

**SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA**

Azienda Unità Sanitaria Locale di Modena  
Azienda Ospedaliero-Universitaria di Modena

Servizio Unico Attività Tecniche

## **ATTIVITÀ D/01/18**

CUP J12C18000080005

**Area Operativa Sud – Distretto n° 4 di Sassuolo – Formigine**

**REALIZZAZIONE DI UN POLO INFANTILE – CASA DELLA SALUTE  
PRESSO VILLA BIANCHI A CASINALBO**

### **PROGETTO ESECUTIVO**

### **STRUTTURALE**

#### **4.1 – RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA**

#### **DEL PROGETTO STRUTTURALE**

Modena li febbraio 2019

Il progettista – responsabile del progetto

Arch. Alba Bassoli

I progettisti strutturali

Ing. Francesca Barone

Ing. Marco Fontana



**CERTIFICATO DEL SISTEMA QUALITÀ DEL SUAT-AUSL , N. 5791 STP- A, CONFORME ALLA NORMA UNI EN ISO 9001:2008 , PER :**  
GESTIONE TECNICA E AMMINISTRATIVA DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE AZIENDALE – SUPPORTATA DAL SISTEMA INFORMATIVO INFOSAT® - NELLE FASI DI PROGRAMMAZIONE,  
PROGETTAZIONE, APPALTO, DIREZIONE E COLLAUDO DEI LAVORI E SUPERVISIONE, GESTIONE DELLA MANUTENZIONE. VALIDAZIONE DEI PROGETTI.

COMUNE DI FORMIGINE

PROVINCIA DI MODENA

**CASA DELLA SALUTE "VILLA BIANCHI"**

INTERVENTI STRUTTURALI DA ESEGUIRE AL PIANO TERRA

VIA LANDUCCI-VIA FIORI, LOC. CASINALBO, FORMIGINE (MO)

**RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA del PROGETTO STRUTTURALE**



**FRANCESCA BARONE E MARCO FONTANA INGEGNERI ASSOCIATI**

Dott. Ing. Francesca Barone, *Specialista in Restauro dei Monumenti*

Dott. Ing. Marco Fontana, *Specialista in Restauro dei Monumenti*



20 Febbraio 2019

FRANCESCA BARONE E MARCO FONTANA INGEGNERI ASSOCIATI

Studio di Ingegneria, Architettura e Restauro

via Puglie n. 13/1, loc. Monteveglio, 40053 Valsamoggia (BO) - tel. 051 964891

e-mail francescabarone@libero.it, mfon@libero.it - pec: baronefontana@pec.it - P. IVA e C.F. 02425011208

**RELAZIONE STRUTTURALE TECNICO-ILLUSTRATIVA**

contenente i dati essenziali dell'“**Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale**” e la **Relazione sui materiali**

**INDICE**

<b>Normativa di riferimento</b>	<b>2</b>
<b>Inquadramento territoriale</b>	<b>3</b>
<b>Descrizione generale della struttura, tipologia di intervento, destinazioni d'uso</b>	<b>7</b>
<b>Descrizione generale dell'edificio desunta dai sopralluoghi effettuati per una conoscenza approfondita del fabbricato</b>	<b>8</b>
<b>Caratteristiche morfologiche e costruttive e analisi dello stato di fatto</b>	
<b>La procedura metodologica adottata per la valutazione della sicurezza legata agli interventi di progetto</b>	<b>9</b>
<b>A- Analisi storico archivistica</b>	<b>10</b>
<b>B- Il rilievo architettonico, geometrico e strutturale</b>	<b>13</b>
<b>C- L'analisi dei materiali costitutivi e stato di conservazione</b>	<b>15</b>
<b>D- Le indagini dirette su solai e volte</b>	<b>18</b>
<b>E - Le indagini geognostiche sul terreno</b>	<b>24</b>
<b>Pericolosità sismica del sito. Risposta sismica locale</b>	<b>26</b>
<b>Definizione dell'azione sismica, individuazione della pericolosità sismica del sito</b>	<b>27</b>
<b>Criteri di progettazione e verifica</b>	<b>38</b>
<b>Caratteristiche meccaniche delle murature esistenti</b>	<b>40</b>
<b>Criteri di progettazione. Azione della neve e del vento</b>	<b>43</b>
<b>Relazione sui materiali</b>	<b>45</b>
<b>Descrizione generale degli interventi</b>	<b>48</b>
<b>Relazione su elementi costruttivi non strutturali</b>	<b>50</b>

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- **Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18**  
Sicurezza e prestazioni attese (cap.2), Azioni sulle costruzioni (cap.3), Costruzioni in calcestruzzo (par.4.1), Costruzioni in legno (par.4.4), Costruzioni in muratura (par.4.5), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12), EC3.
- **Circolare esplicativa 21 gennaio 2019 n. 7 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**  
Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 17 gennaio 2018
- **Circolare esplicativa 02 febbraio 2009 n. 617 Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**  
Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008
- **D.M. LL. PP. 11-03-88**  
Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.  
**Circolare Ministeriale del 24-07-88, n. 30483/STC.**
- **Legge 02-02-74 n. 64, art. 1 - D.M. 11-03-88.**  
Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

## **Normativa specifica per i beni di interesse culturale in zone dichiarate a rischio sismico:**

- C.M. Beni Culturali e Amb. 18 luglio 1986 n. 1032 – Interventi sul patrimonio monumentale a tipologia specialistica in zone sismiche: raccomandazioni.
- DPCM 12 ottobre 2007 "Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni".
- Deliberazione della Giunta regionale n. 936 del 23/06/2008 (B.U.R. n.117 del 10 luglio 2008), Allegato 3 "Istruzioni tecniche per lo svolgimento delle verifiche su edifici compresi nel programma ex art. 2 comma 2 OPCM 3362/2004 e s.m.i. -Annualità 2005".
- Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale allineate alle nuove Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008). Circolare n. 26 del 2 dicembre 2010. Prot. n. 10953. Class. N. 01.01.22/7.1
- Direttiva DPCM 9 febbraio 2011 "Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 gennaio 2008".



**Punto a) e c)**

**INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

La presente relazione riguarda alcuni **interventi locali** da eseguire nell'edificio denominato **Villa Bianchi**, situata in via Landucci n. 1, angolo via Fiori in località Casinalbo nel comune di Formigine (MO).

- **coordinate geografiche:** Latitudine ED50 44,597° (44° 35' 49"); Longitudine ED50 10,857° (10° 51' 25"); Altitudine s.l.m. 66,37 m (**coordinate esatte: 44,597024 10,857007**)

- **dati catastali:** Foglio 15 mappale 21



**ORTOFOTOPIANO dell'area e dell'edificio in oggetto (da Google maps, 2018)**





**Viste  
tridimensionali  
dall'alto dell'area  
e dell'edificio in  
oggetto  
(da Google maps,  
2018)**





**Estratto di mappa del RUE vigente. Tav. RUE 1.3 – VAR5 2017- Ambiti urbani**

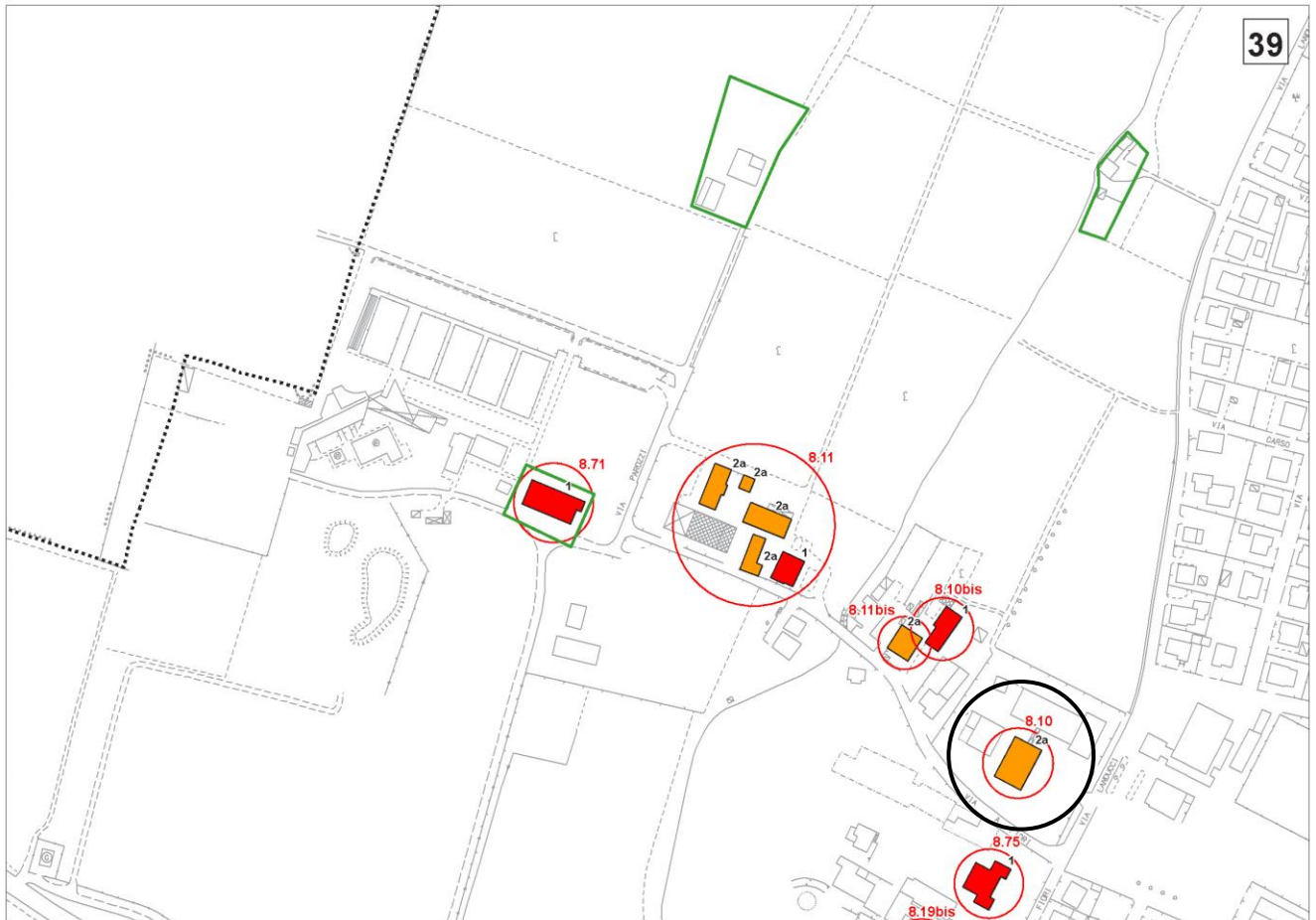
Villa Bianchi è ubicata all'interno del territorio urbanizzato –

dotazioni territoriali: **AC-As: AC Attrezzature collettive civili- As - servizi socio-assistenziali**

L'edificio è classificato come **"Edifici di interesse storico-architettonico e/o di valore storico-culturale e testimoniale"**.

**Estratto di mappa del RUE vigente. Tav. RUE 2 – VAR4 2017 - Tipologie e categorie di intervento degli edifici storici**

Villa Bianchi è un edificio **di interesse storico-architettonico e/o di valore storico-culturale e testimoniale** per il quale è prevista la categoria di intervento 2a  
**2a- Restauro e risanamento conservativo.**



## **Punto b)**

### **Descrizione generale della struttura, tipologia di intervento, destinazioni d'uso**

Villa Bianchi è una villa storica ubicata nella frazione di Casinalbo nel comune di Formigine; si tratta di un **edificio di interesse storico, architettonico, culturale e testimoniale, non vincolato dalla Soprintendenza di proprietà del Comune di Formigine.**

La villa, sebbene conservi ancora sostanzialmente le facciate originarie, ha subito nel corso degli anni numerosi rimaneggiamenti interni (nella distribuzione interna ed in particolare nei solai).

In passato è stata sede di un istituto agrario e successivamente di scuola media.

I piani primo e secondo della villa sono attualmente sede di uffici comunali ed associazioni con spazi adibiti a ludoteca; il piano terra ha ospitato fino a qualche anno fa un asilo infantile e, allo stato attuale, risulta in disuso.

**Il presente intervento edilizio riguarda i soli locali del piano terra, attualmente in disuso, da ristrutturare sia dal punto di vista edile che impiantistico al fine di destinarli ad ambulatori pediatrici (Casa della Salute).**

L'edificio, caratterizzato da tre pinai fuori terra, presenta una struttura portante in muratura di mattoni pieni, anche di elevato spessore, solai misti di varia natura (volte in muratura, solai in legno rinforzati con travi metalliche, solai in latero-cemento rinforzati con travi metalliche, ecc.), copertura in legno.

Sinteticamente gli interventi previsti in progetto consistono in:

- interventi propedeutici quali rimozioni e piccole demolizioni
- interventi strutturali locali legati alle nuove destinazioni d'uso quali aperture di vani in murature portanti (porte, finestre, vani per passaggi impiantistici), rinforzi murari localizzati, trasformazione di finestra in portafinestra, staffaggi a parete di sostegno canalizzazioni impiantistiche
- interventi di adeguamento impiantistico (nuovi impianti meccanici, elettrici e speciali)
- opere interne (tramezzature in cartongesso, placcaggi antincendio e controsoffittature antincendio, ecc..)
- nuovi serramenti interni (porte)
- finiture architettoniche (pavimenti, intonaci, tinteggiature, rivestimenti, controsoffitti, ecc..).

Gli interventi strutturali previsti in progetto sono classificabili come **interventi locali** trattandosi di interventi che riguardano singoli elementi strutturali.



#### **Punto n) costruzioni esistenti**

#### **DESCRIZIONE GENERALE DELL'EDIFICIO DESUNTA DAI SOPRALLUOGHI EFFETTUATI PER UNA CONOSCENZA APPROFONDITA DEL FABBRICATO**

##### **Caratteristiche morfologiche e costruttive e analisi dello stato di fatto**

Trattasi di un importante fabbricato a tre piani con torretta centrale, da profili simmetrici con belle facciate intonacate, costituito da un piano terra fino a pochi anni fa destinato ad asilo ed un piano primo e secondo attualmente occupati da centro per le famiglie e ludoteca con uffici del Comune di Formigine. I fronti del fabbricato si presentano del tutto intonacati con muratura portante di mattoni pieni di laterizio intonacata, serramenti in legno e copertura ricostruita in anni recenti.

Il piano terra presenta al suo interno differenti tipologie di solai: solaio a volta con mattoni disposti in foglio e catena centrale, piccole volte a vela molto ribassate, solai in latero-cemento di recente fattura, solai in parte nuovi e in parte aggiunti come consolidamento con putrelle di ferro con soprastante solaio in legno originario con travi in legno e tavelle di laterizio. Le murature interne sono in mattoni di laterizio portanti del tutto intonacate, i pavimenti attuali sono in parte in ceramica e parte in pietra naturale con serramenti interni in legno; in alcune zone sono ancora presenti le originarie volte in laterizio della villa.

Il fabbricato di origine seicentesca ha subito nel corso della sua lunga storia numerosi rimaneggiamenti che, pur avendo sostanzialmente conservato i fronti esterni con le bucatore, hanno del tutto rimaneggiato gli ambienti interni: nel corso degli anni, e dei successivi interventi, sono stati del tutto sostituiti i solai originari - presumibilmente in legno o a volte - con nuovi solai in latero-cemento e soprattutto con solai misti con enormi putrelle in ferro. Attualmente molti dei soffitti al piano terra sono caratterizzati da controsoffitti che occultano la vista dei solai strutturali sottostanti.

Attualmente sono presenti controsoffitti in incannucciato e gesso originari, controsoffitti in cartongesso a protezione dei solai in ferro e legno, unitamente a qualche piccola porzione con solaio in laterocemento.

## LA PROCEDURA METODOLOGICA ADOTTATA PER LA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA LEGATA AGLI INTERVENTI DI PROGETTO

In accordo con la committenza, sono state svolte le seguenti tipologie di analisi e indagini:

- A. Un' accurata **analisi storico-archivistica-bibliografica** della documentazione inerente all'edificio in oggetto effettuata presso l'archivio storico del comune di Formigine, l'ufficio tecnico e le biblioteche comunali:
  - l'analisi della documentazione sulla storia edificatoria dell'edificio consente di ricostruire ed interpretare le diverse fasi edilizie che hanno portato l'edificio al suo stato attuale, andando ad identificare alcune macrofasi costruttive;
  - l'accurata analisi dei documenti e degli elaborati grafici del progetto di intervento precedenti – laddove presenti – e dei documenti a corredo qualora esistenti quali relazioni, pareri tecnici, informazioni dal cantiere, consente una valutazione più corretta del comportamento strutturale dell'edificio;
- B. Il rilievo **architettonico, geometrico e strutturale** dell'edificio nel suo complesso e dei suoi elementi costruttivi, integrato dall'analisi del **quadro fessurativo** in atto;
- C. L'esecuzione di **numerosi sopralluoghi, indagini visive in situ effettuate a campione** sui materiali costitutivi esistenti (muratura) per una corretta **caratterizzazione meccanica dei materiali**, ottenuta anche attraverso la comparazione con strutture simili utilizzate all'epoca della costruzione;
- D. L'esecuzione di **sondaggi diretti visivi alle strutture orizzontali (solai e volte) e sondaggi a campione sulle strutture verticali (murature)**;
- E. Analisi delle **indagini geologiche e geofisiche** già eseguite ai fini di parametrizzare correttamente il terreno su cui si fonda l'edificio *(la relazione geologica con le relative indagini geognostiche sono state messe a disposizione dalla proprietà Comune di Formigine)*

## A – ANALISI STORICO-ARCHIVISTICA

**Trattasi di una villa storica denominata Villa Bianchi**, edificio isolato ubicato nel centro urbanizzato di Casinalbo, frazione del comune di Formigine (MO), di **origine seicentesca**.

L'edificio fu nel **XVIII secolo** di proprietà di Gaetano Capponi, ministro di Francesco III duca di Modena e podestà di Sassuolo. L'edificio passò poi a Giuseppe Gaetano Bianchi, che fondò **nel 1838 un istituto** *"per il mantenimento e l'educazione di quel numero di poveri di campagna - scrive il regolamento stilato allora - e preferibilmente gli orfanelli, i quali dagli anni sette a quelli degli anni ventuno inclusi, potranno raccogliersi e mantenersi per l'effetto precipuo di istruirsi nell'arte benemerito dell'agricoltura."* Il proprietario, nel corso dell'ottocento chiamato appunto Giangiacomo o preferibilmente Giuseppe Gaetano Bianchi, nacque nel 1758 a Modena dove morì il 16 febbraio 1838. **Originariamente l'edificio era una villa di campagna** e faceva parte delle proprietà immobiliari del Bianchi il quale, nel proprio testamento, volle che detta villa fosse utilizzata come **scuola di agraria** a favore dei figli dei contadini a titolo gratuito, affinché questi diventassero buoni agricoltori. Sempre secondo il testamento l'amministrazione e la gestione dell'istituto sarebbe stata affidata alla curia di Modena. Questa donazione è stata poi denominata Opera Pia Bianchi. **L'istituto venne aperto il 1° gennaio 1842** con un direttore quale un sacerdote; 16 erano gli alunni che frequenteranno la scuola in quel primo periodo dell'attività didattica. **Negli anni quaranta del Novecento l'istituto divenne scuola media e quindi istituto statale.**

In seguito il fabbricato venne restaurato ed adibito a centro per le famiglie del Comune di Formigine; attualmente il fabbricato ospita al piano primo e al piano secondo una ludoteca con uffici ed un insieme di associazioni del comune di Formigine, mentre il piano terra, attualmente non utilizzato, era stato occupato da un asilo infantile.



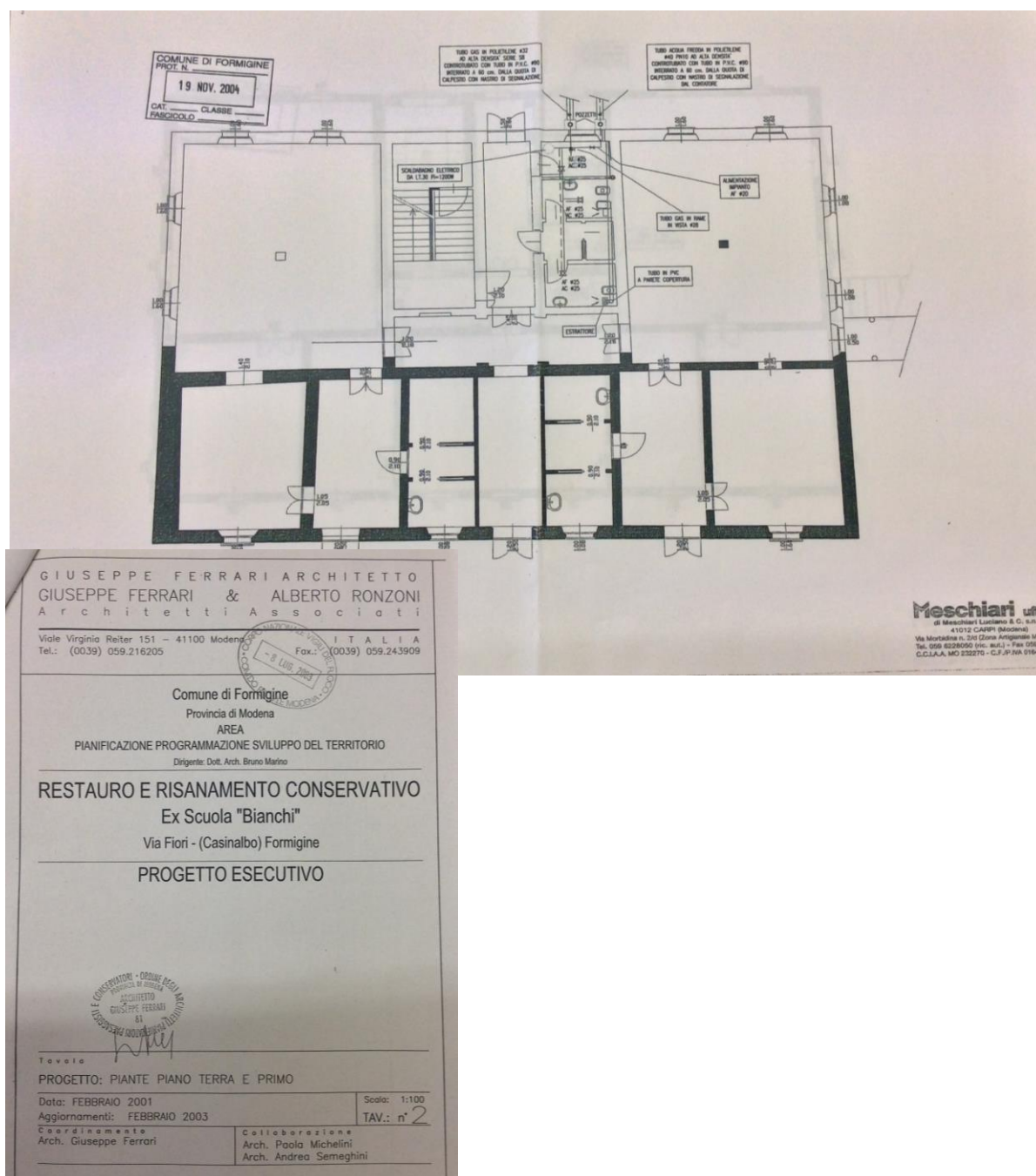
Villa Bianchi in una Cartolina storica del 1926

Casinalbo Pio Istituto Agrario Bianchi Animata Viaggiata 1926

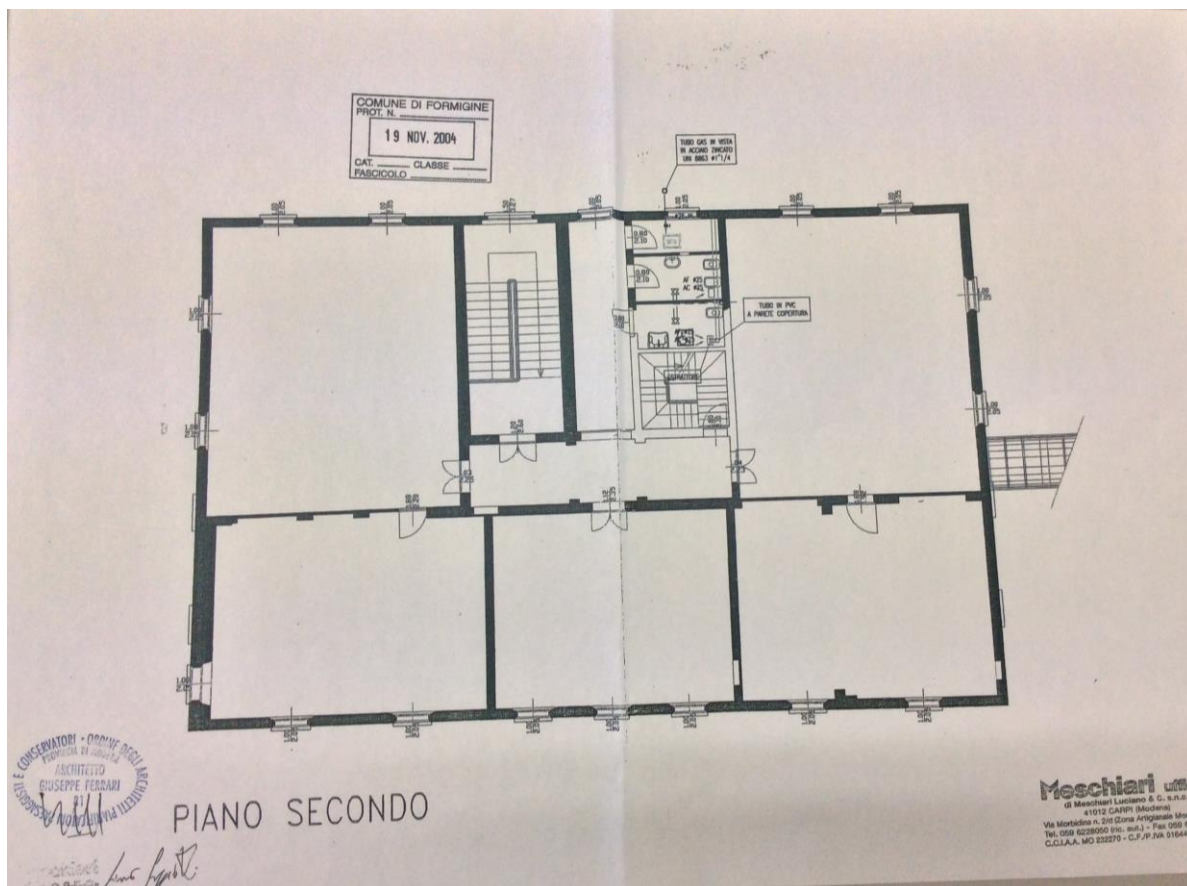
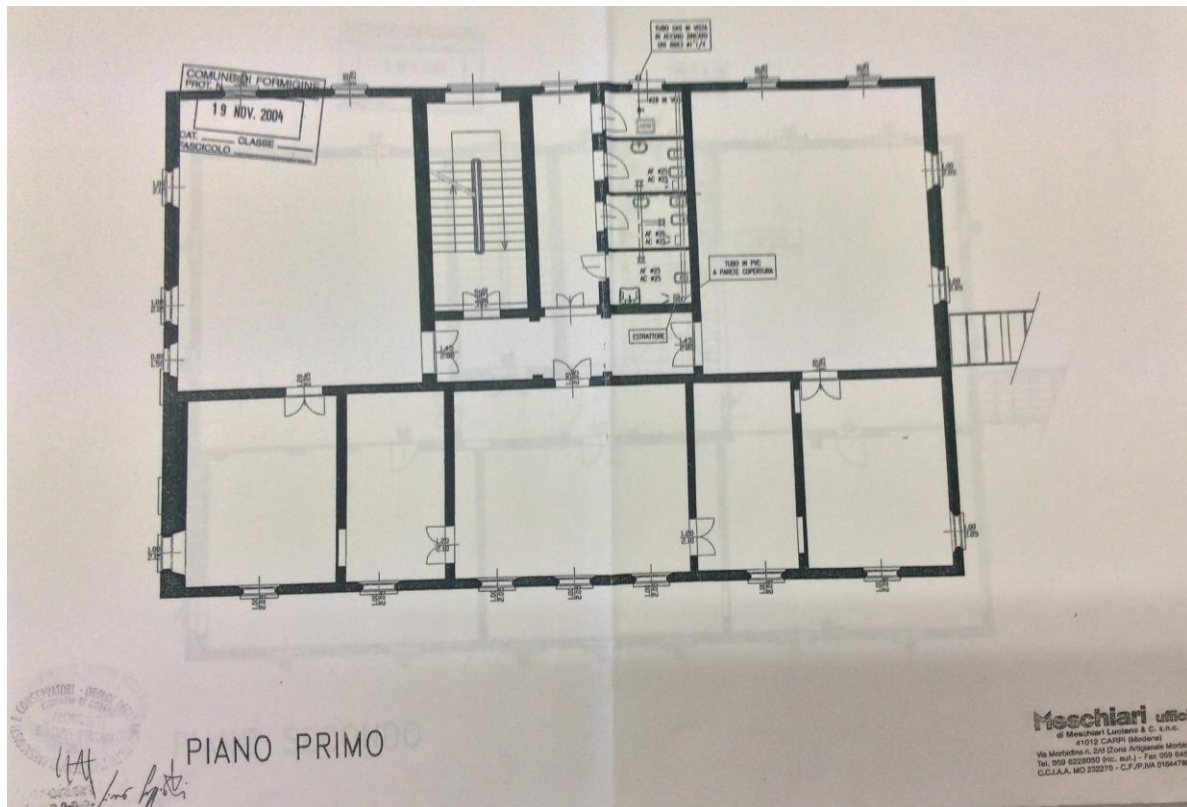
Il fabbricato di origine seicentesca ha subito nel corso della sua lunga storia **numerosi rimaneggiamenti** e trasformazioni interne che, pur avendo sostanzialmente conservato i fronti esterni con le bucatre, ne hanno del tutto modificato gli ambienti interni: nel corso degli anni, e dei successivi interventi, sono stati del tutto sostituiti i solai originari - presumibilmente in legno o a volte - con nuovi solai in latero-cemento e soprattutto con solai misti con enormi putrelle in ferro e con l'aggiunta di controsoffitti. Dalla consultazione dell'archivio comunale sono emersi i seguenti interventi eseguiti sull'edificio in oggetto nel corso degli ultimi anni; in particolare:

**1986:** ristrutturazione con interventi di rinforzo strutturale dei solai con inserimento di travi in acciaio ed interventi di consolidamento in generale con aggiunta di controsoffittature (interventi non documentati, citati nella documentazione degli interventi successivi)

**2001-2004:** intervento di restauro e risanamento conservativo con modifiche interne, aperture di vani, consolidamenti strutturali delle murature verticali e rinforzi puntuali delle fondazioni e finiture.

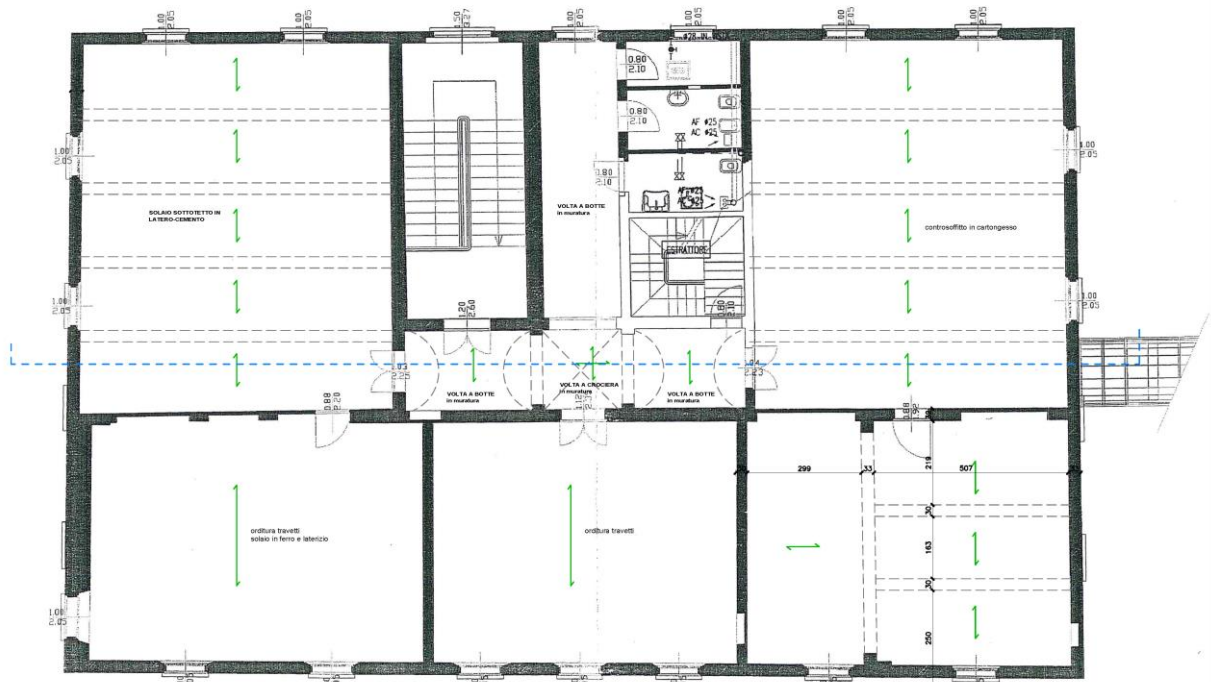






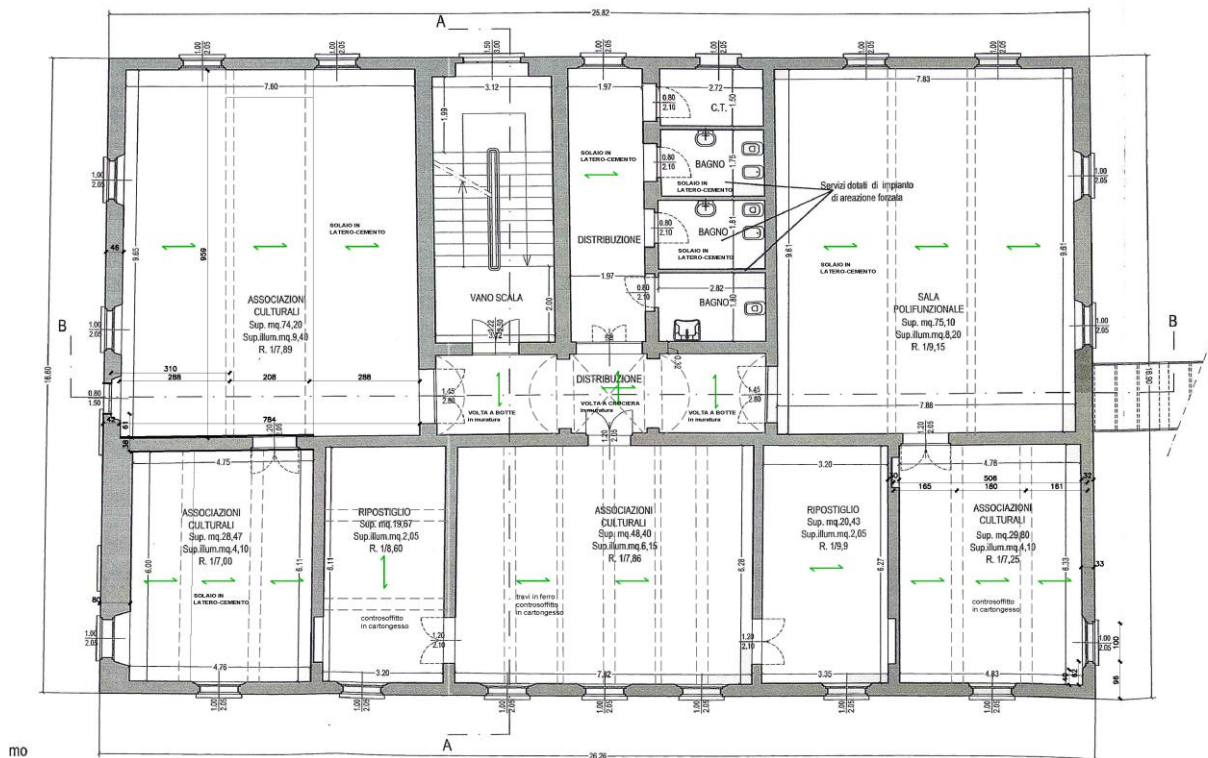






## STATO DI FATTO PIANTA PIANO SECONDO

con indicazione del SOLAIO DEL PIANO SOTTOTETTO/COPERTURA



## STATO DI FATTO PIANTA PIANO PRIMO

con indicazione del SOLAIO DEL PIANO SECONDO

## **C- L'ANALISI DEI MATERIALI COSTITUTIVI E STATO DI CONSERVAZIONE**

### **Caratteristiche dei materiali esistenti, degli elementi strutturali e del relativo stato di conservazione. sondaggi**

Sulla base delle verifiche in situ eseguite, sono stati individuati i seguenti materiali costitutivi esistenti.

#### **Materiali e strutture esistenti:**

##### **MURATURE**

Le strutture verticali sono tutte in muratura portante in mattoni pieni di differenti spessori.

Di seguito si riportano gli esiti dei campioni visivi eseguiti in loco



### Campione muratura M4 - interno



#### Caratteristiche:

- Muratura in mattoni pieni di laterizio
- Mattoni pieni di laterizio, dimensioni mattoni (28x14x5,5-6) cm circa
- Malta a base di calce idraulica naturale e/o bastarda
- tessitura regolare
- spessore muratura a due o più teste, buona ammorsatura
- 11 ricorsi in 70 cm di altezza, giunti di altezza inferiore a 1 cm circa
- stato di conservazione buono, non si rilevano lesioni

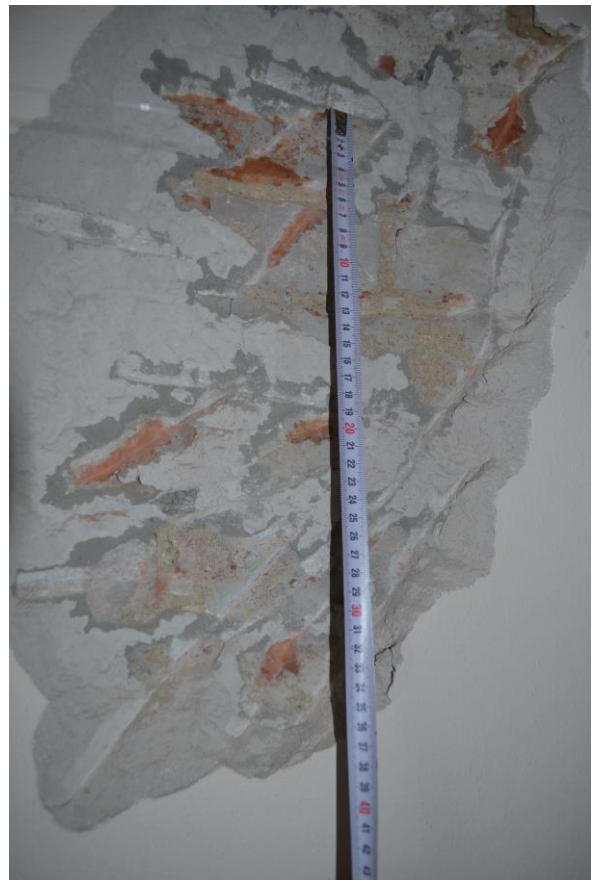


### Campione muratura M9 - interno



#### Caratteristiche:

- Muratura in mattoni pieni di laterizio di grande spessore pari a 1 m (verificato con foro passante) intonacata su entrambi i lati, con soprastante volta a botte in mattoni pieni disposti in foglio
- Mattoni pieni di laterizio, dimensioni mattoni (28x14x5,5-6) cm circa
- Malta a base di calce idraulica naturale e/o bastarda
- tessitura regolare
- buona ammorsatura
- stato di conservazione buono, non si rilevano lesioni





## D- LE INDAGINI DIRETTE SU SOLAI E VOLTE

### Sondaggio solaio S1



#### Caratteristiche:

SOLAIO MISTO costituito da travi e travetti in legno massello e tabelle di laterizio rinforzato con travi in acciaio finitura: controsoffitto appeso in cartongesso

- travetti in legno (8x11) cm circa e travi in legno (25x30) cm
- tabelle di laterizio
- travi in ferro IPE160 di rinforzo, poste alla medesima quota delle travi in legno
- travi HEA240 sottostanti
- finitura: controsoffitto in cartongesso

### Sondaggio solaio S2



#### Caratteristiche:

SOLAIO MISTO costituito da travi e travetti in legno massello e tavelle di laterizio rinforzato con travi in acciaio finitura: controsoffitto appeso in cartongesso

- travetti in legno (9x13) cm circa e travi in legno (25x40) cm
- tavelle di laterizio
- travi in ferro IPE240 di rinforzo, poste alla medesima quota delle travi in legno
- travi HEA280 sottostanti
- finitura: controsoffitto in cartongesso

### Sondaggio volte S3, S4, S5



Caratteristiche:

VOLTE A BOTTE E A CROCIERA in muratura con mattoni di laterizio disposti in foglio; finitura ad intonaco di calce.

### Sondaggio volta S7



Caratteristiche:

VOLTE A VELA ribassata in muratura con mattoni di laterizio disposti in foglio; finitura ad intonaco di calce.



### Sondaggio solaio S6



#### Caratteristiche:

SOLAIO in latero-cemento, finitura: intonaco di cemento

- travetti con fondello di laterizio B=10 cm, i=63 cm
- pignatte di laterizio accostate h=16 cm, L=26-27 cm

### Sondaggio solaio S8



#### Caratteristiche:

SOLAIO in latero-cemento, finitura: intonaco di cemento rinforzato con trave e pilastro in ferro HEA260

- travetti con fondello di laterizio B=12 cm, i=69 cm
- pignatte di laterizio accostate h=16 cm, L=30 cm

### Sondaggio solaio S9



#### Caratteristiche:

SOLAIO misto costituito da travi e travetti in legno massello e tavelle di laterizio rinforzato con travi in acciaio, finitura: controsoffitto in incannucciato e gesso

- travetti in legno (8x12) cm circa e travi in legno (20x20) cm
- tavelle di laterizio
- travi in ferro IPE120 di rinforzo, poste accanto alle travi in legno
- finitura: controsoffitto in incannucciato e gesso



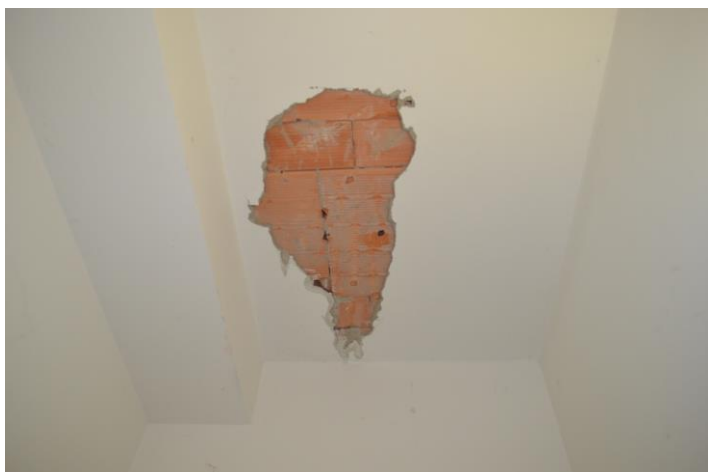
### Sondaggio solaio S10



Caratteristiche:

VOLTE A BOTTE, dotata di catena alle reni, in muratura con mattoni di laterizio disposti in foglio; finitura ad intonaco di calce.

### Sondaggio solaio S11



Caratteristiche:

SOLAIO in latero-cemento, finitura: intonaco di cemento

- travetti con fondello di laterizio B=11 cm, i=48 cm
- pignatte di laterizio h=13 cm, L=37 cm

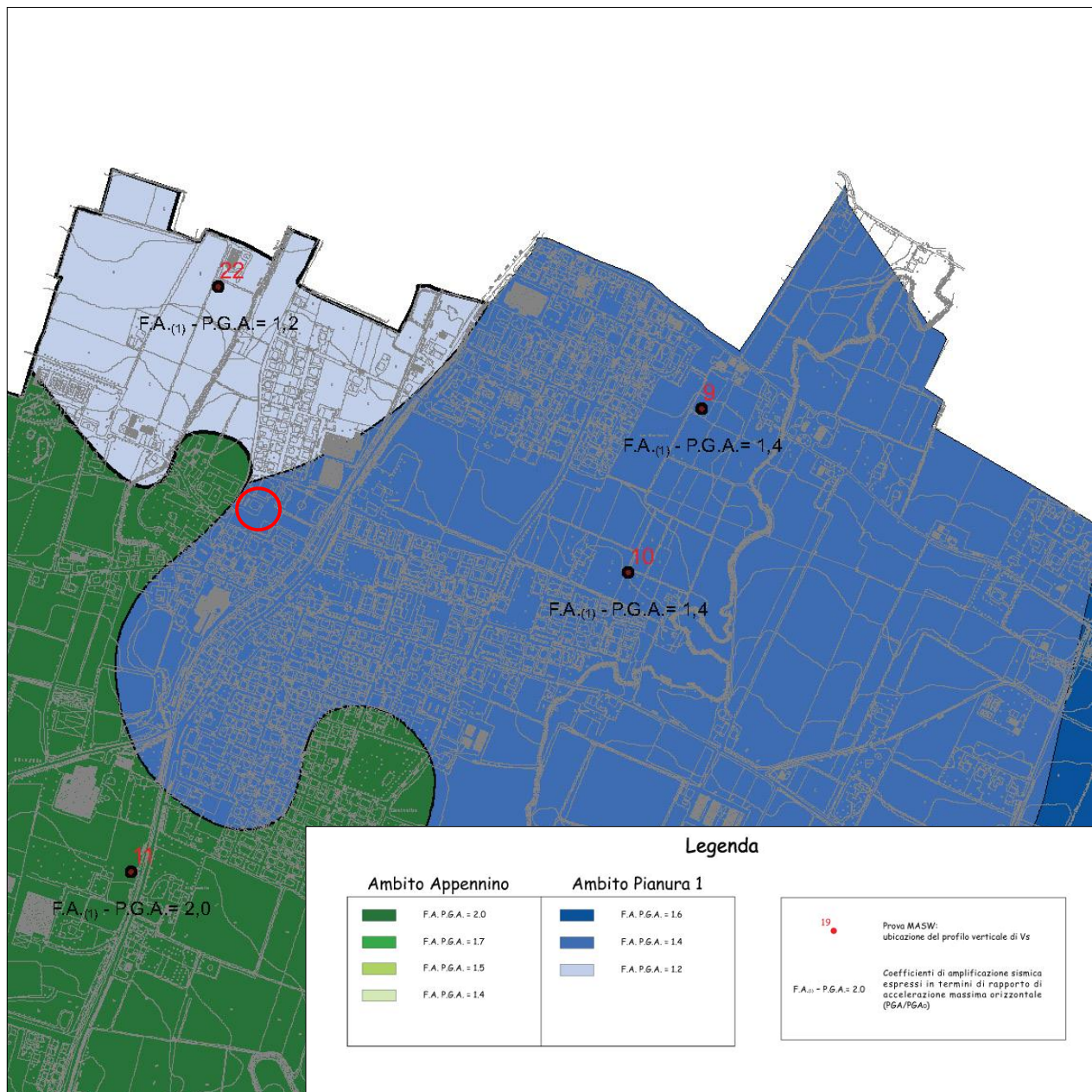
## E - LE INDAGINI GEOGNOSTICHE SUL TERRENO

Per una corretta valutazione delle caratteristiche del terreno su cui si fonda la villa, in accordo con la proprietà e con la committenza, sono state analizzate alcune **indagini geognostiche** allegate al PSC e al RUE del Comune di Formigine.

Indagini geofisiche desunte dal PSC del Comune di Formigine, tav. GEO.5 – Fattore di amplificazione PGA (e QC GEO.REL - Relazione tecnica - Approfondimenti tematici della geologia e della sismica)

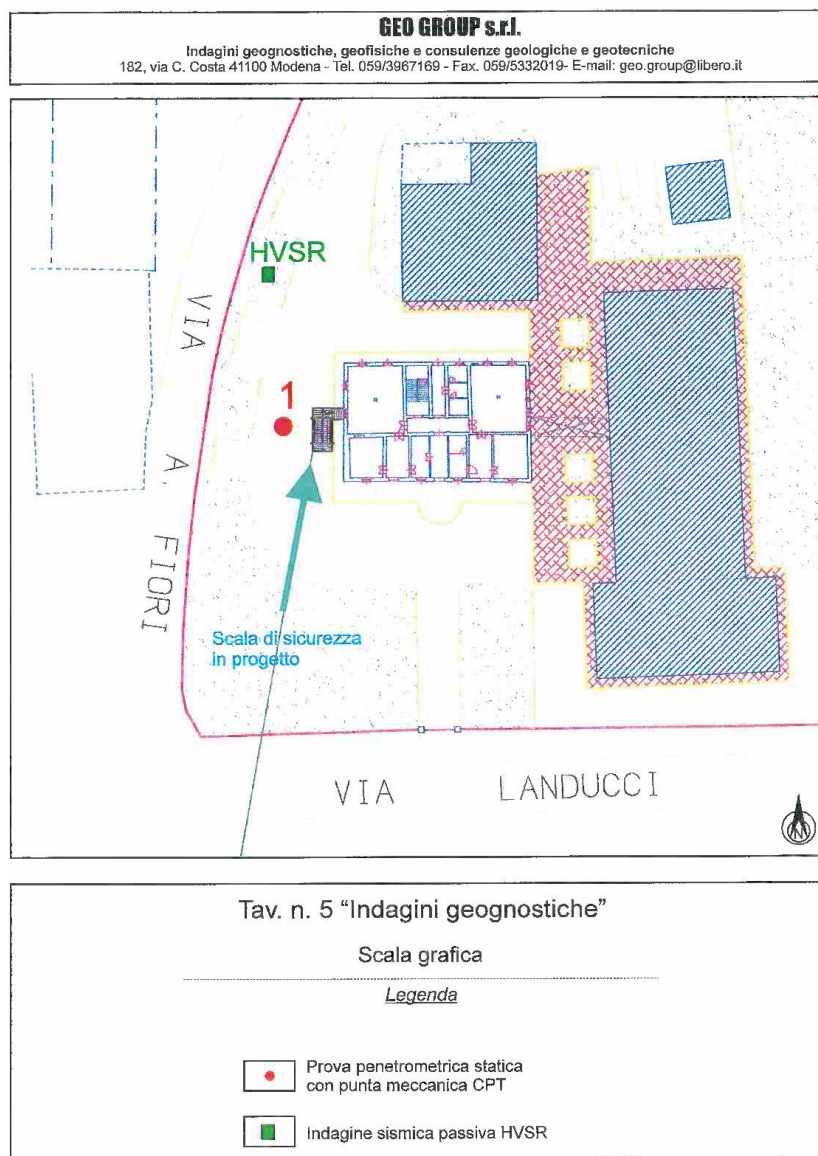
Indagini geofisiche MAWS eseguite nel territorio circostante la villa; si riportano di seguito i risultati delle indagini:

- indagine sismica con metodo MASW n. 22:  $V_s = 258$  m/s (ubicata a circa 300m dalla villa)
- indagine sismica con metodo MASW n. 9:  $V_s = 321$  m/s
- indagine sismica con metodo MASW n. 10:  $V_s = 225$  m/s



- indagine sismica con metodo MASW n. 11:  $V_s = 241$  m/s

Premettendo che l'analisi del quadro fessurativo nell'edificio in oggetto non ha evidenziato problematiche legate alle fondazioni o a cedimenti fondali differenziali o a problematiche legate alla natura del terreno di fondazione, e che il presente intervento non riguarda interventi in fondazione, in accordo con la Proprietà e la Committenza, al fine di caratterizzare il terreno di sottosuolo e definire l'azione sismica attesa del sito, si è fatto riferimento alla **Relazione Geologica comprensiva di indagini geognostiche eseguite presso Villa Bianchi a cura del Dott. Geologo Pier Luigi Dallari e della ditta Geo Group Srl in data Maggio 2011**, messa a disposizione dalla proprietà Comune di Formigine. Si precisa che tale relazione fu eseguita nel 2011 per la realizzazione di una scala esterna di sicurezza posta sul lato est della villa stessa.



In relazione alla litologia presente nell'area la campagna di indagini geognostiche fu espletata mediante l'esecuzione di:

- n. 1 prova penetrometrica statica con punta meccanica CPT
- n. 1 indagine sismica passiva HVSr

L'esito dell'indagine geofisica è stato il seguente:

$V_{s30}=375$  m/s confermando l'appartenenza del terreno di fondazione alla categoria di sottosuolo B.

Pertanto, sulla base dei dati sopra riportati, vista l'entità e la tipologia degli interventi locali da eseguire, come desunto dalla Relazione geologica sopra citata, si assume la categoria di sottosuolo **categoria B** secondo la Tab. 3.2.II di seguito riportata:

**"Categoria B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s "



**Punto d)****PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO**

La **struttura in oggetto** è stata analizzata secondo la norma D.M. 17-01-18 (N.T.C.), considerandola come tipo di costruzione **2** (*Costruzione con livelli di prestazioni ordinari*).

In particolare si è prevista, in accordo con il committente, una vita nominale dell'opera di **Vn=50 anni** per una **classe d'uso III** (*costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi*, trattandosi di un edificio ad uso associazioni assistenziali e ambulatori pediatrici), e quindi una vita di riferimento di 75 anni (NTC18 e NTC08 §2.4.3).

L'opera è edificata in località Modena, Formigine, **Casinalbo**; **Latitudine ED50 44,597° (44° 35' 49")**; **Longitudine ED50 10,857° (10° 51' 25")**; **Altitudine s.l.m. 66,37 m. (coordinate esatte: 44,597024 10,857007)**.

La pericolosità sismica di base del sito di costruzione è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo in condizioni ideali su sito di riferimento rigido e superficie topografica orizzontale. Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC, dalle accelerazioni ag e dalle relative forme spettrali. I tre parametri fondamentali (accelerazione ag, fattore di amplificazione Fo e periodo T\*C) si ricavano per ciascun nodo del reticolo di riferimento in funzione del periodo di ritorno dell'azione sismica TR previsto, espresso in anni; quest'ultimo è noto una volta fissate la vita di riferimento Vr della costruzione e la probabilità di superamento attesa nell'arco della vita di riferimento. Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVr cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati sono riportate nella tabella 3.2.I del §3.2.1 della norma; i valori di PVr forniti in tabella possono essere ridotti in funzione del grado di protezione che si vuole raggiungere.

Nella presente analisi si sono considerati i seguenti parametri sismici:

<b>PVr SLD (%)</b>	63
<b>Tr SLD</b>	75.43
<b>Ag/g SLD</b>	0.0756
<b>Fo SLD</b>	2.47
<b>Tc* SLD</b>	0.271 [s]
<b>PVr SLV (%)</b>	10
<b>Tr SLV</b>	711.84
<b>Ag/g SLV</b>	0.1861
<b>Fo SLV</b>	2.378
<b>Tc* SLV</b>	0.304 [s]

**RISPOSTA SISMICA LOCALE**

Le condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera e le condizioni topografiche concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Gli effetti stratigrafici sono legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno. Gli effetti topografici sono invece legati alla configurazione topografica del piano campagna ed alla possibile focalizzazione delle onde sismiche in punti particolari (pendii, creste).

Nella presente progettazione l'effetto della risposta sismica locale è stato valutato individuando la categoria di sottosuolo di riferimento corrispondente alla situazione in sito e considerando le condizioni topografiche locali (§3.2.2).



Le indagini geologiche e geotecniche effettuate classificano il suolo di fondazione del sito in esame di **categoria B** secondo la Tab. 3.2.II di seguito riportata:

**Tab. 3.2.II –** *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, 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.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Sulla base della precedente classificazione, sono stati valutati i coefficienti di amplificazione sismica  $S_S$  e  $C_c$ , secondo quanto indicato dal DM2018.

Per la valutazione del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$ , poiché il sito presenta un andamento piano-altimetrico sub-pianeggiante, si è attribuita la categoria topografica **T1** della Tab.3.2.V del DM 2018 a cui corrisponde un coefficiente di amplificazione topografico pari a  **$S_T=1.0$** .

Si riporta per completezza la corrispondente descrizione indicata nella norma (NTC18 e NTC08 Tab. 3.2.II).

**Categoria T1:** *Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$*

#### DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA, INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

Per il sito in esame - comune di **Formigine (MO)**, Latitudine ED50 **44,597° (44° 35' 49")**; Longitudine ED50 **10,857° (10° 51' 25")**; Altitudine s.l.m. **66,37 m.** (coordinate esatte: **44,597024 10,857007**) - si esegue una interpolazione sulla superficie rigata per individuare gli spettri di risposta rappresentativi, in funzione del periodo di ritorno, per il generico sito sul territorio nazionale.

Sulla base della destinazione d'uso dell'opera e della Tab.2.4.I del DM2018 di seguito riportata, all'opera è assegnata l'appartenenza al gruppo 2, con vita utile  $V_N=50$  anni:

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

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

Trattandosi di una chiesa, si considera una **classe d'uso III** secondo il punto 2.4.2.

<b>2.4.2. CLASSI D'USO</b>
Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:
<i>Classe I:</i> Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i> Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i> Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il coefficiente d'uso vale quindi, secondo la Tab. 2.4.II del DM2018 di seguito riportata, è  $CU=1.5$ :

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

Il periodo di riferimento per la valutazione dell'azione sismica vale quindi (equazione 2.4.1):

$$VR = VN \times CU = 50 \times 1.5 = 75 \text{ anni}$$

La PVR probabilità di superamento nel periodo di riferimento in esame per gli stati limite considerati è (3.2.1):

	$P_{VR}$
Stati limite di esercizio SLO	81%
Stati limite di esercizio SLD	63%
Stati limite ultimi SLV	10%
Stati limite ultimi SLC	5%

Dall'Allegato A si ottiene TR periodo di ritorno dell'azione sismica espresso in anni in funzione di  $P_{VR}$  e VR. Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento  $P_{VR}$  associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione deve essere possibile per tutte le vite di riferimento e tutti gli stati limite considerati dalle NTC; a tal fine è conveniente utilizzare, come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni. Fissata la vita di riferimento VR, i due parametri TR e PVR sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$TR = -VR / (\ln(1 - PVR))$$

L'azione sismica è determinata a partire dai parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  che si desumono da TR e dalla posizione del sito.

Nella presente analisi si sono considerati i seguenti parametri sismici:

STATO LIMITE	P <sub>VR</sub>	TR anni	Ag/g (g)	F0 (-)	Tc (s)
SLO	81	45	0.0605	2.493	0.266
SLD	63	75	0.0756	2.47	0.271
SLV	10	712	0.1861	2.376	0.304
SLC	5	1462	0.2327	2.417	0.317

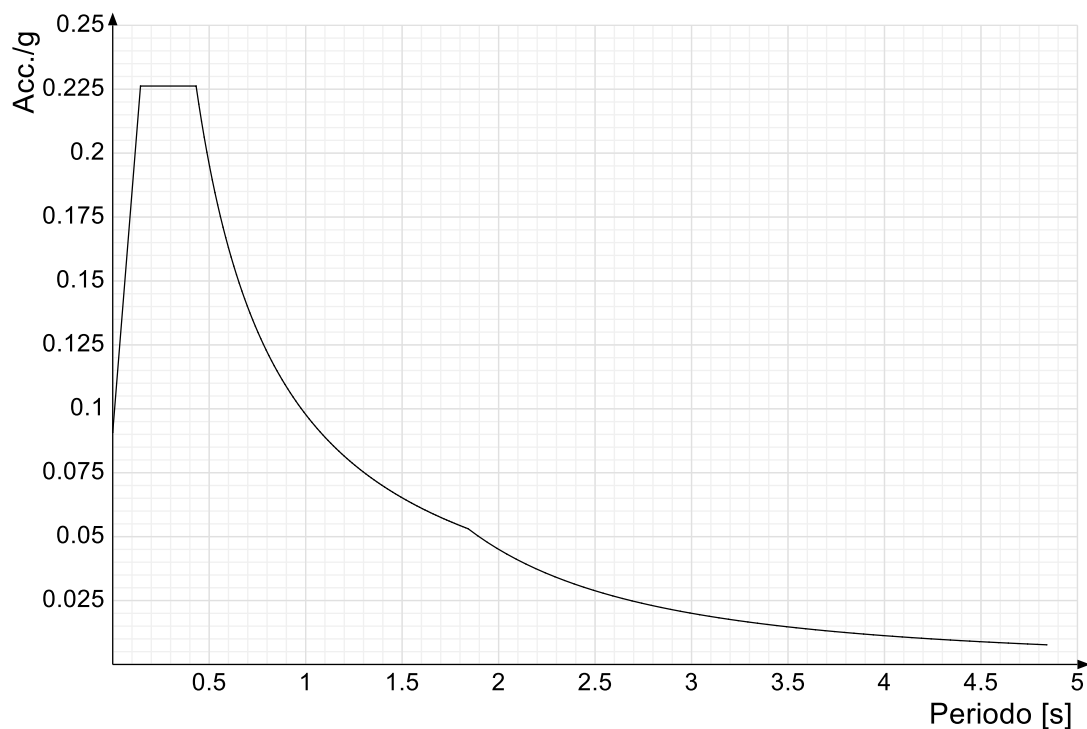
Si riportano infine gli spettri di risposta elastici per gli stati limite considerati.

### SPETTRI D.M. 17-01-18

*Acc./g*: Accelerazione spettrale normalizzata ottenuta dividendo l'accelerazione spettrale per l'accelerazione di gravità.

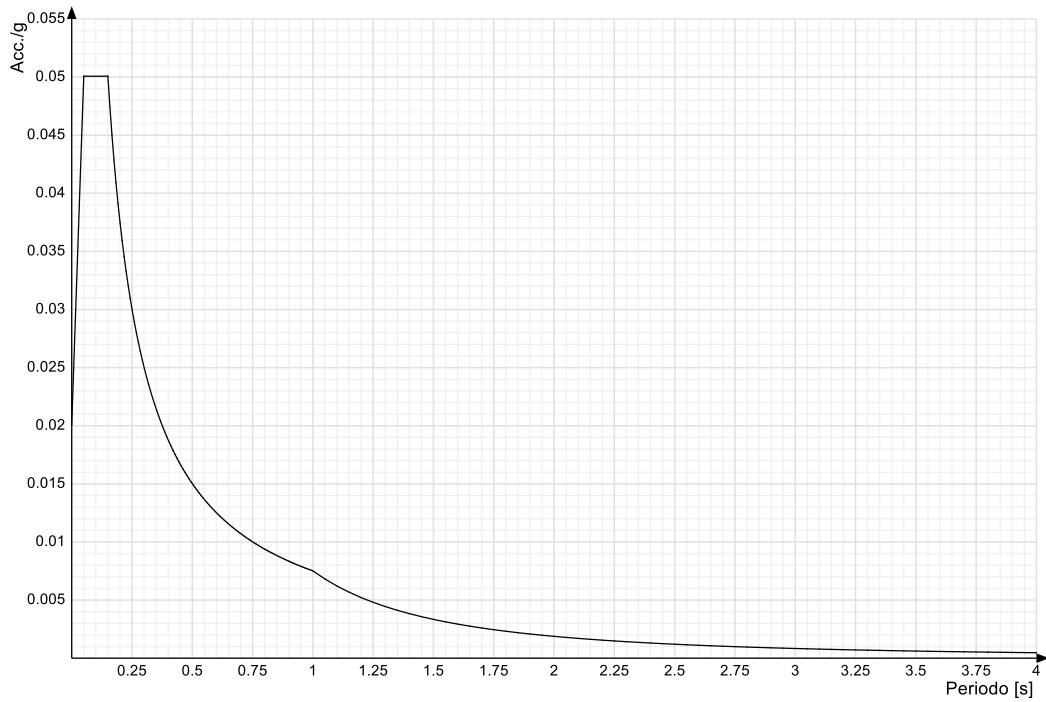
*Periodo*: Periodo di vibrazione.

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

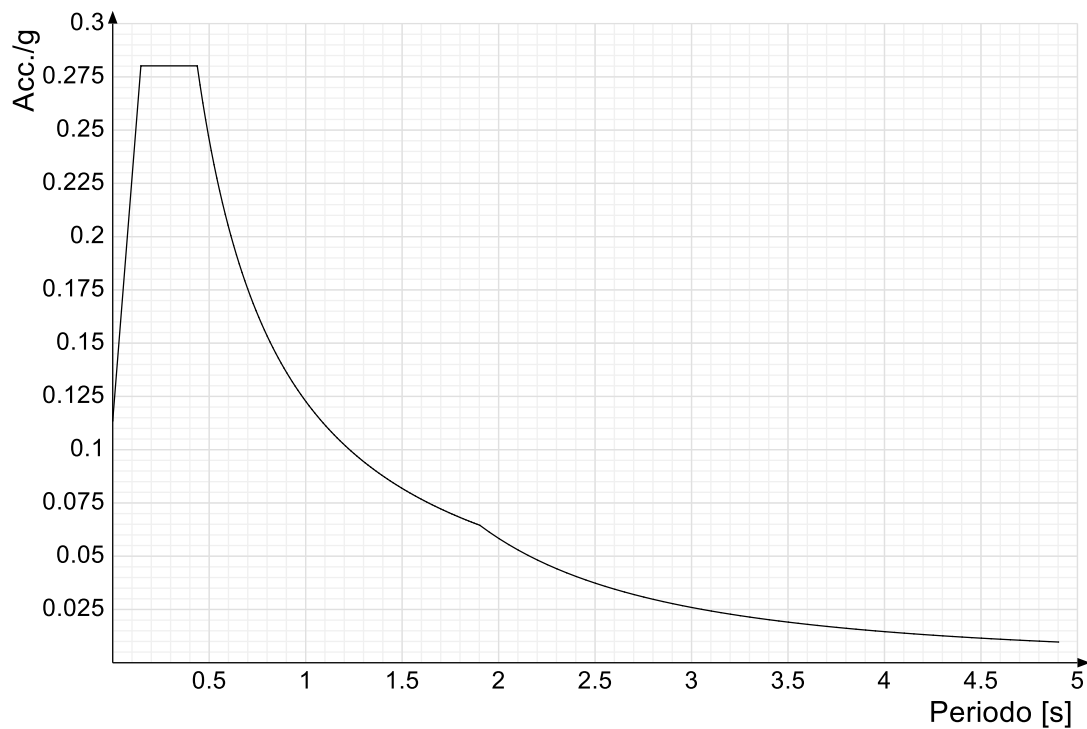




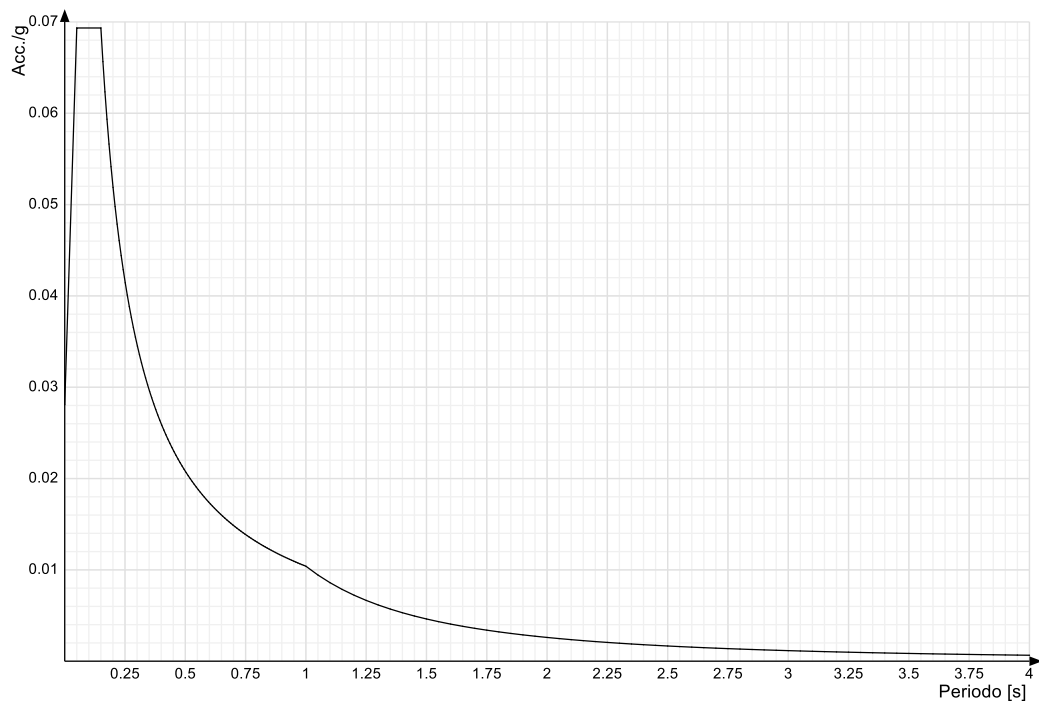
**Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLO § 3.2.3.2.2 [3.2.8]**



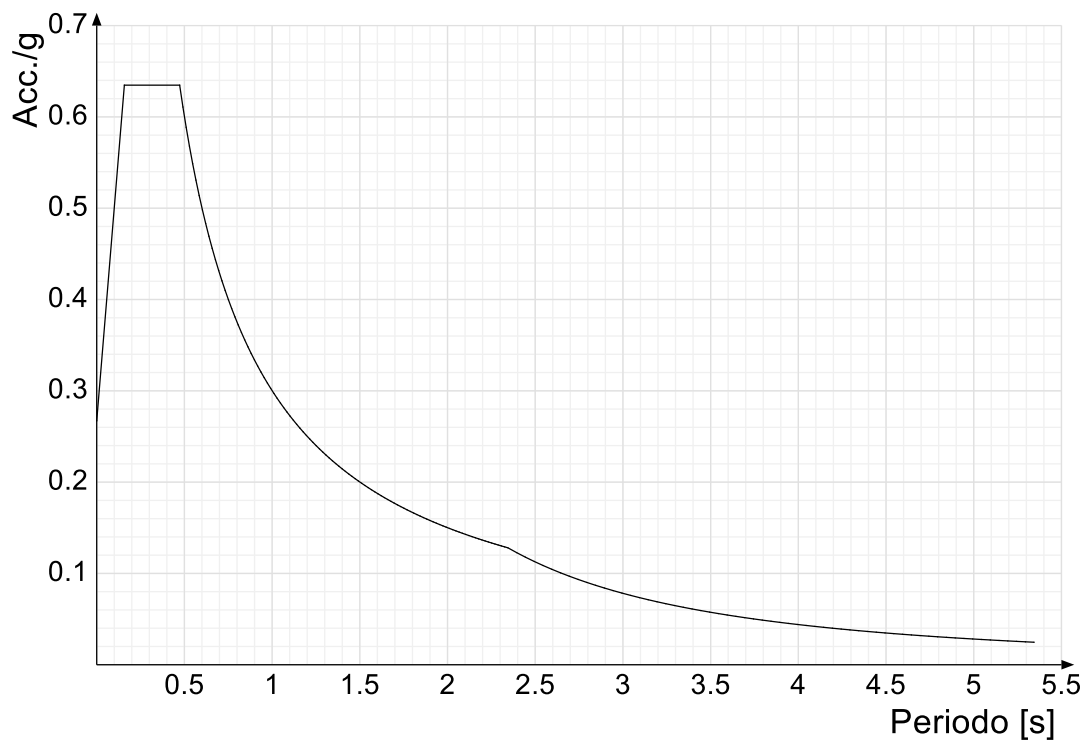
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLD § 3.2.3.2.1 [3.2.2]**



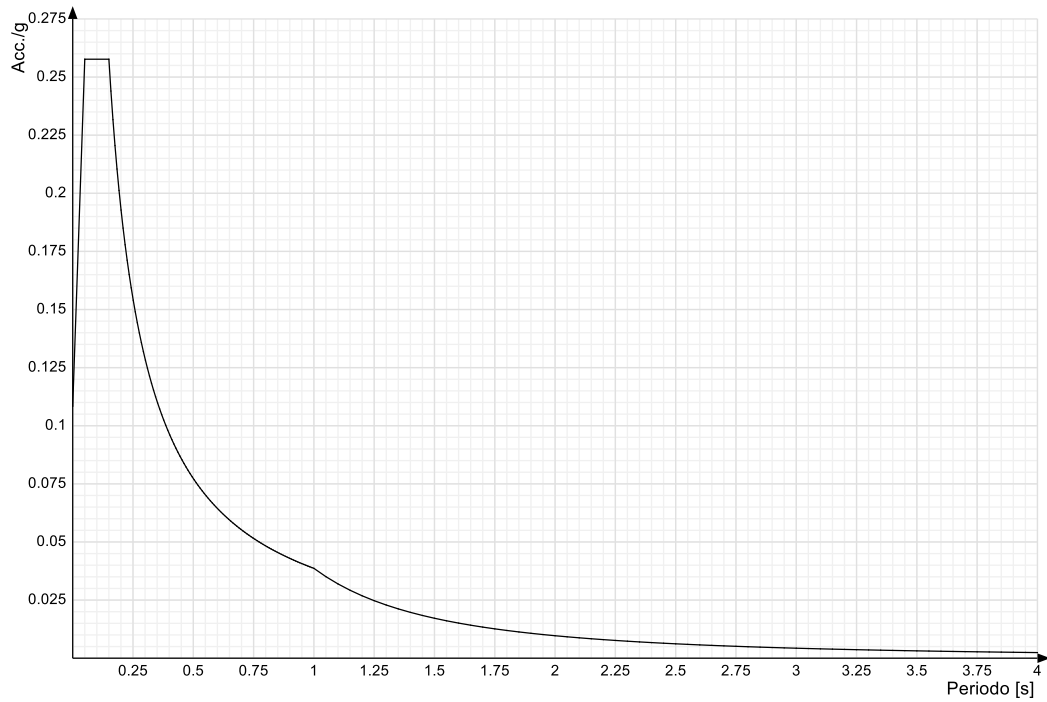
**Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.2.2 [3.2.8]**



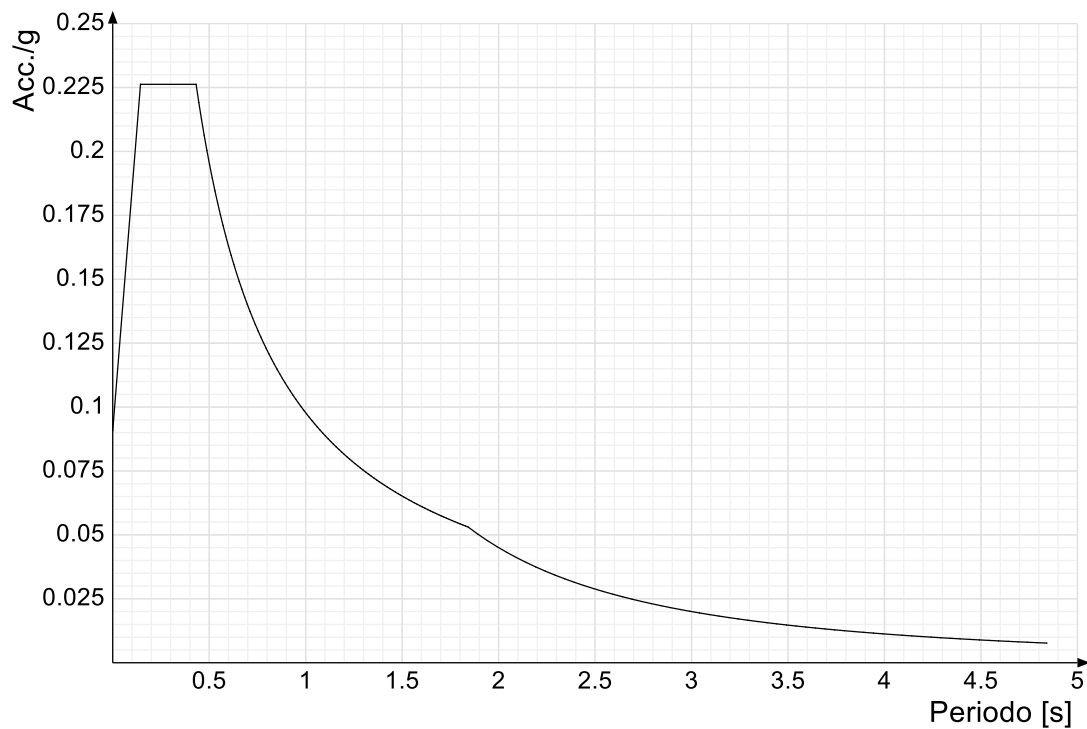
**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali SLV § 3.2.3.2.1 [3.2.2]**



**Spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.2.2 [3.2.8]**

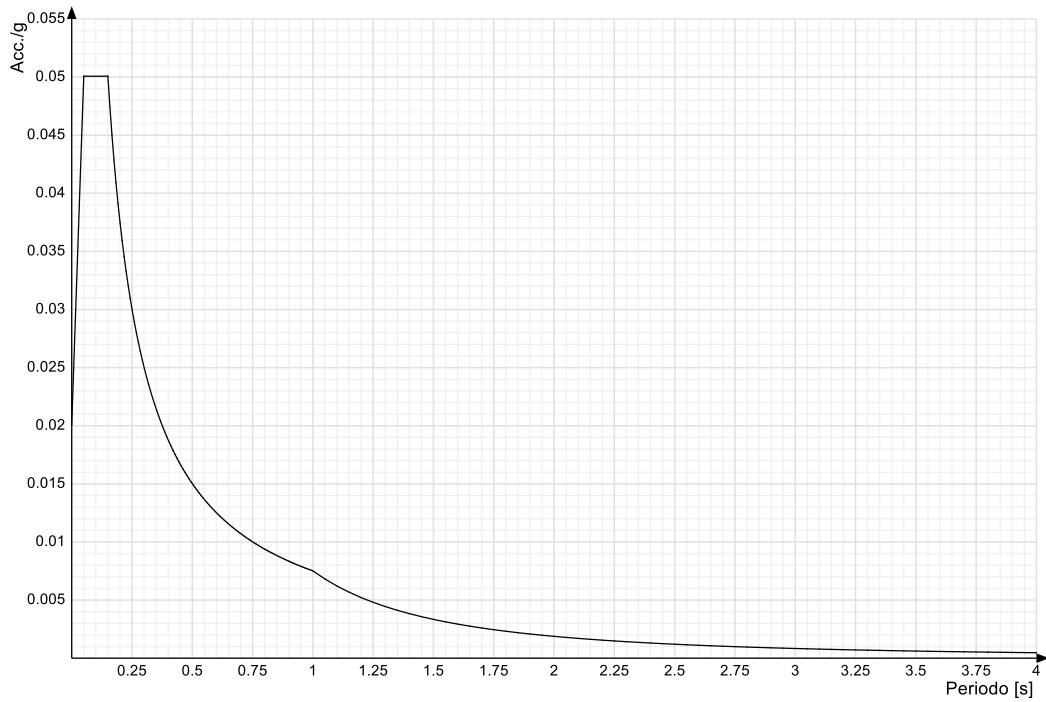


**Spettro di risposta di progetto in accelerazione delle componenti orizzontali SLO § 3.2.3.4**

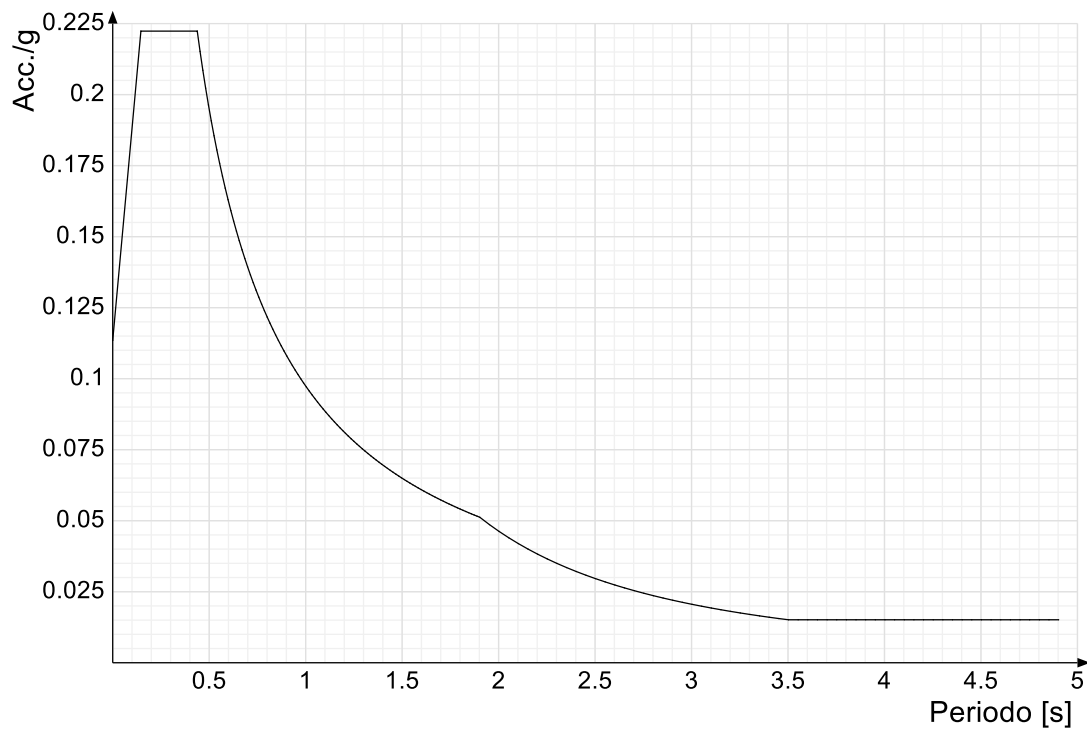




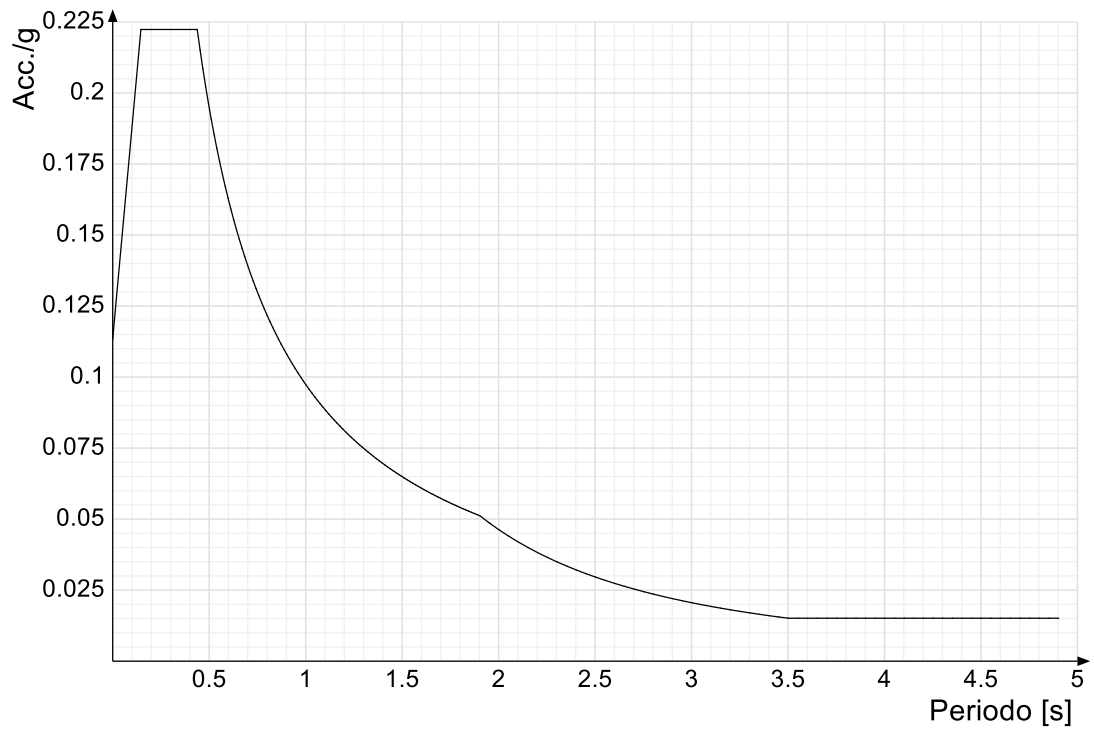
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLO § 3.2.3.4**



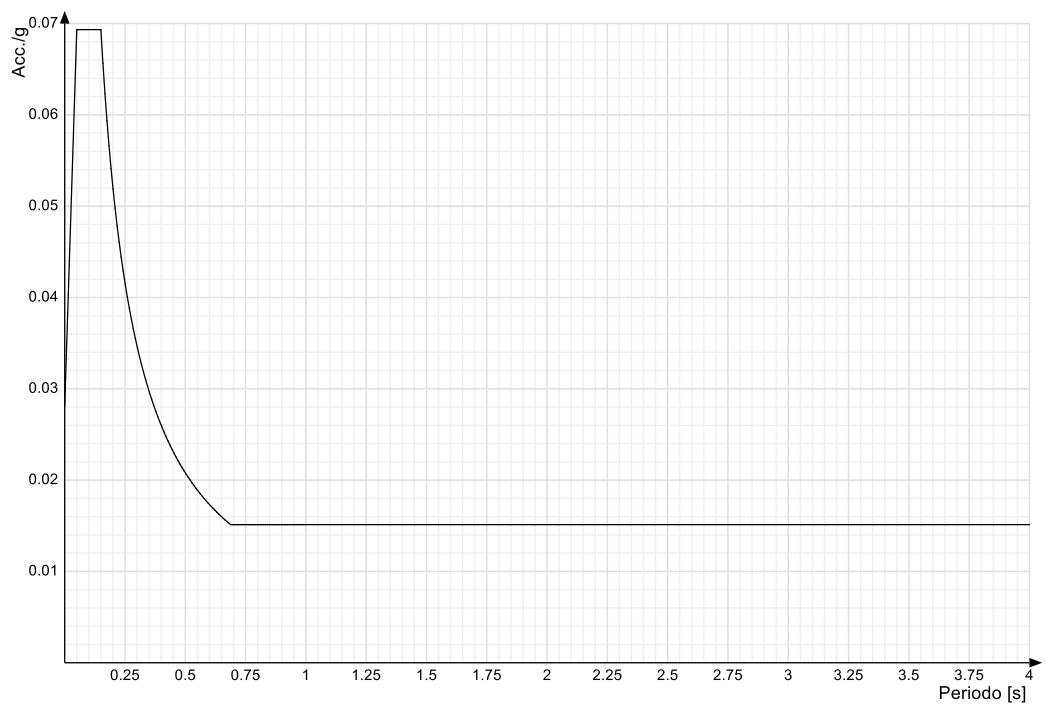
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5**



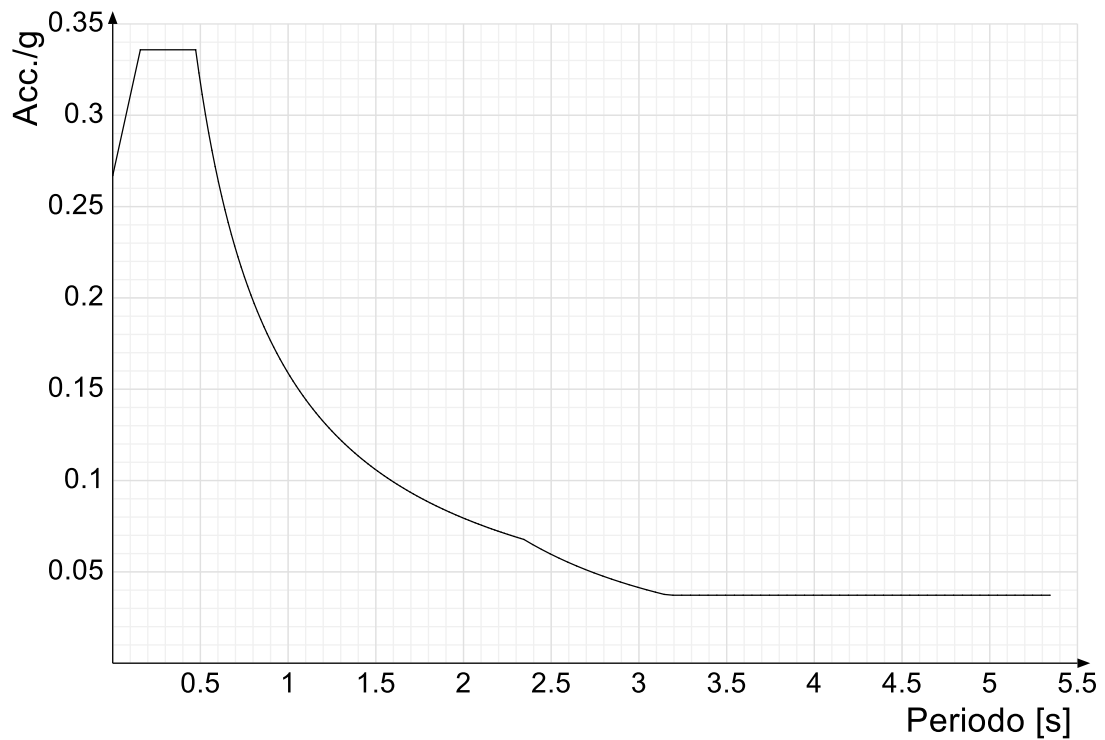
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLD § 3.2.3.5**



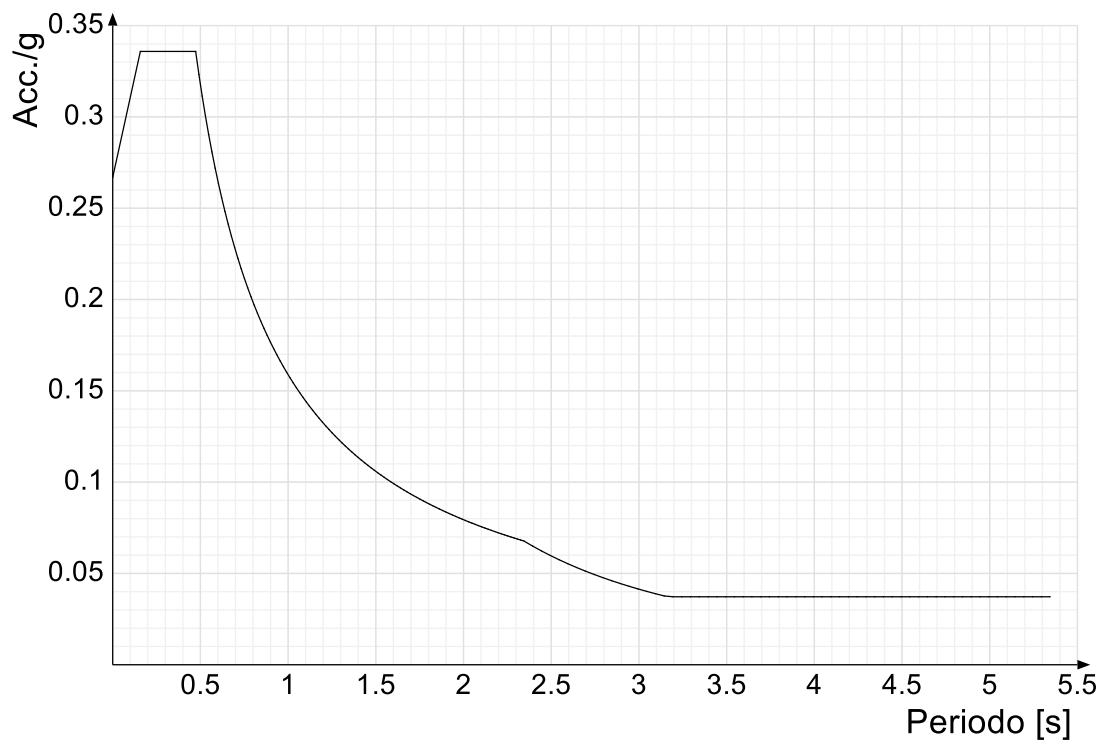
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLD § 3.2.3.5**



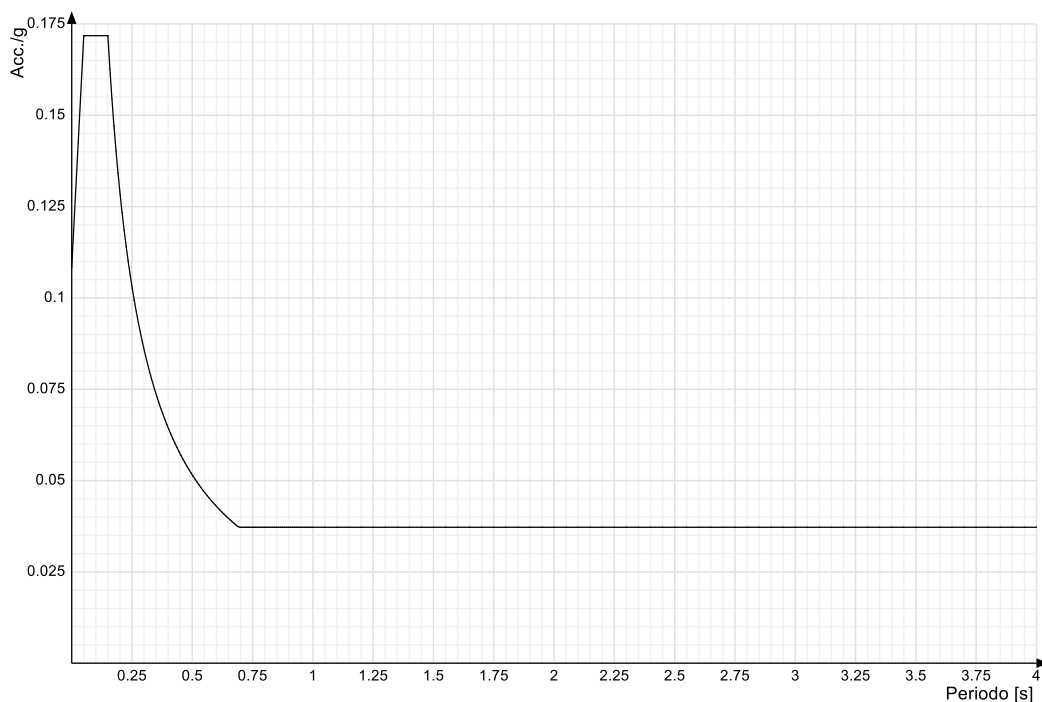
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5**



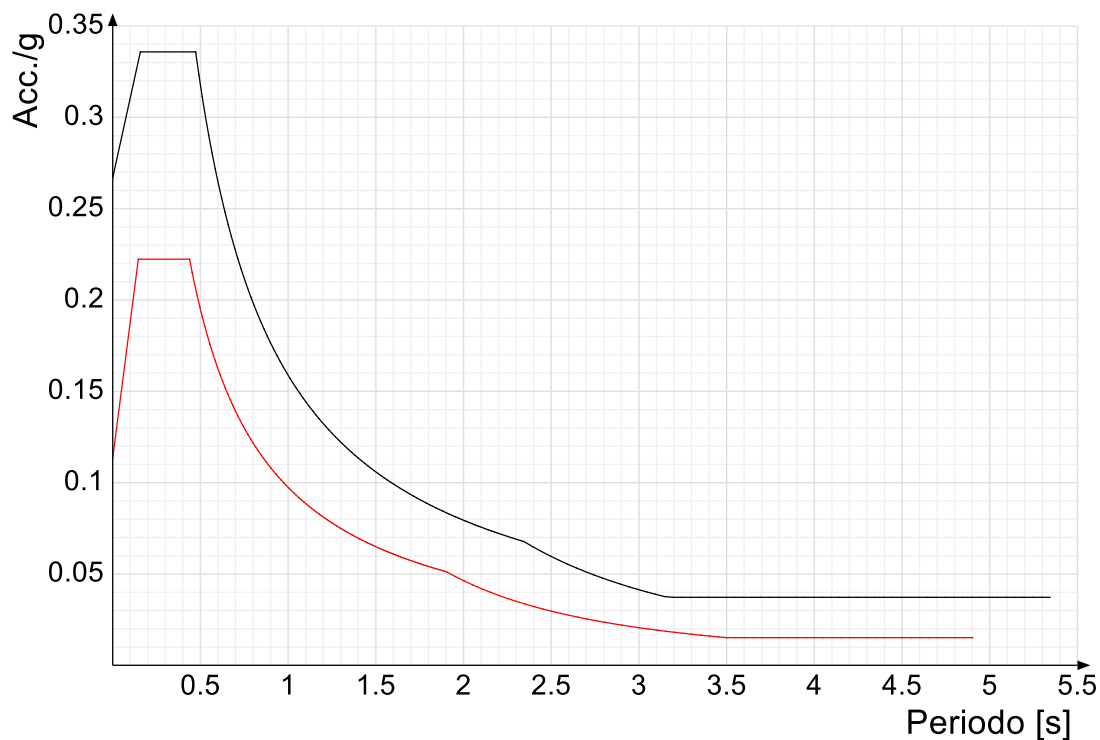
**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente Y SLV § 3.2.3.5**



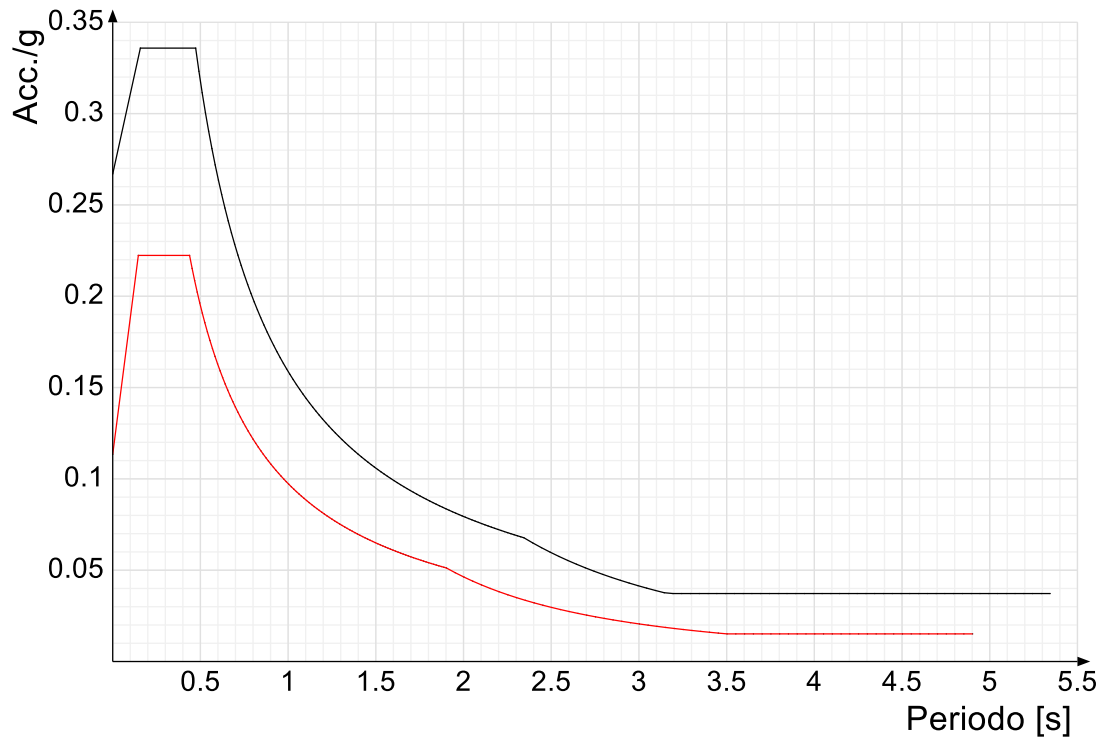


**Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente verticale SLV § 3.2.3.5****Confronti spettri SLV-SLD**

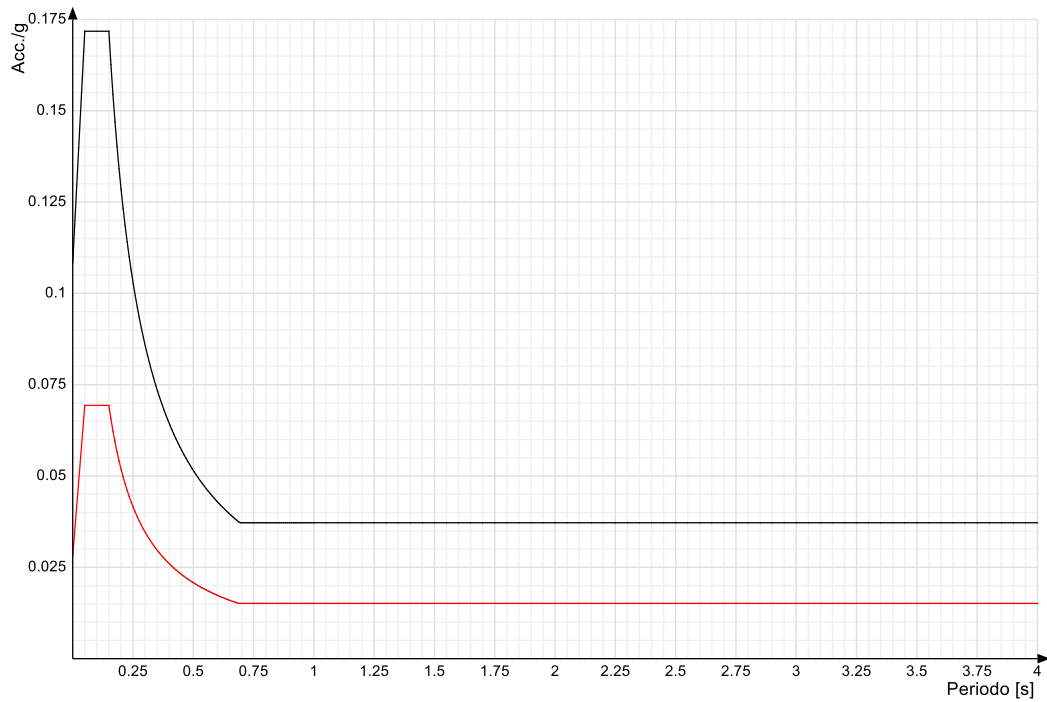
Vengono confrontati lo spettro Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLD § 3.2.3.5 (di colore rosso) e Spettro di risposta di progetto in accelerazione della componente X SLV § 3.2.3.5 (di colore nero).



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



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



## **Punto f)**

### **CRITERI DI PROGETTAZIONE E VERIFICA**

#### **Premessa**

Il comune di Formigine (MO) si colloca in **zona sismica 2** (zona con pericolosità sismica media).

La struttura in oggetto è stata analizzata secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14/01/2008, considerandola come **tipo di costruzione 2**.

In particolare, trattandosi di un edificio pubblico con funzione mista (ambulatori al piano terra, associazioni ai piani superiori, in passato ex scuola), si è prevista, in accordo con la committenza, una **vita nominale  $VN \geq 50$  anni** e **classe d'uso 3** (costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi). Si è trascurata l'azione del vento.

#### **DATI DI DEFINIZIONE E DI IMPOSTAZIONE**

#### **STRUTTURE ESISTENTI IN MURATURA, LIVELLO DI CONOSCENZA, FATTORE DI CONFIDENZA**

Per le valutazioni di natura statica e sismica delle strutture in muratura, sono stati considerati i parametri indicati **tabelle C8 A.5.I e C8 A.5.II della Circolare esplicativa n. 7 del 21/01/2019 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, appena pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale in data 11/02/2019** (valori che sono stati comunque confrontati con quelli delle **tabelle C8 A.2.1 e C8 A.2.2 della Circolare 02/02/2009 n. 617**).

#### **Livello di conoscenza:**

Relativamente alla determinazione del livello di conoscenza si ritiene di avere acquisito una buona conoscenza delle caratteristiche architettoniche, geometriche, materiche e strutturali grazie al rilievo eseguito.

Per quanto riguarda i dettagli costruttivi sono stati verificati in sito e, per quanto riguarda le parti non visibili o non accessibili, ipotizzati in base alla conoscenza delle tecnologie utilizzate all'epoca della costruzione. Pertanto, sulla base delle informazioni desunte dalla ricerca storico-archivistica, dai rilievi geometrici e materici degli elementi costruttivi e della muratura, dalle indagini in situ sui materiali limitate, effettuate attraverso esami visivi e limitate indagini dirette, dalle indagini dirette sul terreno e sulle fondazioni, si assume un livello di conoscenza **LC1** (conoscenza limitata) e quindi si assume un fattore di confidenza **FC=1,35**.



**Punto f)****Dati di impostazione**



<b>Metodo di analisi</b>	D.M. 17-01-18 (N.T.C.)	
<b>Tipo di costruzione</b>	2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	
<b>Vn</b>	50	
<b>Classe d'uso</b>	III	
<b>Vr</b>	75	
<b>Tipo di analisi</b>	Lineare dinamica	
<b>Località</b>	Modena, Formigine, Casinalbo; Latitudine ED50 44,597° (44° 35' 49"); Longitudine ED50 10,857° (10° 51' 25"); Altitudine s.l.m. 66,37 m.	
<b>Categoria del suolo</b>	B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto Addensati o terreni a grana fina molto consistenti	
<b>Categoria topografica</b>	T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
<b>Ss orizzontale SLO</b>	1.2	
<b>Tb orizzontale SLO</b>	0.127	[s]
<b>Tc orizzontale SLO</b>	0.381	[s]
<b>Td orizzontale SLO</b>	1.842	[s]
<b>Ss orizzontale SLD</b>	1.2	
<b>Tb orizzontale SLD</b>	0.129	[s]
<b>Tc orizzontale SLD</b>	0.387	[s]
<b>Td orizzontale SLD</b>	1.903	[s]
<b>Ss orizzontale SLV</b>	1.2	
<b>Tb orizzontale SLV</b>	0.141	[s]
<b>Tc orizzontale SLV</b>	0.424	[s]
<b>Td orizzontale SLV</b>	2.344	[s]
<b>Ss verticale</b>	1	
<b>Tb verticale</b>	0.05	[s]
<b>Tc verticale</b>	0.15	[s]
<b>Td verticale</b>	1	[s]
<b>St</b>	1	
<b>PVr SLO (%)</b>	81	
<b>Tr SLO</b>	45.16	
<b>Ag/g SLO</b>	0.0605	
<b>Fo SLO</b>	2.494	
<b>Tc* SLO</b>	0.266	[s]
<b>PVr SLD (%)</b>	63	
<b>Tr SLD</b>	75.43	
<b>Ag/g SLD</b>	0.0756	
<b>Fo SLD</b>	2.47	
<b>Tc* SLD</b>	0.271	[s]
<b>PVr SLV (%)</b>	10	
<b>Tr SLV</b>	711.84	
<b>Ag/g SLV</b>	0.1861	
<b>Fo SLV</b>	2.378	
<b>Tc* SLV</b>	0.304	[s]
<b>Smorzamento viscoso (%)</b>	5	
<b>Classe di duttilità</b>	CD"B"	
<b>Regolarità in pianta</b>	No	
<b>Regolarità in elevazione</b>	No	
<b>Edificio muratura</b>	Si	
<b>Tipologia muratura</b>	Costruzioni di muratura ordinaria $q_0 = 1.75 \cdot \alpha_u / \alpha_1$	
<b><math>\alpha_u / \alpha_1</math> muratura</b>	$\alpha_u / \alpha_1 = (1.0 + 1.7) / 2$	
<b>Edificio esistente</b>	Si	

**Punto e)****CARATTERISTICHE MECCANICHE DELLE MURATURE ESISTENTI**

Si tratta di strutture portanti esistenti in **muratura**.



Per le valutazioni di natura statica e sismica delle strutture in muratura, sono stati considerati i parametri indicati **tabelle C8 A.5.I e C8 A.5.II della Circolare esplicativa n. 7 del 21/01/2019 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018**, appena pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale in data **11/02/2019** (valori che sono stati comunque confrontati con quelli delle **tabelle C8 A.2.1 e C8 A.2.2 della Circolare 02/02/2009 n. 617**).

tabelle C8 A.5.I e C8 A.5.II Circolare n. 7 NTC 2018

 <b>PROPRIETÀ DEI MATERIALI</b> 						
➤ Tabella C.8.5.I						
Tipologia di muratura	f (N/mm <sup>2</sup> )	τ <sub>0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	f <sub>t0</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	w (kN/m <sup>2</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	-	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	-	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	-	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	-	900-1260	300-420	13 + 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	-	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadriati	5,8-8,2	-	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
<b>Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)</b>	<b>2,6-4,3</b>	<b>0,05-0,13</b>	<b>0,13-0,27</b>	<b>1200-1800</b>	<b>400-600</b>	<b>18</b>
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	-	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

Le Regioni possono fornire indicazioni aggiuntive per le tipologie murarie locali.

**SERGIO LAGOMARSINO – MODELLAZIONE, ANALISI E VERIFICHE DI EDIFICI ESISTENTI IN MURATURA** **60/66**

 <b>PROPRIETÀ DEI MATERIALI</b> 							
<b>Tabella C8.5.II - Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di:</b> 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
<b>Muratura in mattoni pieni e malta di calce</b>	<b>(***)</b>	<b>-</b>	<b>1,3 (****)</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,2</b>	<b>1,8</b>
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

I valori indicati per il consolidamento delle murature devono essere considerati solo un riferimento, in assenza di specifiche valutazioni.

**SERGIO LAGOMARSINO – MODELLAZIONE, ANALISI E VERIFICHE DI EDIFICI ESISTENTI IN MURATURA** **62/66**

Valori confrontati con quelli della tabella C8 A.2.1 della Circolare 02/02/2009 n. 617

Tabella C8A.2.1 - Valori di riferimento dei parametri meccanici (minimi e massimi) e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura, riferiti alle seguenti condizioni: malta di caratteristiche scarse, assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte;  $f_m$  = resistenza media a compressione della muratura,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio della muratura, E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio della muratura

Tipologia di muratura	$f_m$ (N/cm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/cm <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	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	100 180	2,0 3,2	690 1050	230 350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200 300	3,5 5,1	1020 1440	340 480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260 380	5,6 7,4	1500 1980	500 660	21
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	140 240	2,8 4,2	900 1260	300 420	16
Muratura a blocchi lapidei squadriati	600 800	9,0 12,0	2400 3200	780 940	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	240 400	6,0 9,2	1200 1800	400 600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤ 40%)	500 800	24 32	3500 5600	875 1400	15
Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. foratura < 45%)	400 600	30,0 40,0	3600 5400	1080 1620	12
Muratura in blocchi laterizi semipieni, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	300 400	10,0 13,0	2700 3600	810 1080	11
Muratura in blocchi di calcestruzzo o argilla espansa (perc. foratura tra 45% e 65%)	150 200	9,5 12,5	1200 1600	300 400	12
Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni (foratura < 45%)	300 440	18,0 24,0	2400 3520	600 880	14

Tabella C8A.2.1 - Valori di riferimento dei parametri meccanici (minimi e massimi) e peso specifico medio per diverse tipologie di muratura, riferiti alle seguenti condizioni: malta di caratteristiche scarse, assenza di ricorsi (listature), paramenti semplicemente accostati o mal collegati, muratura non consolidata, tessitura (nel caso di elementi regolari) a regola d'arte;  $f_m$  = resistenza media a compressione della muratura,  $\tau_0$  = resistenza media a taglio della muratura, E = valore medio del modulo di elasticità normale, G = valore medio del modulo di elasticità tangenziale, w = peso specifico medio della muratura

Tipologia di muratura	$f_m$ (N/cm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/cm <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	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	100 180	2,0 3,2	690 1050	230 350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	200 300	3,5 5,1	1020 1440	340 480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	260 380	5,6 7,4	1500 1980	500 660	21

Caratteristiche meccaniche delle murature considerate:

**Livello di conoscenza:** Sulla base delle informazioni desunte dalla ricerca storico-archivistica, dai rilievi geometrici e materici degli elementi costruttivi e della muratura, dalle indagini in situ sui materiali limitate, effettuate attraverso esami visivi, si è assunto un livello di conoscenza **LC1** (conoscenza limitata) e quindi si è assunto un fattore di confidenza **FC=1,35**.

Murature esistentiMuratura in mattoni pieni e malta di calce

**Muratura in mattoni pieni e malta di calce** con i valori di seguito riportati (in condizioni non fessurate); adottando un livello di conoscenza **LC1** (conoscenza limitata), dal punto di vista delle proprietà dei materiali si assumono i **valori minimi per le resistenze e i valori medi per i moduli elastici** (come indicato in tab. C8A.1.1 della Circolare):

- **Resistenza minima a compressione della muratura  $f_m=260 \text{ N/cm}^2$  ;**
- **Resistenza minima a taglio della muratura  $\tau_0= 5,0 \text{ N/cm}^2$  ;**
- **Valore medio del modulo di elasticità normale  $E= 1500 \text{ N/mm}^2$  ;**
- **Valore medio del modulo di elasticità tangenziale  $G=500 \text{ N/mm}^2$  ;**
- **Peso specifico medio della muratura  $w=18 \text{ kN/m}^3$**

In condizioni fessurate, si possono considerare valori di G e di E ridotti del 50%; quindi:

- **Resistenza minima a compressione della muratura  $f_m=260 \text{ N/cm}^2$  ;**
- **Resistenza minima a taglio della muratura  $\tau_0= 5,0 \text{ N/cm}^2$  ;**
- **Valore medio del modulo di elasticità normale  $E= 750 \text{ N/mm}^2$  ;**
- **Valore medio del modulo di elasticità tangenziale  $G=250 \text{ N/mm}^2$  ;**
- **Peso specifico medio della muratura  $w=18 \text{ kN/m}^3$**



**Punto f) e seguenti**  
**Criteri di progettazione**

**AZIONE DELLA NEVE E DEL VENTO**

**localizzazione dell'intervento**

Località: FORMIGINE, Provincia: MODENA, Regione: EMILIA-ROMAGNA

Altitudine s.l.m.: 66,37 m

**Azione del vento**

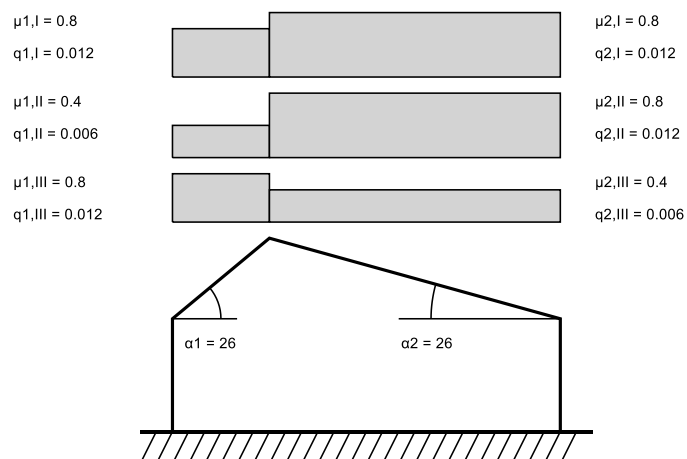
Zona	Zona 2	
Rugosità	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m	
Categoria esposizione	V	
Vb	2500	[cm/s]
Tr	50	[cm/s]
Ct	1	[cm/s]
qr	0.00391	[daN/cm <sup>2</sup> ]

**Azione della neve**

Zona	Zona I mediterranea	
Classe topografica	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi	
Ce	1	
Ct	1	
Tr	50	
qsk	0.015	[daN/cm <sup>2</sup> ]

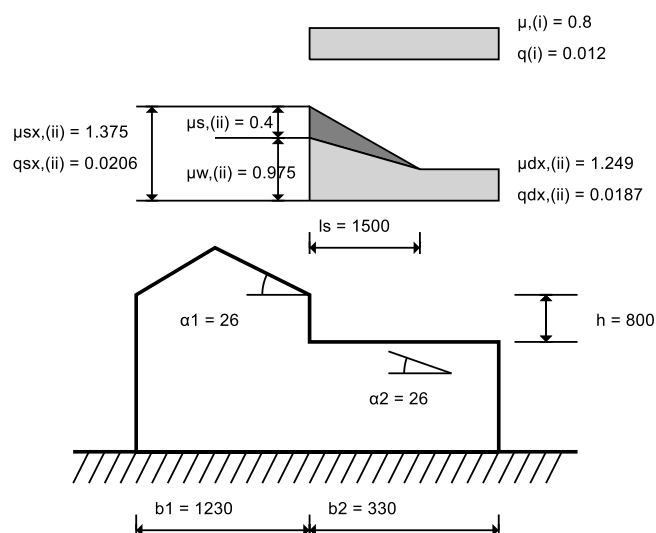
**Copertura a due falde D.M. 17-01-18 §3.4.3.3**

$\alpha_1$	26	[deg]
$\alpha_2$	26	[deg]
$\mu_{1,I}$	0.8	
$\mu_{2,I}$	0.8	
$\mu_{1,II}$	0.4	
$\mu_{2,II}$	0.8	
$\mu_{1,III}$	0.8	
$\mu_{2,III}$	0.4	
$q_{1,I}$	0.012	[daN/cm <sup>2</sup> ]
$q_{2,I}$	0.012	[daN/cm <sup>2</sup> ]
$q_{1,II}$	0.006	[daN/cm <sup>2</sup> ]
$q_{2,II}$	0.012	[daN/cm <sup>2</sup> ]
$q_{1,III}$	0.012	[daN/cm <sup>2</sup> ]
$q_{2,III}$	0.006	[daN/cm <sup>2</sup> ]



### Copertura adiacente a costruzioni più alte § C3.4.5.6 Circ. 02-02-2009 n°617 C.S.LL.PP.

$\alpha_1$	26	[deg]
$\alpha_2$	26	[deg]
$h$	800	[cm]
$b_1$	1230	[cm]
$b_2$	330	[cm]
$\mu_{s,(i)}$	0.8	
$\mu_{s,(ii)}$	0.4	
$\mu_{w,(ii)}$	0.975	
$\mu_{sx,(ii)}$	1.375	
$\mu_{dx,(ii)}$	1.249	
$q(i)$	0.012	[daN/cm <sup>2</sup> ]
$q_{sx,(ii)}$	0.0206	[daN/cm <sup>2</sup> ]
$q_{dx,(ii)}$	0.0187	[daN/cm <sup>2</sup> ]
$l_s$	1500	[cm]



## RELAZIONE SUI MATERIALI

### CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### MURATURA: Muratura in mattoni pieni e malta di calce

##### STRUTTURE ESISTENTI IN MURATURA, LIVELLO DI CONOSCENZA

Per le valutazioni di natura statica e sismica delle strutture in muratura, sono stati considerati i parametri indicati **tabelle C8 A.5.I e C8 A.5.II della Circolare esplicativa n. 7 del 21/01/2019 delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018**, appena pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale in data **11/02/2019** (valori che sono stati comunque confrontati con quelli delle **tabelle C8 A.2.1 e C8 A.2.2 della Circolare 02/02/2009 n. 617**).

**Livello di conoscenza:** Sulla base delle informazioni desunte dalla ricerca storico-archivistica, dai rilievi geometrici e materici degli elementi costruttivi e della muratura, dalle indagini in situ sui materiali limitate, effettuate attraverso esami visivi, si assume un livello di conoscenza **LC1** (conoscenza limitata) e quindi si assume un fattore di confidenza **FC=1,35**.

Valori di riferimento dei parametri meccanici (C8 A.5.I e C8 A.5.II della Circolare esplicativa n. 7 del 21/01/2019):

##### Murature esistenti

##### Muratura in mattoni pieni e malta di calce

**Muratura in mattoni pieni e malta di calce** con i valori di seguito riportati (in condizioni non fessurate); adottando un livello di conoscenza **LC1** (conoscenza limitata), dal punto di vista delle proprietà dei materiali si assumono i **valori minimi per le resistenze e i valori medi per i moduli elastici** (come indicato in tab. C8A.1.1 della Circolare):

- **Resistenza minima a compressione della muratura  $f_m=260 \text{ N/cm}^2$  ;**
- **Resistenza minima a taglio della muratura  $\tau_0= 5,0 \text{ N/cm}^2$  ;**
- **Valore medio del modulo di elasticità normale  $E= 1500 \text{ N/mm}^2$  ;**
- **Valore medio del modulo di elasticità tangenziale  $G=500 \text{ N/mm}^2$  ;**
- **Peso specifico medio della muratura  $w=18 \text{ kN/m}^3$**

In condizioni fessurate, si possono considerare valori di G e di E ridotti del 50%; quindi:

- **Resistenza minima a compressione della muratura  $f_m=260 \text{ N/cm}^2$  ;**
- **Resistenza minima a taglio della muratura  $\tau_0= 5,0 \text{ N/cm}^2$  ;**
- **Valore medio del modulo di elasticità normale  $E= 750 \text{ N/mm}^2$  ;**
- **Valore medio del modulo di elasticità tangenziale  $G=250 \text{ N/mm}^2$  ;**
- **Peso specifico medio della muratura  $w=18 \text{ kN/m}^3$**

**Murature consolidate di progetto (solo in alcune pareti, laddove necessario, consolidamenti localizzati)**

Sui valori delle caratteristiche meccaniche è possibile applicare dei coefficienti correttivi migliorativi in base alla **tabella C8 A.5.II della Circolare**; in particolare:

- Coefficiente per malta con buone caratteristiche: 1,5
- Coefficiente per intonaco armato: 1,5

Pertanto si ottengono i seguenti valori considerati nel calcolo:

**Muratura in mattoni pieni e malta di calce, con malta di buone caratteristiche**

Resistenza media a compressione della muratura  $f_m = 1,5 \cdot 260 \text{ N/cm}^2 = 390 \text{ N/cm}^2$

Resistenza media a taglio della muratura  $\tau_0 = 1,5 \cdot 5,0 \text{ N/cm}^2 = 7,5 \text{ N/cm}^2$

Valore medio del modulo di elasticità normale  $E = 1,5 \cdot 750 \text{ N/mm}^2 = 1125 \text{ N/mm}^2$  ;

Valore medio del modulo di elasticità tangenziale  $G = 1,5 \cdot 250 \text{ N/mm}^2 = 375 \text{ N/mm}^2$  ;

Peso specifico medio della muratura  $w = 18 \text{ kN/m}^3$

**Muratura in mattoni pieni e malta di calce, consolidata con intonaco armato**

Resistenza media a compressione della muratura  $f_m = 1,5 \cdot 260 \text{ N/cm}^2 = 390 \text{ N/cm}^2$

Resistenza media a taglio della muratura  $\tau_0 = 1,5 \cdot 5,0 \text{ N/cm}^2 = 7,5 \text{ N/cm}^2$

Valore medio del modulo di elasticità normale  $E = 1,5 \cdot 750 \text{ N/mm}^2 = 1125 \text{ N/mm}^2$  ;

Valore medio del modulo di elasticità tangenziale  $G = 1,5 \cdot 250 \text{ N/mm}^2 = 375 \text{ N/mm}^2$  ;

Peso specifico medio della muratura  $w = 18 \text{ kN/m}^3$



**ACCIAIO PER CARPENTERIA per TELAI, ARCHITRAVI**

Per gli interventi strutturali relativi agli elementi strutturali metallici (cerchiature, angolari, profilati, piastre metalliche, ecc) si utilizzerà il seguente materiale:

**Acciaio per carpenteria strutturale: acciaio tipo S 275 JR** ai sensi del DM 14.01.08 corrispondente al tipo **Fe 430** del D.M. LL.PP. del 9 gennaio 1996 caratterizzato da:

Tensione caratteristica di rottura:  $f_{tk} = 430 \text{ N/mm}^2$

Tensione caratteristica di snervamento:  $f_{yk} = 275 \text{ N/mm}^2$

PROPRIETA'		S275 (N/mm <sup>2</sup> )
Tensione di snervamento	$f_{y,k}$	275
Tensione di rottura	$f_{t,k}$	430
Modulo di elasticità	E	210000
Modulo di elasticità trasversale	G	80769
		(Kg/m <sup>3</sup> )
Massa volumica	$\rho_k$	7850

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti, lamiere, ecc., utilizzati nelle costruzioni metalliche (acciai da carpenteria) fino al D.M. LL.PP. del 9 gennaio 1996 potevano solo essere di tre tipi:

- Fe 360;
- Fe 430;
- Fe 510.

Il numero a destra della sigla Fe indica il valore della resistenza unitaria di rottura a trazione espressa in MPa. Con l'entrata in vigore del D.M. del 14 gennaio 2008 gli acciai da carpenteria (laminati a caldo con profili a sezione aperta) devono appartenere al grado da S 235 a S 460 secondo le UNI EN 10025 - 95 (il numero alla destra della S indica la tensione caratteristica di snervamento espressa in MPa). Nel caso di laminati a caldo con profili a sezione cava l'acciaio viene indicato come nel caso precedente con l'aggiunta finale di H: es. S235H. Di seguito è riportata una tabella comparativa degli acciai:

Classe	Tensione di snervamento caratteristica	Tensione a rottura caratteristica
Fe 360/S235	235 MPa	360 MPa
Fe 430/S275 JR	275 MPa	430 MPa
Fe 510/S355	355 MPa	510 MPa

La resistenza di calcolo da utilizzare nei dimensionamenti delle strutture metalliche è ottenuta dividendo la resistenza caratteristica per opportuni coefficienti di sicurezza del materiale e di modello.

Le strutture metalliche in acciaio tipo S275JR rispetteranno le norme tecniche di cui al DM 17/01/2018.

## DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI

La presente relazione riguarda gli **interventi locali** resisi necessari per adeguare alcuni locali al **piano terra** da destinare a struttura sanitaria (ambulatori pediatrici); si evidenzia che i piani primo e secondo sono esclusi dal presente intervento.

Dal punto di vista strutturale, si tratta dell'apertura di alcuni vani (porte e finestre) da realizzare in pareti portanti in muratura al piano terra e altri interventi analoghi di seguito sintetizzati:

### Interventi strutturali locali

- **intervento A1- locale 13:** apertura di un vano – portale - di dimensioni nette (2,50x2,10) m da realizzare in parete portante in muratura a una testa su cui scarica una volta a vela ribassata in mattoni disposti in foglio con realizzazione di cerchiatura metallica e rinforzo delle spallette murarie con betoncino armato;

- **intervento A2 – locali 22-23:** apertura di un vano – finestra – di dimensioni nette (1,00x1,10) m con realizzazione di cerchiatura metallica e di un piccolo vano per passaggi impiantistici di dimensioni nette (1,00x0,50) m da realizzare entrambi in parete portante in muratura di spessore pari a tre teste;

- **intervento A3 – locale 21:** apertura di un vano – porta – di dimensioni nette (0,96x2,10) m da realizzare in parete portante in muratura di spessore pari a due teste con realizzazione di cerchiatura metallica;

- **intervento A4 – locale 05:** apertura di un piccolo vano per passaggi impiantistici di dimensioni nette (1,00x0,50) m da realizzare in parete portante in muratura di spessore pari a tre teste con contestuale miglioramento delle caratteristiche della muratura (scarnitura e stuccatura dei giunti con malta a base di calce naturale idraulica) e chiusura di nicchia (camino) con ripresa della muratura con ammorsature laterali

### Altri interventi "privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici"

Sono previsti inoltre altri interventi classificabili come **"Interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici"** ai sensi della **DGR 121/2010**:

- **intervento B- locale 02:** riapertura di vano preesistente (porta tamponata)

- **intervento C- locali 08 e 23- prospetto principale:** trasformazione di finestra in porta-finestra (si evidenzia che si tratta della riapertura di porte-finestre preesistenti, come dimostrato nella documentazione storico-archivistica)

- **intervento D – locali 08 e 24-** riparazioni locali, risarcitura di lesioni con scuci-cuci (punto 4.6 DGR 121/2010: Riparazioni localizzate e chiusure di nicchie nelle murature, aventi lo scopo di ripristinare l'originaria rigidezza e resistenza, con interventi quali risarciture con cucì-scuci)

- **intervento E:** realizzazione di supporti metallici (putrelle a mensola) per l'installazione di due macchine impiantistiche UR (punto 6.1 DGR 121/2010 Impianti gravanti sulla costruzione il cui peso non ecceda il 10% dei pesi propri e permanenti delle strutture direttamente interessate dall'intervento (campo di solaio o copertura, delimitato dalle strutture principali, direttamente caricato) e purchè ciò non renda necessaria la realizzazione di opere di rinforzo strutturale.)

### Altri interventi

- **intervento F:** realizzazione di nuove tramezze in cartongesso (punto 4.4 DGR 121/2010: Realizzazione di elementi divisorii di altezza inferiore o uguale a 3,50 m)

- **intervento G:** realizzazione di controsoffitti, previa eliminazione di quelli esistenti (punto 3.2- Realizzazione di controsoffitti aventi peso proprio G1 inferiore o uguale a 0,25 kN/mq appesi e ancorati alle strutture)

- **intervento H:** realizzazione di piccoli fori per passaggi impiantistici elettrici e meccanici (4.5 DGR121/2010 Creazione di singola apertura o di nicchia su parete muraria portante, di superficie netta del foro inferiore o uguale a 0,50 mq ...)

In generale si evidenzia che, al fine di non caricare i solai esistenti di varie tipologie, tutti i canali d'aria le tubazioni impiantistiche (canali dell'aria per la ventilazione, tubazioni elettriche, ecc..) verranno ancorati alle murature portanti di spessore superiore a due teste; il controsoffitto previsto nel locale 13 con volta in foglio e la piccola porzione di controsoffitto del deposito 16 saranno di tipo autoportante e verranno quindi ancorati alle pareti perimetrali senza gravare sui solai.

In sintesi verranno realizzate le seguenti finiture antincendio all'intradosso dei solai del piano primo suddivisi nei diversi locali:

- ambulatorio 8 (volta): pittura intumescente
- locale 7: controsoffitto REI (in sostituzione del controsoffitto esistente in incannucciato e gesso)
- ambulatorio e attesa locali 5, 6, 25: placcaggio pilastro e trave in acciaio + placcaggio con lastre antincendio nel solaio
- volte corridoio 3: pittura intumescente
- volte locali 1,2,10,11,12: pittura intumescente
- volta locale 13: pittura intumescente + controsoffitto autoportante ancorato alle pareti
- locale 24: placcaggio con lastre antincendio
- locali 21,22,23: controsoffitto REI (in sostituzione del controsoffitto in cartongesso esistente)
- locali 18,19,20: controsoffitto REI (in sostituzione del controsoffitto in cartongesso esistente)
- locale deposito 16: controsoffitto REI autoportante
- locali 14, 15, 17: pittura intumescente

Tutti i controsoffitti e le pareti in cartongesso avranno caratteristiche antisismiche e saranno dotati di appositi agganci antisismici.

## **RELAZIONE SU ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI**

### **INDICE**

<b>Elementi costruttivi non strutturali. Domanda sismica</b>	<b>51</b>
<b>Controsoffitti in cartongesso REI60</b>	<b>53</b>
<b>Pareti in cartongesso REI60</b>	<b>57</b>
<b>Elementi non portanti: staffaggi impianti meccanici ed elettrici</b>	<b>59</b>
<b>Relazione tecnica "Proposta di calcolo del sistema soffitto continuo nei confronti dell'azione sismica"</b>	<b>61</b>



## ELEMENTI COSTRUTTIVI NON STRUTTURALI

Ai sensi delle NTC2018, paragrafo 7.2.3, la capacità degli elementi non strutturali, compresi gli eventuali elementi strutturali che li sostengono e collegano, tra loro e alla struttura principale, deve essere maggiore della domanda sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite da considerare (v. § 7.3.6 NTC).

La **domanda sismica sugli elementi non strutturali** può essere determinata applicando loro una forza orizzontale  $F_a$  definita come:

$$F_a = (S_a \times W_a) / q_a$$

dove

$F_a$  è la forza sismica orizzontale distribuita o agente nel centro di massa dell'elemento non strutturale, nella direzione più favorevole, risultante delle forze distribuite proporzionali alla massa;

$S_a$  è l'accelerazione massima, adimensionalizzata rispetto a quella di gravità, che l'elemento non strutturale subisce durante il sisma e corrisponde allo stato limite in esame (v. § 3.2.1);

$W_a$  è il peso dell'elemento;

$q_a$  è il fattore di comportamento dell'elemento.

In assenza di specifiche determinazioni, per  $S_a$  e  $q_a$  può farsi utile riferimento a documenti di comprovata validità.

Ai sensi della Circolare 7/2019 delle NTC2018, il fattore di comportamento  $q_a$  si può assumere paria a:

Tabella C7.2.I - Valori di  $q_a$  per elementi non strutturali

Elemento non strutturale	$q_a$
Parapetti o decorazioni aggettanti	1,0
Insegne e pannelli pubblicitari	
Comignoli antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole senza controventi per più di metà della loro altezza	
Pareti interne ed esterne	2,0
Tramezzatura e facciate	
Comignoli, antenne e serbatoi su supporti funzionanti come mensole non controventate per meno di metà della loro altezza o connesse alla struttura in corrispondenza o al di sopra del loro centro di massa	
Elementi di ancoraggio per armadi e librerie permanenti direttamente poggiati sul pavimento	
Elementi di ancoraggio per controsoffitti e corpi illuminanti	

Ai sensi delle NTC2018, paragrafo 7.3.6, le verifiche degli elementi non strutturali (NS) si effettuano in termini di stabilità (STA), come sintetizzato nella tabella 7.3.III, in dipendenza della Classe d'Uso (CU), nel caso in esame classe d'uso III.

### 7.3.6.2 Elementi non strutturali. VERIFICHE DI STABILITÀ (STA)

Per gli elementi non strutturali devono essere adottati magisteri atti ad evitare la possibile espulsione sotto l'azione della  $F_a$  (v. § 7.2.3) corrispondente allo SL e alla CU considerati.

Nel caso in esame, sia per i controsoffitti che per le pareti in cartongesso, si calcola

$$F_a = (S_a \times W_a) / q_a$$

con i seguenti parametri:

Parametri di definizione

Metodo di analisi

Tipo di costruzione

V<sub>n</sub>

Classe d'uso

V<sub>r</sub>

Categoria del suolo

Categoria topografica

S<sub>s</sub> orizzontale SLV

PV<sub>r</sub> SLV (%)

Tr SLV

Ag/g SLV

Fo SLV

Tc\* SLV

Tipologia muratura

α<sub>u</sub>/α<sub>1</sub> muratura

Fattore di comportamento per sisma SLV X

Fattore di comportamento per sisma SLV Y

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

2 - Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari

50

III

75

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti

T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con

1.2

10

711.84

0.1861

2.378

0.304

[s]

Costruzioni di muratura ordinaria  $q_0 = 1.75 \cdot \alpha_u / \alpha_1$

$\alpha_u / \alpha_1 = (1.0 + 1.7) / 2$

2 (per controsoffitti e tramezzature)

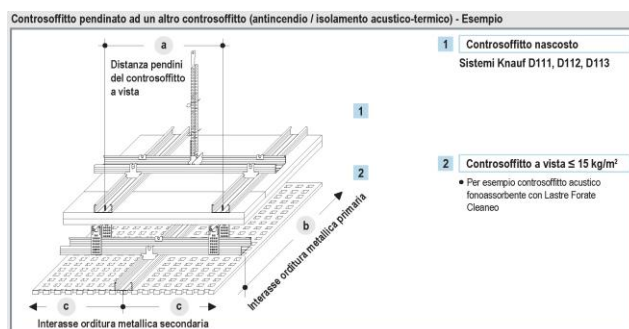
2 (per controsoffitti e tramezzature)

Per **controsoffitti**, considerando il caso più sfavorevole del controsoffitto antisismico a membrana tipo Knauf D112 (o equivalente) del locale 18-20 caratterizzato da doppia lastra ignifuga EI60 di peso pari a 35 kg/mq, dimensioni: luce: 3,92 m, lunghezza: 9,35 m; si ha pertanto:

$$F_a = (S_a \times W_a) / q_a =$$

$$= ((0,1861 \times 35 \text{ Kg/mq} \times (3,92 \text{ m} \times 9,35 \text{ m})) / 2 = 119 \text{ kg} = 119 \text{ daN}$$

**F<sub>a</sub> (controsoffitti) = 119 daN**



Per **pareti/tramezzature in cartongesso**, considerando il caso più sfavorevole delle pareti in cartongesso tipo Knauf W112 (o equivalente) dei locali 05-06-25 di altezza 3,09 m caratterizzato orditura metallica e da doppia lastra ignifuga di peso pari a 43 kg/mq; si ha pertanto:

<div>W 112 Parete Knauf a singola orditura metallica con doppio rivestimento</div> <div><p>Interasse profili a "C" 60 cm</p></div>	100	50	<div>GKB (A) 2x12,5 GKF (F) GKD (H)</div>	43	54	4070 <sup>19</sup>	186654
	125	75			54	6040 <sup>19</sup>	186656
	150	100			55	6070 <sup>19</sup>	186653
					52	43 <sup>13</sup>	8114 17
				56	2x1040 <sup>19</sup>	186655	

$$F_a = (S_a \times W_a) / q_a = ((0,1861 \times 43 \text{ Kg/mq} \times (4,89 \text{ m} \times 3,09 \text{ m})) / 2 = 60 \text{ kg} = 60 \text{ daN}$$

**F<sub>a</sub> (tramezzature in cartongesso) = 60 daN**

## CONTROSOFFITTI IN CARTONGESSO REI60

E' prevista l'installazione di controsoffitti antisismici e antincendio REI60 in sostituzione di quelli esistenti e l'aggiunta di un controsoffitto autoportante nei locali di seguito indicati:

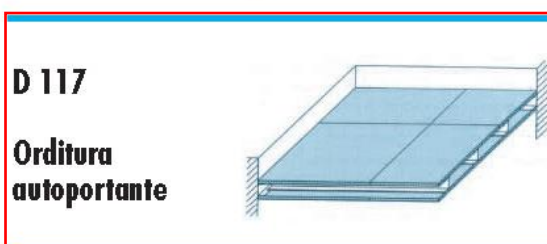
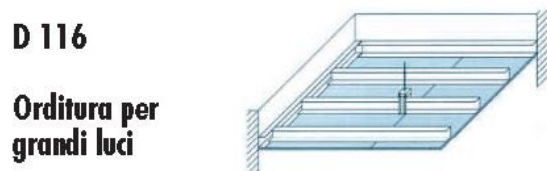
- locale 7: controsoffitto REI (in sostituzione del controsoffitto esistente in incannucciato e gesso)
- volta locale 13: pittura intumescente + controsoffitto autoportante ancorato alle pareti
- locali 21,22,23: controsoffitto REI (in sostituzione del controsoffitto in cartongesso esistente)
- locali 18,19,20: controsoffitto REI (in sostituzione del controsoffitto in cartongesso esistente)
- locale deposito 16: controsoffitto REI autoportante

Per le considerazioni sugli elementi non strutturali, si adottano i controsoffitti autoportanti modello tipo Knauf D117 o equivalente e per quelli in sostituzione di quelli normali il modello tipo Knauf D112 a doppia orditura metallica o equivalente, entrambi antisismici e antincendio EI60 (doppia lastra ignifuga).

Si assume il seguente carico:

peso controsoffitto (con doppia lastra ignifuga) =  $(14,5 \text{ kg/mq}) \times 2 + 3 \text{ kg/mq} = 32 \text{ kg/mq}$

Si considerano 35 kg/mq.



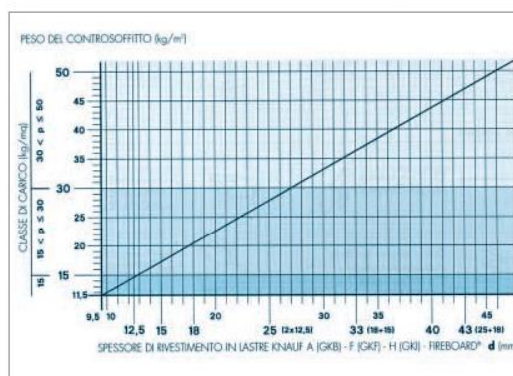
Il rivestimento dell'orditura metallica può essere formato da uno, due o tre strati di lastre.

Il tipo ed il numero delle lastre di rivestimento sono scelti in funzione delle prestazioni che si vogliono ottenere in relazione alla **protezione al fuoco**, l'**acustica** e l'**isolamento termico**.

## 2.1 DIMENSIONAMENTO DEL CONTROSOFFITTO

Per il dimensionamento di un controsoffitto Knauf in lastre avvitate su orditura metallica, si deve determinare il peso proprio del controsoffitto costituito dalla struttura, dal rivestimento, dall'eventuale isolamento termo/acustico inserito nell'intercapedine e dagli eventuali elementi appesi (per es. plafoniere, faretti).

Definito a livello progettuale il tipo di rivestimento da realizzare, il peso proprio del controsoffitto si determina dalla seguente tabella.



Partendo dallo spessore totale del rivestimento leggo sulla retta la classe di carico alla quale appartiene. Sarà necessario aggiungere al peso proprio ricavato da grafico (comprendente l'orditura metallica e le lastre di rivestimento) i sovraccarichi distribuiti (materiali isolanti) e concentrati (plafoniere e tubazioni appese al soffitto).

**Esempio:** un controsoffitto con un rivestimento di una lastra di 12,5 mm pesa circa  $14,5 \text{ kg/m}^2$  e appartiene alla classe di carico  $p < 15 \text{ kg/m}^2$ ; se inseriamo nell'intercapedine uno strato di lana minerale di spessore 100 mm e densità  $30 \text{ kg/m}^3$ , applichiamo un sovraccarico distribuito di  $3 \text{ kg/m}^2$ : il peso totale diventa  $17,5 \text{ kg/m}^2$  e la classe di carico è  $15 < p \leq 30 \text{ kg/m}^2$ : per ogni classe di carico sono diverse le distanze tra i punti di sostegno e di interasse tra i profili dell'orditura.



## GENERALITA'

Il Sistema Costruttivo a Secco fa riferimento a materiali ad elevata standardizzazione che consentono una grande variabilità in fase di progettazione e montaggio, così da poter modulare le prestazioni dei controsoffitti in funzione dei materiali scelti.

E' possibile realizzare un controsoffitto su qualsiasi tipo di supporto purchè si sia individuata la corretta tecnica di posa e la lastra idonea. I controsoffitti possono essere eseguiti semplicemente realizzando prima un'adeguata struttura metallica (pendinata alla soletta esistente o autoportante) e poi fissando le lastre all'orditura, magari inserendo prima nell'intercapedine del materiale isolante.

Possono dunque essere progettati e realizzati interventi specifici anche ad elevato contenuto tecnologico e sempre di semplice realizzazione, purchè se ne curi il dettaglio sia in sede progettuale che costruttiva. Uno dei maggiori vantaggi del Sistema a Secco consiste infatti nel poter variare le stratigrafie di pareti, contropareti e controsoffitti fino a soddisfare, ogni volta, i requisiti di Progetto.

I controsoffitti Knauf si suddividono in:

1. Controsoffitti pendinati alla soletta sovrastante, che a loro volta si suddividono in:
  - Controsoffitto ad orditura metallica singola (D111)
  - Controsoffitto ad orditura metallica doppia (D112)
  - Controsoffitto ad orditura metallica doppia con profilo a scatto (D114)
  - Controsoffitto ad orditura per grandi luci (D116)

2. Controsoffitto con orditura metallica autoportante (D117)

I controsoffitti Knauf sono pertanto composti essenzialmente dai componenti principali:

- **orditura metallica** (a norma UNI-EN 10142 e DIN 18182)
- **rivestimento in lastre di gesso rivestito** (a norma UNI 10718 e DIN 18180).

In alternativa alle lastre di gesso rivestito, possono essere utilizzate anche:

- lastre di gesso-fibra (**Vidiwall®**) per una particolare resistenza meccanica e agli urti;
- lastre in gesso arricchito con perlite e rivestito con tessuto in fibra di vetro (**Fireboard®**) per una elevata protezione al fuoco;

### Controsoffitto pendinato ad orditura metallica

Questo sistema prevede innanzitutto la determinazione del peso del soffitto (struttura, rivestimento, materiali isolanti ed eventuali elementi appesi), la scelta del sistema di sospensione, la definizione delle distanze di sospensione e degli interassi dell'orditura di supporto, entrambi in funzione del peso.

Si utilizzano di norma lastre in gesso rivestito di spessore 12,5 mm e 15 mm fissate con viti sull'orditura metallica pendinata. Il controsoffitto permette di adeguare la resistenza al fuoco di una soletta. In questo caso specifico le lastre in gesso rivestito saranno del tipo F (GKF) o FIREBOARD®. Nel caso di applicazioni in locali soggetti ad elevati tassi di umidità quali bagni e cucine, è necessario utilizzare l'apposita lastra "verde" H (GKI). Quando è prevista la posa in opera di un isolante è indispensabile per evitare fenomeni di condensa disporre una barriera al vapore tra le lastre e l'isolante. E' possibile impiegare in questo caso le lastre speciali accoppiate sul retro con una barriera al vapore in foglio in alluminio 15µ.



**Controsoffitto autoportante**

In funzione delle specifiche esigenze si possono realizzare:

- compartimentazioni orizzontali, senza la necessità di realizzare una soletta: il caso tipico si verifica nei locali da chiudere o compartimentare, per esempio degli uffici in un capannone industriale, dove non è possibile arrivare con le pareti fino alla copertura (room in room).



- compartimenti a soffitto, cioè nella zona compresa tra l'estradosso del controsoffitto e l'intradosso del solaio: la necessità si manifesta soprattutto quando tale spazio è occupato da attraversamenti impiantistici con possibili fonti di innesco, o quando il controsoffitto è passante sopra una parete di compartimentazione.

Questo sistema realizza una struttura autoportante e non portante.

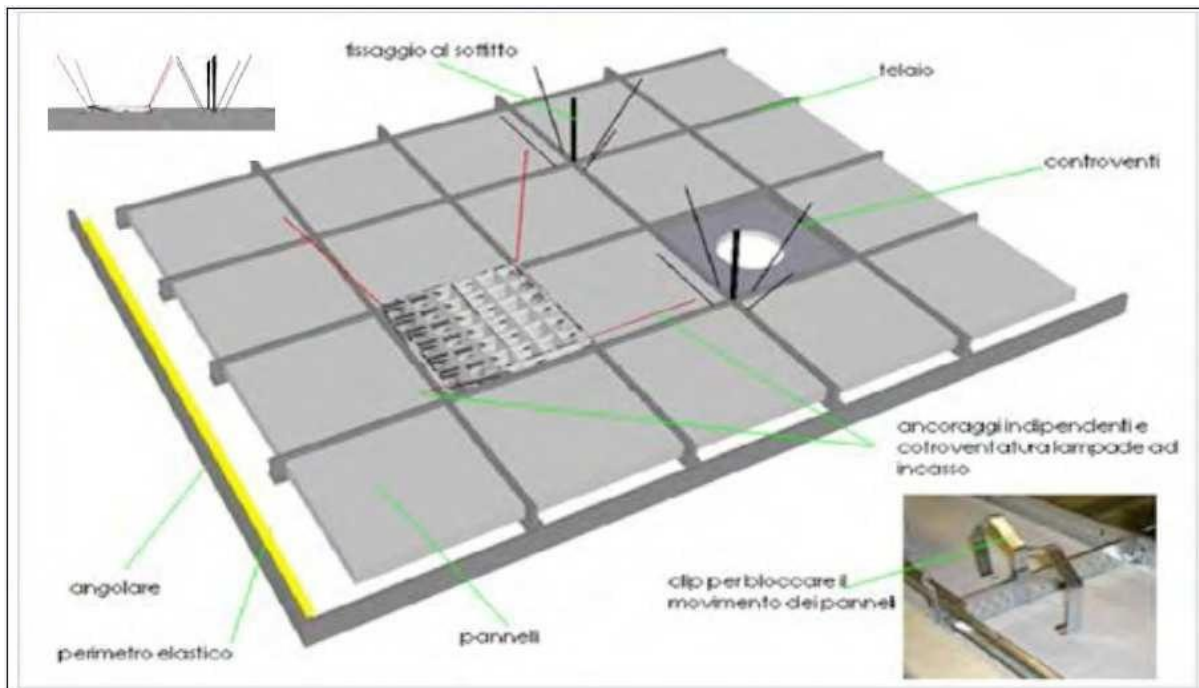




La struttura del controsoffitto, costituita da profili a "C", traversini e struttura perimetrale a "L", sarà opportunamente dimensionata ed ancorata alle murature perimetrali nel caso di controsoffitto autoportante, oppure ancorata alle pareti perimetrali e al solaio nel caso di sostituzione del controsoffitto esistente, e opportunamente controventata.

Tutte le apparecchiature elettriche e meccaniche, poste a controsoffitto, dovranno essere fissate con appositi tiranti indipendenti in modo tale da non gravare sul controsoffitto e provocarne la caduta in caso di sisma.

La struttura portante sarà dotata di clip sui quattro lati in modo tale da impedire la separazione dei traversini dai profili portanti, su due lati contigui verrà lasciato un giunto di 20mm per permetterne un movimento di assestamento durante il sisma.



clip perimetrali su struttura perimetrale con gioco di 20 mm dalle pareti perimetrali, su due pareti adiacenti

clip perimetrali fissate con viti alla struttura su due pareti perimetrali adiacenti



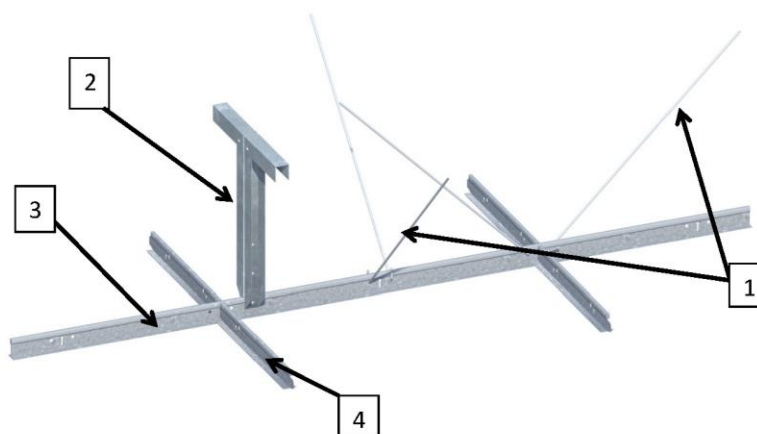
Il controsoffitto, oltre all'ancoraggio con tasselli, verrà controventato per permettere l'assorbimento delle oscillazioni orizzontali ed evitarne la caduta dei pannelli stessi.

Di seguito si riporta il sistema di ancoraggio antisismico per i controsoffitti Knauf considerati (o equivalente).

## SOFFITTI MODULARI ANTISIMICI

# KNAUF

### Descrizione Componenti Sistema



RIF.	Elemento	Q.tà
1	Sistema di controventatura "tirante-molla" $\Phi 4$ mm a uncino aperto disposto nelle quattro direzioni ortogonali.	Da calcolo
2	Puntone realizzato con profili a C30x27x30 sp. 0,6 mm – "schiena/schiena" collegati sull'anima con "vite finta rondella".	MAX[3;1 ogni 10 m <sup>2</sup> ]*
3	Profilo Portante da 24 mm Serie KS38 - Knauf.	-
4	Traverso Serie KS38 - Knauf.	-

\*OVVERO: 1 ogni 10 m<sup>2</sup> di soffitto, con un minimo di 3 per stanza.

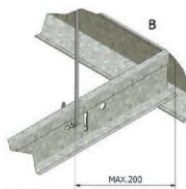
### Prescrizioni per la posa



Gioco di 8÷10 mm tra parete e profilo portante/traverso.



Dimensioni minime ai profili perimetrali  $\geq 30$  mm



Primo pendino di sospensione del profilo portante a max 200 mm dalla parete.



Profilo portante dimensione minima ala inferiore 24 mm. Pannelli fermati alla struttura metallica con clips

Il sistema d'installazione adottato verrà stabilito con la ditta aggiudicatrice, la quale dovrà fornire, oltre al progetto puntuale del controsoffitto, un'adeguata relazione antisismica, a firma di un Tecnico Abilitato, in base anche alle vigenti normative NTC2018; il tutto dovrà essere consegnato e debitamente approvato prima della sua messa in opera dalla D.L..

Alla presente si allega **Relazione tecnica "Calcolo del sistema soffitto continuo nei confronti dell'azione sismica"** elaborata dalla ditta Knauf per Villa Bianchi- piano terra.

## PARETI IN CARTONGESSO EI60

Tutte le nuove pareti divisorie interne verranno realizzate in cartongesso in modo tale da limitarne lo spessore e garantire la massima flessibilità degli spazi interni anche in futuro.

Il telaio portante delle pareti dovrà essere saldamente fissato alla struttura portante (pareti perimetrali in muratura di mattoni pieni di elevato spessore e strutture orizzontali) e occorrerà attuare tutti gli accorgimenti indispensabili per evitare il distacco di pannelli e/o frammenti degli stessi dalla struttura.

Nel caso in esame si propone l'utilizzo di pareti in cartongesso tipo Knauf W112 caratterizzate da singola orditura metallica e doppio rivestimento con lastre ignifughe EI60.



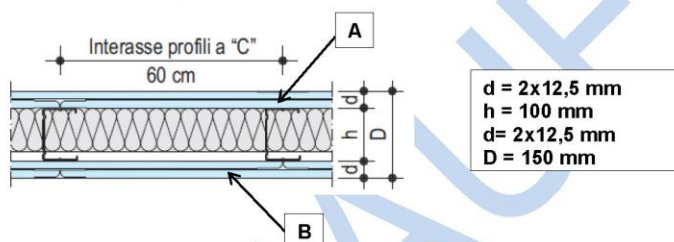
Parete Knauf W112 altezza massima 400 cm; spessore 150 mm; rivestimento: due lastre GKB da 12,5mm per lato. Potere fonoisolante  $R_w = 55$  dB

Fornitura e posa in opera di parete divisoria interna ad orditura metallica singola e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito Knauf dello spessore totale di 150 mm; **Potere fonoisolante  $R_w = 55$  dB (1).**

Altezza massima 400 cm.

La parete risulta essere verificata per le seguenti azioni:

- sovraccarico lineare da urto da folia di 1,0kN/m a 120 cm di altezza
- azione sismica
- non è stata considerata la spinta del vento poiché la parete è interna e si ipotizza la costruzione stagna.



L'orditura metallica verrà realizzata con profili Knauf in acciaio zincato con classificazione di 1° scelta, a norma UNI EN 10327-10326 spessore 0,6 mm, delle dimensioni di:

- guida a "U" 40x100x40 mm sp. 0,6 mm;
- montanti a "C" 50x100x50 mm posti ad interasse non superiore a 600 mm isolati dalle strutture perimetrali con nastro monoadesivo Knauf con funzione di taglio acustico, dello spessore di 3,5 mm.

I profili saranno marcati CE conformemente alla norma armonizzata EN 14195 riguardante "Profili per Sistemi in Lastre in Gesso Rivestito", in classe A1 di reazione al fuoco, prodotti secondo il sistema qualità UNI-EN-ISO9001-2000.

Il rivestimento su entrambi i lati dell'orditura sarà realizzato con doppio strato di lastre in gesso rivestito, marcate CE a norma EN520 e conformi alla DIN 18180, Knauf GKB (A), collaudate dal punto di vista biologico-abitativo come da certificato rilasciato dall'Istituto di Bioarchitettura di Rosenheim, dello spessore di 12,5 mm, in classe di reazione al fuoco A2-s1,d0 (non infiammabile), avvitate all'orditura metallica con viti autopercoranti fosfatate

Nell'intercapedine potrà essere inserito un materassino in lana minerale Mineral Wool35 per aumentare le prestazioni acustiche della parete dello spessore 80 mm, densità 18 Kg/m<sup>3</sup> e conducibilità termica pari a 0,035 W/mK.

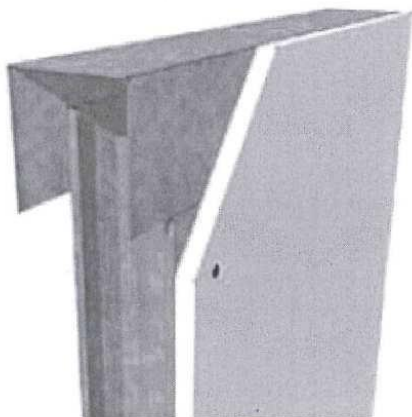
La fornitura in opera sarà comprensiva della stuccatura dei giunti, degli angoli e delle teste delle viti in modo da ottenere una superficie con grado di finitura superficiale Q2.

Pagina 16 di 23

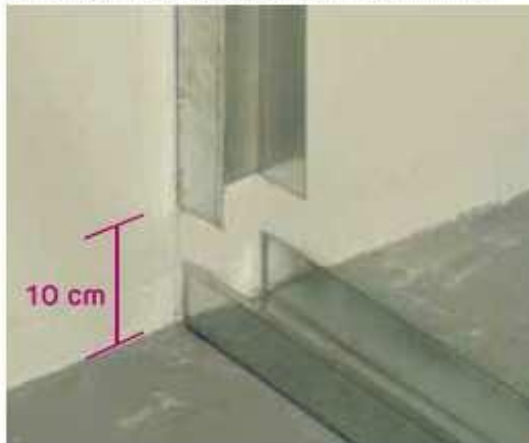
KNAUF di Knauf S.r.l. s.a.s.  
SEDE LEGALE e Stab.to: Castellina Marittima (PI) - 56040 Via Livornese 20 - Tel. 050 69211 - Fax 050 692301  
Stab.to Gambassi Terme (FI) - 50050 Località Treschi - Tel. 0571 6307 - Fax 0571 678014  
Knauf Milano - Rozzano (MI) - 20069 Via Alberelle, 72 - Tel. 02 52823711 - Fax 02 52823730  
C.F. e C.C.I.A.A. di Pisa 00050890524 - P.I. 02470890269 - R.E.A. 115078 - Cap. Soc. Int. Vers. Euro 20.000.000  
UNICREDIT SPA - Ag. 66054 Firenze - IBAN IT66F0200802864000102098066 - BIC UNCRITMMOTU  
Internet: www.knauf.it E-mail: knauf@knauf.it

Per migliorare la stabilità delle pareti si potrà avvalersi dei seguenti accorgimenti: utilizzare spessori maggiori delle guide a solaio e pavimento, giunti telescopici a soffitto e pavimento, giunti nelle lastre di cartongesso lungo il perimetro, ecc....

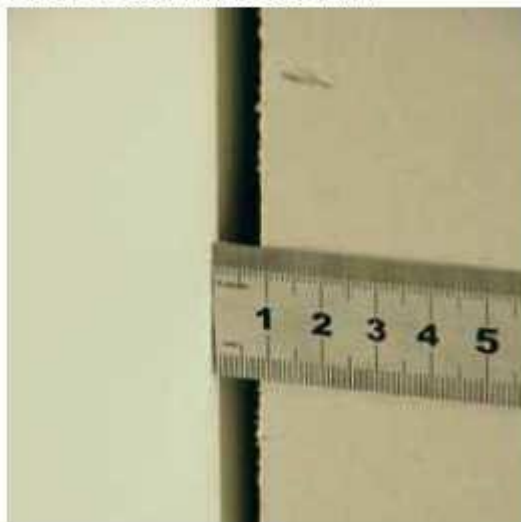
LA GUIDA A SOFFITTO CON SEZIONE E ALA MAGGIORATA



LA GUIDA COSTITUENTE IL GIUNTO TELESCOPICO, DOVRÀ ESSERE TAGLIATA A 10 CM DAL SUOLO E DAL SOFFITTO



TAGLIO DELLE LASTRE PER 8-10 MM LUNGO IL GIUNTO TELESCOPICO E IN CORRISPONDENZA DELLA GUIDA MAGGIORATA



STUCCATURA DEI GIUNTI TRAMITE MASTICE ACRILICO VERNICIABILE



La ditta installatrice dovrà fornire il progetto costruttivo delle pareti con indicazione delle soluzioni adottate per impedire il distacco dei pannelli e delle strutture, presentando un'adeguata relazione antisismica, a firma di un Tecnico Abilitato, in base alle vigenti normative NTC2018; il tutto dovrà essere consegnato e debitamente approvato prima della sua messa in opera dalla D.L..



## ELEMENTI NON PORTANTI: STAFFAGGI IMPIANTI MECCANICI ED ELETTRICI

Il progetto degli impianti meccanici e degli impianti elettrici ha per oggetto la fornitura e la posa in opera di tutti i materiali, apparecchiature ed opere necessarie all'adeguamento degli impianti di riscaldamento, raffrescamento, trattamento aria, circuiti acqua sanitaria.

La distribuzione principale degli impianti meccanici ed elettrici sarà posata a vista lungo il corridoio centrale ed in tutti gli ambulatori.

In generale gli impianti meccanici ed elettrici (canali dell'aria, canaline elettriche, tubazioni in genere) saranno ancorati alle pareti portanti in muratura di mattoni pieni al fine di non gravare sui solai e saranno dotati di idonei fissaggi (con staffe a muro, barre filettate fissate con resine epossidiche alle murature portanti) e fissaggi supplementari realizzati con cavi in acciaio per ridurre il rischio di distacco per sisma.

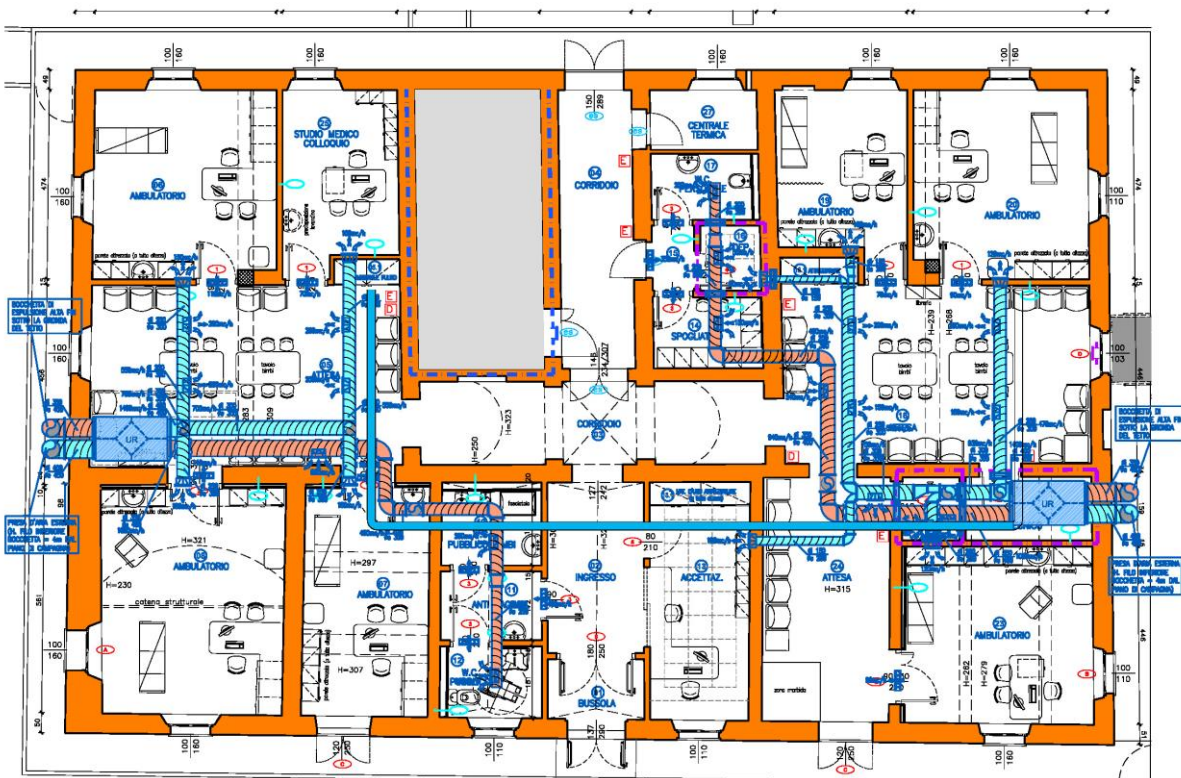


### Opere di fissaggio componenti ed elementi non strutturali necessari a ridurre il rischio sismico

Occorre prevedere ed adottare tutti gli accorgimenti tecnici necessari a ridurre il rischio sismico derivante dalla vulnerabilità degli elementi non strutturali utilizzando un sistema di un supporto universale, costituito da: dispositivo di bloccaggio in acciaio inox., cavo metallico e diversi terminali di ancoraggio, cavo in acciaio forte, ma flessibile, dispositivi di bloccaggio per diverse applicazioni ed esigenze di carico, terminali di ancoraggio per vari tipi di fissaggi strutturali. Il sistema deve garantire la sospensione di oggetti leggeri, canalizzazioni, componenti, cartellonistica e tubi.

Il sistema di ancoraggio di tutti gli impianti (meccanici, elettrici, tecnologici, ecc.) dovrà essere realizzato nel rispetto delle indicazioni riportate nelle "Linee guida per la riduzione della vulnerabilità di elementi non strutturali, arredi ed impianti" emessa dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile nel giugno 2009 e delle vigenti NTC2018; allo scopo l'installatore dovrà produrre e fare approvare alla D.L. apposito progetto di installazione dei supporti e successivamente rilasciarne la certificazione di idoneità e corretta posa.

Di seguito si riporta una planimetria con lo schema dei canali dell'aria (in colore azzurro e arancio) e delle canaline elettriche (in blu) a vista.





**STAFFAGGI PER ELEMENTI IMPIANTISTICI**

(CANALI D'ARIA, CANALINE ELETTRICHE, TUBAZIONI IN GENERE)

In generale tutti i canali e le tubazioni impiantistiche non saranno appese ai solai, ma ancorate alle murature portanti con appositi staffaggi.

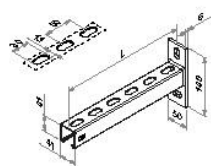
Si considerano i seguenti staffaggi antisismici a mensola, ancorati alle murature perimetrali in mattoni pieni di spessore pari a due/tre teste tramite resine epossidiche.

Per i canali dell'aria accoppiati, di peso pari a 12,5 kg/m, si adottano le mensole di L=1000 mm, 1 staffa ogni metro (q=29,6 kg/m).

Segue scheda tecnica degli staffaggi.

**STAFFAGGI COMPONENTI****950-P**

09SISFI - STAFFAGGIO PESANTE

**MENSOLA PESANTE DI SUPPORTO 41x41**

• Materiale: DX51 - Z140 EN 10142

• Zincatura elettrolitica UNI ISO 2081:2009 sp. 6 + 9 [μm]

**CARATTERISTICHE:** mensola pesante di supporto con sezione a C. All'interno delle due piegature del profilato è presente una dentellatura che ne facilita la presa e tenuta dei componenti di aggancio rapido, migliorando la tenuta per scorrimento. Su una delle spalle è presente una scala graduata per facilitare il taglio a misura in cantiere. La piastra di fissaggio presenta due fori asolati per consentire una maggiore flessibilità per il fissaggio della stessa al materiale base (parete, solaio, pavimento) sia in orizzontale che in verticale, mediante l'utilizzo di ancoranti. La saldatura lungo tutto il perimetro del profilo 41x41 alla piastra ne garantisce un'ottima resistenza ai carichi di lavoro anche elevati. Dotata di tappo di chiusura.

**UTILIZZO:** la mensola a sbalzo permette di realizzare il supporto ideale per impianti idro-sanitari, elettrici, di canalizzazione ed impianti di climatizzazione.

CODICE	L [mm]	asole [mm] / piastra		€ Cad.
095020300000P	300	13x25	5	15,50
095020400000P	400	13x25	5	18,00
095020500000P	500	13x25	2	20,50
095020600000P	600	13x25	2	22,50
095021000000P	1000	13x25	2	40,00

	L = 300 [mm]	L = 400 [mm]	L = 500 [mm]	L = 600 [mm]	L = 1000 [mm]
F1 [kg]	123,2	69,3	44,4	30,8	11,1
F2 [kg]	192,5	144,4	115,5	96,3	57,8
F3 [kg]	256,7	192,5	154,0	128,3	77,0
F4 [kg]	385,0	288,8	231,0	185,1	66,6
Q1 [kg/m]	427,8	240,6	154,0	106,9	29,6

Condizioni di carico:

- Sollecitazione nel materiale inferiore all'85% dello snervamento;
- Oppure freccia massima di 1/200 (intesa come deformazione locale diviso lunghezza);
- La verifica del carico ammissibile è subordinata alla capacità di portata degli ancoranti (a cura dell'applicatore).

Sarà onere dell'Impresa appaltatrice fornire il progetto e calcolo costruttivo ai sensi delle Norme Tecniche 2018 a firma di tecnico abilitato per tutte le tipologie di struttura di sostegno effettivamente realizzate in fase di esecuzione. Detta Relazione di calcolo deve essere sottoposta ad approvazione del Direttore dei Lavori prima della realizzazione delle strutture stesse.



**PROPOSTA DI CALCOLO DEL SISTEMA SOFFITTO CONTINUO NEI  
CONFRONTI DELL'AZIONE SISMICA**

**REALIZZATO CON PANNELLI E PROFILI *Knauf***

***Dati identificativi del progetto***

*Cantiere: Villa Bianchi*

*Ubicazione/Località: Formigine MO*

*Indirizzo: via Landucci n. 1 loc. Casinalbo*

*Data: 26/02/2019*

## **Indice**

1) Considerazioni generali	<i>pag.2</i>
2) Definizione dell'azione sismica	<i>pag.3</i>
3) Definizione della classe di carico	<i>pag.3</i>
4) Determinazione caratteristiche geometriche	<i>pag.4</i>
4.1) Dimensionamento soffitto D111	<i>pag.5</i>
4.2) Dimensionamento soffitto D112	<i>pag.5</i>
5) Dimensionamento soffitto D117	<i>pag.6</i>

### **1) Considerazioni generali**

Il presente documento ha lo scopo di fornire al soggetto responsabile incaricato della realizzazione dell'opera un fondato metro di paragone per il dimensionamento del sistema di controsoffittatura continuo, realizzato con lastre e profili metallici **Knauf**, al fine di garantirne la sicurezza statica nei confronti dell'azione sismica di progetto.

Il metodo proposto, sviluppato da Knauf e pubblicato nel manuale "Seismic design and drywalling", permette di contestualizzare il calcolo del sistema in funzione della posizione geografica di realizzazione del fabbricato, del peso proprio delle lastre di rivestimento impiegate e di eventuali strati di coibentazione previsti.

Le caratteristiche geometriche del dimensionamento (passo della sottostruttura, interasse pendinatura, limitazioni geometriche delle caratteristiche degli ambienti...) sono fornite tramite un metodo tabellare con lo scopo di agevolarne e standardizzarne il processo di calcolo.

Nel caso fosse richiesta, oltre alla condizione di sicurezza statica nei confronti dell'azione sismica, anche la prestazione di protezione passiva del sistema di controsoffittatura, si rende necessario verificare la compatibilità del presente dimensionamento con il setup di prova riportato nello specifico rapporto di classificazione.

## 2) Definizione dell'azione sismica

**Sito di costruzione:** Formigine MO  
**Vita nominale edificio  $V_N$ :** 50 [anni]  
**Classe d'uso costruzione:** III

- Accelerazione di riferimento  $a_g/g$  (SLV): 0,186 [-]

### CASO 1 (ROSSO) – Controsoffitto pendinato D112:

- Lastra di rivestimento applicata: **GKB** [-]
- Numero lastre di rivestimento: 1 [n°]

### CASO 2 (VERDE) – Controsoffitto pendinato D112 EI60

- Lastra di rivestimento applicata: **GKF 15 mm** [-]
- Numero lastre di rivestimento: 2 [n°]

### CASO 3 (VERDE) – Controsoffitto autoportante D131 EI60

- Lastra di rivestimento applicata: **GKF 15 mm** [-]
- Numero lastre di rivestimento: 2 [n°]

## 3) Definizione della classe di carico

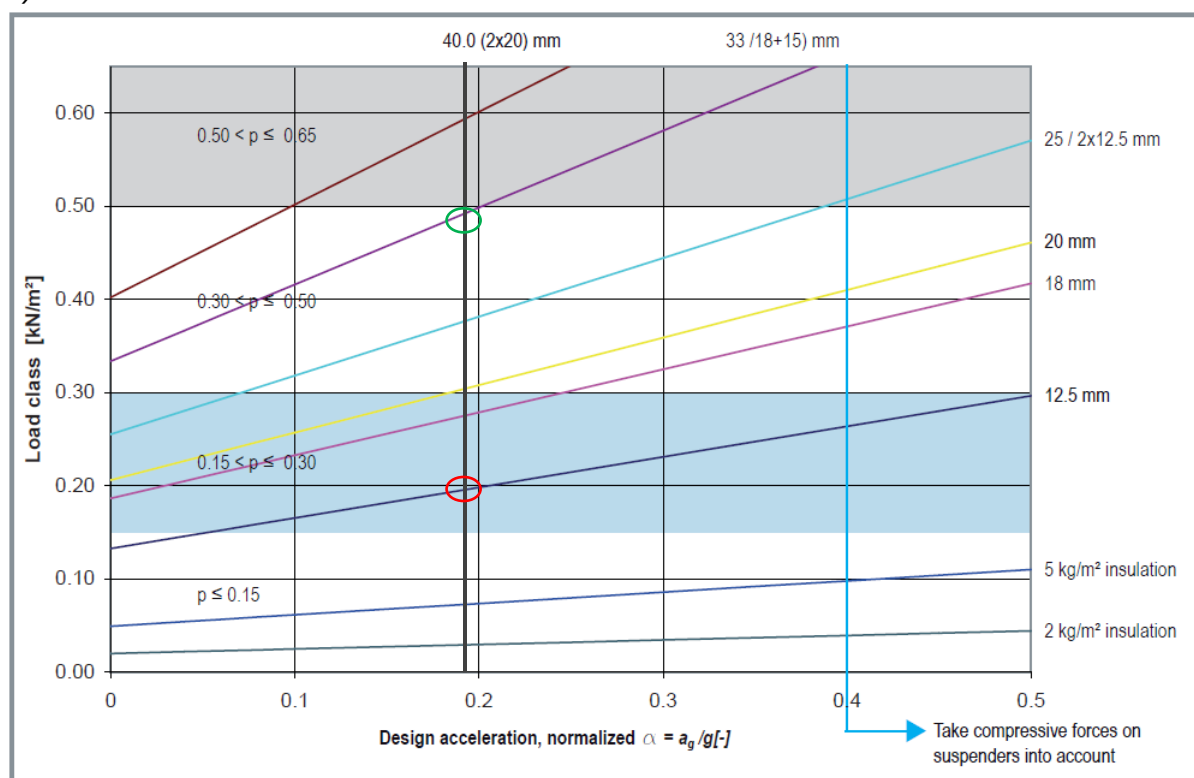


Fig. 1: Definizione della classe di carico.

## CASO 1 (ROSSO):

**Classe di carico:**  $0,15 < p \leq 0,30 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

## CASI 2 – 3 (VERDE):

**Classe di carico:**  $0,30 < p \leq 0,50 \text{ [kN/m}^2\text{]}$

### 4) Determinazione delle caratteristiche geometriche

La determinazione dell'interasse massimo ammissibile per l'orditura secondaria del sistema di controsoffittatura "b", risulta essere indipendente dalla classe di carico, dal tipo di soffitto previsto (D111 e D112) e dal tipo di costruzione poiché strettamente dipendente dal tipo di rivestimento previsto e dell'eventuale necessità di garantire la prestazione di protezione passiva.

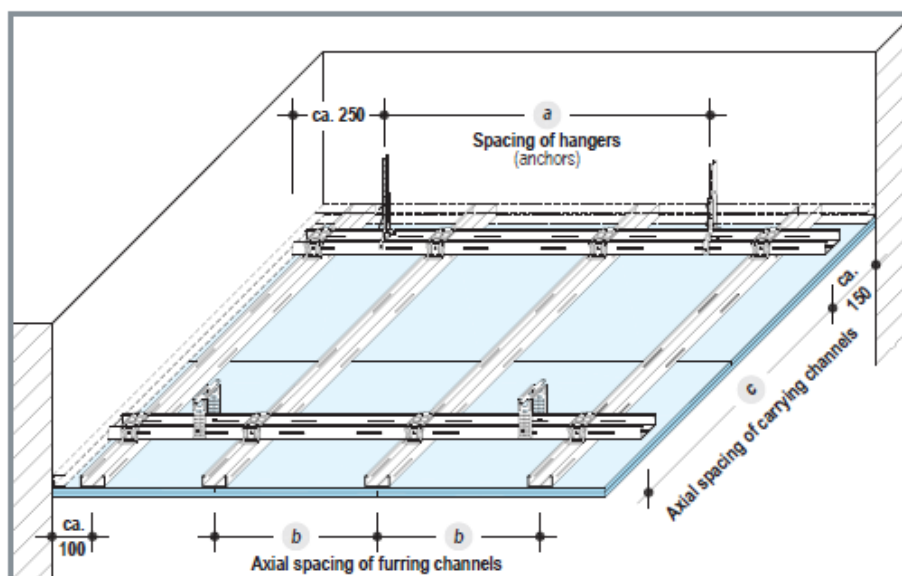


Fig. 2: Legenda parametri geometrici soffitti D111 e D112.

Spessore / Tipologia Lastra [mm]	Interasse massimo ammissibile per orditura secondaria "b" [mm]	
	Senza requisito di protezione passiva	Con requisito di protezione passiva
12,5/2x12,5 GKB/GKF	500	Interasse definito nel rapporto di classificazione del risultato sperimentale
15 GKB/GKF	550	
18 GKB/GKF	625	
20 GKB/GKF	625	
25 GKB/GKF	800	
12,5/15/20/25/30 Fireboard	-	

Fig. 3: Interassi massimi ammissibili per orditura secondaria "b".



#### 4.1) Dimensionamento soffitto D112

La condizione di verifica nei confronti dell'azione sismica è ammessa, per soffitti Knauf D112, solo tramite l'impiego di orditure metalliche CD60x27.

Interasse massimo ammissibile per orditura primaria "c" [mm]	Interasse massimo ammissibile per sistema di sospensione "a" realizzato con sistema <i>Gancio Nonius</i> e profilo CD60x27 [mm]			
	Classe di carico [kN/m <sup>2</sup> ]			
	$p \leq 0,15$	$p \leq 0,3$	$p \leq 0,5$	$p \leq 0,65$
≤500	1200	950	800	750
600	1150	900	750	600
700	1100	850	700 <sup>1</sup>	550
800	1050	800	600 <sup>1</sup>	-
900	1000	800	-	-
1000	950	750	-	-
1100	900	750 <sup>1</sup>	-	-
1200	900	-	-	-

Fig. 5: Interassi massimi ammissibili per soffitto D112.

Il passo dell'orditura primaria e del sistema di sospensione sarà scelto in funzione degli elementi strutturali che costituiscono il solaio.

Si ricorda che in caso di controsoffitti antincendio dovrà essere considerato il passo pendini e profili più cautelativo tra le prescrizioni antincendio riportate nei certificati e quelle indicate nella presente relazione.

<sup>1</sup> Non applicabile con orditura secondaria b=800 mm

## 4) Dimensionamento soffitto D117

La condizione di verifica nei confronti dell'azione sismica è ammessa, per soffitti Knauf D117, tramite un'attenta corrispondenza tra profilo impiegato, interasse d'interposizione e passo degli ancoraggi di sostegno.

In funzione di tali variabili viene definita la luce massima " $B$ " di realizzazione del sistema di controsoffittatura.

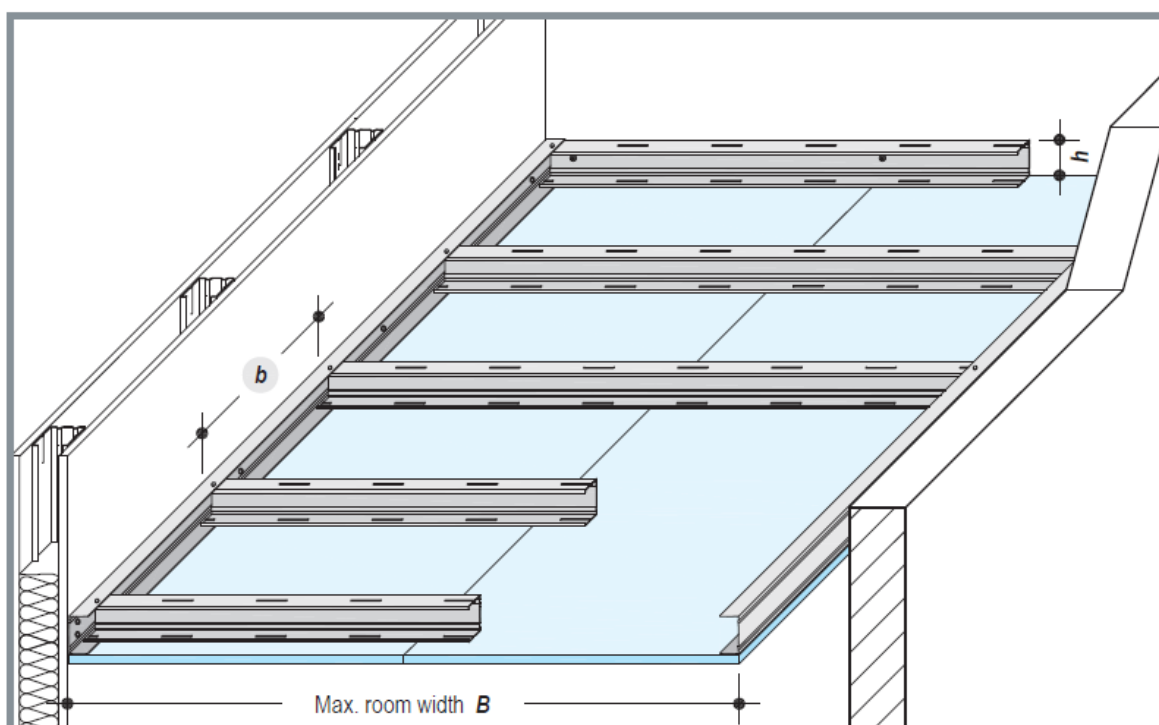


Fig. 6: Legenda parametri geometrici soffitti D117.

Tipologia profilo utilizzato [sp. 0,6 mm]	Luce massima sistema di controsoffittatura "B" [m] Profili con passo $\leq 500$ mm			
	Classe di carico "p" [kN/m <sup>2</sup> ]			
	$p \leq 0,15$	$p \leq 0,3$	$p \leq 0,5$	$p \leq 0,65$
Knauf C50	2,50 <sup>a</sup>	2,00 <sup>a</sup>	1,75 <sup>a</sup>	1,50 <sup>a</sup>
Knauf C75	3,25 <sup>a</sup>	2,50 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	2,00 <sup>b</sup>
Knauf C100	3,50 <sup>a</sup>	3,00 <sup>a</sup>	2,50 <sup>b</sup>	2,50 <sup>c</sup>
Knauf C125	4,00 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	3,00 <sup>c</sup>	2,75 <sup>c</sup>
Knauf C150	4,50 <sup>a</sup>	3,75 <sup>a</sup>	3,25 <sup>c</sup>	3,00 <sup>d</sup>
2x Knauf C50	3,00 <sup>a</sup>	2,50 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	2,00 <sup>b</sup>
2x Knauf C75	3,50 <sup>a</sup>	3,00 <sup>a</sup>	2,75 <sup>b</sup>	2,50 <sup>c</sup>
2x Knauf C100	4,00 <sup>a</sup>	3,50 <sup>a</sup>	3,25 <sup>c</sup>	3,00 <sup>d</sup>
2x Knauf C125	4,50 <sup>a</sup>	4,00 <sup>b</sup>	3,50 <sup>c</sup>	3,50 <sup>d</sup>
2x Knauf C150	5,00 <sup>a</sup>	4,50 <sup>b</sup>	4,00 <sup>d</sup>	3,75 <sup>d</sup>

Fig. 7: Legenda parametri geometrici soffitti D117/passi orditure  $\leq 500$  mm.

**Si ricorda che in caso di controsoffitti autoportanti antincendio dovrà essere considerata la luce più cautelativa tra le prescrizioni antincendio riportate nei certificati e quelle indicate nella presente relazione.**

#### **Note**

Si renderà comunque necessaria una valutazione da parte di un tecnico incaricato della progettazione e della verifica dell'intero progetto.

*Funzionario Tecnico*  
Ing. Jonathan Di Tommaso

- 
- a) Interasse massimo degli ancoraggi lungo il profilo perimetrale: 600 mm
  - b) Interasse massimo degli ancoraggi lungo il profilo perimetrale: 500 mm
  - c) Interasse massimo degli ancoraggi lungo il profilo perimetrale: 400 mm