e		
f		
g		
h		
i		
j		
k		
l		
m		
n		
o		
p		
q		
r		
s		
t		
u		
v		
w		
x		
y		
z		

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA**  
puntone tratto BC

Tipologia di muratura	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessioni trasversale	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,25}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

**VERIFICA APPOGGIO B**

**VALORI DI VERIFICA**

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	18,15	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**H** vedi tabella

fm	500 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	malta buona
k2	1	giunti sottili
k3	1	ricorsi o listature
k4	1	connessione trasversale
k5	1	nucleo scadente
k6	1	iniezione miscele leganti
k7	1	intonaco armato
fm	500 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1 -	per il LC <b>3</b>
gM	3	
fd	1,667 N/mm <sup>2</sup>	

diagram. tensioni **2,00** 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
diagram. tensioni **0,67** 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

**SENZA DORMIENTE**

b	350 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma **1,037** N/mm<sup>2</sup> **verificato**

PER MOMENTO

sigma **0,000** N/mm<sup>2</sup> **verificato**

TOTALE

sigma **1,037** N/mm<sup>2</sup> **verificato**

**CON DORMIENTE**

b	350 mm	lunghezza
a	100 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma **1,037** N/mm<sup>2</sup> **verificato**

PER MOMENTO

sigma **0,000** N/mm<sup>2</sup> **verificato**

TOTALE

sigma **1,037** N/mm<sup>2</sup> **verificato**



VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
puntone tratto BC

VERIFICA APPOGGIO C

**VALORI DI VERIFICA**

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	32,99	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

G *vedi tabella*

fm	430 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1,3	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscela leganti</i>
k7	1	<i>intonaco armato</i>
fm	559 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1 -	per il LC <span style="color: red;">3</span>
gM	3	
fd	1,863 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni*

2,00 *1 se rettangolare; 2 se triangolare*

*diagram. tensioni*

0,67 *0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare*

**SENZA DORMIENTE**

b	350 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	1,885 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

TOTALE

sigma	1,885 N/mm <sup>2</sup>	<b>usare dormiente</b>
-------	-------------------------	------------------------

**CON DORMIENTE**

b	400 mm	lunghezza
a	100 mm	profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma	1,649 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

TOTALE

sigma	1,649 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T2 tratto BC)

<b>stato di sollecitazione</b>		inclinazione falda $\alpha$	16 °	0,279253 rad
L [luce di calcolo]	2,40 m			
q SLU + pp	4,95 kN/m	interasse	1,4 m	
q SLE (rara)	3,48 kN/m			
q SLE (quasi perm.)	2,36 kN/m	→ $\psi_{21}$	0,00 carico neve	
q SLU	3,29 kN/mq			
q SLE perm.	2,36 kN/m	peso orditura minuta		0,10 kN/mq
q SLE acc.	1,12 kN/m	G1	0,74 kN/mq	
pp	0,27 kN/m	G2	0,75 kN/mq	
		Q	0,80 kN/mq	

$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{Qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>Qi</sub>	1,5

### componente di carico ortogonale alla falda

cos $\alpha$	0,96
q SLU + pp	4,76 kN/m
q SLE (rara)	3,34 kN/m
q SLE (quasi perm.)	2,26 kN/m
q SLU	3,16 kN/mq
q SLE perm.	2,26 kN/m
q SLE acc.	1,08 kN/m
pp	0,26 kN/m

### componente di carico parallela alla falda

sen $\alpha$	0,28
q SLU + pp	1,37 kN/m
q SLE (rara)	0,96 kN/m
q SLE (quasi perm.)	0,65 kN/m
q SLU	0,91 kN/mq
q SLE perm.	0,65 kN/m
q SLE acc.	0,31 kN/m
pp	0,07 kN/m

### componente di carico ortogonale alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	3,43 kNm	VSLErara	4,01 kN	VSLEqp	2,72 kN
Vsd  max	5,71 kN	VSLEperm	2,72 kN		
sollecitazione di verifica		VSLEacc	1,29 kN		
Msd	3,43 kNm				
Vsd	5,71 kN				

### componente di carico parallela alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	0,98 kNm
Vsd  max	1,64 kN
sollecitazione di verifica	
Msd	0,98 kNm
Vsd	1,64 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [X<sub>k</sub>]

categoria C24  
[rif. EN 338]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X<sub>d</sub>]

[X<sub>d</sub> = X<sub>k</sub> \* k<sub>mod</sub> /  $\gamma_m$  \* FC]

f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>
$\rho_{mean}$	420 kg/m <sup>3</sup>

FC 1 LC3

k <sub>mod</sub>	0,9
k <sub>def</sub>	0,6
$\gamma_m$	1,5
km	0,7

Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]

Classe di servizio 1

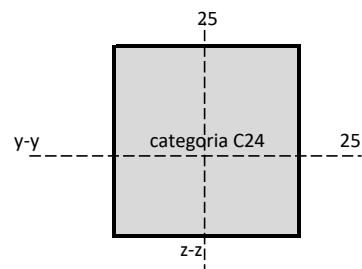
[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

[rif. tab. 4.4.III NTC]

Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

### geometria

h	25 cm
b	25 cm
A	625 cm <sup>2</sup>
J <sub>yy</sub>	32552,08 cm <sup>4</sup>
J <sub>zz</sub>	32552,08 cm <sup>4</sup>
W <sub>yy</sub>	2604,17 cm <sup>3</sup>
W <sub>zz</sub>	2604,17 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcareccio legno (T2 tratto BC)**

**verifica di resistenza a flessione (par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\sigma_{m,y,d}$	1,32 N/mmq		
$\sigma_{m,z,d}$	0,38 N/mmq		
$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,11 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,09 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di stabilità flessorotazionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

b/h	1,00		
$\alpha$	0,21		
J <sub>tor</sub>	81380,21 cm <sup>4</sup>		
$\beta$	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
l <sub>eff</sub>	2112,00 mm		
M <sub>y,crit</sub>	1418942099,73 Nmm		
$\sigma_{m,crit}$	544,87 N/mmq		
$\lambda_{rel,m}$	0,21		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
$\sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,11 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,09 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di resistenza a taglio - componente ortogonale alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	25 cm		
b	25 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	16,75 cm		
A <sub>ef</sub>	418,75 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,20 N/mmq	< f <sub>v,d</sub> = 2,40 N/mmq	
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	11,73

**verifica di resistenza a taglio - componente parallela alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	25 cm		
b	25 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	16,75 cm		
A <sub>ef</sub>	418,75 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,06 N/mmq	< f <sub>v,d</sub> = 2,40 N/mmq	
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	40,90

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,01 cm	pari a L /	18477 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	61,59

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,03 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,01 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,06 cm	pari a L /	4194 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	20,97

spostamenti istantanei e finali - par. 7.5.1 CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,04 cm	pari a L /	5954 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,03 cm		coeff. Sicurezza	11,91
w <sub>creep</sub>	0,02 cm			
w <sub>fin</sub>	0,06 cm	pari a L /	4232 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	14,11

**Tabella C8.5.1** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione,  **$\tau_0$**  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f	$\tau_0$	f <sub>v0</sub>	E	G	w
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcaresco legno (T2 tratto BC)**

<b>A</b>	Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
<b>B</b>	Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
<b>C</b>	Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
<b>D</b>	Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
<b>E</b>	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
<b>F</b>	Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
<b>G</b>	Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
<b>H</b>	Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.**

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,35}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

**VERIFICA APPOGGIO B**

<b>VALORI DI VERIFICA</b>		
Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	5,94	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**H** vedi tabella

fm 500 N/cm<sup>q</sup> valore da tabella C8.5.1  
 coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa  
 k1 1 malta buona  
 k2 1 giunti sottili  
 k3 1 ricorsi o listature  
 k4 1 connessione trasversale  
 k5 1 nucleo scadente  
 k6 1 iniezione miscele leganti  
 k7 1 intonaco armato  
 fm 500 N/cm<sup>q</sup> resistenza media + coef.correttivi  
 FC 1,2 - per il LC 2  
 gM 3  
 fd 1,389 N/mm<sup>q</sup>

diagram. tensioni 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
 diagram. tensioni 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T2 tratto BC)

### SENZA DORMIENTE

b	250 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	0,475 N/mmq	<i>verificato</i>
-------	-------------	-------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mmq	<i>verificato</i>
-------	-------------	-------------------

### TOTALE

sigma	0,475 N/mmq	<i>verificato</i>
-------	-------------	-------------------

### CON DORMIENTE

b	250 mm	lunghezza
a	100 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	0,475 N/mmq	<i>verificato</i>
-------	-------------	-------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mmq	<i>verificato</i>
-------	-------------	-------------------

### TOTALE

sigma	0,475 N/mmq	<i>verificato</i>
-------	-------------	-------------------

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcaiccio legno (T5)

<b>stato di sollecitazione</b>		inclinazione falda $\alpha$	16 °	0,279253 rad
L [luce di calcolo]	3,75 m			
q SLU + pp	6,43 kN/m	interasse	1,85 m	
q SLE (rara)	4,51 kN/m			
q SLE (quasi perm.)	3,03 kN/m	→ $\psi_{21}$	0,00 carico neve	
q SLU	3,29 kN/mq			
q SLE perm.	3,03 kN/m	peso orditura minuta		0,10 kN/mq
q SLE acc.	1,48 kN/m	G1	0,74 kN/mq	
pp	0,27 kN/m	G2	0,75 kN/mq	
		Q	0,80 kN/mq	

$q_{SLU + pp} = Y_{G1} \cdot (G1 + pp) + Y_{G2} \cdot G2 + Y_{Qi} \cdot Qk1$   
 $q_{SLE (rara)} = G1 + pp + G2 + Qk1$   
 $q_{SLE (quasi perm.)} = G1 + pp + G2 + \psi_{21} \cdot Qk1$

### Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

Y <sub>G1</sub>	1,3
Y <sub>G2</sub>	1,5
Y <sub>Qi</sub>	1,5

### componente di carico ortogonale alla falda

cos $\alpha$	0,96
q SLU + pp	6,18 kN/m
q SLE (rara)	4,33 kN/m
q SLE (quasi perm.)	2,91 kN/m
q SLU	3,16 kN/mq
q SLE perm.	2,91 kN/m
q SLE acc.	1,42 kN/m
pp	0,26 kN/m

### componente di carico parallela alla falda

sen $\alpha$	0,28
q SLU + pp	1,77 kN/m
q SLE (rara)	1,24 kN/m
q SLE (quasi perm.)	0,83 kN/m
q SLU	0,91 kN/mq
q SLE perm.	0,83 kN/m
q SLE acc.	0,41 kN/m
pp	0,07 kN/m

### componente di carico ortogonale alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	10,87 kNm	VSLErara	8,12 kN	VSLEqp	5,45 kN
Vsd  max	11,59 kN	VSLEperm	5,45 kN		
<b>sollecitazione di verifica</b>					
Msd	10,87 kNm	VSLEacc	2,67 kN		
Vsd	11,59 kN				

### componente di carico parallela alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	3,12 kNm
Vsd  max	3,32 kN
<b>sollecitazione di verifica</b>	
Msd	3,12 kNm
Vsd	3,32 kN

### trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [Xk]

categoria C24  
[rif. EN 338]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X<sub>d</sub>]

$[X_d = X_k \cdot k_{mod} / \gamma_m \cdot FC]$

f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

G <sub>0,05</sub>	464,18 N/mm <sup>2</sup>
G <sub>mean</sub>	690 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,05</sub>	7400 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>0,mean</sub>	11000 N/mm <sup>2</sup>
$\rho_{mean}$	420 kg/m <sup>3</sup>

FC 1 LC3

k <sub>mod</sub>	0,9
k <sub>def</sub>	0,6
$\gamma_m$	1,5
km	0,7

Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]

Classe di servizio 1

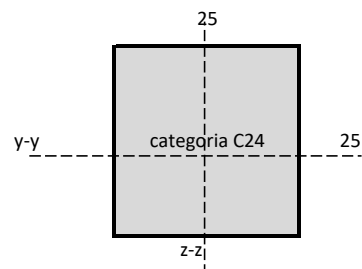
[rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

[rif. tab. 4.4.III NTC]

Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

### geometria

h	25 cm
b	25 cm
A	625 cm <sup>2</sup>
J <sub>yy</sub>	32552,08 cm <sup>4</sup>
J <sub>zz</sub>	32552,08 cm <sup>4</sup>
W <sub>yy</sub>	2604,17 cm <sup>3</sup>
W <sub>zz</sub>	2604,17 cm <sup>3</sup>



### rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcaiccio legno (T5)**

**verifica di resistenza a flessione (par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\sigma_{m,y,d}$	4,17 N/mmq		
$\sigma_{m,z,d}$	1,20 N/mmq		
$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,35 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,29 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di stabilità flessorotazionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

b/h	1,00		
$\alpha$	0,21		
J <sub>tor</sub>	81380,21 cm <sup>4</sup>		
$\beta$	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
l <sub>eff</sub>	3300,00 mm		
M <sub>y,crit</sub>	908122943,83 Nmm		
$\sigma_{m,crit}$	348,72 N/mmq		
$\lambda_{rel,m}$	0,26		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
$\sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,35 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,29 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di resistenza a taglio - componente ortogonale alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	25 cm		
b	25 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	16,75 cm		
A <sub>ef</sub>	418,75 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,42 N/mmq	< f <sub>v,d</sub> = 2,40 N/mmq	
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	5,78

**verifica di resistenza a taglio - componente parallela alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	25 cm		
b	25 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	16,75 cm		
A <sub>ef</sub>	418,75 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,12 N/mmq	< f <sub>v,d</sub> = 2,40 N/mmq	
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	20,16

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,10 cm	pari a L /	3666 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	12,22

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,21 cm			
u <sub>21,ist</sub>	0,11 cm			
u <sub>tot,fin</sub>	0,44 cm	pari a L /	850 ≤ L / 200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	4,25

spostamenti istantanei e finali - par. 7.5.1 CNR-DT 206 R1/2018

w <sub>ist</sub>	0,31 cm	pari a L /	1204 ≤ L / 500	<b>verificato</b>
w' <sub>in</sub>	0,21 cm		coeff. Sicurezza	2,41
w <sub>creep</sub>	0,13 cm			
w <sub>fin</sub>	0,44 cm	pari a L /	858 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	2,86

**Tabella C8.5.1** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione,  **$\tau_0$**  = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f	$\tau_0$	f <sub>v0</sub>	E	G	w
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcareccio legno (T5)**

<b>A</b>	Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
<b>B</b>	Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
<b>C</b>	Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
<b>D</b>	Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
<b>E</b>	Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
<b>F</b>	Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
<b>G</b>	Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
<b>H</b>	Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.**

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,35}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

**VERIFICA APPOGGIO A**

<b>VALORI DI VERIFICA</b>		
Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	12,06	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**G** vedi tabella

fm 430 N/cm<sup>2</sup> valore da tabella C8.5.1  
 coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa  
 k1 1 malta buona  
 k2 1 giunti sottili  
 k3 1 ricorsi o listature  
 k4 1 connessione trasversale  
 k5 1 nucleo scadente  
 k6 1 iniezione miscele leganti  
 k7 1 intonaco armato  
 fm 430 N/cm<sup>2</sup> resistenza media + coef.correttivi  
 FC 1 - per il LC 3  
 gM 3  
 fd 1,433 N/mm<sup>2</sup>

diagram. tensioni 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
 diagram. tensioni 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare



## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T5)

### SENZA DORMIENTE

b 250 mm base del profilo  
a 150 mm profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma 0,643 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### TOTALE

sigma 0,643 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### CON DORMIENTE

b 250 mm lunghezza  
a 150 mm profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma 0,643 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

### TOTALE

sigma 0,643 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

# VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T1 tratto AB)

## stato di sollecitazione

L [luce di calcolo]	2,30 m
q SLU + pp	6,60 kN/m
q SLE (rara)	4,62 kN/m
q SLE (quasi perm.)	3,10 kN/m
q SLU	3,29 kN/mq
q SLE perm.	3,10 kN/m
q SLE acc.	1,52 kN/m
pp	0,27 kN/m

$q SLU + pp = YG1*(G1+pp)+YG2*G2+Yqi*Qk1$   
 $q SLE (rara) = G1+pp+G2+Qk1$   
 $q SLE (quasi perm.) = G1+pp+G2+ \psi21*Qk1$

inclinazione falda $\alpha$	16 °	0,279253 rad
interasse	1,9 m	
→ $\psi21$	0,00	carico neve
peso orditura minuta		0,10 kN/mq
G1	0,74	kN/mq
G2	0,75	kN/mq
Q	0,80	kN/mq

## Coefficienti parziali Tab. 2.6.I NTC2018

YG1	1,3
YG2	1,5
Yqi	1,5

## componente di carico ortogonale alla falda

cos $\alpha$	0,96
q SLU + pp	6,34 kN/m
q SLE (rara)	4,44 kN/m
q SLE (quasi perm.)	2,98 kN/m
q SLU	3,16 kN/mq
q SLE perm.	2,98 kN/m
q SLE acc.	1,46 kN/m
pp	0,26 kN/m

## componente di carico parallela alla falda

sen $\alpha$	0,28
q SLU + pp	1,82 kN/m
q SLE (rara)	1,27 kN/m
q SLE (quasi perm.)	0,85 kN/m
q SLU	0,91 kN/mq
q SLE perm.	0,85 kN/m
q SLE acc.	0,42 kN/m
pp	0,07 kN/m

## componente di carico ortogonale alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	4,19 kNm
Vsd  max	7,29 kN
sollecitazione di verifica	
Msd	4,19 kNm
Vsd	7,29 kN

## componente di carico parallela alla falda - sollecitazione massima trave su due appoggi

Msd  max	1,20 kNm
Vsd  max	2,09 kN
sollecitazione di verifica	
Msd	1,20 kNm
Vsd	2,09 kN

## trave in legno

specie legnosa - Abete  
valori caratteristici [Xk]

categoria C24  
[rif. EN 338]

f <sub>m,k</sub>	24 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,k</sub>	14 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,k</sub>	21 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,k</sub>	2,5 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,k</sub>	4 N/mm <sup>2</sup>

valori di progetto [X<sub>d</sub>]

$[X_d = X_k * k_{mod} / \gamma_m * FC]$

f <sub>m,d</sub>	14,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t,0,d</sub>	8,40 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,0,d</sub>	12,60 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>c,90,d</sub>	1,50 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>v,d</sub>	2,40 N/mm <sup>2</sup>

G0,05	464,18 N/mm <sup>2</sup>
Gmean	690 N/mm <sup>2</sup>
E0,05	7400 N/mm <sup>2</sup>
E0,mean	11000 N/mm <sup>2</sup>
ρ <sub>mean</sub>	420 kg/m <sup>3</sup>

FC 1 LC3

k <sub>mod</sub>	0,9
k <sub>def</sub>	0,6
γ <sub>m</sub>	1,5
k <sub>m</sub>	0,7

Classe di durata del carico - breve [rif. Tab.4.4.IV NTC2018]

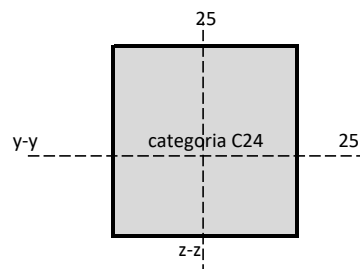
Classe di servizio 1 [rif. Tabelle 4.4.II e 4.4.V delle NTC]

[rif. tab. 4.4.III NTC]

Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018]

## geometria

h	25 cm
b	25 cm
A	625 cm <sup>2</sup>
J <sub>yy</sub>	32552,08 cm <sup>4</sup>
J <sub>zz</sub>	32552,08 cm <sup>4</sup>
W <sub>yy</sub>	2604,17 cm <sup>3</sup>
W <sub>zz</sub>	2604,17 cm <sup>3</sup>



## rigidezza della trave

R istantaneo	3,58E+12 N mm <sup>2</sup>
--------------	----------------------------

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T1 tratto AB)

**verifica di resistenza a flessione (par. 7.6.1.1.6 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.6 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$\sigma_{m,y,d}$	1,61 N/mmq		
$\sigma_{m,z,d}$	0,46 N/mmq		
$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,13 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,11 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di stabilità flessotorsionale per elementi inflessi (par. 7.6.1.2.1 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.2.1 NTC2018)**

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \qquad k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,m} f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

b/h	1,00		
$\alpha$	0,21		
J <sub>tor</sub>	81380,21 cm <sup>4</sup>		
$\beta$	0,88	tab. 7-4 CNR-DT 206 R1/2018	
l <sub>eff</sub>	2024,00 mm		
M <sub>y,crit</sub>	1480635234,50 Nmm		
$\sigma_{m,crit}$	568,56 N/mmq		
$\lambda_{rel,m}$	0,21		
k <sub>crit,m</sub>	1,00		
$\sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + k_m \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,13 <	1	<b>verificato</b>
$k_m \sigma_{m,y,d}/k_{crit,m} f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0,11 <	1	<b>verificato</b>

**verifica di resistenza a taglio - componente ortogonale alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	25 cm		
b	25 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	16,75 cm		
A <sub>ef</sub>	418,75 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,26 N/mmq	< f <sub>v,d</sub> = 2,40 N/mmq	
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	9,19

**verifica di resistenza a taglio - componente parallela alla falda (par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.9 NTC2018)**

h	25 cm		
b	25 cm		
k <sub>cr</sub>	0,67	Legno massiccio [rif. Par. 7.6.1.1.9 CNR DT 206 R1/2018]	
b <sub>ef</sub>	16,75 cm		
A <sub>ef</sub>	418,75 cm <sup>2</sup>		
$\tau_d$	0,07 N/mmq	< f <sub>v,d</sub> = 2,40 N/mmq	
	<b>verificato</b>	coeff. Sicurezza	32,04

**verifica tensione di compressione ortogonale alle fibre nella sezione di appoggio (par. 7.6.1.1.4 CNR DT 206 R1/2018 - par. 4.4.8.1.3 NTC2018)**

In merito a questa verifica si considera che questo elemento sia appoggiato alla muratura per una profondità di 10 cm, in modo da poter estendere i risultati della verifica anche agli altri arcarecci della copertura, che si considerano infissi in quest'ultima per una profondità di 10cm. Il calcolo risulta a favore di sicurezza, in quanto gli altri arcarecci della parte di copertura a padiglione risultano tutti meno sollecitati rispetto a questo.

$$\sigma_{c,90,d} \leq f_{c,90,d}$$

profondità di infissione dell'arcareccio (L=L <sub>ef</sub> )	100 mm	<	400 mm	<b>OK</b>
base arcareccio	250 mm			
Superficie di appoggio	25000 mm <sup>2</sup>			
Taglio all'appoggio	7585,75 N			
compressione ortogonale alle fibre $\sigma_{c,90,d}$	0,61 N/mm <sup>2</sup>	<	f <sub>c,90,d</sub> = 1,50 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>verificato</b>		coeff. Sicurezza	2,47

**freccia attinta**

combinazione rara istantanea NTC2018 par. 4.4.7

carichi accidentali (istantaneo)	0,01 cm	pari a L /	15469 ≤ L / 300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza	51,56

freccia finale combinazione rara Circolare NTC2018 par. C4.4.7

u <sub>1,ist</sub>	0,03 cm
u <sub>21,ist</sub>	0,02 cm

**VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcareccio legno (T1 tratto AB)**

utot,fin	0,06 cm	pari a L/	3594 ≤	L/	200	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			17,97
<i>spostamenti istantanei e finali - par. 7.5.1 CNR-DT 206 R1/2018</i>						
w ist	0,05 cm	pari a L/	5088 ≤	L/	500	<b>verificato</b>
w' in	0,03 cm		coeff. Sicurezza			10,18
w creep	0,02 cm					
w fin	0,06 cm	pari a L/	3628 ≤	L/	300	<b>verificato</b>
			coeff. Sicurezza			12,09

**Tabella C8.5.I** -Valori di riferimento dei parametri meccanici della muratura, da usarsi nei criteri di resistenza di seguito specificati (comportamento a tempi brevi), e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura. I valori si riferiscono a: **f** = resistenza media a compressione, **τ<sub>0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **f<sub>v0</sub>** = resistenza media a taglio in assenza di tensioni normali (con riferimento alla formula riportata, a proposito dei modelli di capacità, nel §C8.7.1.3), **E** = valore medio del modulo di elasticità normale, **G** = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, **w** = peso specifico medio.

Tipologia di muratura	f	τ <sub>0</sub>	f <sub>v0</sub>	E	G	w
	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
A Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
B Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
C Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
D Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
E Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
F Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
G Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
H Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

(\*) Nella muratura a conci sbozzati i valori di resistenza tabellati si possono incrementare se si riscontra la sistematica presenza di zeppe profonde in pietra che migliorano i contatti e aumentano l'ammorsamento tra gli elementi lapidei; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente pari a 1,2.

(\*\*) Data la varietà litologica della pietra tenera, il peso specifico è molto variabile ma può essere facilmente stimato con prove dirette. Nel caso di muratura a conci regolari di pietra tenera, in presenza di una caratterizzazione diretta della resistenza a compressione degli elementi costituenti, la resistenza a compressione f può essere valutata attraverso le indicazioni del § 11.10 delle NTC.

(\*\*\*) Nella muratura a mattoni pieni è opportuno ridurre i valori tabellati nel caso di giunti con spessore superiore a 13 mm; in assenza di valutazioni più precise, si utilizzi un coefficiente riduttivo pari a 0,7 per le resistenze e 0,8 per i moduli elastici.

**Tabella C8.5.II** -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonacoarmato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.; doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(\*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

(\*\*) Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

(\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come "malta buona" una malta con resistenza media a compressione  $f_m$  superiore a 2 N/mm<sup>2</sup>. In tal caso il coefficiente correttivo può essere posto pari a  $f_m^{0,25}$  ( $f_m$  in N/mm<sup>2</sup>).

(\*\*\*\*) Nel caso di muratura di mattoni si intende come muratura trasversalmente connessa quella apparecchiata a regola d'arte.

**VERIFICA APPOGGIO A**

VALORI DI VERIFICA		
Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	7,59	kN

TIPOLOGIA DI MURATURA

**G** vedi tabella

## VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA arcareccio legno (T1 tratto AB)

fm	430 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscela leganti</i>
k7	1	<i>intonaco armato</i>
fm	430 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1 -	per il LC 3
gM	3	
fd	1,433 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b	250 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	0,607 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### TOTALE

sigma	0,607 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### CON DORMIENTE

b	250 mm	lunghezza
a	100 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

sigma	0,607 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### PER MOMENTO

sigma	0,000 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### TOTALE

sigma	0,607 N/mm <sup>2</sup>	<b>verificato</b>
-------	-------------------------	-------------------

### VERIFICA APPOGGIO B

### VALORI DI VERIFICA

Msd: MOMENTO MAX:	0,00	kNm
Vsd: REAZIONE AGLI APPOGGI:	7,59	kN

### TIPOLOGIA DI MURATURA

**H** *vedi tabella*

fm	500 N/cm <sup>2</sup>	valore da tabella C8.5.1
coefficienti correttivi tabella C8A.2.2 - mettere 1 se non interessa		
k1	1	<i>malta buona</i>
k2	1	<i>giunti sottili</i>
k3	1	<i>ricorsi o listature</i>
k4	1	<i>connessione trasversale</i>
k5	1	<i>nucleo scadente</i>
k6	1	<i>iniezione miscela leganti</i>
k7	1	<i>intonaco armato</i>
fm	500 N/cm <sup>2</sup>	resistenza media + coef.correttivi
FC	1 -	per il LC 3
gM	3	
fd	1,667 N/mm <sup>2</sup>	

*diagram. tensioni* 2,00 1 se rettangolare; 2 se triangolare  
*diagram. tensioni* 0,67 0.5 se rettangolare; 2/3 se triangolare

### SENZA DORMIENTE

b	250 mm	base del profilo
a	100 mm	profondità appoggio

### PER TAGLIO

VERIFICHE ELEMENTI COPERTURA  
arcareccio legno (T1 tratto AB)

sigma 0,607 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

TOTALE

sigma 0,607 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

**CON DORMIENTE**

b 250 mm lunghezza

a 100 mm profondità appoggio

PER TAGLIO

sigma 0,607 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

PER MOMENTO

sigma 0,000 N/mm<sup>2</sup> *verificato*

TOTALE

sigma 0,607 N/mm<sup>2</sup> *verificato*