



## LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA DELL'EX CONVENTO DEI CAPPUCCINI DI VIA ROMA E RIQUALIFICAZIONE DELL'ATTUALE CAMPO SPORTIVO DI VIA MERCORIO



### PROGETTO ESECUTIVO

Responsabile Unico del Procedimento: **ing. Stefano Piscopo**

Progettisti:



**DFP ENGINEERING S.r.l.**

Via Benedetto Brin, 55 - 80142 Napoli - Italia  
Tel. +39 081 0607685 - Fax +39 081 0607685 int 42  
email: info@dfp-engineering.it  
sito web: www.dfp-engineering.it  
Sedi: Napoli - Roma

Consulente paesaggistico:



**PROAP**

arch. paesaggista Joao Nunes

Progettista Responsabile e  
Progettista Responsabile  
dell'integrazione delle varie  
prestazioni specialistiche:

**arch. Fabio De Falco**



Team di Progettazione:

- arch. A. Perisano
  - arch. E. Paternoster
  - ing. G. Russo
  - per.ind. R. Leone
  - ing. P. Scalamandrè
  - ing. A. Zampicini
- ing. F. Vicedomini
  - per.ind. M. Capano

**TITOLO ELABORATO:**

**ARCHITETTONICO - PROGETTO**

RELAZIONE TECNICA - SOPRINTENDENZA

**CODICE ELABORATO:**

ESE ARC REL 01 00



**VERIFICATO**

**APPROVATO**

**DATA**

**REV.**

**DESCRIZIONE**

DFD

DFD

DICEMBRE 2022

00



## Indice

Premessa.....	3
Descrizione dell'immobile oggetto d'intervento e dati catastali.....	4
Analisi storica dell'immobile .....	12
Ricerche d'archivio.....	13
Rilievo dello stato dei luoghi.....	18
Caratteri tipologici.....	18
Struttura.....	22
Finiture.....	23
Facciate .....	27
Infissi interni ed esterni .....	29
Impianti .....	30
Interventi progettuali.....	31
Interventi strutturali.....	31
Livello di conoscenza della struttura .....	31
Progetto strutturale .....	32
Inserimento di una nuova scala .....	33
Inserimento di un nuovo ascensore.....	34
Realizzazione di asole mediante la demolizione di volte in murature .....	35
Inserimento di cerchiature e di catene metalliche.....	35
Realizzazione di nuovi vani nella muratura portante .....	36
Opere di ricostruzione muraria mediante scuci e cucì e iniezioni .....	37
Opere di consolidamento solai esistenti .....	38
Compatibilità con gli aspetti antincendio .....	39
Progetto architettonico .....	40
Interventi sulle pavimentazioni.....	43
Interventi sulle coperture.....	47
Interventi sugli infissi e sui prospetti.....	48
Infissi esterni .....	48
Infissi esterni - Davanzali in pietra .....	49
Nuovi ingressi destinati al pubblico ed al Giudice di pace .....	50
Infissi interni .....	50
Infissi nel chiostro.....	53



---

Interventi sulle murature esterne.....	55
Interventi sulle murature interne.....	60
Interventi sugli elementi metallici .....	62
Nuove balaustre in vetro.....	63
Interventi sulle murature interessate da umidità di risalita .....	64
Ciclo deumidificante pozzolanico.....	64
Progetto impiantistico.....	65
Impianto di illuminazione.....	65
Impianto di condizionamento e idrico sanitario .....	66
Impianto di condizionamento .....	66
Impianto idrico sanitario.....	67
Impianto di scarico.....	68
Allegati - Indagini integrative .....	69



## PREMESSA

La presente Relazione è stata redatta in conformità con in D.P.R. 207/2010 ed è parte integrante del Progetto Esecutivo dei lavori di ristrutturazione edilizia finalizzati alla riqualificazione dell'ex Convento dei Cappuccini sito in Maddaloni alla via Roma.

La redazione di un progetto avente per oggetto un edificio di interesse storico artistico ai sensi dell'art. 10 del D.Lgs. n.42/2004, come quello in esame presuppone necessariamente un'intensa attività preventiva di conoscenza del bene. Tale processo di conoscenza che nel caso specifico dell'intervento, è stata esperita attraverso i seguenti strumenti di analisi:

- attività di ricerca bibliografica e archivistica;
- rilievo fotografico;
- indagini strutturali ed energetiche integrative
- indagini chimico fisiche sugli intonaci esterni

In particolare l'analisi della documentazione storica pervenutaci si è rivelata un importante strumento per la ricerca delle soluzioni più appropriate per la progettazione esecutiva finalizzata ai lavori di restauro e risanamento conservativo dell'immobile oggetto d'intervento, per cui sono previste le seguenti nuove destinazioni d'uso:

- PIANO TERRA:
  - Spazi polifunzionali da destinare al pubblico, a mostre temporanee ed associazioni culturali locali per attività di laboratorio (musicale, teatrale, ecc..);
  - Ingresso del Giudice di Pace.
- PIANO PRIMO:
  - Uffici comunali;
  - Spazi amministrativi legati agli spazi funzionali posti al piano terra e spazi polifunzionali da destinare al pubblico, a mostre temporanee ed associazioni culturali locali per attività di laboratorio.
- PIANO SECONDO:
  - Uffici ed aule del Giudice di Pace.



## DESCRIZIONE DELL'IMMOBILE OGGETTO D'INTERVENTO E DATI CATASTALI

Il complesso edilizio degli ex Cappuccini è costituito dalla Chiesa, dal convento, dall'ex Carcere Mandamentale e Mendicomio, adiacente a tale struttura è situato l'attuale campo di calcio che è parte integrante del complesso in oggetto.



*Ortofoto (Google Maps) con individuazione dell'area di intervento e del complesso edilizio*

L'edificio oggetto di intervento è sito in Via Roma e affaccia ad est su Via Mercorio dove è situato l'attuale campo di calcio.

Il fabbricato si sviluppa su una superficie totale di circa 3000 mq, distribuita su tre livelli. L'edificio presenta una struttura portante in muratura di tufo ed orizzontamenti misti in ferro e tavelloni ed in cemento armato.

L'accesso all'edificio avviene attraverso un ingresso principale pedonale da Via Mercorio che conduce all'interno del piano terra, leggermente rialzato rispetto alla quota della strada, è costituito da una serie di ambienti, un corridoio di distribuzione esterno e servizi igienici. Alcuni ambienti del piano terra sono destinati oggi come sede delle attività socio-assistenziali e sanitarie del Comune di Maddaloni.

L'accesso immediatamente limitrofo verrà lasciato come ingresso della Curia. Verrà aperto al pubblico solo nel caso di manifestazioni pubbliche all'interno del Chiostro.

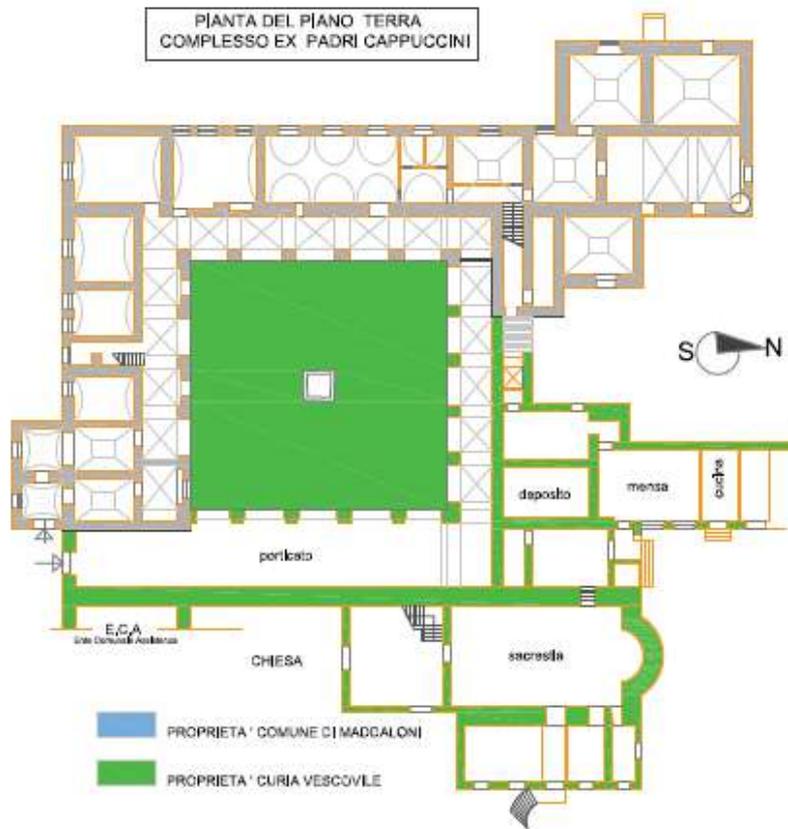
L'accesso ai piani superiori avviene attraverso un volume situato sul lato ovest che ospita il corpo scala. Quest'ultimo collega il cortile a piano terra con i livelli primo e secondo.

Lo stato dei luoghi dell'edificio evidenzia un avanzato stato di degrado soprattutto per il secondo piano che risulta allo stato grezzo connotato dalle cellette dei frati che occuparono l'ex convento dei cappuccini.

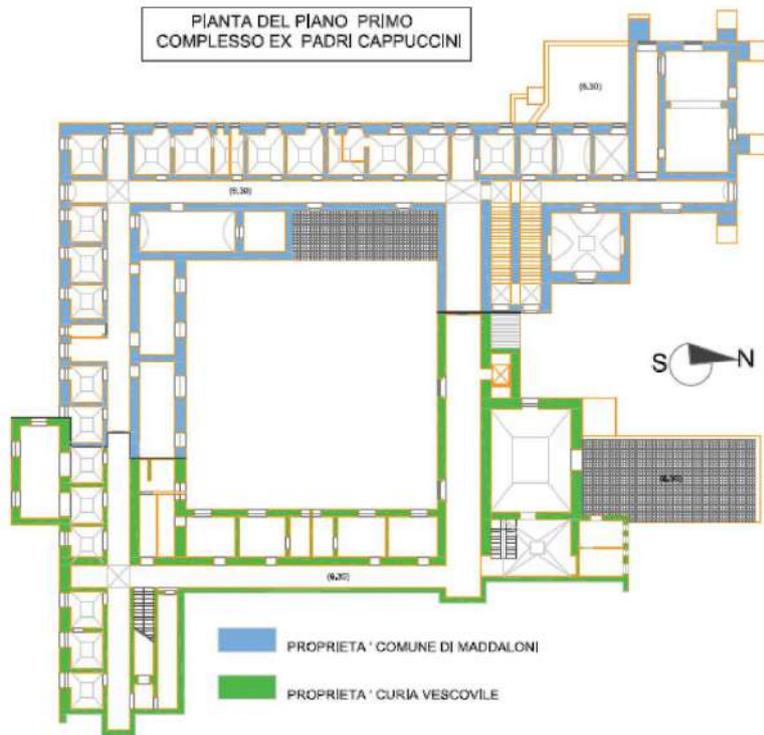


In particolare l'ala ovest del Complesso degli ex Cappuccini di proprietà comunale, necessita di un intervento di rifunzionalizzazione ed adeguamento, finalizzato a consentire di ospitare pubbliche funzioni dei piani terra, primo e secondo.

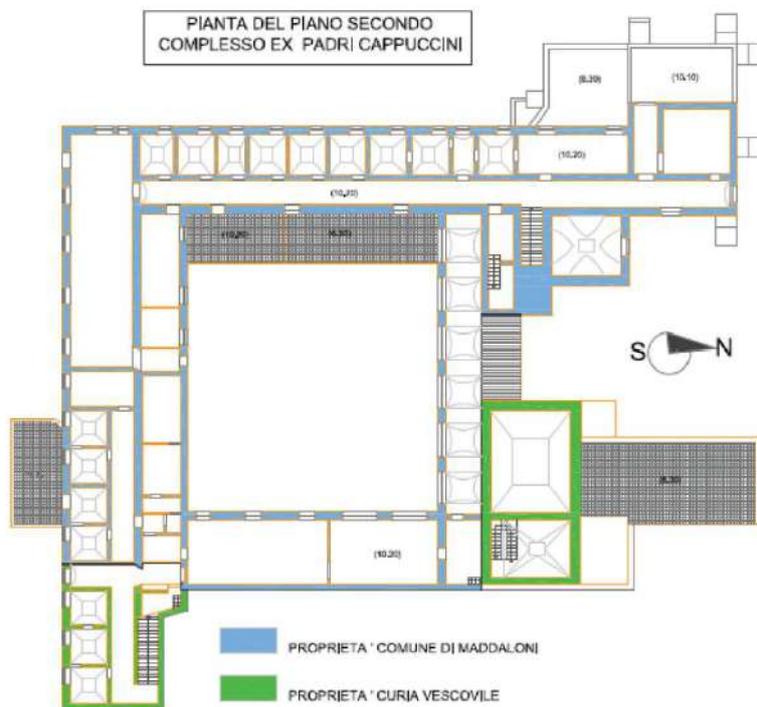
Si riportano di seguito le piante dello stato di fatto, con la separazione funzionale tra le zone di proprietà del Comune di Maddaloni e le proprietà della Curia Vescovile.



*Stato di Fatto – Pianta piano terra con delimitazione delle proprietà*



*Stato di Fatto – Pianta piano primo con delimitazione delle proprietà*



*Stato di Fatto – Pianta piano secondo con delimitazione delle proprietà*



Mentre il campo di calcio posto alle spalle dell'ex convento dei cappuccini ha una superficie di circa 12.000 mq, separato dal complesso edificato da un muro di cinta in muratura di tufo.

L'intenzione dell'amministrazione comunale è quella di spostare il campo di calcio in un'altra zona della città con destinazione urbanistica sportiva e quindi nell'ottica di una rigenerazione urbana dell'area, di ridurre i fenomeni di marginalizzazione, degrado sociale e migliorare la qualità del decoro urbano e del tessuto sociale ed ambientale, si è pensato di destinare l'attuale campo in una piazza e di riqualificare l'intera area mediante il riuso e la rifunzionalizzazione sia dell'area che del complesso edilizio esistente per finalità di interesse pubblico.



*Restituzione del rilievo dell'area esterna oggetto d'intervento*



L'immobile è vincolato ai sensi della ex legge n.1089 del 1939, alla scheda che si riporta di seguito:

## SCHEDA



### CD - CODICI

TSK - Tipo scheda	A
LIR - Livello ricerca	I
NCT - CODICE UNIVOCO	
NCTR - Codice regione	15
NCTN - Numero catalogo generale	00212621
ESC - Ente schedatore	S81
ECP - Ente competente	S81

### OG - OGGETTO

#### OGT - OGGETTO

OGTD - Definizione tipologica	convento
OGTQ - Qualificazione	dei Padri oblati
OGTN - Denominazione	Convento SS. Maria Immacolata dei Padri Oblati

### LC - LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICO-AMMINISTRATIVA

#### PVC - LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICO-AMMINISTRATIVA

PVCS - Stato	ITALIA
PVCR - Regione	Campania
PVCP - Provincia	CE
PVCC - Comune	Maddaloni
PVCE	Quartiere Oliveto
PVCI - Indirizzo	via Roma

### CS - LOCALIZZAZIONE CATASTALE

CTL - Tipo di localizzazione	localizzazione fisica
------------------------------	-----------------------

#### CTS - LOCALIZZAZIONE CATASTALE

CTSC - Comune	Maddaloni
CTSF - Foglio/Data	FOGLIO 9 - Foglietto 2 C.U. /1993
CTSN - Particelle	431
CTSE - Particelle ed altri elementi di confine	Comune di Maddaloni (1993)



<b>GP - GEOREFERENZIAZIONE TRAMITE PUNTO</b>	
<b>GPI - Identificativo punto</b>	2
<b>GPL - Tipo di localizzazione</b>	localizzazione fisica
<b>GPD - DESCRIZIONE DEL PUNTO</b>	
<b>GPDP - PUNTO</b>	
<b>GPDPX - Coordinata X</b>	14.381253
<b>GPDPY - Coordinata Y</b>	41.042325
<b>GPM - Metodo di georeferenziazione</b>	punto esatto
<b>GPT - Tecnica di georeferenziazione</b>	rilievo da cartografia senza sopralluogo
<b>GPP - Proiezione e Sistema di riferimento</b>	WGS84
<b>GPB - BASE DI RIFERIMENTO</b>	
<b>GPBB - Descrizione sintetica</b>	google maps
<b>GPBT - Data</b>	2019
<b>GPBO - Note</b>	(4375822) <a href="https://www.google.it/maps">https://www.google.it/maps</a>
<b>AU - DEFINIZIONE CULTURALE</b>	
<b>ATB - AMBITO CULTURALE</b>	
<b>ATBR - Riferimento all'intervento</b>	costruzione
<b>ATBD - Denominazione</b>	maestranze locali
<b>ATBM - Fonte dell'attribuzione</b>	analisi tipologica
<b>RE - NOTIZIE STORICHE</b>	
<b>REN - NOTIZIA</b>	
<b>RENR - Riferimento</b>	intero bene
<b>RENS - Notizia sintetica</b>	origini/trasformazioni
<b>RENN - Notizia</b>	Le date di edificazione sono state desunte presso il Museo Civico locale.
<b>RENF - Fonte</b>	archivistica
<b>REL - CRONOLOGIA, ESTREMO REMOTO</b>	
<b>RELS - Secolo</b>	XVIII
<b>RELF - Frazione di secolo</b>	prima metà
<b>RELI - Data</b>	1715
<b>REV - CRONOLOGIA, ESTREMO RECENTE</b>	
<b>REVS - Secolo</b>	XVIII
<b>REVF - Frazione di secolo</b>	metà
<b>REVI - Data</b>	1742
<b>PN - PIANTA</b>	
<b>PNR - Riferimento alla parte</b>	intero bene
<b>PNT - PIANTA</b>	
<b>PNTS - Schema</b>	composto
<b>PNTF - Forma</b>	irregolare



<b>SV - STRUTTURE VERTICALI</b>	
<b>SVC - TECNICA COSTRUTTIVA</b>	
SVCM - Materiali	tufo
<b>SO - STRUTTURE DI ORIZZONTAMENTO</b>	
<b>SOF - TIPO</b>	
SOFG - Genere	volta
SOFF - Forma	a schifo
<b>CP - COPERTURE</b>	
<b>CPM - MANTO DI COPERTURA</b>	
CPMM - Materiali	laterizio
<b>US - UTILIZZAZIONI</b>	
<b>USA - USO ATTUALE</b>	
USAR - Riferimento alla parte	intero bene
USAD - Uso	convento
<b>USO - USO STORICO</b>	
USOR - Riferimento alla parte	intero bene
USOC - Riferimento cronologico	destinazione originaria
USOD - Uso	convento
<b>TU - CONDIZIONE GIURIDICA E VINCOLI</b>	
<b>CDG - CONDIZIONE GIURIDICA</b>	
CDGG - Indicazione generica	proprietà Ente pubblico territoriale
CDGS - Indicazione specifica	Comune di Maddaloni (1993)
<b>NVC - PROVVEDIMENTI DI TUTELA</b>	
NVCT - Tipo provvedimento	L. 1089/1939
NVCE - Estremi provvedimento	NR
<b>STU - STRUMENTI URBANISTICI</b>	
STUT - Strumenti in vigore	P.d.R.
STUN - Sintesi normativa zona	restauro conservativo e tipologico
<b>DO - FONTI E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b>	
<b>FTA - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</b>	
FTAX - Genere	documentazione esistente
FTAP - Tipo	positivo b/n
FTAA - Autore	Zuccaro, V.
FTAD - Data	1993
FTAE - Ente proprietario	SABAP CASERTA
FTAC - Collocazione	Ufficio Catalogo – Archivio – Faldone 26 sch 22
FTAN - Codice identificativo	1500212621_IMG01



<b>FTAT - Note</b>	Facciata laterale (1993) - FTAN 29858
<b>DRA - DOCUMENTAZIONE GRAFICA</b>	
<b>DRAX - Genere</b>	documentazione esistente
<b>DRAT - Tipo</b>	estratto di mappa catastale
<b>DRAO - Note</b>	FOGLIO 9 - Foglietto 2 C.U. /1993 Part. 431
<b>DRAS - Scala</b>	1:1000
<b>DRAE - Ente proprietario</b>	SABAP CASERTA
<b>DRAC - Collocazione</b>	Ufficio Catalogo – Archivio – Faldone 26 sch 22
<b>DRAN - Codice identificativo</b>	1500212621_MAP
<b>FNT - FONTI E DOCUMENTI</b>	
<b>FNTP - Tipo</b>	scheda storica
<b>FNTA - Autore</b>	Zuccaro, V.
<b>FNTD - Data</b>	1993
<b>FNTN - Nome archivio</b>	SABAP CASERTA
<b>FNTS - Posizione</b>	Ufficio Catalogo – Archivio – Faldone 26 sch 22
<b>FNTI - Codice identificativo</b>	1500212621_SCH
<b>AD - ACCESSO AI DATI</b>	
<b>ADS - SPECIFICHE DI ACCESSO AI DATI</b>	
<b>ADSP - Profilo di accesso</b>	1
<b>ADSM - Motivazione</b>	scheda contenente dati liberamente accessibili
<b>CM - COMPILAZIONE</b>	
<b>CMP - COMPILAZIONE</b>	
<b>CMPD - Data</b>	1993
<b>CMPN - Nome</b>	Zuccaro, V.
<b>FUR - Funzionario responsabile</b>	Gnarra N.
<b>RVM - TRASCRIZIONE PER INFORMATIZZAZIONE</b>	
<b>RVMD - Data</b>	2019
<b>RVMN - Nome</b>	Urbano, Anna Pia
<b>AGG - AGGIORNAMENTO - REVISIONE</b>	
<b>AGGD - Data</b>	2019
<b>AGGN - Nome</b>	Urbano, Anna Pia
<b>AGGE - Ente</b>	SABAP CASERTA
<b>AGGF - Funzionario responsabile</b>	Coniglio, Paola
<b>AN - ANNOTAZIONI</b>	
<b>OSS - Osservazioni</b>	Negli ultimi cento anni è stato utilizzato come carcere mandamentale, ospedale e nosocomio.



## ANALISI STORICA DELL'IMMOBILE

Nel percorrere la Via Appia tangente alla parte bassa del tessuto urbano di Maddaloni, emerge il complesso conventuale dei Padri Oblati e la loro chiesa parrocchiale della SS. Immacolata, in origine costruita come Collegiata dedicata alla Madonna dei Sette Dolori. È un'architettura che si impone perché ancora oggi è visibile con le sue cupole.

La particolare sua storia costruttiva si è protratta per circa un secolo e mezzo, sottolineata da vicende umane diverse.

L'indifferenza sia degli storici dell'arte che degli storici locali, hanno regalato il complesso ad un ruolo di tiepida attenzione ricordando soltanto di essere stata una chiesa dei Cappuccini della Provincia napoletana a Maddaloni dal 15 febbraio 1717 al 2 maggio 1866, data di soppressione.

La ricerca documentale ha dato risultati interessanti e utili, anche se non diretti, tra l'altro emerge la motivazione della fondazione della grande chiesa "Collegiata" costruita per voto dei giovani duchi Carlo e Carlotta Carafa ad essere fecondi.

L'anno di fondazione della nuova Collegiata è proposto tra il 1700 e 1703, anni in cui si costruiva la chiesa collegiata di San Martino in Cerreto, ricordando che il suo "disegno" fu ritirato a Maddaloni dal capomastro di Cerreto Antonio Gennarello nel mese di marzo del 1689, realizzato dall'architetto Giovan Battista Manni come ci documenta lo storico Luigi Pescetelli.

Oggi alla luce dell'*Assenso*, inedito manoscritto conservato nell'archivio storico diocesano di Caserta, datato 1714, si conosce la richiesta del Provinciale dei Cappuccini a costruire un nuovo convento adiacente ad una chiesa già costruita ma allo stato di rustico e senza la cupola, descritta di "Bellissima forma", offerta dal Duca Carlo Carafa intitolata alla *Madonna dei Sette Dolori*.

Dopo aver ricevuto, il 15 febbraio 1716, dalla Santa Congregazione dei Riti di Roma l'autorizzazione alla costruzione del nuovo convento, i cappuccini iniziano ad erigere la nuova struttura conventuale tralasciando il completamento dei lavori nella chiesa che per circa trenta anni fu ignorata e lasciata all'incuria del tempo.

Anche il convento non fu completato per mancanza di finanziamenti dopo la morte sia del duca Carlo (1721) e della moglie Carlotta (1724). Soltanto nel 1741 ripresero i lavori con l'avvento del duca Marzio Carafa che elargì 3000 ducati e si prodigò per un finanziamento successivo per la definitiva conclusione delle fabbriche. Tra l'altro fu costruita la cupola all'incrocio del transetto, su progetto e direzione dei lavori dell'architetto romano Antonio Canevari.

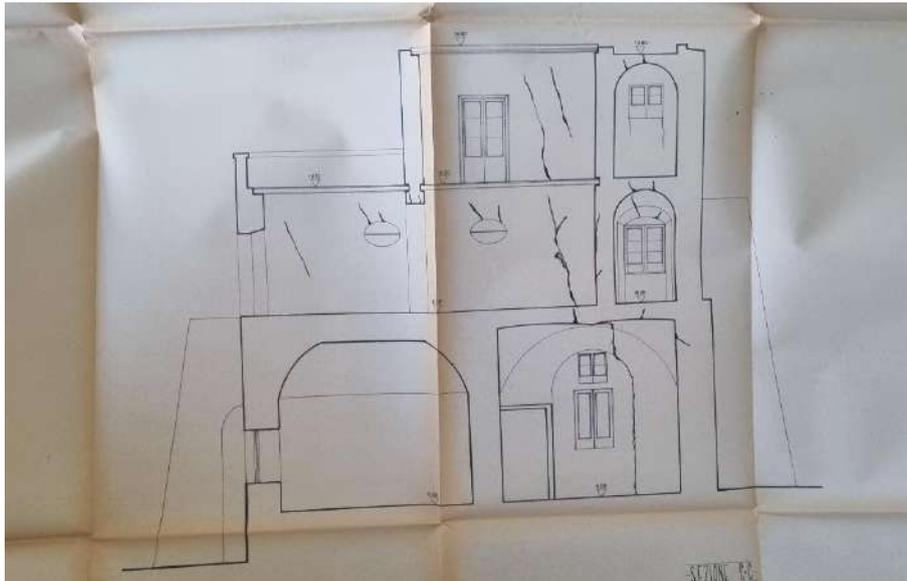
I Cappuccini, ritenendo l'architettura della nuova chiesa troppo maestosa e quindi poco idonea al loro ministero, chiesero alla duchessa di Maddaloni, Anna Sciarra Colonna, l'autorizzazione a costruire nello spazio della sacrestia un'altra chiesa, che però non andò a buon fine tanto che i frati decisero di utilizzare la nuova grande chiesa, mortificando la sua architettura, decidendo di occupare soltanto lo spazio del transetto.



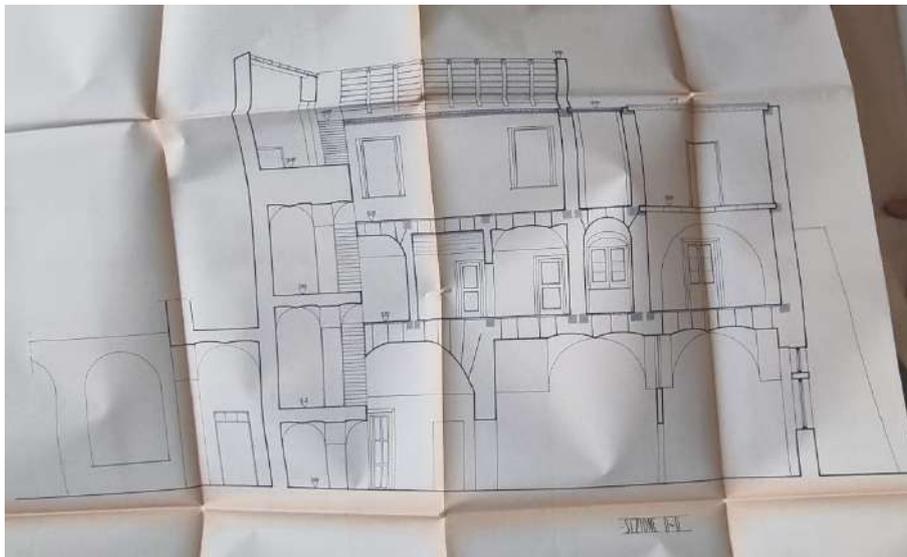
### ***Ricerche d'archivio***

Come accennato in precedenza l'indifferenza sia degli storici dell'arte che degli storici locali, hanno regalato il complesso ad un ruolo di tiepida attenzione, infatti la ricerca documentale ha dato risultati interessanti e utili, anche se non diretti.

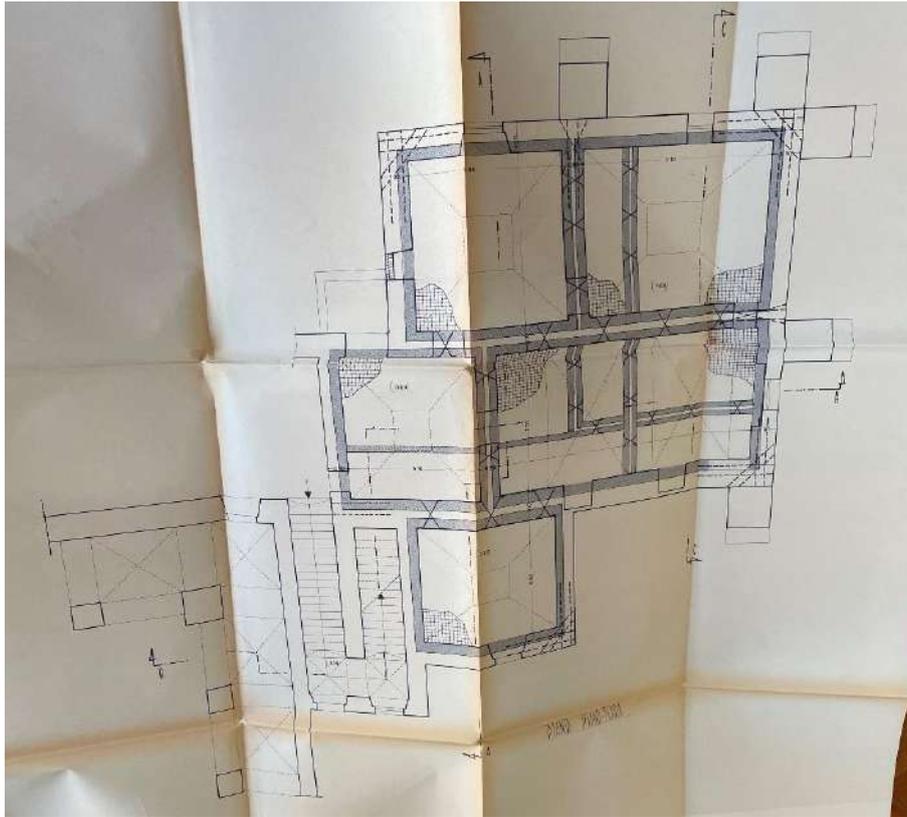
Nel particolare sono state ritrovate delle tavole e delle immagini relative ad alcune opere di consolidamento risalenti ai primi anni '90 del secolo scorso, che hanno interessato sia alcuni ambienti del Convento che la Chiesa adiacente.



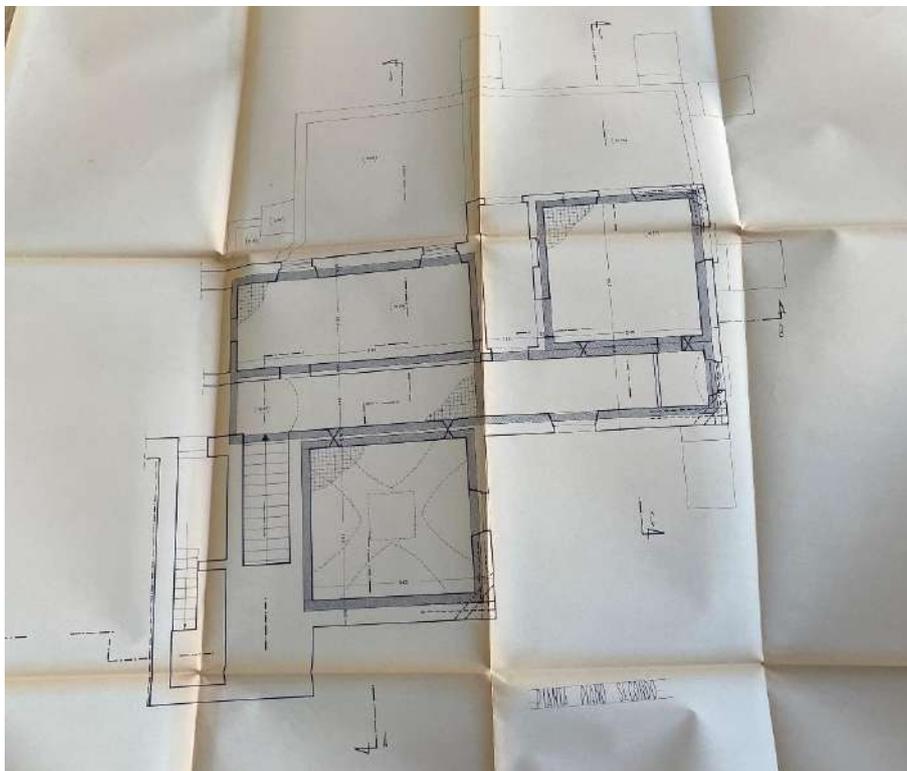
*Tavola di consolidamento con il rilievo del quadro fessurativo – Sezione CC*



*Tavola di consolidamento con individuazione degli interventi – Sezione BB*



*Tavola di consolidamento con individuazione degli interventi – Pianta piano terra*



*Tavola di consolidamento con individuazione degli interventi – Pianta piano secondo*



Come accennato in precedenza sono state ritrovate delle foto che hanno aiutato, durante la redazione del Progetto Esecutivo, a prendere delle scelte di carattere storico-critico sulle opere di restauro e nel particolare di rimozioni di superfetazioni del Convento.

Come ad esempio il confronto riportato di seguito sulla tettoia esistente presente a copertura del terrazzo posto al primo piano, che si affaccia nel chiostro.



*Prospetto interno del Convento con copertura in metallo e tegole del terrazzo posto al piano primo*



*Foto che mostra come non sia presente la copertura in metallo e tegole esistente*



Confronto tra una foto dell'ambulacro e lo stato di fatto esistente. Per motivi di separazione funzionale e di flussi tra l'attuale sede delle attività socio-assistenziali e sanitarie del Comune di Maddaloni e la Curia Vescovile, è stato inserito un infisso a tutt'altezza in PVC. Il progetto, di concerto con la Soprintendenza, vedrà la demolizione di tale infisso, e l'inserimento, per separare in modo netto e funzionale le attività previste, infissi in acciaio e vetro che costituiranno una barriera fisica, ma non visiva, con l'**obiettivo di lasciare inalterata la percezione spaziale del Convento.**



*Stato di fatto – Infisso in PVC di separazione tra le funzioni*



*Foto storica che mostra l'ambulacro libero da separazioni*



Un'ultima considerazione, rispetto ai ritrovamenti effettuati durante le ricerche d'archivio, va fatta per quanto riguarda le colorazioni delle tinteggiature.

Le tinteggiature sono considerate lo strato di sacrificio che protegge l'intonaco dalla azione antropica e/o atmosferica. La proposta delle tinteggiature inizia dopo la verifica delle tinteggiature esistenti e delle immagini storiche. Dalla osservazione comparate delle foto storiche e dal confronto delle stesse con le attuali immagini è possibile sostenere che l'intonaco non presentava la colorazione esistente, infatti nella situazione attuale i prospetti interni sono caratterizzati da un colore giallo.

Pertanto, essendo chiaramente diversa la colorazione originaria, sono previste una serie di stratigrafie, da realizzare con l'ausilio del ponteggio in sede dei lavori, per l'identificazione delle coloriture originali e per il riassetto del giusto grado cromatico anche in funzione dei test di pulitura.



*Stato di Fatto - Foto del chiostro*



*Foto storica – foto della fascia basamentale del chiostro*



## RILIEVO DELLO STATO DEI LUOGHI

Lungo la Via Mercorio, alle spalle della Chiesa Immacolata Concezione, posta all'incrocio tra la Via Mercorio e Via Roma, sorge l'ex Convento dei frati Cappuccini.

Da un punto di vista tipologico-distributivo, il fabbricato è a pianta pressoché quadrata con un impianto tipico di un edificio a corte della metà del XVIII secolo.

*Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati da ESE\_RIL\_GRF\_01\_00 a ESE\_RIL\_GRF\_28\_00*

### **Caratteri tipologici**

Come detto in precedenza l'edificio ha la classica impostazione di un edificio a corte.

Gli ambienti del piano terra sono caratterizzati da ambienti ampi e perlopiù voltati, collegati da un corridoio/ambulacro esterno che costituiva l'originario ambulacro del Convento.

Si riportano di seguito alcune immagini del rilievo fotografico del piano terra.



*Rilievo fotografico - Corridoio attività socio-assistenziali e sanitarie*



*Rilievo fotografico - Ambulacro esistente*



*Rilievo fotografico - Ambiente tipo*



*Rilievo fotografico - Ambiente tipo*

Gli ambienti del piano primo e del piano secondo sono caratterizzati invece, oltre che dal connettivo orizzontale con volte a botte, da ambienti di carattere più riservato, che dovevano essere in origine le celle dei Frati Cappuccini.

Alcuni ambienti del piano secondo invece, che hanno evidentemente subito degli interventi di rifacimento del solaio di copertura, sono ambienti molto più grandi rispetto alle celle.

Si riportano di seguito alcune immagini del rilievo fotografico dei piani primo e secondo.



*Rilievo fotografico – Ambiente tipo Piano Primo*



*Rilievo fotografico – Connettivo tipo Piano Primo*



*Rilievo fotografico – Ambiente tipo Piano Secondo*



*Rilievo fotografico – Ambienti grandi tipo Piano Secondo*



*Rilievo fotografico – Connettivo tipo Piano Secondo*



*Rilievo fotografico – Connettivo tipo Piano Secondo*

Attualmente il convento è servito da un'unica connettivo verticale esistente, grazie al quale si possono raggiungere i livelli superiori.

Esiste un'altra scala che collega l'ambiente del refettorio al primo piano, ma rientra nella proprietà della Curia Vescovile e non sarà quindi oggetto d'intervento per il presente progetto.



*Rilievo fotografico – Connettivo verticale esistente*



*Rilievo fotografico – Connettivo verticale esistente*



Per ulteriori approfondimenti sulle caratteristiche materiche e di degrado degli ambienti interni si rimanda all'elaborato "ESE\_RIL\_GRF\_05\_00 – Report fotografico per Soprintendenza"

### **Struttura**

L'edificio in cui sono ubicati gli interventi locali in oggetto, ha una conformazione planimetrica a corte di dimensioni massime pari a circa 65 m x 60 m, è caratterizzato da due piani fuori terra ed un'altezza massima pari a circa 16 m.

La struttura principale dell'edificio risulta essere in muratura portante, orizzontamenti costituiti da volte in muratura, solai con putrelle di acciaio e tavelle in laterizio, coperture con travi e capriate in legno massiccio.

Gli interventi, secondo quanto meglio dettagliato nel prosieguo, si classificano come "locali", secondo quanto disposto al punto 8.4.1 del D. Min. Infrastrutture 17/01/2018, in quanto non verranno apportate ... *variazioni di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali verticali in fondazione superiori al 10% ... ed inoltre ... interventi di questo tipo riguarderanno singole parti e/o elementi della struttura ... non saranno effettuati ... interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un sistema strutturale diverso dal precedente ... e non verranno apportate ... modifiche di classe d'uso che conducano a costruzioni di classe III ad uso scolastico o di classe IV.*

Il progetto e la valutazione della sicurezza, pertanto, sono riferiti alle sole parti e/o elementi interessati dagli interventi suddetti e non è necessario procedere all'adeguamento dei manufatti esistenti, proprio in virtù di quanto disposto dal punto 8.4.1 del D. Min. Infrastrutture 17/01/2018.

Per lo studio dell'edificio in oggetto è stato scelto il raggiungimento del livello di conoscenza LC2.

Tale livello di conoscenza si ottiene mediante una serie di rilievi ed indagini atti ad indagare la geometria, i dettagli costruttivi e le proprietà dei materiali di seguito descritti.

Con riferimento alla geometria, in assenza dei disegni di carpenteria originali, è richiesto il rilievo completo della porzione di edificio interessata con particolare riferimento agli elementi portanti. Tale rilievo ha interessato, oltre la geometria degli elementi architettonici e strutturali direttamente in vista, anche la geometria di porzioni nascoste mediante saggi tesi all'individuazione della tipologia degli elementi costruttivi.

Con riferimento ai dettagli costruttivi per la muratura, non avendo a disposizione i documenti progettuali originali, sono richieste indagini estese. Tali indagini consistono, tramite microdemolizioni e/o saggi endoscopici, saggi termografici, indagini radar, nell'esame della qualità del collegamento tra pareti verticali, della qualità collegamento degli orizzontamenti e le pareti verticali, nell'esame della tipologia della muratura e delle sue caratteristiche costruttive.

Per quanto riguarda i dettagli costruttivi per le strutture metalliche, non avendo a disposizione i documenti progettuali originali, sono richieste indagini estese. Tali indagini consistono nell'esame della dimensione, della disposizione dei profilati metallici di cui è costituita la struttura e dei collegamenti degli stessi tra loro e con le strutture limitrofe.

A tale fine è stata eseguita una campagna di indagini per la determinazione dei dettagli costruttivi, effettuata in novembre e dicembre 2022 dalla Istemi S.r.l. con sede in Mercato S. Severino (SA) alla Via dei Longobardi n. 23. Tale campagna di indagini ha interessato oltre alle strutture portanti anche i solai in oggetto per l'individuazione delle caratteristiche geometriche e di collegamento alle strutture limitrofe.

Con riferimento alle proprietà dei materiali per la muratura, a cause della mancanza delle specifiche originali di progetto, sono richieste prove estese che hanno completato le informazioni sulle proprietà dei materiali



ottenute dalla letteratura e dalle regole costruttive all'epoca della costruzione. Tali prove sono consistite in n.16 esami visivi della superficie muraria, condotti dopo la rimozione di una adeguata porzione d'intonaco, al fine di individuare forma e dimensione dei blocchi di cui è costituita la muratura; sono state eseguite n. 2 prove con martinetti piatti singoli e doppi. Tali prove sono state eseguite dalla Istemi S.r.l. e rappresentate nell'elaborato Relazione tecnica e nei relativi allegati.

Per quanto sopra esposto ad esito dei rilievi geometrici condotti, delle verifiche in-situ dei dettagli costruttivi e delle prove sui materiali in-situ, è possibile ritenere un livello di conoscenza delle strutture esistenti pari a LC2 al quale corrisponde un fattore di confidenza FC uguale a 1.20 .

### **Finiture**

All'interno dell'ex complesso dei Cappuccini non si ritrovano molti materiali, essendo la costruzione molto "povera" da un punto di vista materico. Non sono stati rinvenuti materiali risalenti all'epoca della costruzione e ci sono stati nel corso degli anni evidenti rifacimenti delle finiture interne, sia sui pavimenti che sui rivestimenti.

I pavimenti dell'ex Convento, ove presenti, sono in piastrelle. La tipologia delle stesse cambia in funzione dei materiali (cementine, graniglia, cotto e marmo botticino), dei colori (rosso, bianco, nero o miste), della disposizione (a tappeto centrale o uniformi), dell'andamento rispetto le pareti (a cardamone o in linea) nonché della dimensione (25x 25cm, 20 x 20cm, 40 x 40cm) e dello spessore (da 1 a 3cm).

Per quanto riguarda i rivestimenti invece troviamo un rivestimento in piastrelle di ceramica smaltata, formati 10x10 e 20x20 cm, all'interno dei servizi igienici, ed un rivestimento in doghe di legno all'interno del locale 1-2 al Piano Primo (codice ambiente da rilievo). Mentre negli altri ambienti è presente un battiscopa.

Per quanto riguarda pavimenti e rivestimenti si rimanda più in dettaglio all'abaco delle finiture ed al report fotografico realizzato appositamente per la Soprintendenza.

Come da sopralluogo congiunto, effettuato in data 09.01.2023, si elencano di seguito le pavimentazioni originali, o comunque aventi valenza storica, che verranno conservate. Al fine di poter realizzare il passaggio degli impianti, le pavimentazioni elencate di seguito saranno integrate con pavimenti aventi le stesse caratteristiche materiche e di formato di quelle originali.

<b>N.LOCALE STATO DI FATTO</b>	<b>N.LOCALE STATO DI PROGETTO</b>	<b>FOTO PAVIMENTAZIONE ESISTENTE</b>
<b>PIANO TERRA</b>		
<b>0-19</b>	<b>0-18</b>	



		<i>Pavimento composto da cementine decorate, formato 20x20cm</i>
<b>0-21</b>	<b>0-20</b>	 <i>Pavimento composto da graniglia, formato 20x20cm</i>
<b>0-23</b>	<b>0-21</b>	 <i>Pavimento composto da graniglia, formato 20x20cm</i>
<b>PIANO PRIMO</b>		
<b>1-22</b> <b>1-23</b>	<b>1-20</b> <b>1-21</b>	 <i>Pavimento composto da graniglia, formato 20x20cm</i>



1-27	1-23	 <p data-bbox="794 723 1310 757"><i>Pavimento composto da graniglia, formato 20x20cm</i></p>
1-29	1-24	 <p data-bbox="660 1283 1445 1317"><i>Pavimento composto da cementine esagonali bianche e nere, formato 23x20cm</i></p>
<b>PIANO SECONDO</b>		
2-9	2-16	 <p data-bbox="794 1899 1310 1933"><i>Pavimento composto da graniglia, formato 20x20cm</i></p>



2-12	2-15			
<i>Pavimento composto da cementine decorate, formato 20x20cm</i>				
2-14 2-15 2-16 2-17	2-12 2-37 2-32 2-33			
<i>Pavimento composto da cementine esagonali bianche e nere, formato 23x20cm</i>				
<b><i>I codici degli ambienti di seguito fanno riferimento a quelli assegnati negli elaborati grafici di rilievo e di progetto</i></b>				

Per le quali si prevede lo svellimento, per la realizzazione dei nuovi impianti necessari alla messa in funzione ed in esercizio dell'edificio, con recupero (valutato nell'ordine del 70% della superficie esistente) e posa in opera della stessa pavimentazione, attraverso il ciclo di seguito descritto:

- rimozione di depositi superficiali incoerenti a secco mediante l'uso di spazzole e pennelli morbidi;
- rimozione assorbimento di ossidi di ferro, emersi a causa della lunga permanenza in ambiente estremamente umido mediante applicazione di compresse assorbenti a base di sepiolite;
- rimozione di depositi superficiali coerenti, incrostazioni, concrezioni e fissativi alterati mediante applicazione di compresse di polpa di carta imbevute di soluzioni di sali inorganici (carbonato di ammonio).

La restante porzione della superficie pavimentata verrà integrata con una pavimentazione in pastine di cemento e graniglia, corrispondente per formato alla pavimentazione esistente, in colori neutri da concordare con la Soprintendenza e la Direzione Lavori al fine di rimarcare i principi di **riconoscibilità, compatibilità e minimo intervento**.



La restante parte del Convento ha come finitura un intonaco e tinteggiatura.

Gli intonaci degli ambienti attualmente utilizzati al Piano terra, sia da parte degli uffici socio-assistenziali, sia da parte della Curia Vescovile, sono per la maggior parte nei casi in buono stato di conservazione. Infatti non si prevede la rimozione dell'intonaco in questi ambienti, mentre in ragione delle caratteristiche del supporto, degli scialbi più recenti e dell'umidità ambientale pressoché tutte le superfici interne del piano primo e del piano secondo sono interessate da fenomeni di distacco di strati di pittura e smalto.

Infatti è previsto in progetto il rifacimento degli intonaci di tutto il piano primo ed il piano secondo.

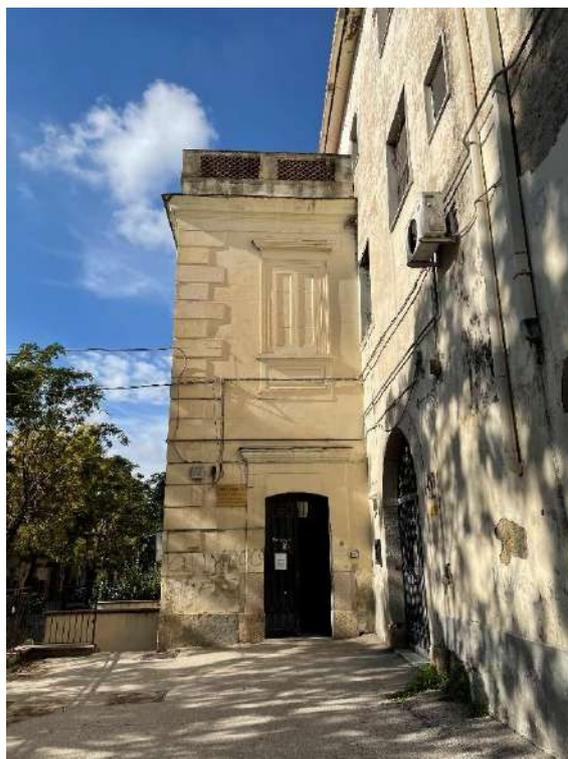
### **Facciate**

Le facciate dell'Ex Convento hanno tenore decorativo molto scarso. La porzione di facciata verso Via Mercorio presenta alcuni elementi decorativi angolari in stucco, ed un disegno di quello che sembra essere la testimonianza di un infisso originario, posto sopra all'ingresso attuale agli uffici socio-assistenziali.

Tale infisso è stato preso a riferimento per il disegno dei nuovi infissi esterni di tutto l'Ex Convento, semplificandolo nelle forme per reinterpretarlo in chiave contemporanea e renderlo **distinguibile**.



*Prospetto Sud – porzione su Via Mercorio con elementi decorativi angolari*



*Prospetto Est – stucco dell'infisso originario*

Il piano terra è contraddistinto da un marcapiano con uno strato di intonaco, che nella maggior parte dei casi evidenzia che la muratura è soggetta a fenomeni di umidità di risalita.

Alcuni serramenti esterni, sia sui prospetti esterni, sia sui prospetti interni, sono decorate con una cornice in pietra squadrata dalla superficie finemente bocciardata.



*Prospetto Sud esterno – Cornice in pietra quadrata*



*Prospetto Nord interno – Cornice in pietra squadrata*

I piani superiori sono improntati alla semplicità e sobrietà con apparato decorativo al tempo stesso più rustico e meno presente: le cornici delle finestre si riducono, spesso gli apparati decorativi si riducono a semplici architravi lignee lisce e davanzali in pietra.

Lo stato di conservazione degli intonaci e dei materiali lapidei è in generale buono con fenomeni locali di degrado avanzato.

Ad un'analisi visiva le parti intonacate sono oggi finite con una pittura a base di legante organico che determina la presenza diffusa sulla quasi totalità della superficie delle facciate di craquelé e con diffusione minore fenomeni di distacco e mancanza della sola finitura pittorica senza interessamento del sottostante intonaco.

Gli elementi lapidei naturali ed artificiali (ad esempio cornicioni e davanzali in cemento decorativo) sono localmente interessati da depositi, incrostazioni e patine biologiche.

Solo localmente a causa di mancanza di discendenti pluviali o per effetto di indiretto di infiltrazioni d'acqua allineano del fabbricato i fenomeni di degrado si presentano ad un livello più avanzato con interessamento anche del supporto (intonaco e muratura).

I saggi stratigrafici sono stati eseguiti al fine di individuare la successione cronologica delle diverse fasi temporali, portare alla luce tracce di pre-esistenze e accertare la presenza di eventuali decorazioni celate nel corso del tempo da successive sovrapposizioni di intonaci, finiture pittoriche o altri materiali lapidei.

Ogni saggio stratigrafico realizzato presenta dimensioni non superiori ai 10 x 30 cm ed è stato suddiviso in tasselli, in corrispondenza dei quali sono stati asportati gli strati rinvenuti fino al raggiungimento del supporto, attraverso l'utilizzo di vari solventi chimici, bisturi ed altri strumenti.



*Esecuzione di un saggio stratigrafico*

Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato *"Indagini stratigrafiche e chimiche di intonaci per il restauro dell'ex Convento dei Cappuccini sito in Maddaloni (CE)"* dove sono riportati i risultati ed il rapporto di prova delle indagini eseguite.

### ***Infissi interni ed esterni***

Per quanto riguarda la conoscenza degli infissi esterni ed interni si rimanda più in dettaglio ai due rispettivi abachi.

In generale, le finestre ritrovate in sede di sopralluogo sono di varia natura materica e anche il vetro ha diverse caratteristiche termo-isolanti. Infatti la maggior parte degli infissi esterni sembra essere stato rifatto a seguito di vari interventi di manutenzione straordinaria. Si trovano attualmente all'interno dell'Ex Convento i seguenti serramenti esterni:

- serramenti in legno con vetro singolo ad uno o due battenti con o senza sopra luce fisso o con apertura a ribalta;
- serramenti in legno con vetro doppio e vetrocamera ad uno o due battenti con o senza sopra luce fisso o con apertura a ribalta;
- serramenti in PVC con vetro doppio e vetrocamera ad uno o due battenti con o senza sopra luce fisso o con apertura a ribalta;

Alcune finestre sono oscurate da tapparelle e protette da inferriate, che di concerto con la Soprintendenza verranno recuperate (*solo le inferriate aventi come codice di rilievo IE.17*) in quanto risalenti a fine '800.

Le porte interne sono in generale in legno a decoro semplice a due battenti, alcune porte sono anche dotate di sopra luce vetrato apribile a ribalta. I telai delle porte sono direttamente ancorati alla muratura senza interposizione di falso telaio.

Visto che non sono stati ritrovati durante i sopralluoghi infissi originari, sia esterni che interni, insieme alla Soprintendenza, si è scelto di sostituire tutti gli infissi esterni, al fine di rispettare le normative attuali in termini di isolamento ed efficientamento energetico, mentre per quanto riguarda gli infissi interni di mantenere le aperture e le porte esistenti, laddove riutilizzabili e cambiare solo quelle strettamente necessarie per



l'adeguamento architettonico previsto in progetto (necessità di separazioni antincendio, inversione del senso di apertura). Il disegno delle nuove porte interne prende spunto dalle porte esistenti, ma sarà concordato con la Soprintendenza attraverso la presentazione di campionamenti.

### ***Impianti***

La dotazione impiantistica del fabbricato è costituita dall'impianto di riscaldamento a cascata a radiatori con tubazioni non incassate nelle murature, dall'impianto idrico sanitario dei bagni e a una dotazione minima di impianto elettrico per l'illuminazione dei locali e poche prese di servizio.

Si precisa che è previsto il rifacimento totale di tutti gli impianti relativi alla porzione dell'Ex Convento oggetto d'intervento.



## INTERVENTI PROGETTUALI

## INTERVENTI STRUTTURALI

Il presente paragrafo comprende la descrizione degli interventi strutturali necessari a garantire l'idoneità statica richiesto dalle vigenti normative per l'edificio oggetto di analisi.

Si precisa che l'intervento oggetto del presente progetto ricade nella categoria degli interventi locali, infatti, riguarda porzioni limitate della costruzione e non produce sostanziali modifiche al comportamento delle altre parti e della struttura nel suo insieme; l'intervento, inoltre, non aggiunge carichi alla struttura.

Per quanto sopra, non avendo gli interventi alcuna rilevanza ai fini del comportamento sismico globale, ne consegue che è possibile omettere la verifica sismica relativa alle strutture portanti dell'intero edificio.

### ***Livello di conoscenza della struttura***

L'edificio in cui sono ubicati gli interventi locali in oggetto, ha una conformazione planimetrica a corte di dimensioni massime pari a circa 65 m x 60 m, è caratterizzato da due piani fuori terra ed un'altezza massima pari a circa 16 m.

La struttura principale dell'edificio risulta essere in muratura portante, orizzontamenti costituiti da volte in muratura, solai con putrelle di acciaio e tavelle in laterizio, coperture con travi e capriate in legno massiccio.

Per lo studio dell'edificio in oggetto è stato scelto il raggiungimento del livello di conoscenza LC2.

Tale livello di conoscenza si ottiene mediante una serie di rilievi ed indagini atti ad indagare la geometria, i dettagli costruttivi e le proprietà dei materiali di seguito descritti.

Con riferimento alla geometria, in assenza dei disegni di carpenteria originali, è richiesto il rilievo completo della porzione di edificio interessata con particolare riferimento agli elementi portanti. Tale rilievo ha interessato, oltre la geometria degli elementi architettonici e strutturali direttamente in vista, anche la geometria di porzioni nascoste mediante saggi tesi all'individuazione della tipologia degli elementi costruttivi.

Con riferimento ai dettagli costruttivi per la muratura, non avendo a disposizione i documenti progettuali originali, sono richieste indagini estese. Tali indagini consistono, tramite microdemolizioni e/o saggi endoscopici, saggi termografici, indagini radar, nell'esame della qualità del collegamento tra pareti verticali, della qualità collegamento degli orizzontamenti e le pareti verticali, nell'esame della tipologia della muratura e delle sue caratteristiche costruttive.

Per quanto riguarda i dettagli costruttivi per le strutture metalliche, non avendo a disposizione i documenti progettuali originali, sono richieste indagini estese. Tali indagini consistono nell'esame della dimensione, della disposizione dei profilati metallici di cui è costituita la struttura e dei collegamenti degli stessi tra loro e con le strutture limitrofe.

A tale fine è stata eseguita una campagna di indagini per la determinazione dei dettagli costruttivi, effettuata in novembre e dicembre 2022 dalla Istemi S.r.l. con sede in Mercato S. Severino (SA) alla Via dei Longobardi n. 23. Tale campagna di indagini ha interessato oltre alle strutture portanti anche i solai in oggetto per l'individuazione delle caratteristiche geometriche e di collegamento alle strutture limitrofe.

Con riferimento alle proprietà dei materiali per la muratura, a cause della mancanza delle specifiche originali di progetto, sono richieste prove estese che hanno completato le informazioni sulle proprietà dei materiali ottenute dalla letteratura e dalle regole costruttive all'epoca della costruzione. Tali prove sono consistite in n.16 esami visivi della superficie muraria, condotti dopo la rimozione di una adeguata porzione d'intonaco, al



fine di individuare forma e dimensione dei blocchi di cui è costituita la muratura; sono state eseguite n. 2 prove con martinetti piatti singoli e doppi. Tali prove sono state eseguite dalla Istemi S.r.l. e rappresentate nell'elaborato Relazione tecnica e nei relativi allegati.

Per la muratura delle pareti, la resistenza è stata valutata a partire dalla Tab. C8.5.I delle NTC2018 per la tipologia di muratura *Muratura a conci regolari di pietra tenera*. I valori di riferimento dei parametri meccanici e fisici della muratura, ricavati come sopra descritto, sono di seguito riportati:

- $f_m = 2,6 \text{ N/mm}^2$
- $\tau_0 = 0,060 \text{ N/mm}^2$
- $E = 1410 \text{ N/mm}^2$
- $G = 450 \text{ N/mm}^2$
- $w = 16 \text{ kN/m}^3$ .

Per la muratura delle volte, la resistenza è stata valutata a partire dalla Tab. C8.5.I delle NTC2018 per la tipologia di muratura *Muratura irregolare di pietra tenera*. I valori di riferimento dei parametri meccanici e fisici della muratura, ricavati come sopra descritto, sono di seguito riportati:

- $f_m = 1,8 \text{ N/mm}^2$
- $\tau_0 = 0,035 \text{ N/mm}^2$
- $E = 1080 \text{ N/mm}^2$
- $G = 360 \text{ N/mm}^2$
- $w = 16 \text{ kN/m}^3$ .

Con riferimento alle proprietà dei materiali per le strutture metalliche, in assenza delle specifiche originali di progetto e dei certificati di prova originali, sono richieste prove *in-situ* estese. Nella fattispecie, essendo l'organismo strutturale non in acciaio, le prove sono consistite nell'esecuzione di n.2 prove di durezza di Brinell effettuata dal Laboratorio Autorizzato Istemi S.r.l. che hanno fornito resistenza media pari a  $402 \text{ Nmm}^{-2}$ ; per l'acciaio è stata considerata la tipologia S235 (ex Fe360) con tensione di snervamento pari a  $235 \text{ Nmm}^{-2}$ .

### **Progetto strutturale**

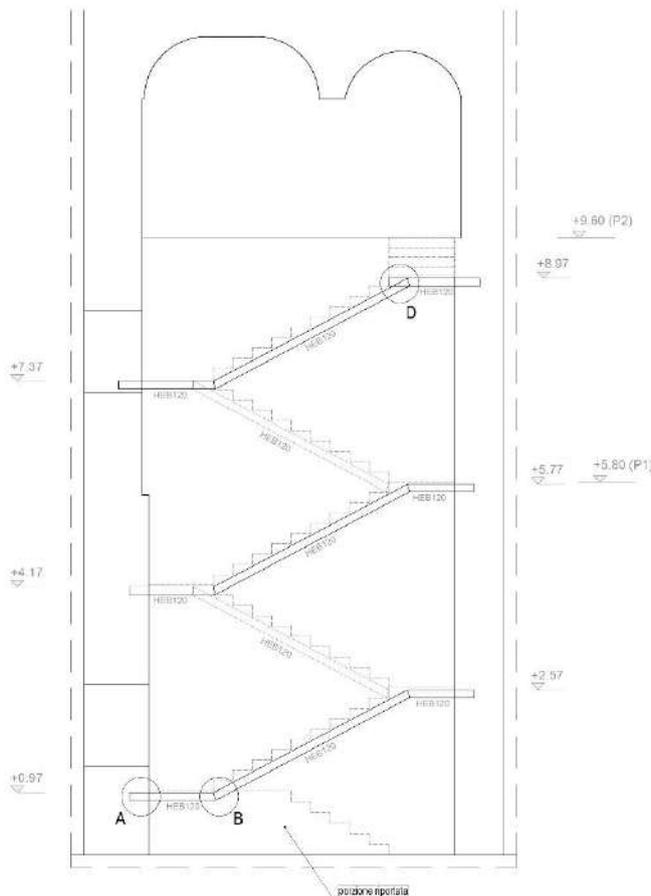
Gli interventi strutturali previsti in progetto sono:

- l'inserimento di una nuova scala - intervento 1-3;
- l'inserimento di un nuovo ascensore – intervento 2-3;
- la realizzazione di asole mediante la demolizione di volte in murature – intervento 3;
- l'inserimento di cerchiature e di catene metalliche - intervento 4;
- la realizzazione di nuovi vani nella muratura portante – intervento 6-7;
- la chiusura di vani in muratura, opere di ricostruzione muraria mediante scuci e cucì – intervento 5;
- opere di rinforzo mediante iniezioni – intervento 5;
- opere di consolidamento solai esistenti – intervento 8.

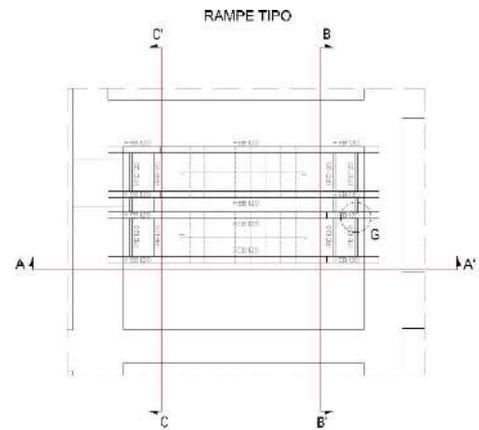


### ***Inserimento di una nuova scala***

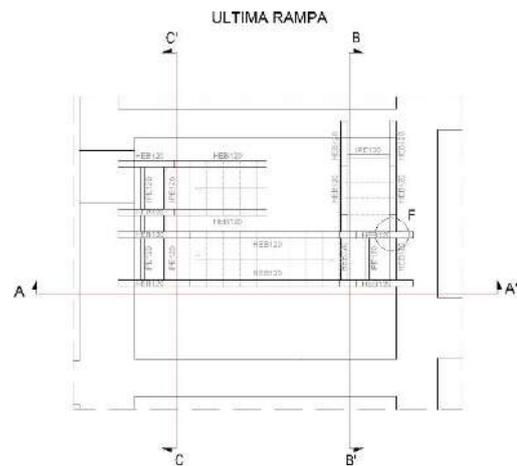
Nella fattispecie la struttura delle nuove scale è costituita da cosciali in travi in acciaio S355 con profilati HEB120 vincolate su appoggi in letto di betoncino a stabilità volumetrica nella muratura esistente, i gradini ed i pianerottoli sono realizzati mediante lamiera in acciaio S355, in corrispondenza dei pianerottoli sono presenti profilati IPE120 di collegamento dei cosciali.



*Sezione nuova scala in acciaio*



*Pianta rampa tipo nuova scala in acciaio*

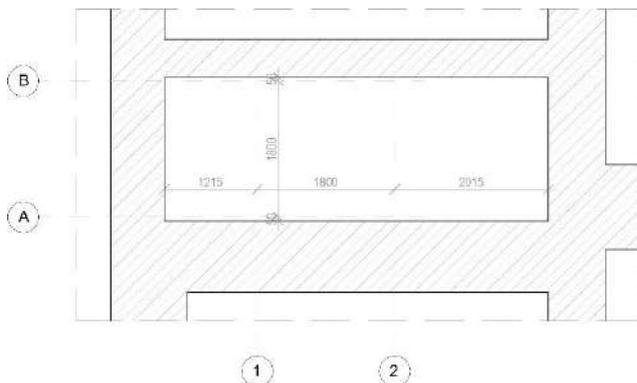


*Pianta ultima rampa - Nuova scala in acciaio*



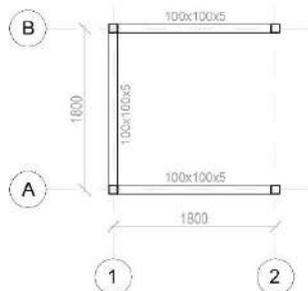
**Inserimento di un nuovo ascensore**

Si prevede l'installazione di un impianto ascensore. La struttura è costituita da telai in acciaio S355 in profilati tubolari 100x100x5 con colonne, diagonali e traversi in corrispondenza dei piani e/o degli ancoraggi delle guide degli impianti. I telai partono dalla quota della fossa dove sono disposte travi con profilati HEA200 vincolate su appoggi in letto di betoncino a stabilità volumetrica nella muratura esistente e sono vincolati ai piani con cerniere che lasciano libero lo spostamento verticale; le strutture hanno i giunti saldati e sono protette da ciclo di verniciatura.

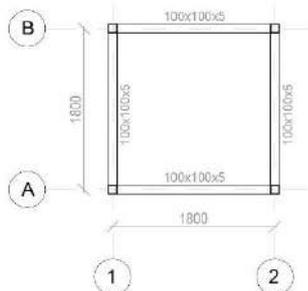


Localizzazione nuovo impianto ascensore

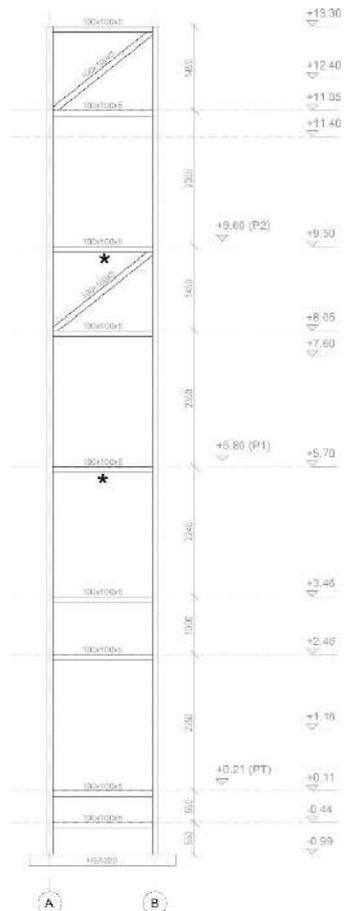
TELAIO L3, L7, L10



TELAIO L1, L2, L5, L6, L9, L12



Pianta - Telai metallici nuovo ascensore

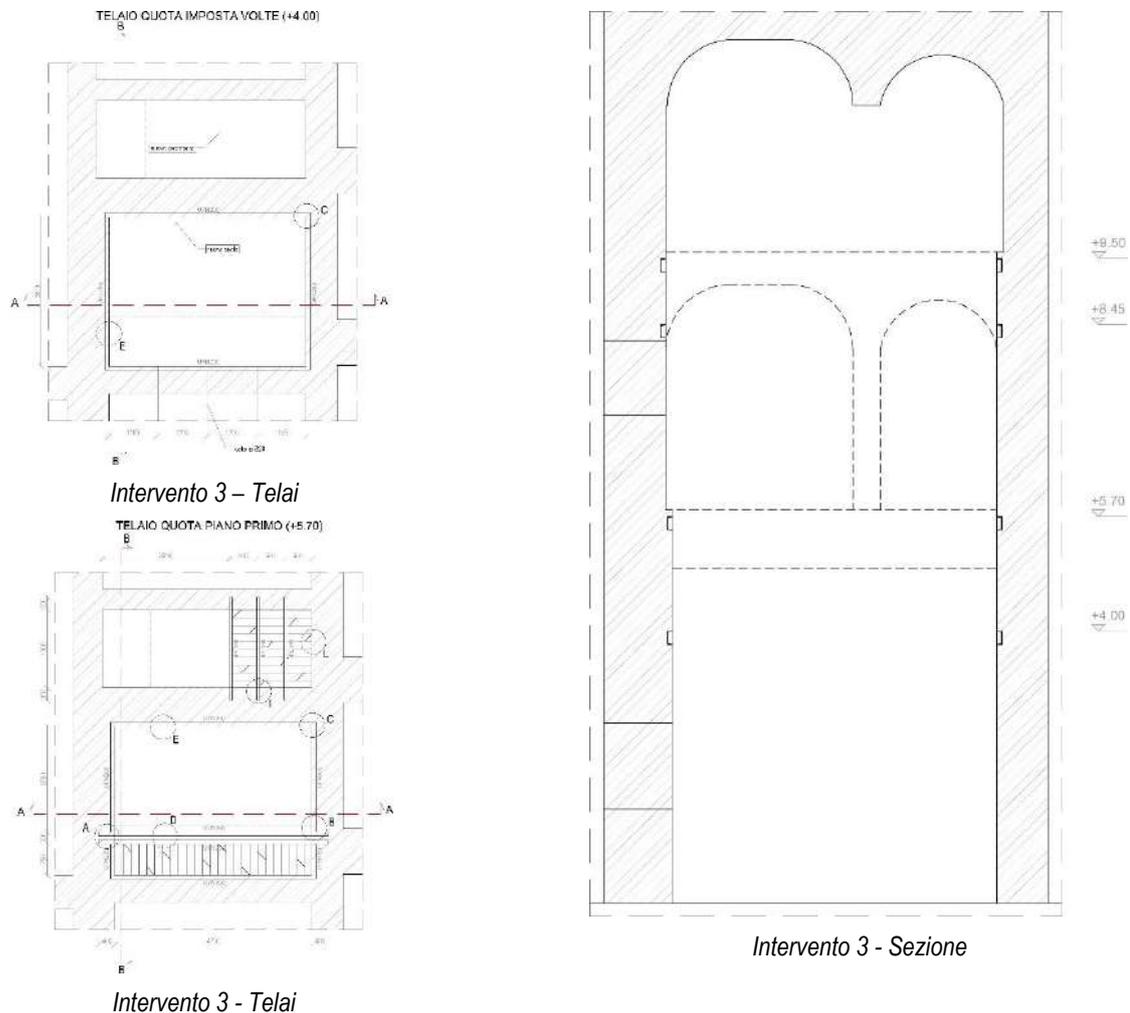


Sezione – Telaio metallico nuovo ascensore



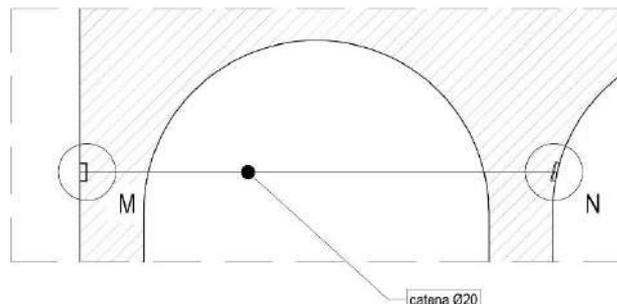
### **Realizzazione di asole mediante la demolizione di volte in murature**

Per consentire l'attraversamento dei piani è prevista la realizzazione di asole negli stessi che prevedono la rimozione di volte esistenti. Si prevede di realizzare cerchiature con profilati UPN200 incassati nella muratura e vincolati alla stessa mediante inghisaggi alla quota di imposta delle volte ed alla quota di calpestio.



### **Inserimento di cerchiature e di catene metalliche**

E' prevista altresì la realizzazione di catene Ø20 in acciaio per l'eliminazione delle spinte non più contrastate. Si realizzano porzioni di solaio in putrelle e tavelloni, sui tavelloni sono posti pani di polistirolo al raggiungimento dell'ala superiore della putrella, completa il solaio soletta in betoncino armato dello spessore di 5 cm.

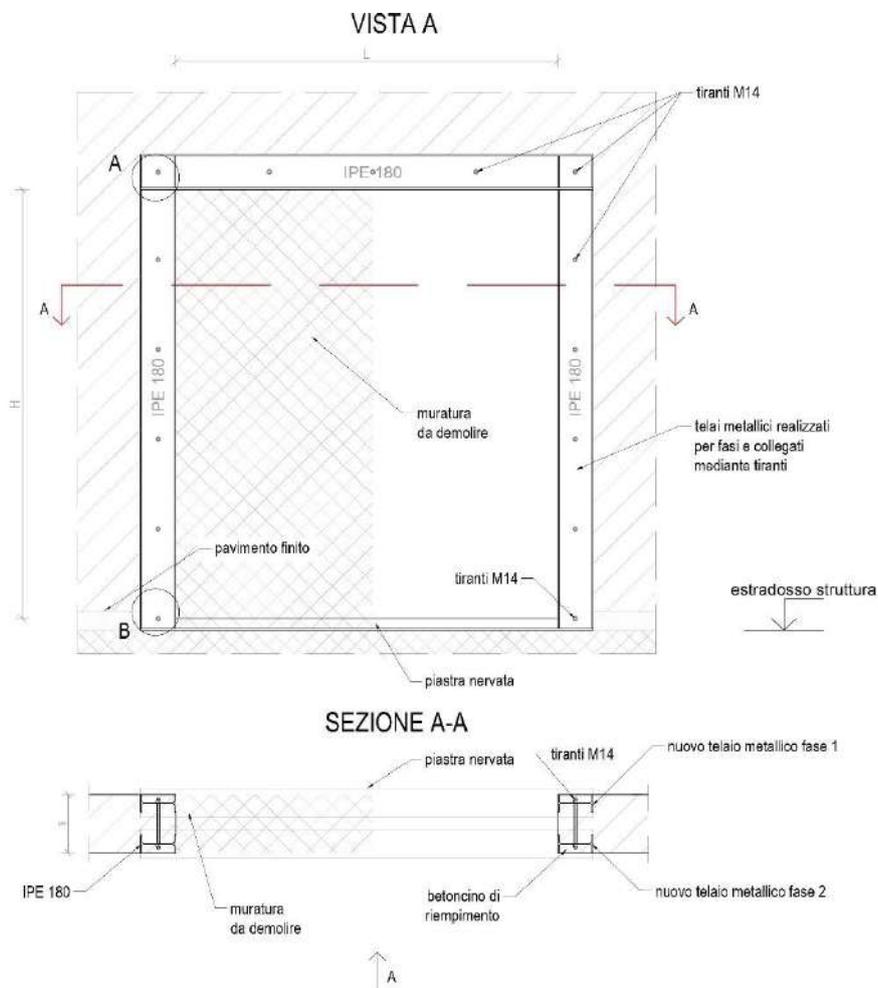


Intervento 4 – Catene metalliche

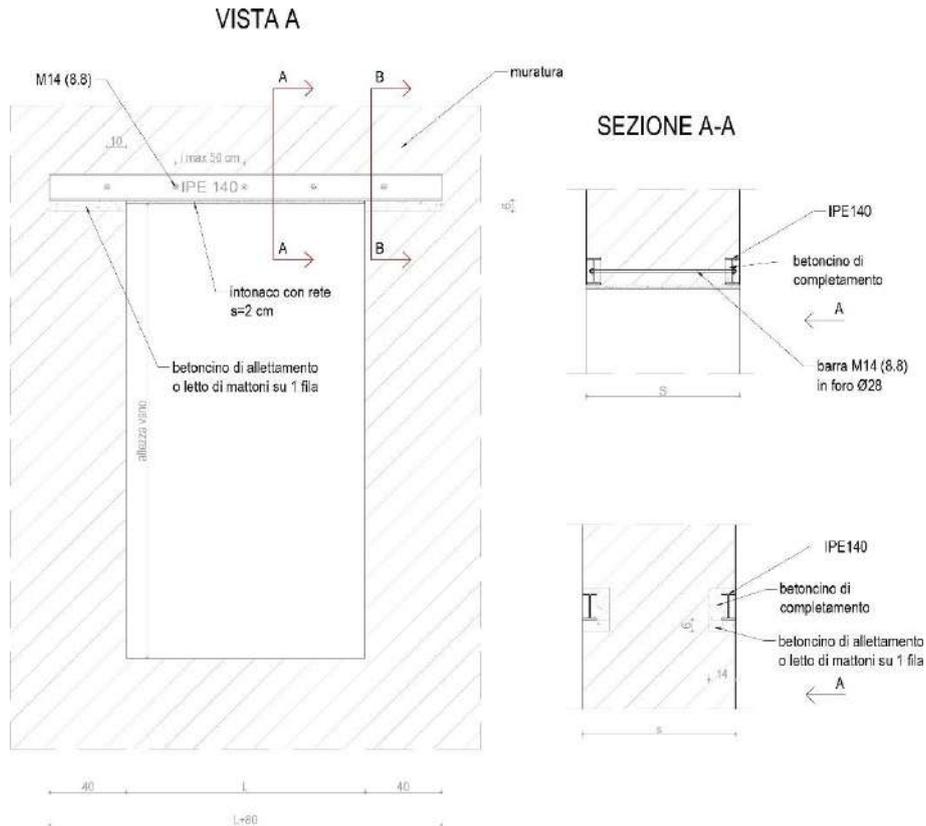


### **Realizzazione di nuovi vani nella muratura portante**

E' prevista inoltre la realizzazione di vani in pareti portanti in muratura, gli stessi saranno realizzati mediante inserimento di telai in acciaio per la cerchiatura dei passaggi e mediante il consolidamento di talune pareti mediante intonaco armato. Le chiusure murarie saranno realizzate con la medesima muratura con ammorsamenti mediante scuci e cucii sul perimetro.



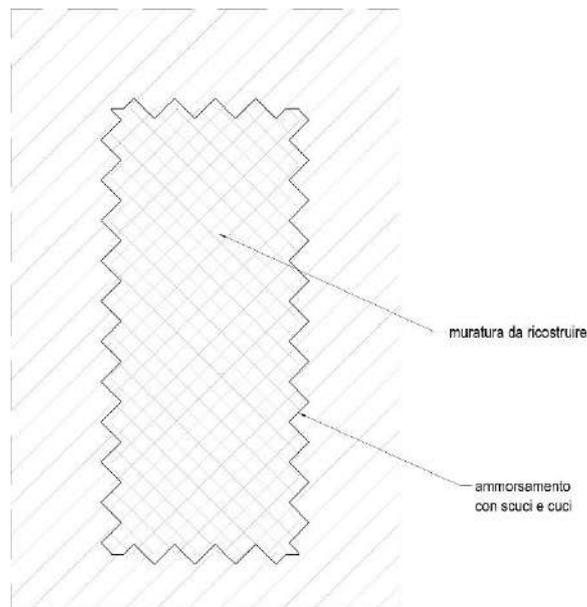
*Intervento 6 – Nuove cerchiature*



Intervento 7 – Nuove architravi

### **Opere di ricostruzione muraria mediante scuci e cucii e iniezioni**

Dove sono presenti lesioni e sconessioni murarie si prevedono iniezioni di miscele leganti e ricostruzione mediante tecnica dello scuci e cucii, anche per porzioni di volte che richiederanno lo svuotamento delle stesse.

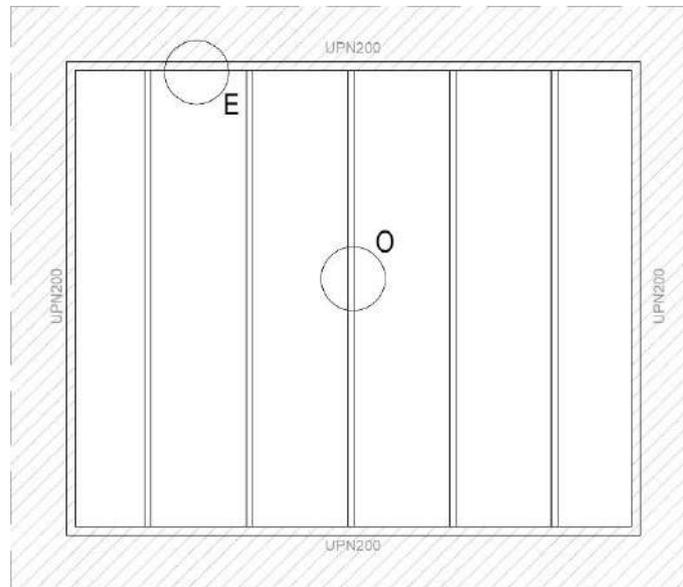


Intervento 5 – Intervento scuci e cucii



### **Opere di consolidamento solai esistenti**

Il consolidamento dei solai esistenti in putrelle e tavelloni si realizza incrementando il profilo IPE esistente mediante una metà del medesimo profilato saldato all'intradosso dello stesso, lungo il perimetro del solaio si realizza cerchiatura con profilati in acciaio UPN200 incassati nella muratura e vincolati alla stessa mediante inghisaggi.



*Intervento 8 – Consolidamento solai esistenti*

Tutte le verifiche riportate nei Tabulati di calcolo, redatte nel rispetto delle Leggi n. 1086 del 1971, n. 64 del 02.02.1974, del D. Min. Infrastrutture 17.01.2018 e della Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 02.02.2009 con riferimento agli interventi locali in oggetto, risultano soddisfatte.

Le strutture in oggetto, pertanto, rispondono pienamente alle caratteristiche per cui sono state progettate.

Per maggiori dettagli si rinvia agli elaborati grafici strutturali da *ESE\_STR\_GRF\_01\_00* a *ESE\_STR\_GRF\_08\_00*.



## COMPATIBILITÀ CON GLI ASPETTI ANTINCENDIO

In base agli spazi a disposizione si stima un affollamento massimo inferiore alle 300 persone presenti, pertanto, in base al DM 22 Febbraio 2006, l'attività non è soggetta a controllo dei VVF.

Inoltre, ai sensi Art.1, comma 2, del DM 22/02/2006, non vi è l'obbligo di recepimento delle norme contenute nei Titoli II e III del suddetto decreto, in quanto gli interventi di progetto non si configurano come "Interventi di Ristrutturazione Edilizia" (secondo la definizione riportata all'art. 3(L), comma 1, lettera d, del DPR 6 giugno 2001, n. 380.), ma come interventi di manutenzione straordinaria. In aggiunta, alla presente attività, non vi è l'obbligo di applicazione della RTV dell'8 giugno 2016, in quanto si applica solo quando viene raggiunto il limite di assoggettabilità dell'attività 71.

All'interno del fabbricato, così come riportato negli elaborati grafici allegati alla presente, sono ubicati estintori a polvere o CO2. In particolare, in corrispondenza dei quadri elettrici sono posizionati estintori a CO2, mentre quelli a polvere in tutti gli altri casi.

Gli estintori a polvere sono posizionati mediamente uno ogni 150 mq, mentre all'interno o in corrispondenza di quegli ambienti dove il rischio d'incendio è più elevato sono posizionati uno o più estintori a prescindere dall'estensione.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati *ESE\_VVF\_GRF\_01-02-03\_00*.

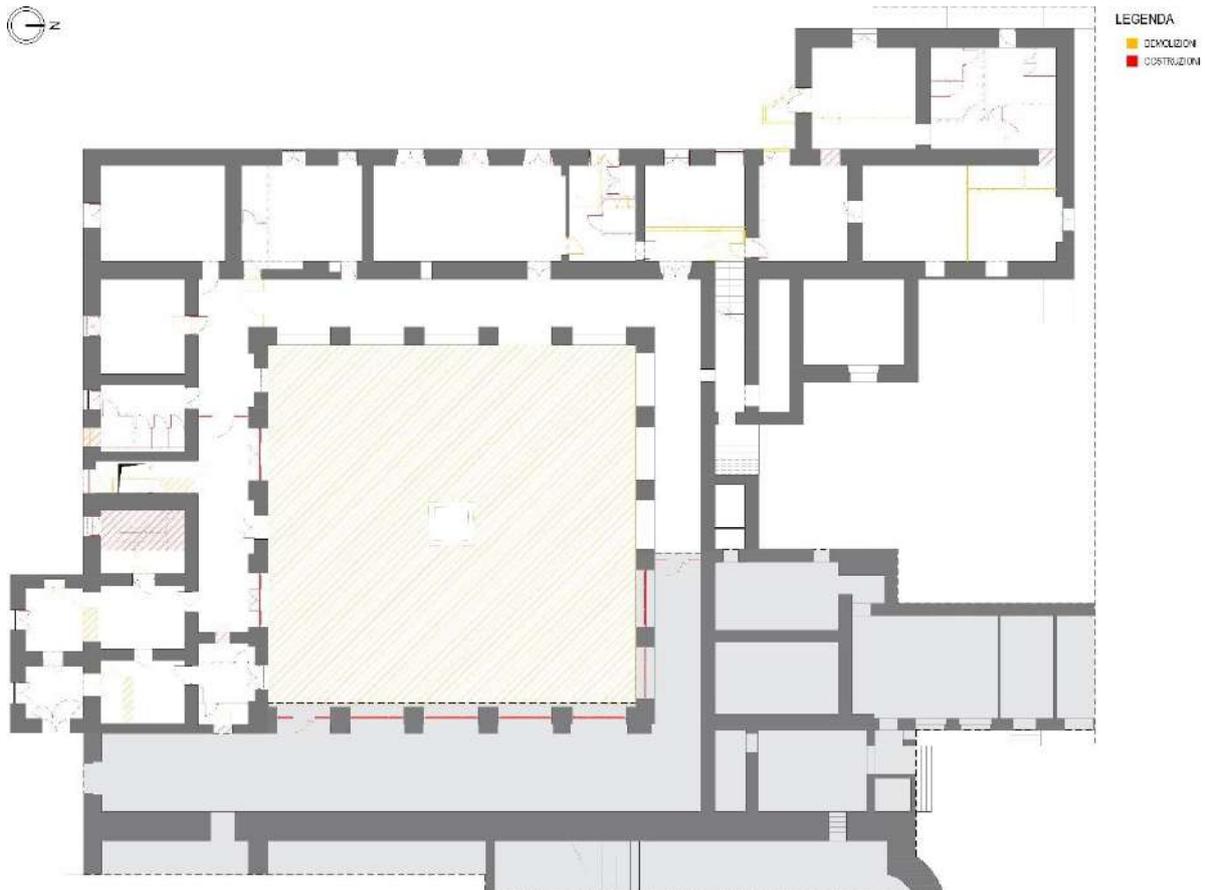


## PROGETTO ARCHITETTONICO

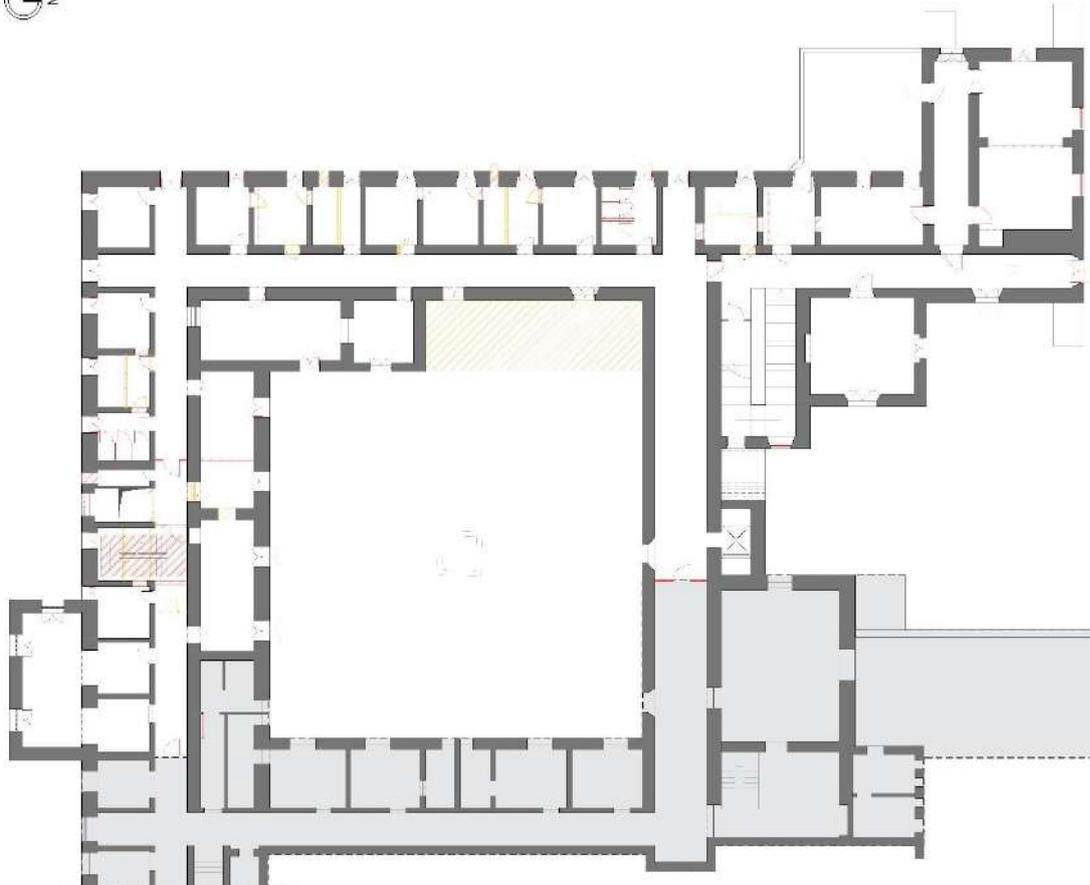
L'Ex Convento dei Cappuccini sarà oggetto di un intervento complessivo di restauro e risanamento conservativo, adeguamento impiantistico e massa a norma per essere adibito all'uso previsto.

Considerata la rilevanza storica del fabbricato, l'intervento su quest'ultimo punta alla riconfigurazione architettonico funzionale dello stesso, con l'intenzione principale di mettere in luce la conformazione originaria dell'edificio e le sue partiture strutturali di impianto.

Di seguito si riportano le piante delle demolizioni e costruzioni previste all'interno dell'Ex Convento che meglio spiegano l'intento progettuale.

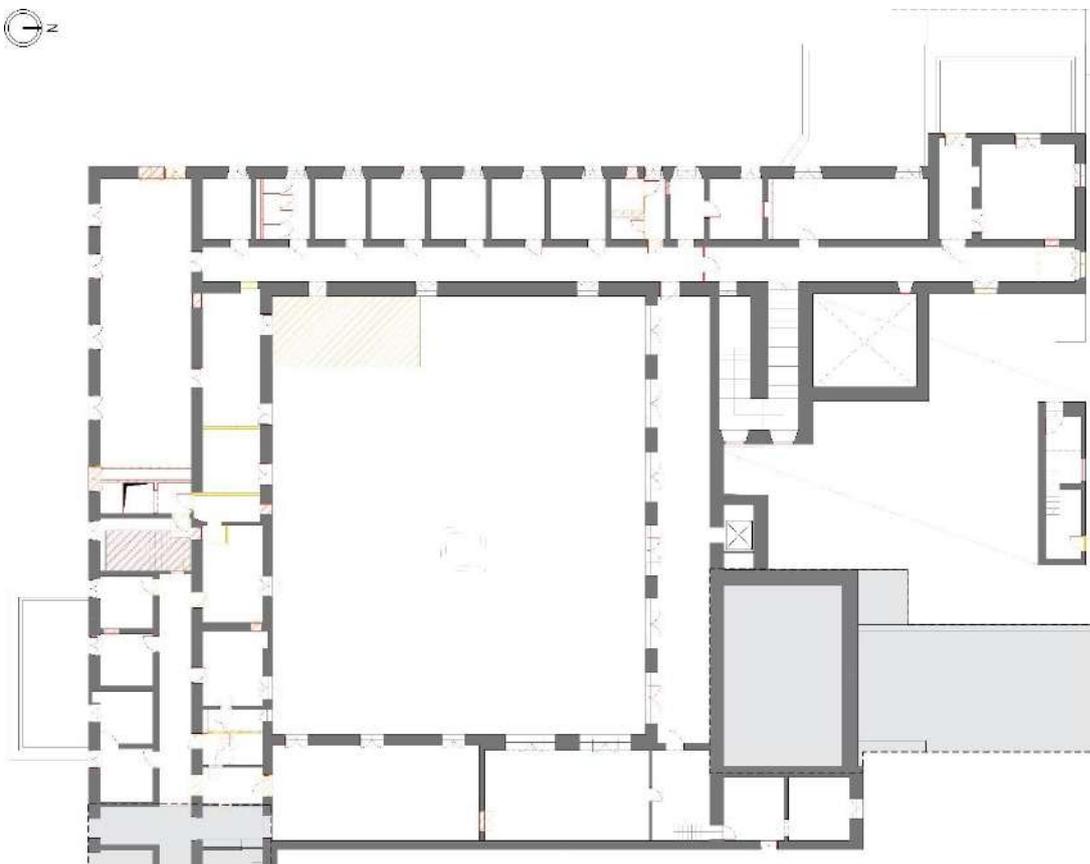


*Demolizioni e Costruzioni – Pianta Piano Terra*



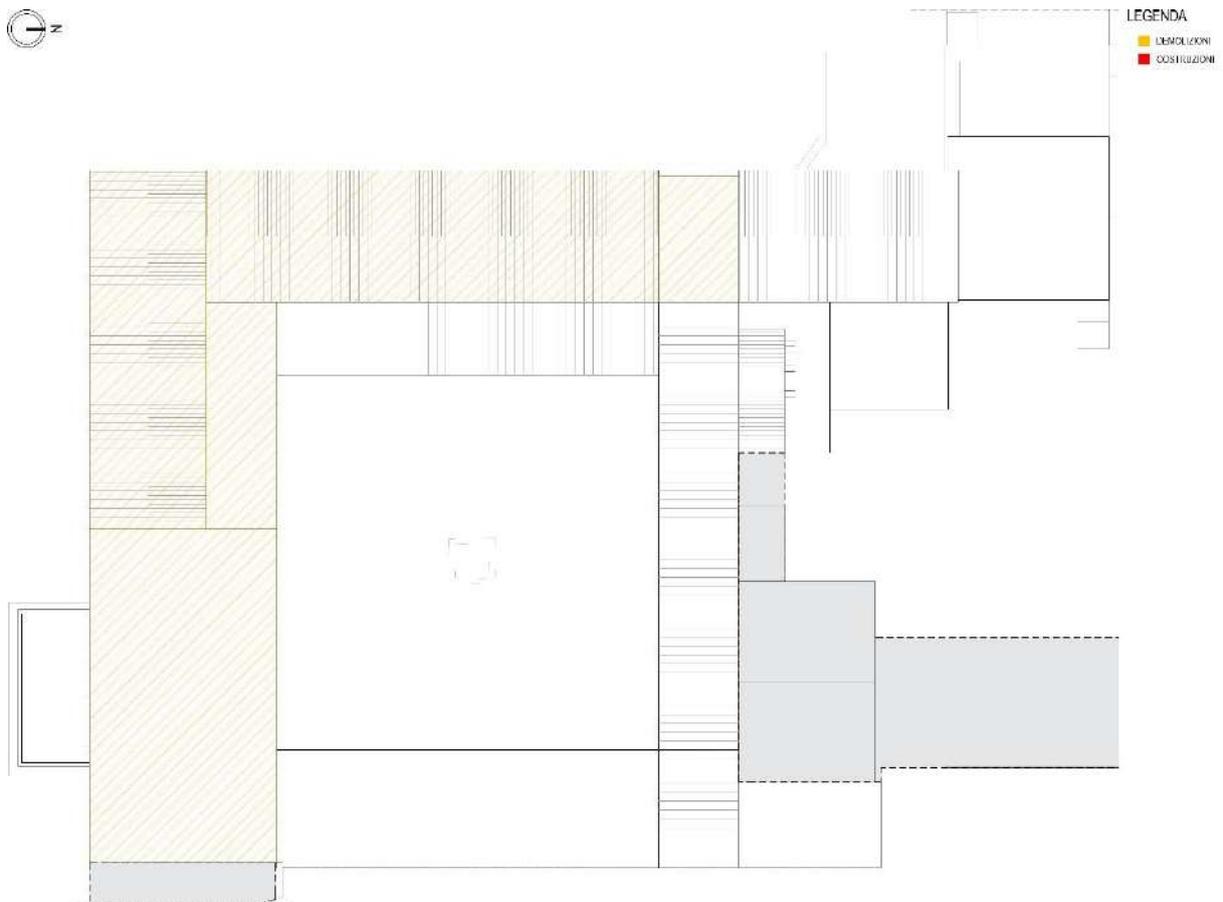
LEGENDA  
■ DEMOLIZIONI  
■ COSTRUZIONI

*Demolizioni e Costruzioni – Pianta Piano Primo*



LEGENDA  
■ DEMOLIZIONI  
■ COSTRUZIONI

*Demolizioni e Costruzioni – Pianta Piano Secondo*



*Demolizioni e Costruzioni – Pianta Coperture*



### **Interventi sulle pavimentazioni**

Per quanto riguarda le pavimentazioni, di concerto con la Soprintendenza in fase di sopralluogo in data 09/01/2023, sono state visionate e catalogate, tutte le pavimentazioni esistenti, in modo tale da andare a riconoscere, per ogni ambiente, quali sono i pavimenti posati all'atto della costruzione del fabbricato, o comunque degni di conservazione, che conservano ancora i caratteri originari del corpo di fabbrica, che si riportano di seguito:

<b>N.LOCALE STATO DI FATTO</b>	<b>N.LOCALE STATO DI PROGETTO</b>	<b>FOTO PAVIMENTAZIONE ESISTENTE</b>
<b>PIANO TERRA</b>		
<b>0-19</b>	<b>0-18</b>	 <p style="text-align: center;"><i>Pavimento composto da cementine decorate, formato 20x20cm</i></p>
<b>0-21</b>	<b>0-20</b>	 <p style="text-align: center;"><i>Pavimento composto da graniglia, formato 20x20cm</i></p>



<p>0-23</p>	<p>0-21</p>	 <p>Pavimento composto da graniglia, formato 20x20cm</p>
<p>PIANO PRIMO</p>		
<p>1-22 1-23</p>	<p>1-20 1-21</p>	 <p>Pavimento composto da graniglia, formato 20x20cm</p>
<p>1-27</p>	<p>1-23</p>	 <p>Pavimento composto da graniglia, formato 20x20cm</p>



<p><b>1-29</b></p>	<p><b>1-24</b></p>			
<p><b>PIANO SECONDO</b></p>				
<p><b>2-9</b></p>	<p><b>2-16</b></p>			
<p><b>2-12</b></p>	<p><b>2-15</b></p>			

*Pavimento composto da cementine esagonali bianche e nere, formato 23x20cm*

**PIANO SECONDO**

*Pavimento composto da graniglia, formato 20x20cm*

*Pavimento composto da cementine decorate, formato 20x20cm*



<b>2-14</b> <b>2-15</b> <b>2-16</b> <b>2-17</b>	<b>2-12</b> <b>2-37</b> <b>2-32</b> <b>2-33</b>	
<i>Pavimento composto da cementine esagonali bianche e nere, formato 23x20cm</i>		
<b><i>I codici degli ambienti di seguito fanno riferimento a quelli assegnati negli elaborati grafici di rilievo e di progetto</i></b>		

Per le pavimentazioni sopra elencate è previsto lo svellimento, la loro pulizia e posa in opera nello stesso ambiente, al fine di poter realizzare i nuovi impianti e relativo massetto.

In sostituzione e/o integrazione delle pavimentazioni esistenti, si riportano di seguito i diversi interventi previsti per l'Ex Convento:

- **ad integrazione delle graniglie esistenti**, in ragione del 30% per i diversi ambienti, si prevede la fornitura e posa in opera di **pavimento in graniglia di forma quadrata**, artigianale, come da indicazioni nei grafici di progetto, con malta di allettamento di calce e pozzolana, compreso il taglio la suggellatura sempre con malta di calce e pozzolana, di dimensioni uguali a quelle esistenti nei diversi ambienti e colorazione da concordare con Soprintendenza e DL;
- **al piano terra ed al piano primo, in sostituzione delle pavimentazioni esistenti** è prevista la fornitura e posa in opera di pavimento in **piastrelle in cotto naturale** tipo Cottosole o similare, dimensioni 30x30x2cm;
- **all'interno dei bagni, ambienti umidi e locali tecnici**, dove non è presente una pavimentazione da conservare, si prevede l'utilizzo di un pavimento in **piastrelle di ceramica smaltata**, monocottura, prima scelta, dimensioni 20x20 cm in pasta bianca;
- per le **pedate della scala di nuova realizzazione** si prevede di utilizzare delle soglie lisce, pedate, sottogradi di gradini rettangolari, stangoni o simili in **lastre di pietra naturale**, di spessore 3 cm;
- per gli **ambienti dotati di cementine esagonali**, e per gli ambienti del **secondo piano**, si prevede la fornitura e posa in opera di mattonelle costituite da impasto composto da polveri minerali, cemento, acqua e coloranti naturali tipo Anima della Grandinetti o similare, **cementine esagonali**, dimensione come esistenti, e colorazione da concordare con Soprintendenza e DL.



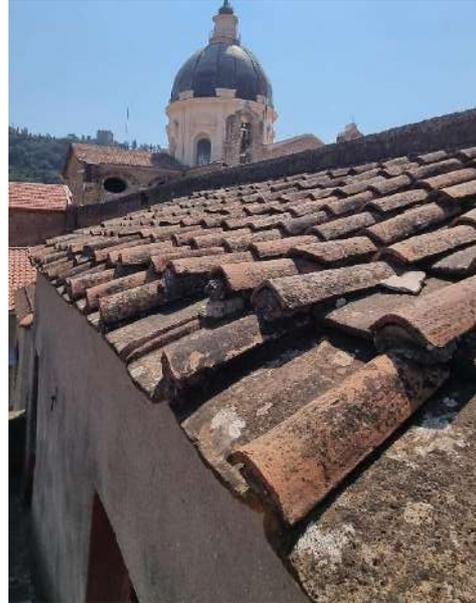
### ***Interventi sulle coperture***

Il manto di copertura esistente è formato da due tipi di tegole:

- tegole in cotto, che si presumono essere originali;
- tegole marsigliesi in PVC, di recente installazione.



*Tegole marsigliesi in PVC*



*Tegole in cotto*

Al fine di restituire un'immagine unitaria anche delle coperture, si prevede la demolizione delle tegole marsigliesi in PVC esistenti, in quanto in buona parte ammalorate e non originarie e di conseguenza di scarso interesse architettonico, e sostituzione con nuove tegole e coppi di tipo antico, che avranno le stesse caratteristiche materiche di quelle originarie.

Si precisa che è prevista la sostituzione delle tegole marsigliesi esistenti sulla falda che insiste sul prospetto Sud dell'Ex Convento, prospiciente la Via Mercorio.



### ***Interventi sugli infissi e sui prospetti***

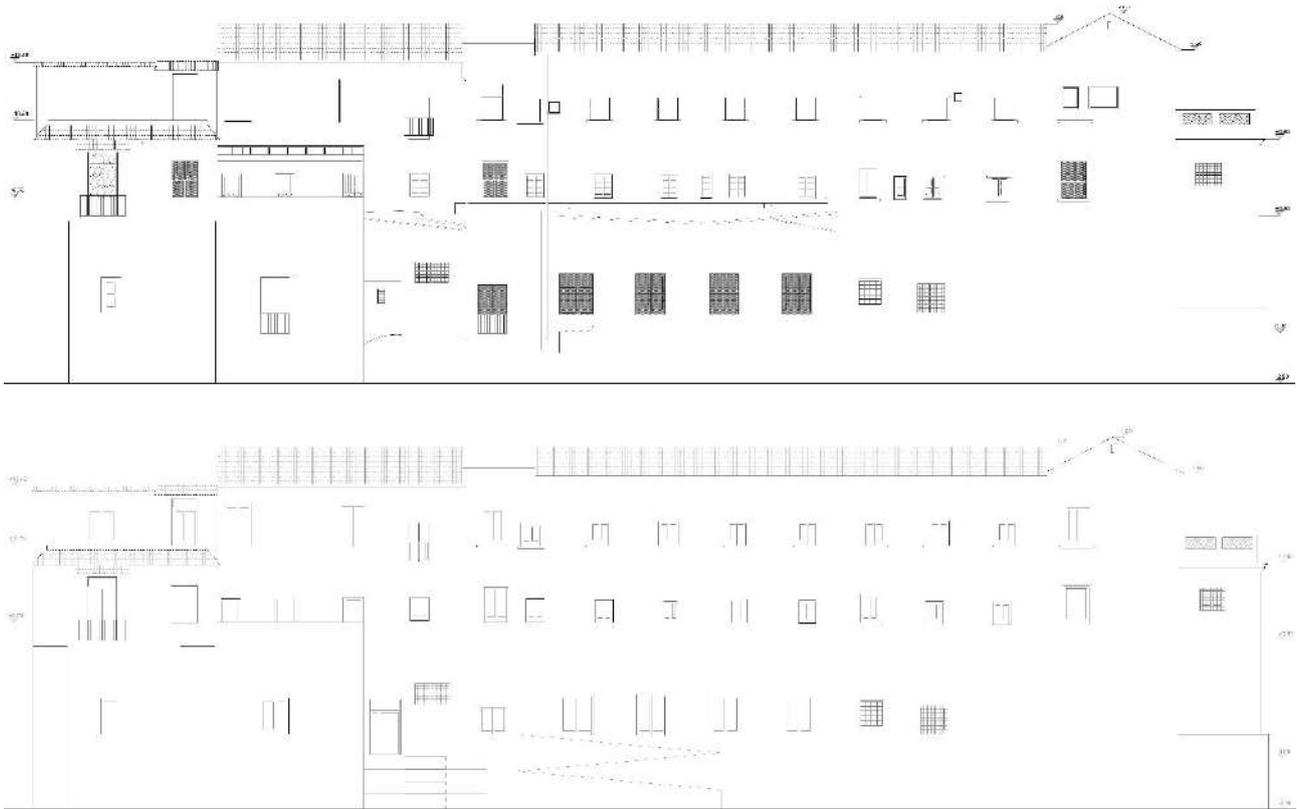
Dopo un attento studio degli atti d'archivio ritrovati, ed a seguito del sopralluogo congiunto con la Soprintendenza, si è deciso di ridisegnare gli infissi esistenti realizzando sui prospetti sia esterni che interni, un **infisso a doppia anta in legno a taglio termico**.

#### ***Infissi esterni***

Nonostante non ci fosse a supporto alcuna documentazione storica che facesse risalire al disegno originario degli infissi, e nonostante non sia stato rinvenuto in loco nessun infisso risalente all'età della costruzione, si è deciso di seguire il disegno di un infisso posto sopra l'ingresso attuale dei servizi sociali, semplificandolo in modo tale da riuscire comunque a restituire quella che doveva essere l'immagine unitaria dell'Ex Convento.



*Infisso "disegnato" al piano primo, in corrispondenza dell'attuale ingresso ai servizi sociali*



*Prospetto Nord- Confronto tra Stato di Fatto (sopra) e Stato di Progetto (sotto)*

**I nuovi serramenti saranno realizzati in legno lamellare di Rovere essiccato a 13% (toll. - 2) tipo serie ELEGANCE della Pa.Ma. infissi o similare per caratteristiche tecniche e prestazionali, costituite da telaio di sezione 68 x 80 mm e ante 68 x 80 mm con squadratura a triplice battuta complete di: chiusura a nastro su tre lati a più punti di chiusura, con nottolini regolabili per avere la giusta pressione di tenuta; cerniere di tipo anuba; F2, PF2 con catenaccio a espansione per la chiusura della seconda anta serie; gocciolatoio in alluminio anodizzato bronzo scuro dotato di scarichi per l'acqua; maniglia in alluminio anodizzato; doppia guarnizione di tenuta termico-acustica in materiale espanso sul perimetro del telaio; cornici fermavetro riportate all'interno predisposte per vetro camera; coprifilo interno 45x11; vetro 4S 33.1 - 15wamedge - 33.1 con Argon; una mano di impregnante colore Noce con funzioni di prevenzione per eventuali futuri danni provocati da insetti, funghi e muffe; una mano di fondo e una mano di finitura all'acqua con residuo secco ad alto spessore.**

Per quanto riguarda invece gli scuri esterni, le zanzariere, e tutte quelle opere che sono state evidentemente aggiunte nel corso del tempo dai vari fruitori della fabbrica, è prevista la rimozione ed il trasporto a discarica.

#### ***Infissi esterni - Davanzali in pietra***

Dopo il sopralluogo congiunto con la Soprintendenza, si è deciso di valutare la rimozione dei davanzali in marmo, ovviamente non coevi con la data d'edificazione dell'edificio e con l'aspetto materico della fabbrica. In



luogo dei davanzali in marmo si prevede l'installazione di nuovi davanzali in pietra di piperno dello spessore di 15, o comunque aventi lo stesso spessore e modello dei davanzali in pietra esistenti, levigati lavorati nella faccia a vista secondo le indicazioni della Soprintendenza e D.L., posti in opera con malta di calce pura idraulica naturale e pozzolana, incassati nelle murature laterali di almeno cm 5 e con previsione di chiusura della traccia con intonaco.

Dove invece sono già presenti dei davanzali in pietra, si è previsto il loro restauro attraverso il seguente ciclo di lavorazioni:

- rimozione di depositi superficiali incoerenti a secco mediante l'uso di spazzole e pennelli morbidi;
- rimozione assorbimento di ossidi di ferro, emersi a causa della lunga permanenza in ambiente estremamente umido mediante applicazione di compresse assorbenti a base di sepiolite;
- rimozione di depositi superficiali coerenti, incrostazioni, concrezioni e fissativi alterati mediante applicazione di compresse di polpa di carta imbevute di soluzioni di sali inorganici (carbonato di ammonio).

#### ***Nuovi ingressi destinati al pubblico ed al Giudice di pace***

**In sostituzione dell'infisso in ferro dal quale si ha accesso ai servizi sociali, in funzione oggi al piano terra, per il nuovo ingresso destinato al Giudice di Pace** è prevista la posa in opera di una **porta per esterni a due battenti in acciaio** in doppia lamiera da 15/10 zincata a caldo verniciata a base di polivinilcloruro, dallo spessore totale 45 mm, pressopiegato su 3 lati, con rinforzo interno ed isolamento in lana minerale, telaio in acciaio zincato a caldo da 2,5 mm di spessore con guarnizione di battuta in EPDM su tre lati, compresi serratura incassata, corredo di maniglie in materiale sintetico, rostro di sicurezza in acciaio e 2 cerniere, con K compreso tra 2,1 e 2,4 W/m<sup>2</sup>K.

Al fine di garantire un adeguato isolamento termico, all'infisso sopra descritto, seguirà un **infisso in alluminio e vetro con doppia anta a battente**, costituito da: controtelaio a murare completo di zanche per fissaggio a muro realizzato in lamiera di acciaio; telaio fisso comprensivo di bancali per davanzali in lamierato di alluminio preverniciato; traverso inferiore con ricavata la battuta dell'anta ed il raccogliore di condensa, realizzato in profili chiusi in alluminio preverniciato dello spessore minimo di 12/10 mm; righelli fermavetro del tipo a scatto; guarnizione di tenuta in neoprene per i vetri. Il nuovo infisso sarà equipaggiato con una vetrata termoisolante composta da due lastre di vetro float incolore, lastra interna in vetro float, spessore nominale 4 mm supportata da pellicola trasparente incolore di metallo pregiato, lastra esterna in vetro float, con coefficiente di trasmittanza termica Ug di 1,7 W/m<sup>2</sup>K (sp. 12 mm) k di 1,7 in per finestre, porte e vetrate.

#### ***Infissi interni***

Come riportato nelle tavole dello stato di progetto, all'interno del locale 0-1 è previsto lo smontaggio ed il rimontaggio dei vari elementi che compongono l'infisso II.01, e relativi lavori edili e da fabbro, al fine di invertirne il senso di apertura. Al fine di garantire il rispetto della normativa anticendio, il superamento delle barriere architettoniche e avere un miglior deflusso da parte degli utenti.

<b>N.LOCALE STATO DI FATTO</b>	<b>N.LOCALE STATO DI PROGETTO</b>	<b>FOTO INFISSE ESISTENTE</b>
------------------------------------	---------------------------------------	-------------------------------



<p>0-1</p>	<p>0-1</p>	 <p>INFISSO ESISTENTE II.01</p>
<p>0-18</p>	<p>0-16</p>	 <p>INFISSO ESISTENTE II.10</p>

Le porte interne sono in generale in legno a decoro semplice a due battenti, alcune porte sono anche dotate di sopra-luce vetrato apribile a ribalta. I telai delle porte sono direttamente ancorati alla muratura senza interposizione di falso telaio.

Visto che non sono stati ritrovati durante i sopralluoghi infissi originari, sia esterni che interni, per quanto riguarda gli infissi interni si è scelto di mantenere le aperture e le porte esistenti, laddove riutilizzabili e cambiare solo quelle strettamente necessarie per l'adeguamento architettonico previsto in progetto (necessità di separazioni antincendio, inversione del senso di apertura).

Il disegno delle nuove porte interne prende spunto dalle porte esistenti, ma sarà concordato con la Soprintendenza attraverso la presentazione di campionamenti.

Le nuove porte interne saranno del tipo in legno con anta mobile tamburata in rovere naturale, con struttura interna cellulare a nido d'ape, completa di telaio maestro in listellare impiallacciato dello spessore di 8/11 mm rivestito con pannelli a base di legno o da fogli di laminato plastico HPL, coprifili ad incastro in multistrato, compresa tutta la ferramenta necessaria per il fissaggio, movimento e chiusura, le guarnizioni e la verniciatura previa mano di preparazione con prodotto impregnante contro muffe e funghi.

Per quanto riguarda invece le nuove porte REI, esse saranno di due tipologie:



- Porta antincendio ad uno o due battenti lisci ciechi in rovere, omologata e certificata REI 60, costituita da: telaio perimetrale in legno massiccio di rovere di sezione minima 80x75 mm, con inserite guarnizioni autoespandenti per la trattenuta dei gas caldi e guarnizioni termoacustiche per la trattenuta dei fumi freddi, munito di zanche o tasselli per fissaggio a muro; anta ad incollaggio ureico e massello di legno rivestito su entrambe le facce con impiallacciatura a scelta o laccata o con laminato plastico, con almeno quattro cerniere per anta di tipo speciale montate su cuscinetto antifrizione con possibilità di regolazione sui tre assi, serratura con cilindro Yale con tre chiavi, e maniglie di tipo antinfortunistico in PVC con anima in acciaio o predisposizione per inserimento di maniglione antipanico, in laminato con colori standard e telaio coprifili e battute laccati;
- Porta tagliafuoco ad un battente con vetri, omologata e certificata REI 60, costituita da: telaio in tubolare d'acciaio profilato, dimensioni 15 x 50 mm, sagomato per accoppiamento con profilo ad angolo con interposizione di lastra isolante a base di calciosilicati spessore mm 25, munito di zanche o tasselli da murare; guarnizioni per fumi caldi e freddi; anta con tre cerniere ad ali, perno ad alta resistenza e cuscinetto reggispinta completa di serratura antincendio ad un solo punto di chiusura; maniglia interna ed esterna di colore nero con spigoli arrotondati completa di copriplacca. Comprese le opere murarie ed escluso il maniglione antipanico, per le seguenti dimensioni di foro muro, dimensioni: 900 x 2.000 mm

Così come verrà descritto per l'installazione di nuovi infissi in acciaio e vetro all'interno del chiostro, così anche al piano primo, al fine di separare le diverse funzioni, all'interno del complesso, ma al contempo non perdere l'immagine architettonica unitaria della fabbrica si è previsto la posa in opera di invetriate fisse anche per sopraluca costituite da: controtelaio a murare completo di zanche per fissaggio a muro realizzato in lamiera di acciaio; telaio fisso comprensivo di: imbotti laterali, succelli e bancali per davanzali in lamierato di alluminio preverniciato; montanti e traverso superiore con ricavata la battuta dell'anta; e realizzato in profili chiusi in alluminio preverniciato dello spessore minimo di 10/10 mm atti a portare pannelli ciechi, vetri semplici, vetri semidoppi, vetri doppi, vetri retinati, cristalli di spessori da 4 a 8 mm, vetri camera per isolamento acustico, cristalli di sicurezza ed antisfondamento; righelli fermavetro del tipo a scatto; guarnizione di tenuta in neoprene per i vetri, compresi altresì i seguenti trattamenti per i materiali metallici: zincatura a caldo per la lamiera in acciaio, fosfatazione a caldo per i profilati e le lamiere di alluminio, prima mano di verniciatura ad immersione, polimerizzazione a forno a 160 °C, verniciatura finale con smalto semi-lucido data elettrostaticamente a forno a 150°C.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici.



### ***Infissi nel chiostro***

Al fine di separare le varie funzioni previste al Piano Terra, spazi polifunzionali, ingresso e guardiania del Giudice di Pace e gli spazi destinati alla Curia Vescovile, insieme all'Amministrazione ed alla Soprintendenza, si è deciso di realizzare degli infissi in acciaio e vetro, che costituiscano una separazione, una barriera fisica tra le diverse funzioni per separare in maniera netta i flussi, ma che al contempo non fosse una barriera da un punto di vista percettivo, lasciando inalterata la spazialità dell'intero complesso.

### ***Infissi esterni in acciaio e vetro***

**Al fine di separare le diverse funzioni, all'interno del complesso**, ma al contempo **non perdere l'immagine architettonica unitaria** della fabbrica si è previsto, dove necessario, l'utilizzo di partizioni interne vetrate in profili di acciaio verniciato a taglio termico tipo sistema OS2 65 della Secco o similare per caratteristiche tecniche e prestazionali.

I serramenti previsti saranno del tipo Secco Sistemi OS2 65 o similare, realizzati dall'unione, senza soluzione di continuità, di due gusci metallici (uno intero ed uno esterno), tramite estruso di poliammide caricato in fibra di vetro e reso solidale alle parti da resina poliuretanicca ad alta densità. I gusci metallici sono ottenuti da profilatura a freddo di nastri di acciaio spessore 15/10, zincato a caldo "sistema Sendzimir" finitura skinpassata (FeP02 GZ 200), rivestimento di zinco  $\geq 200$  gr/mq, (norme UNI EN 10142/3/7 e EURONORM 143), prevedendo il mantenimento delle pieghe aperte al fine di poter inserire le squadrette di allineamento in acciaio inox anche in caso di saldatura superficiale in continuo.

L'assieme dei telai avviene tramite saldatura in continuo delle superfici in contatto con successiva molatura e ripristino della finitura superficiale. Il sistema prevede il sormonto interno ed esterno dei profili e le seguenti sezioni a vista; nodo laterale fisso massimo 32 mm, nodo laterale apribile 47 mm, nodo centrale per le due ante 62 mm, profondità inderogabile di 65 mm. Nella composizione i serramenti avranno i nodi distinti tra le parti fisse ed apribili, minimizzandone il più possibile le dimensioni con i vetri complanari tra loro. Sistema di tenuta acqua aria e vento per le finestre a giunto chiuso e due livelli di tenuta con doppia guarnizione a infilare. Nelle finestre è previsto un adeguato numero di scarichi dell'acqua ad avvitare in acciaio Inox da verniciare. I serramenti sono completi di vetri, 33.1\_15\_33.1 b.e + gas argon fissati mediante fermavetri.

### ***Caratteristiche tecniche***

- resistenza al carico del vento - pressione di prova	4
- resistenza al carico del vento - flessione del telaio	C
- tenuta all'acqua	8A
- prestazione acustica (con $R_w$ per IGU 42 dB)	43 (-1;-4) dB
- trasmittanza termica (con $U_g$ vetro 0,7 W/m <sup>2</sup> K)	1,38 W/m <sup>2</sup> K
- permeabilità all'aria	4

### ***Infissi esterni in legno, alluminio e vetro***

Oltre ai sopra descritti infissi in acciaio e vetro, dove è prevista una separazione di tipo REI 60, è prevista la fornitura e posa in opera di invetriate fisse in legno ed alluminio REI 60 costituite da:

- controtelaio a murare completo di zanche per fissaggio a muro realizzato in lamiera di acciaio;



- telaio fisso comprensivo di: imbotti laterali, succelli e bancali per davanzali in lamierato di alluminio preverniciato;
- montanti e traverso superiore con ricavata la battuta dell'anta e realizzato in profili chiusi in alluminio preverniciato dello spessore minimo di 10/10 mm atti a portare pannelli ciechi;
- porta tagliafuoco ad un battente con vetri, omologata e certificata REI 60, dimensioni 1200x2000mm;
- vetri semplici, vetri semidoppi, vetri doppi, vetri retinati, cristalli di spessori da 4 a 8 mm, vetri camera per isolamento termico ed acustico, cristalli di sicurezza ed antisfondamento, lastre traslucide (tutti da pagarsi a parte);
- righelli ferma-vetro del tipo a scatto;
- guarnizione di tenuta in neoprene per i vetri;
- trattamenti per i materiali metallici: per la lamiera in acciaio: zincatura a caldo; per i profilati e le lamiere di alluminio: fosfatazione a caldo, prima mano di verniciatura ad immersione, polimerizzazione a forno a 160 °C, verniciatura finale con smalto semi - lucido data elettrostaticamente a forno a 150°C

In merito invece ad alcune finestre del tipo fisso, che affacciano sull'ambulacro del chiostro, si prevede la fornitura e posa in opera di invetriata esterna alluminio – legno costituita da:

- controtelaio a murare completo di zanche per fissaggio a muro realizzato in lamiera di acciaio;
- telaio fisso comprensivo di bancali per davanzali in lamierato di alluminio preverniciato;
- traverso inferiore con ricavata la battuta dell'anta ed il raccoglitore di condensa, realizzato in profili chiusi in alluminio preverniciato dello spessore minimo di 12/10 mm; righelli fermavetro del tipo a scatto;
- guarnizione di tenuta in neoprene per i vetri;
- vetrata termoisolante composta da due lastre di vetro float incolore, lastra interna in vetro float, spessore nominale 4 mm supportata da pellicola trasparente incolore di metallo pregiato, lastra esterna in vetro float, spessore nominale 4 mm, unite al perimetro da intercalare in metallo, sigillato alle lastre e tra di esse delimitante un'intercapedine di aria disidratata di spessore 12 mm, con coefficiente di trasmittanza termica Ug di 1,7 W/m<sup>2</sup>K

### Porte esterne in legno

Per quanto riguarda gli ambienti che affacciano direttamente sull'ambulacro del chiostro, si prevede la fornitura e posa in opera di un portone esterno di ingresso in legno di rovere, costituito da:

- telaio maestro (minimo 12x8 cm), fissato sulla muratura con robusti arpioni;
- parte mobile intelaiata (minimo 10x6 cm) e collegata da fasce intermedie di uguale sezione, impiallicciata sulle due facce per uno spessore complessivo finito di 4,5 cm con eventuali riquadri bugnati;
- mostre interne ed esterne;
- cornici, cerniere in ottone pesante, due robusti paletti, serratura di sicurezza a 3 o più mandate, chiavi, catenaccio, pomo e maniglia in ottone o metallo cromato, comprese le opere murarie di finitura e assistenza e la verniciatura



### ***Interventi sulle murature esterne***

I lavori prevedono una prima fase di interventi di tipo conservativo, quali il consolidamento di profondità e la sigillatura degli intonaci e degli elementi ornamentali distaccati o disgregati. Seguirà una pulitura generale di tutte le superfici, a secco e mediante lavaggio con acqua nebulizzata a bassa pressione e spazzolatura con spazzole morbide per rimuovere i depositi di polvere e particolato incoerenti e mediamente coerenti. Verrà anche eseguita una disinfezione delle zone colpite da attacchi di biodeteriogeni con applicazioni ripetute di biocida specifico, seguite da spazzolatura per rimuovere le patine biologiche trattate.

La pulitura dei depositi coerenti (croste nere, macchie) sarà ottenuta manualmente con bisturi e spatoline, con impacchi solventi da testare in corso d'opera e mediante microabrasivatura a bassa pressione con inerti sottili

La stessa metodologia sarà gli strati di tempera polimerica al quarzo che, se mantenute, non consentirebbero una buona adesione delle tinte minerali al silicato di potassio previste per l'intervento di tinteggiatura.

Le vecchie integrazioni di superficie, non idonee per composizione e conformazione, saranno rimosse manualmente con martello e scalpello e nuovamente stuccate, come tutte le mancanze dei paramenti ad intonaco, con malte simili alle originali per composizione e finitura superficiale.

Si provvederà anche alla sigillatura e alla stuccatura dei giunti tra i vari elementi ornamentali ed alla ricostruzione delle modanature e degli ornati lesionati con impasti a base di polvere di marmo e miscele di calci idrauliche naturali (NHL5) bianche e grigie, ben compatibili e con caratteristiche simili ai leganti originali, con stesure imitative per colore e finitura alle superfici circostanti.

L'intervento sulle superfici terminerà con l'intonazione cromatica delle integrazioni sui cementi decorativi e la tinteggiatura di tutte le superfici d'intonaco, da eseguirsi con tinte minerali a base di silicato di potassio

Il colore della nuova tinteggiatura dovrà essere simile a quello individuato dall'indagine stratigrafica e confermato da campionature preventive, e concordato in fase di esecuzione con la Soprintendenza.

### ***PULITURA E TRATTAMENTO BIOCIDA***

La fase della pulitura prevede una fase preliminare per il debellamento degli agenti biologici.

Gli organismi che attecchiscono sui manufatti sono di due ordini: gli organismi monocellulari e quelli pluricellulari. Alla prima categoria appartengono i muschi, le alghe, i licheni, le muffe etc. mentre alla seconda casistica le piante con apparato radicale.

Per entrambe si procederà con applicazioni di prodotti idonei per la devitalizzazione degli organismi e la successiva rimozione a mano dei residui.

### ***PULITURA- FASE DI RIMOZIONE DELLE TINTEGGIATURE INIDONEE***

A seguito delle indagini eseguite qualora dovessero essere presenti tinteggiature a base di quarzo, che non permettono la traspirabilità delle pietre, le stesse saranno rimosse. Una serie di test preliminari di desialbo verranno realizzati per valutare la migliore risposta in termini di qualità e quantità dell'operazione a farsi. Le metodiche ed i mezzi dovranno essere conformi ad una corretta esecuzione pertanto si potranno utilizzare sverniciatori o mezzi meccanici come bisturi e stecche aiutati da ammorbidimento a base acquosa della superficie oppure a base di solventi.

### ***PULITURA E DESOLFATAZIONE***



Le pietre dovranno essere pulite ed esenti da solfati, quindi si prevede una fase di pulitura con Sali inorganici come il carbonato di ammonio che oltre ad ammorbidire gli strati di sporco presenti riescono a restituire alla superficie una condizione ottimale in considerazione della igroscopicità e della presenza di Sali.

A seguito della pulitura si procederà con uno o più risciacqui a mezzo di spruzzini e spugne al fine di rimuovere i residui dei Sali inorganici applicati dalla superficie del manufatto.

La lavorazione di risciacquo sarà da confinare dove sussistono elementi metallici di strutture inamovibili tipo portoni, cancelli, inferriate.

#### *RIMOZIONE DI ELEMENTI INIDONEI (STUCCATURE IN CEMENTO E FERRI)*

Qualora dovessero identificarsi stuccature inidonee realizzate con resine bicomponenti o cemento o gesso esse verranno rimosse. Anche gli elementi metallici che presentano ossidazione potranno essere rimossi. Nel caso fossero di difficile estrazione perché molto adesi nella struttura lapidea verranno trattati con prodotti passivanti e isolati dall'aggressione degli agenti atmosferici.

#### *CONSOLIDAMENTO DI SUPERFICIE*

Nei casi di polverizzazione e/o disgregazione verrà applicato un consolidante corticale a base di silicato di etile sulla superficie. Il prodotto consolidante, attraverso un lungo processo di natura chimica si trasforma in silice amorfa fissando e consolidando la superficie delle rocce sino ad una profondità limite di 1 cm. Se le schede tecniche rilevano una maggiore funzionalità delle nanoparticelle silicee si potrà agire anche con i prodotti formulati con le nanotecnologie.

#### *STUCCATURA*

Si concluderà il restauro delle pietre con la fase di stuccatura con malta di composizione chimica simile all'originale verificata attraverso le analisi eseguite in laboratorio specializzato ed equilibratura cromatica con velature a base di calce per migliore resa estetica.

#### *PROTEZIONE FINALE*

Applicazione sulla superficie finita di protettivo a base di polissano compatibile con le tinteggiature eseguite al fine di aumentare la durata dell'intervento nel tempo



Per una più semplice individuazione dei fenomeni di degrado dei materiali lapidei costituenti le superfici esterne degli edifici, sono state riportate delle tavole sinottiche nelle quali sono state messi in relazione i seguenti elementi:

- le alterazioni e le degradazioni individuate dalle "Raccomandazioni Normale - 1/88. Alterazioni macroscopiche dei materiali lapidei: lessico", (CNR-ICR, 1990, Roma);
- la loro descrizione;
- la simbologia grafica con la quale le forme di degrado vengono correttamente descritte negli elaborati riguardanti il loro rilievo, nel rispetto della normativa vigente;
- indicazione del ciclo di lavorazioni previsto per singolo degrado.

**Per il trattamento degli elementi lapidei, le fasi di intervento del ciclo proposto, per singolo degrado, prevedono le seguenti lavorazioni:**

MATERIALI LAPIDEI	
DEGRADO	INTERVENTI DI RESTAURO
ALTERAZIONE CROMATICA	<p><b>A.10.010.001.a</b> - Pulitura della superficie dell'intonaco con acqua addizionata a Desogen al 5%, acqua satura di bicarbonato di ammonio ed eventuali impacchi di polpa di carta e caolino per assorbire i sali solubili presenti nell'intonaco. I sali di carbonati più resistenti sono consumati meccanicamente a bisturi.</p> <p><b>A.10.010.100.a</b> - Consolidamento e/o protezione finale della superficie dell'intonaco con resina acrilica in soluzione al 3% e/o cere in emulsione acquosa.</p> <p><b>A.15.010.020.a</b> - Tinteggiatura di superfici esterne o interne con pittura a base di grassello di calce stagionato da 24- 36 mesi. Applicata a pennello in minimo due o tre mani di sottotinta con latte di calce, inclusi gli oneri per l'individuazione delle miscele pigmento-leganti più idonee secondo le indicazioni della D.L.: successiva stesura di tinta a velatura costituita da latte di calce pigmentata con coloranti inorganici, compreso la ripresa delle superfici dove occorre. Si verifica la necessità di lavaggio ad acqua di alcune parti.</p>
EROSIONE	<p><b>A.11.010.014.b</b> - Pulitura di pietre esterne • rimozione di depositi superficiali incoerenti a secco con l'uso di pennelli morbidi; • rimozione assorbimento di ossidi di ferro, emersi a causa della lunga permanenza in ambiente estremamente umido con applicazione di compresse assorbenti a base di sepiolite; • rimozione di depositi superficiali coerenti, incrostazioni, concrezioni e fissativi alterati con applicazione di compresse di polpa di carta imbevute di soluzioni di sali inorganici (carbonato di ammonio). in fascia media</p> <p><b>A.11.010.016.b</b> - Lucidatura e protezione finale di pietre esterne • Protezione finale, eseguita con silicato di metile in giusta diluizione o con opportune resine secondo le indicazioni della direzione dei lavori e della soprintendenza competente in fascia media</p>
MANCANZA	<p><b>R.03.030.010.a</b> - Ripresa di murature con metodo scuci-cuci Ripresa di murature mediante sostituzione parziale del materiale con metodo scuci-cuci, comprendente demolizione in breccia nella zona di intervento, ricostruzione della muratura e sua forzatura mediante inserimento di cunei di legno da sostituire a ritiro avvenuto, con elementi murari allettati con malta abbastanza fluida; compresa la fornitura del materiale, il carico, il trasporto - a qualsiasi distanza - e lo scarico a rifiuto del materiale di risulta, secondo le seguenti tipologie di murature: in mattoni di tufo</p>
PATINA BIOLOGICA / PRESENZA DI VEGETAZIONE	<p><b>A.06.010.010.a</b> - Trattamento biocida Trattamento biocida disinfestante delle parti più esposte alla presenza di vegetazione le operazioni di pulitura approfondita ed eliminazione dei licheni di superficie saranno eseguite a mano mediante operazioni meccaniche (bisturi, raschietti) o mediante applicazione di prodotti idonei alla rimozione del degrado su supporto di pasta di cellulosa. I trattamenti biocidi si effettuano con una o due applicazioni a spruzzo, sciacquatura con spazzole di saggina. Si prevede una eventuale rifinitura della pulitura con mezzi meccanici tipo bisturi raschietti</p>



	<p><b>A.11.010.014.b</b> - Pulitura di pietre esterne • rimozione di depositi superficiali incoerenti a secco con l'uso di pennelli morbidi; • rimozione assorbimento di ossidi di ferro, emersi a causa della lunga permanenza in ambiente estremamente umido con applicazione di compresse assorbenti a base di sepiolite; • rimozione di depositi superficiali coerenti, incrostazioni, concrezioni e fissativi alterati con applicazione di compresse di polpa di carta imbevute di soluzioni di sali inorganici (carbonato di ammonio). in fascia media</p> <p><b>A.11.010.016.b</b> - Lucidatura e protezione finale di pietre esterne • Protezione finale, eseguita con silicato di metile in giusta diluizione o con opportune resine secondo le indicazioni della direzione dei lavori e della soprintendenza competente in fascia media.</p>
--	--

**Per il trattamento degli intonaci esterni, le fasi di intervento del ciclo proposto, per singolo degrado, prevedono le seguenti lavorazioni:**

INTONACI ESTERNI	
DEGRADO	INTERVENTI DI RESTAURO
<b>ALTERAZIONE CROMATICA</b>	<p><b>A.10.010.001.a</b> - Pulitura della superficie dell'intonaco con acqua addizionata a Desogen al 5%, acqua satura di bicarbonato di ammonio ed eventuali impacchi di polpa di carta e caolino per assorbire i sali solubili presenti nell'intonaco. I sali di carbonati più resistenti sono consumati meccanicamente a bisturi. Il prezzo non prevede il costo dei ponteggi</p> <p><b>A.10.010.100.a</b> - Consolidamento e/o protezione finale della superficie dell'intonaco con resina acrilica in soluzione al 3% e/o cere in emulsione acquosa. Il prezzo non prevede il costo dei ponteggi</p> <p><b>A.15.010.020.a</b> - Tinteggiatura di superfici esterne o interne con pittura a base di grassello di calce stagionato da 24- 36 mesi. Applicata a pennello in minimo due o tre mani di sottotinta con latte di calce, inclusi gli oneri per l'individuazione delle miscele pigmento-leganti più idonee secondo le indicazioni della D.L: successiva stesura di tinta a velatura costituita da latte di calce pigmentata con coloranti inorganici, compreso la ripresa delle superfici dove occorre. Si verifica la necessità di lavaggio ad acqua di alcune parti</p>
<b>DEPOSITO SUPERFICIALE</b>	<p><b>A.10.010.001.a</b> - Pulitura della superficie dell'intonaco con acqua addizionata a Desogen al 5%, acqua satura di bicarbonato di ammonio ed eventuali impacchi di polpa di carta e caolino per assorbire i sali solubili presenti nell'intonaco. I sali di carbonati più resistenti sono consumati meccanicamente a bisturi. Il prezzo non prevede il costo dei ponteggi</p> <p><b>A.10.010.100.a</b> - Consolidamento e/o protezione finale della superficie dell'intonaco con resina acrilica in soluzione al 3% e/o cere in emulsione acquosa.</p> <p><b>A.15.010.020.a</b> - Tinteggiatura di superfici esterne o interne con pittura a base di grassello di calce stagionato da 24- 36 mesi. Applicata a pennello in minimo due o tre mani di sottotinta con latte di calce, inclusi gli oneri per l'individuazione delle miscele pigmento-leganti più idonee secondo le indicazioni della D.L: successiva stesura di tinta a velatura costituita da latte di calce pigmentata con coloranti inorganici, compreso la ripresa delle superfici dove occorre. Si verifica la necessità di lavaggio ad acqua di alcune parti.</p>
<b>DISTACCO</b>	<p><b>A.10.010.001.a</b> - Pulitura della superficie dell'intonaco con acqua addizionata a Desogen al 5%, acqua satura di bicarbonato di ammonio ed eventuali impacchi di polpa di carta e caolino per assorbire i sali solubili presenti nell'intonaco. I sali di carbonati più resistenti sono consumati meccanicamente a bisturi. Il prezzo non prevede il costo dei ponteggi</p> <p><b>A.10.010.070.a</b> - Consolidamento di intonaci in profondità: In caso di consolidamento in profondità si eseguiranno fori in corrispondenza delle zone di distacco, aspirazione delle polveri, lavaggio e umidificazione delle parti da consolidare, con iniezioni di apposito formulato a base di calce idraulica naturale, previsto in circa 6/8 iniezioni per metro quadrato trattato; da valutare per ciascun distacco, compreso la stuccatura di crepe anche di piccola entità e l'eliminazione dell'eccesso di prodotto dalle superfici. Questa operazione sarà svolta da un restauratore specializzato</p>
<b>EFFLORESCENZA</b>	<p><b>A.10.010.001.a</b> - Pulitura della superficie dell'intonaco con acqua addizionata a Desogen al 5%, acqua satura di bicarbonato di ammonio ed eventuali impacchi di polpa di carta e caolino per assorbire i sali solubili presenti nell'intonaco. I sali di carbonati più resistenti sono</p>



	<p>consumati meccanicamente a bisturi. Il prezzo non prevede il costo dei ponteggi</p> <p><b>A.10.010.070.a</b> - Consolidamento di intonaci in profondità: In caso di consolidamento in profondità si eseguiranno fori in corrispondenza delle zone di distacco, aspirazione delle polveri, lavaggio e umidificazione delle parti da consolidare, con iniezioni di apposito formulato a base di calce idraulica naturale, previsto in circa 6/8 iniezioni per metro quadrato trattato; da valutare per ciascun distacco, compreso la stuccatura di crepe anche di piccola entità e l'eliminazione dell'eccesso di prodotto dalle superfici. Questa operazione sarà svolta da un restauratore specializzato</p>
<b>MACCHIA</b>	<p><b>A.10.010.010.a</b> - Pulizia da radici e microrganismi: disinfestazione mediante applicazione di erbicida, estirpazione in profondità di radici di piante infestanti, e rimozione manuale di microrganismi autotrofi ed eterotrofi. Il prezzo non prevede il costo dei ponteggi</p> <p><b>A.10.010.060.a</b> - Consolidamento corticale dell'intonaco: Si consolideranno quelle parti di intonaco che non occorre demolire, ma che lo necessitano per decoesione rispetto alla superficie. Eliminate eventuali contaminazioni di sali, o attesa la conveniente asciugatura della parete in caso di presenza di umidità per infiltrazioni, si applicherà a pennello un prodotto consolidante con dosaggi e rapporti di diluizione definito a seguito di prove eseguite in cantiere</p> <p><b>A.15.010.010.a</b> - Preparazione con fondo Scialbatura con latte a base di grassello di calce stagionato da 24-36 mesi. Applicata a pennello in minimo di due o tre mani, compreso gli oneri di cui alle note particolari. Si verifica la necessità di lavaggio ad acqua di alcune parti</p> <p><b>A.15.010.020.a</b> - Tinteggiatura di superfici esterne o interne con pittura a base di grassello di calce stagionato da 24- 36 mesi. Applicata a pennello in minimo due o tre mani di sottotinta con latte di calce, inclusi gli oneri per l'individuazione delle miscele pigmento-leganti più idonee secondo le indicazioni della D.L: successiva stesura di tinta a velatura costituita da latte di calce pigmentata con coloranti inorganici, compreso la ripresa delle superfici dove occorre. Si verifica la necessità di lavaggio ad acqua di alcune parti</p>
<b>PATINA BIOLOGICA / PRESENZA DI VEGETAZIONE</b>	<p><b>A.10.010.020.a</b> - Rimozione della velinatura ed eliminazione dell'accesso di prodotto dalle superfici. Il prezzo non prevede il costo dei ponteggi</p> <p><b>A.15.010.010.a</b> - Preparazione con fondo Scialbatura con latte a base di grassello di calce stagionato da 24-36 mesi. Applicata a pennello in minimo di due o tre mani, compreso gli oneri di cui alle note particolari. Si verifica la necessità di lavaggio ad acqua di alcune parti</p> <p><b>A.15.010.020.a</b> - Tinteggiatura di superfici esterne o interne con pittura a base di grassello di calce stagionato da 24- 36 mesi. Applicata a pennello in minimo due o tre mani di sottotinta con latte di calce, inclusi gli oneri per l'individuazione delle miscele pigmento-leganti più idonee secondo le indicazioni della D.L: successiva stesura di tinta a velatura costituita da latte di calce pigmentata con coloranti inorganici, compreso la ripresa delle superfici dove occorre. Si verifica la necessità di lavaggio ad acqua di alcune parti</p>

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici da *ESE\_RIL\_GRF\_17\_00* a *ESE\_RIL\_GRF\_20\_00*.



### ***Interventi sulle murature interne***

Per quanto riguarda le finiture interne, è previsto, per gli ambienti più ammalorati, il rifacimento degli intonaci interni. Si descrivono di seguito le caratteristiche ed il ciclo di lavorazione dell'intonaco previsto in progetto:

- *Intonaco duttile per paramenti murari e in laterizi realizzato con malta pozzolanica a basso modulo elastico predosata a base di legante FL (UNI EN 459-1:2015) in calce aerea e zeolite, riciclabile come inerte:* Fornitura e posa in opera di risanamento di paramenti murari in tufo (o pietra) mediante la posa manuale o a proiezione meccanica (spruzzo) di intonaco duttile pozzolanico ZEOINTONACO della ZEOCALCE o similare per caratteristiche tecniche o prestazionali, malta eco-compatibile riciclabile come inerte, formulata con CaCO<sub>3</sub> accuratamente selezionato in curva granulometrica da 0 a 3,5 mm, calce idraulica di natura pozzolanica, ottenuta dalla reazione tra la calce aerea e quantità opportune di polvere di tufo zeolitizzata in curva (zeoliti) ad alto indice idraulico, il tutto combinato in uno speciale processo di sintesi altamente reattivo nel tempo, applicato con spessore finito pari a 3 cm, in strati singoli mai superiori a 2 cm, corredato di SDS scheda di sicurezza a 16 sezioni come richiesto dalla normativa in vigore, nella cui sezione 3 non siano indicati componenti dannosi per supporti murari in tufo, come cementi bianchi, cementi grigi, altre forme di clinker, calci idrauliche NHL, sali idro solubili, solfati, calce libera, scorie, ceneri o loppe d'altoforno.
- *Finitura per intonaci a calce con malta fine predosata a base di calce aerea e pozzolana polimero modificata per finiture ad aspetto frattazzato armata con rete in fibra di vetro su supporti misti, incerti non assorbenti e anche tinteggiati:* Fornitura e posa di finitura traspirante a basso spessore con aspetto finemente ruvido e vellutato, ZEOTONACHINO FR formulata da una miscela d'inerti selezionati di CaCo puri, legati da calce idraulica di natura pozzolanica, ottenuta dalla reazione tra la calce aerea e quantità opportune di zeoliti ad alto indice idraulico, oltre ad un idoneo dosaggio di additivi polimerici acrilici in polvere, il tutto combinato in uno speciale processo di sintesi altamente reattivo nel tempo, che conferisce resistenza anche a basso spessore, l'aderenza su supporti non assorbenti, traspirabilità e scarsa reattività ai sali idrosolubili, applicata manualmente a spatola inox, previa applicazione di una mano a pennello del ZEOPRIMER CALCE, in tre cicli applicativi da 1,5 mm di spessore cadauno, con interposta tra i primi due strati una rete in fibra di vetro di peso 150 gr/mq, compresa la rifinitura a frattazzo di spugna fine dell'ultimo strato.

Si riportano di seguito tutte le tipologie di tramezzature previste in progetto:

#### *Controparete interna in cartongesso (M.1)*

- Controparete divisoria interna a singola orditura metallica e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito tipo Knauf W626 o similare dello spessore totale pari a 125 mm.

#### *Parete divisoria ambienti umidi / locali tecnici (M.2 – M.15)*

- Parete divisoria interna a singola orditura metallica e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito tipo Knauf W112 o similare per caratteristiche tecniche, dello spessore totale pari a 150 mm, adatta per ambienti umidi, composta da: lastra standard tipo Knauf GKB (A) o similare (lato orditura) e lastra tipo Knauf GKI (H) o similare (a vista).

#### *Parete divisoria ambienti umidi / locali tecnici con maggiore isolamento acustico (M.3)*



- Parete divisoria interna a singola orditura metallica e doppio rivestimento in lastre di gesso rivestito tipo Knauf W112 o similare per caratteristiche tecniche, dello spessore totale pari a 150 mm, adatta per ambienti umidi, composta da: lastra standard tipo Knauf GKB (A) o similare (lato orditura) e lastra tipo Diamant (DFH2IR) o similare, altamente prestazionali, antincendio, idrorepellenti, ad alta densità e resistenza meccanica, con una maggiore durezza superficiale e portata ai carichi sospesi, armate con fibre minerali e additivi per una migliore adesione del nucleo di gesso sotto l'azione del fuoco, marcate CE (EN 520), dotate di EPD (secondo ISO 14025 e EN 15804), in classe di emissione A+ (test sui VOC secondo la norma UNI EN ISO 16000-9:2006), con le seguenti caratteristiche:
  - classe di reazione al fuoco: A2, s1-d0 (UNI EN 13501-1)
  - densità: = 1000 kg/m<sup>3</sup> • conducibilità termica ( $\lambda$ ): 0,25 W/m·K (UNI EN 12664)
  - durezza superficiale (indentazione): = 15 mm  $\emptyset$  (EN 520)

Le lastre Diamant dovranno essere fissate alla struttura metallica mediante l'utilizzo di viti speciali per lastre Diamant autopercoranti in acciaio fosfatato, a testa svasata piana e profilo a tromba, con  $\emptyset$  3,9 mm, di lunghezza pari a 23 mm e 38mm.

#### *Parete divisoria servizi igienici (M.4)*

- Al fine di avere una maggior resistenza agli urti ed al sostegno delle relative attrezzature, tale tipologia di parete si utilizzerà come parete divisoria all'interno dei servizi igienici per i bagni destinati ai disabili, e sarà costituita da blocchi di calcestruzzo cellulare autoclavato, aventi un peso specifico di 500 Kg/mc, eseguita con collante cementizio a ritenzione d'acqua avente resistenza caratteristica media a compressione non inferiore a 6,0 N/mm<sup>2</sup>. Compresi e compensati nel prezzo la formazione dei giunti, riseghe, mazzette, spigoli, architravi e piattabande sui vani porte e finestre. Spessore 10 cm

#### *Parete divisoria REI 60 (M.5)*

- Per compartimentare le strutture del nuovo vano scala e del nuovo vano ascensore, si prevede l'utilizzo di tramezzatura realizzata con blocchi in calcestruzzo cellulare autoclavato, aventi un peso specifico di 500 Kg/mc, eseguita con collante cementizio a ritenzione d'acqua avente resistenza caratteristica media a compressione non inferiore a 6,0 N/mm<sup>2</sup>. Compresi e compensati nel prezzo la formazione dei giunti, riseghe, mazzette, spigoli, architravi e piattabande sui vani porte e finestre. Spessore 20 cm.

#### *Pareti divisorie in HPL*

- Pareti divisorie in laminato HPL tipo Arena della Soema o similare per caratteristiche, da 14mm di spessore, con finitura "anti-graffio", bordi smussati ed angoli arrotondati.  
I singoli pannelli sono assemblati grazie a profili che sostengono la struttura insieme alla "catena" superiore che ne consente anche la regolazione. I profili verticali includono sia le guarnizioni che le cerniere auto-accostanti, che sono regolabili e dotate di boccole anti-sfregamento. Tutti i profili verticali, la "catena" superiore e le cerniere sono prodotte in alluminio anodizzato.  
Le partizioni sono fissate al pavimento grazie a piedini regolabili, protetti da una copertura di protezione in plastica di colore argento che lo migliora esteticamente. Le porte sono dotate di



serratura con indicatore libero/occupato e possibilità di apertura di emergenza, con un sistema di chiusura che consente di lasciarle accostate con uno spazio di circa 70mm per un accesso più facile.

*Caratteristiche generali:*

Pareti divisorie in HPL e profili in alluminio con altezza standard 2230mm.

*Caratteristiche tecniche:*

Porte con cerniere auto accostanti, chiusura fino a circa 70mm dal battente, con ammortizzatore, serratura a leva in acciaio INOX AISI 316 con segnalatore libero/occupato e apertura di emergenza.

Profili e piedi di fissaggio in alluminio anodizzato lega 6060-T5. Altezza piedini standard 80mm. I piedi, rispetto alla parete frontale, sono arretrati.

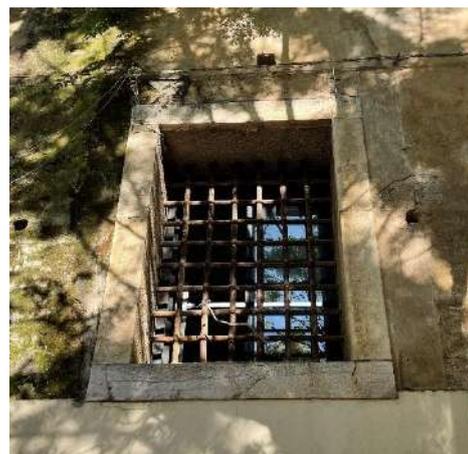
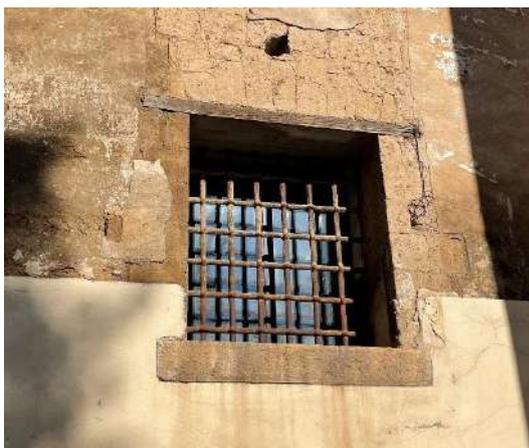
*Finiture profili:*

Profili e ferramenta: Anodizzato argento.

### ***Interventi sugli elementi metallici***

Durante il sopralluogo congiunto con la Soprintendenza, si è deciso di prevedere un'opera di recupero delle inferriate che presentano un tipo di lavorazione riconducibile a fine '800.

Si riportano di seguito alcune immagini esemplificative delle inferriate in questione.



Gli interventi da realizzare per il restauro delle inferriate storiche esistenti si prevede:

- Pulitura con procedimento meccanico e chimico di rame e leghe misurabili



### ***Nuove balaustre in vetro***

Sul Prospetto Ovest interno al chiostro sono presenti due solai di copertura calpestabili, uno al piano primo e l'altro posto al piano secondo.

In progetto, visto che la ricerca d'archivio non ha fornito informazioni in merito al progetto originario, si prevede la demolizione della copertura in ferro e tegole e la demolizione delle ringhiere in ferro e relativi muretti a cui sono ancorate.



In luogo della struttura e ringhiere in ferro, si prevede la fornitura e posa in opera di una balaustra in vetro tipo Garda AP 200 o similare per caratteristiche tecniche, realizzata con profilo in alluminio estruso in lega ENAW6063T6 (dimensioni 78 x 117 mm), da fissare annesso nel pavimento. I profili saranno accoppiati con carter di finitura, standard (KS), a scelta tra anodizzato argento, simil-inox spazzolato oppure verniciato RAL 9010 (altre finiture su richiesta) e completi di guarnizioni silicone-compatibili tra carter e vetro. Il profilo comprende specifici accessori, detti "pinze" (PZ), che consentono l'allineamento, la messa a piombo e il fissaggio dei pannelli di vetro. Il sistema può essere completato con corrimano in diversi formati (Mini, Round o Square). La balaustra Garda sarà dotata di lastre di

vetro, temprato e indurito stratificato con spessori: 16,89 mm (8/8.2).

La balaustra Garda AP 200 è testata e conforme secondo le normative vigenti per una tenuta alla spinta di 2 kN/m (SLE), con prove di carico fino a 3 kN/m, con coefficiente di sicurezza 1,5 (SLU) su vetri con altezza massima di 1100 mm dal piano di calpestio.

I vetri saranno costituiti da lastre di vetro o di cristallo di sicurezza 1B1 come da norma UNI 7697, spessore 8/9 mm stratificato, tagliate a misura con fermavetro fissato con viti e sigillato con mastice o silicone da vetrai, compresi gli sfridi, i tagli a misura, la pulitura



### ***Interventi sulle murature interessate da umidità di risalita***

#### ***Ciclo deumidificante pozzolanico***

Per quanto riguarda le murature sia interne che esterne interessate dai fenomeni di umidità di risalita dovuti a pioggia battente, schizzi d'acqua, acqua superficiale ed acqua filtrante, umidità del terreno, falda idrica, condensa, diffusione di vapore, trasporto capillare.

La proposta progettuale prevede la realizzazione di un ciclo deumidificante pozzolanico, attraverso il risanamento di paramenti murari con problemi di degrado salino da umidità ascendente, previa rimozione dei vecchi intonaci, la pulizia del supporto a secco mettendo interamente a vista la superficie in tufo e la scarifica dei giunti tra i conci per almeno 30/40 mm di profondità, posa manuale di due mani a pennello, bagnato su bagnato, del trattamento con prestazione desalinizzante ZEOSALI della ZEOCALCE o similare, a base di silano/silossani oligomeri emulsionati in acqua, in grado di garantire una efficace inibizione ai sali idrosolubili, immediata posa di uno strato filtrante di rinzafo con l'impiego della malta ZEOFILTRO D della ZEOCALCE o similare, a base di inerte calcareo in curva granulometrica chiusa tra 0 e 3,5 mm, legato da legante di calce aerea e zeolite, applicato manualmente con spatola inox o con proiezione meccanica (spruzzo) nello spessore totale di circa 20 mm, avendo cura di saturare le fughe tra i conci, con specifica pressione manuale, successiva realizzazione delle poste di livello o strisce guida (anche con profili in pvc), con l'impiego di ZEOLITICO GROSSO della ZEOCALCE o similare, a base di inerte zeolitico in curva granulometrica chiusa tra 0 e 3,5 mm, legato da legante di calce aerea e zeolite e formazione del primo corpo intonaco (abbozzo) applicato manualmente o con macchine intonacatrici, per uno spessore di circa 20 mm, compresa la staggiatura finale. In caso risultino necessari spessori maggiori, per motivi di incomplanarità, formazione di decori, bugnature o altro, applicare ad intervalli di 24 ore strati successivi di 20 mm ognuno, fino al raggiungimento degli spessori necessari.



## PROGETTO IMPIANTISTICO

### ***Impianto di illuminazione***

L'intero complesso si articola nelle seguenti destinazioni d'uso:

- a. Attività Pubblica;
- b. Giudice di Pace;
- c. Uffici Comunali;
- d. Autorimessa (Oggetto di altra Progettazione)

Scopo della presente relazione è quello di descrivere i principali criteri e le scelte effettuate nell'ambito della progettazione degli impianti elettrici in media e bassa tensione, degli impianti di illuminazione e degli impianti speciali a servizio dell'intero complesso.

Ad integrazione della seguente relazione si rimanda a tutti gli elaborati progettuali allegati.

Si specifica che all'interno degli elaborati elettrici e nello specifico all'interno degli schemi elettrici unifilari del quadro elettrico generale QGBT\_00 sono previste linee di alimentazione per i quadri elettrici QE\_00 e QE\_08 rispettivamente alimentazione Impianto Fotovoltaico e alimentazione Autorimessa.

I carichi elettrici e i dimensionamenti delle linee e degli interruttori sono stati ipotizzati, poiché la realizzazione di tali lavori è oggetto di altra Progettazione.

Gli elaborati elettrici e speciali (Relazioni, Grafici etc) riportano al loro interno marche e modelli di diverse apparecchiature, si specifica che le stesse sono utilizzati al solo fine tecnico e di calcolo, pertanto, potranno essere sostituite con altre di caratteristiche tecniche e prestazionali equivalenti.

Sotto la denominazione generica di impianti elettrici si vogliono intendere le seguenti componenti impiantistiche, tutte previste nel progetto in esame:

- Cabina MT/BT
- Quadro Elettrico generale BT tipo power center;
- Quadri Elettrici secondari;
- Distribuzione principale di BT;
- Distribuzione secondaria di BT;
- Impianto di Forza Motrice;
- Impianti elettrici al servizio degli impianti meccanici;
- Impianto di illuminazione interna;
- Impianto illuminazione di sicurezza;
- Impianto telefonico e trasmissione dati;
- Impianto di terra;
- Impianto di rivelazione fumi;

Per maggiori dettagli si rinvia agli elaborati grafici.



### ***Impianto di condizionamento e idrico sanitario***

Lo scopo della progettazione ed esecuzione degli impianti termo-meccanici a servizio di un immobile è il controllo sia delle condizioni microclimatiche, in termini di temperatura e di rinnovo dell'aria, sia della corretta funzionalità degli impianti idrico-sanitari di adduzione e di scarico.

A dette tipologie impiantistiche si aggiunge l'impianto idrico antincendio.

Gli impianti sono studiati al fine di assicurare, oltre il richiesto livello di comfort e di funzionalità, il massimo livello di efficienza energetica, ammissibile all'interno del contesto edificio-impianto progettato.

In particolare, nella presente relazione, saranno esaminati gli impianti di climatizzazione e rinnovo dell'aria, idrico sanitario.

Scopo della presente relazione tecnica specialistica è la definizione:

- dei criteri di progetto;
- degli Impianti Meccanici da realizzare.

L'intervento prevede la realizzazione degli impianti:

- di climatizzazione invernale ed estiva, per il quale è stato previsto un impianto centralizzato alimentato da pompe di calore aria/acqua;
- di pressurizzazione idrico-sanitaria completo di gruppo di spinta e distribuzione;
- di produzione di acqua calda sanitaria, attraverso l'installazione di scaldacqua a pompa di calore nei singoli servizi.

Per maggiori dettagli si rinvia agli elaborati grafici.

### ***Impianto di condizionamento***

Nei calcoli dei carichi termici e delle dispersioni invernali si è tenuto conto di tutti i dati termoigrometrici, climatici ed ambientali relativi all'involucro edilizio, definiti al momento del progetto.

L'impianto di riscaldamento è stato dimensionato tenendo conto dei dati tecnici di riferimento attribuiti al Comune di Maddaloni (CE).

Il calcolo della potenza di dispersione e dei fabbisogni energetici, per la scelta e il dimensionamento dell'impianto di riscaldamento e di climatizzazione estiva è stato svolto in conformità a quanto previsto nel D.lgs. 192/2005 e s.m. e i.; il calcolo è riportato nelle relazioni tecniche di calcolo nelle quali sono riportate le stratigrafie delle strutture disperdenti componenti l'involucro edilizio.

Qualora gli elementi costruttivi che definiranno l'involucro edilizio risulteranno differenti rispetto a quelli valutati in progetto, i corrispondenti caratteristici valori prestazionali potranno discostarsi da quelli adottati nei calcoli; stante il presupposto che l'involucro edilizio debba comunque soddisfare le verifiche di legge, tali differenti valori non dovrebbero comunque condurre a variazioni rilevanti ai fini della presente valutazione.

Nei calcoli in regime invernale non vengono considerati gli apporti gratuiti di calore dovuti ai carichi interni (illuminazione, persone, apparecchiature) per cui il fabbisogno energetico per il riscaldamento è riferito alla somma delle dispersioni termiche dell'involucro e a quelle di ventilazione.

L'impianto di climatizzazione, invernale ed estiva, è di tipo centralizzato e dotato di dispositivi per la contabilizzazione del calore per le singole zone. Il carico termico complessivo è soddisfatto attraverso due

---



pompe di calore del tipo aria/acqua, funzionanti in parallelo, installate su un'area esterna al piano terreno dell'edificio, dalle seguenti potenzialità:

- Potenza termica = 94,4 kW, COP = 3,01;
- Potenza frigorifera = 100,5 kW, EER = 2,89.

Sempre al piano terra, si prevede la realizzazione di una centrale tecnologica all'interno della quale verranno posizionate tutte le apparecchiature atte al corretto funzionamento dell'impianto, compresi i serbatoi, le elettropompe e i collettori di distribuzione.

La rete di distribuzione primaria, una per ciascuna zona termica, è realizzata con tubazioni in polietilene, posate sottotraccia; la distribuzione è organizzata in configurazione del tipo a *circuito inverso a sviluppo lineare*, lungo il perimetro del chiostro.

La rete di distribuzione secondaria è realizzata in PPR-RCT (polipropilene fibro-rinforzato) e, a partire dalla tubazione principale, collega i collettori di piano attraverso colonne montanti passanti per i cavedi tecnici e/o attraverso la posa orizzontale sottotraccia. Per il dimensionamento della rete di distribuzione principale e secondaria, è stato adottato il criterio della *perdita di carico massima di 30 mm/m c.a.*

La rete di alimentazione dei terminali di emissione è realizzata in multistrato isolato avente diametro Ø 20 mm.

Tutte le tubazioni sono isolate secondo quanto previsto dal D.P.R. n. 412/93.

In ogni locale del complesso è prevista l'installazione di ventilconvettori a pavimento, ad eccezione di due locali destinati a sala riunione situati al piano secondo, dove si prevede l'installazione di fan coils canalizzati: in quest'ultimo caso l'aria sarà immessa in ambiente per mezzo di diffusori lineari ad elevata induzione da installare a soffitto.

L'impianto di rinnovo dell'aria, la cui distribuzione è prevista per le sole tre aule, nelle quali si ipotizza un maggiore affollamento, sarà realizzato con due recuperatori di calore a flussi incrociati ciascuno da 500 m<sup>3</sup>/h, posizionati nel piano sotto copertura; l'estrazione avverrà dagli spazi comuni.

Per maggiori dettagli si rinvia agli elaborati grafici.

### ***Impianto idrico sanitario***

L'acqua potabile ad uso sanitario, fornita dalla rete comunale, è filtrata all'ingresso dell'edificio a mezzo di filtro a ciclone; quindi, stoccata all'interno di un serbatoio a pressione atmosferica di prima raccolta, ubicata in prossimità dei locali tecnici; tra la rete comunale e il filtro sarà installato un riduttore di pressione.

L'impianto di distribuzione alle utenze è configurato idraulicamente per assicurare sia l'alimentazione diretta dalla rete comunale, previa riduzione di pressione, sia a mezzo di sistema di pressurizzazione.

La vasca di raccolta sarà alimentata attraverso valvole di riempimento a galleggiante; l'aspirazione dalla vasca è realizzata attraverso valvole di fondo.

Il gruppo di pressurizzazione è in configurazione a portata variabile con controllo ad inverter: la prestazione della pompa sarà sempre allineata al reale fabbisogno, garantendo in qualunque condizione la giusta portata alle utenze e preservando sia le tubazioni che il gruppo stesso da frequenti intermittenze che determinerebbero un calo della vita utile e una più onerosa manutenzione. L'impostazione del sistema di



pressurizzazione dovrà essere in modalità *a pressione costante* con impostazione del valore di set allineato alla perdita di carico nominale del circuito, considerando un battente di 5 m c.a. in corrispondenza delle utenze.

Al fine di evitare che l'acqua possa ristagnare per lungo tempo all'interno della riserva idrica, qualora la pressione dell'acquedotto fosse sufficiente a garantire la fornitura alle utenze, - con conseguente formazione per esempio di accumuli organici, alghe - è stata prevista l'installazione di una elettrovalvola a funzionamento on/off e a comando temporizzato, attraverso la quale sarà intercettata l'alimentazione dall'acquedotto comunale, inducendo l'avviamento delle elettropompe e il conseguente ricambio dell'acqua all'interno della vasca di stoccaggio.

Dal gruppo di pressurizzazione, dopo le opportune valvole di ritegno, si deriverà la linea primaria di acqua fredda, sulla sommità delle colonne montanti sarà installato un ammortizzatore anti-colpo d'ariete.

La produzione dell'acqua calda sanitaria è garantita da scaldacqua a pompa di calore installati nei singoli servizi.

Per maggiori dettagli si rinvia agli elaborati grafici.

### ***Impianto di scarico***

La rete di scarico delle acque nere sarà realizzata in tubazioni in materiale plastico e costituita essenzialmente da colonne di scarico e di ventilazione.

La ventilazione ha il compito di assicurare il corretto funzionamento della rete di scarico al fine di evitare il verificarsi di fenomeni di *sifonaggio* per compressione o per aspirazione e la conseguente propagazione di cattivi odori. Al piede di ogni colonna è prevista l'installazione di pozzetti sifonati ispezionabili.

Le colonne di scarico confluiranno nei collettori orizzontali installati a soffitto del piano terra, con opportuna pendenza e braghe inclinate; la rete confluirà all'esterno verso pozzetti ispezionabili realizzati in corrispondenza del fronte del fabbricato; quindi, raccolti e inviate nel recettore comunale a mezzo di pompe di sollevamento.

Per maggiori dettagli si rinvia agli elaborati grafici.



**ALLEGATI - INDAGINI INTEGRATIVE**

***Allegato A - Indagini diagnostiche presso l'ex convento dei Cappuccini***

***Allegato B - Indagini energetico-impiantistiche presso l'ex convento dei Cappuccini***

***Allegato C - Indagini stratigrafiche e chimiche di intonaci per il restauro dell'ex Convento dei Cappuccini***



**ALLEGATO A - INDAGINI DIAGNOSTICHE PRESSO L'EX CONVENTO DEI CAPPUCCINI**

## RELAZIONE TECNICA

# Indagini diagnostiche presso l'ex convento dei Cappuccini sito in via Roma 2, nel Comune di Maddaloni (CE) - CIG: ZB438C8C40

*Committente*

Comune di Maddaloni

*Direttore Tecnico*

ing. Nicolino Messuti



pag. 1 di 17 pagine	prot. 20221145 del 29/12/2022 protocollo	RT20220126 ID documento
Ufficio Tecnico autore	Direzione verifica	0 revisione



## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>2. ANAMNESI E PIANO DELLE INDAGINI.....</b>	<b>6</b>
<b>3. ATTIVITA' DI RILIEVO .....</b>	<b>6</b>
<b>RILIEVO TERMOGRAFICO .....</b>	<b>7</b>
STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	7
RISULTATI DELLA PROVA.....	7
<b>INDAGINE RADAR.....</b>	<b>8</b>
<b>INDAGINE GEORADAR .....</b>	<b>9</b>
<b>4. INDAGINI DIAGNOSTICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>11</b>
<b>INDAGINE ENDOSCOPICA.....</b>	<b>11</b>
DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	11
RISULTATI DELL'INDAGINE.....	11
<b>PROVA CON MARTINETTI PIATTI .....</b>	<b>12</b>
RILIEVO DELLA TENSIONE DI ESERCIZIO IN SITO (MARTINETTO PIATTO SINGOLO).....	12
MISURA DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE (MARTINETTI PIATTI DOPPI) .....	13
CALCOLO DEL MODULO ELASTICO .....	13
DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	14
RISULTATI DELLA PROVA.....	15
<b>PROVA DI CARICO CON CARICO DISTRIBUITO .....</b>	<b>15</b>
STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....	15
ESECUZIONE DELL'INDAGINE.....	15
<b>5. INDAGINI DIAGNOSTICHE STRUTTURALI SU ACCIAIO .....</b>	<b>16</b>
<b>INDAGINE DUROMETRICA .....</b>	<b>16</b>
DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	16
RISULTATI DELL'INDAGINE.....	16
<b>6. ALLEGATI .....</b>	<b>17</b>



**Istemi S.r.l.**

Via dei Lombardi 23 - 84085 Mercato S. Severino (SA)

+39 089 899390

istemi@pec.it - preventivi@istemi.it

www.istemi.it

P.Iva : IT 04629350655

Cod. fatt. elettronica T0K47HO

**Laboratorio autorizzato ai sensi della circolare 633/STC**

## 1. INTRODUZIONE

La società **Istemi s.r.l.** è stata incaricata dal **Comune di Maddaloni**, di eseguire una campagna di indagini diagnostiche strutturali presso l'ex convento dei cappuccini sito in via Roma nel Comune di Maddaloni (CE). Le indagini sono state eseguite tra i giorni **30 Novembre 2022 – 5 Dicembre 2022**.

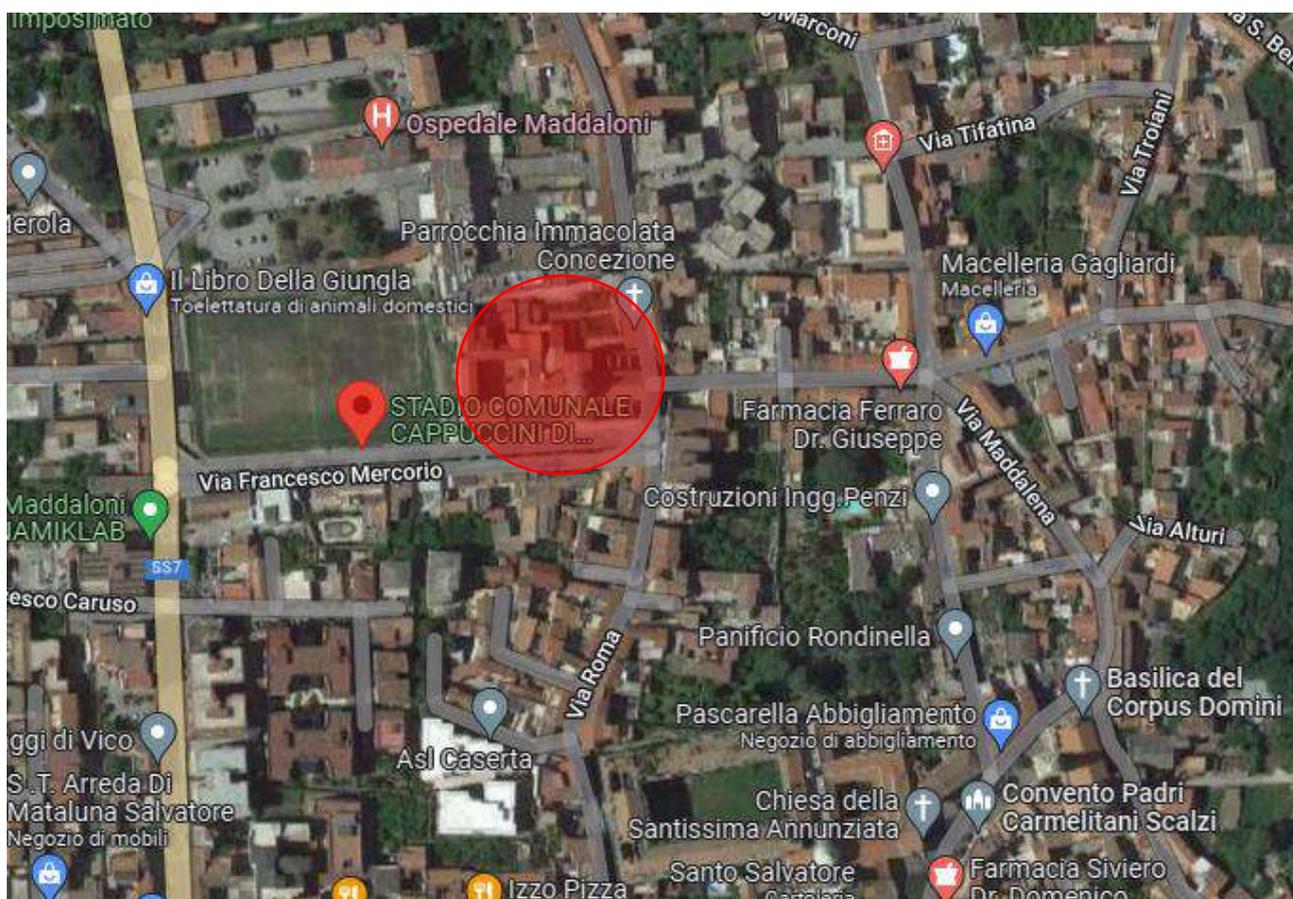


Figura 1 - Inquadramento territoriale ed ubicazione della struttura [fonte Google Earth]

## 2. ANAMNESI E PIANO DELLE INDAGINI

Come detto, lo scopo delle indagini è stato quello di verificare le prestazioni e le caratteristiche meccaniche residuali dei materiali impiegati per la realizzazione dell'edificio. A seguito della definizione del piano delle indagini, si sono pianificate ed eseguite le seguenti attività:

- **Attività di rilievo:**
  - ✓ Esame autoptico (preliminare ad ogni tipo di indagine strumentale o di rilievo);
  - ✓ Indagine termografica;
  - ✓ Radar strutturale;
- **Indagini diagnostiche strutturali:**
  - ✓ Saggi finalizzati a:
    - Caratterizzazione muratura;
    - Caratterizzazione dei solai;
  - ✓ Indagini videoendoscopiche;
  - ✓ prove con martinetto piatto singolo e doppio;
  - ✓ Prova di durezza Brinell;
  - ✓ Prova di carico con carico uniformemente distribuito.

Per l'esecuzione delle prove di caratterizzazione meccanica e fisica dei materiali strutturali sono state individuate diverse **Stazioni di misura (ST)**, nelle quali si sono eseguite una o più prove (o campionamenti). La stazione di misura è individuata su di un elemento strutturale (pilastro, trave, solaio, paramento murario, volta) sul quale si effettuano una o più tipologie di indagine.

La stazione di misura è *monomateriale*, ma *pluriprova*: a seconda della natura del materiale (legno, acciaio, muratura o calcestruzzo) e del tipo di elemento strutturale si scelgono opportunamente le analisi.

**Le planimetrie con l'ubicazione delle stazioni in formato A3** sono riportate in calce alla seguente relazione nell'**Allegato E**.

## 3. ATTIVITA' DI RILIEVO

## RILIEVO TERMOGRAFICO

La termografia è una tecnica diagnostica completamente non distruttiva che, misurando per il tramite di una termocamera la radiazione infrarossa emessa da un corpo, è in grado di determinarne la sua temperatura superficiale. Analizzando la temperatura dell'intera area indagata, viene generata una immagine termica (foto in falsi colori) dell'intera area inquadrata, associando ad ogni temperatura rilevata un colore corrispondente. La mappatura della temperatura superficiale è fondamentale per poter valutare lo stato di conservazione dei materiali stessi e poter individuare irregolarità nell'emissione dell'energia e quindi, a parità di emissività, di anomalie termiche. L'indagine, svolta nel rispetto della norma **UNI EN 13187**, è consistita nell'effettuare diverse foto termografiche per valutare la presenza di eventuali anomalie termiche.

### Strumentazione utilizzata

Per l'indagine termografica è stata utilizzata una termocamera tipo **FLIR T420BX** caratterizzata da:

- Campo visivo: 25°×19°;
- Distanza minima di messa a fuoco: 0.40 m;
- Sensibilità termica: da 0.045°C a +30°C
- Risoluzione IR: 320×240 pixel;
- Intervallo di temperatura: da -20°C a +350°C



Figura 2 – Termocamera FLIR T420BX ed immagine acquisita

### Risultati della prova

Il report termografico e le planimetrie indicanti i coni ottici sono inclusi **nell'Allegato D**.

## INDAGINE RADAR

La **metodologia radar o G.P.R. (Ground Penetrating Radar)** è una tipologia di indagine di tipo geofisico indiretta che basa il proprio principio sull'emissione di onde elettromagnetiche e come queste vengono riflesse verso la superficie.

### Strumentazione utilizzata

Per l'esecuzione delle indagini si è utilizzato un radar **Proceq GPR Live della Proceq**, con frequenza centrale dell'antenna di 2,4 GHz.



**Figura 3 - Radar Proceq GPR**

Le principali caratteristiche tecniche del radar utilizzato sono riassunte nella tabella che segue:

• Principio di misurazione	Tecnologia GPR SFCW
• Campo di frequenza	0,2 – 4,0 GHz
• Frequenza centrale	2,4 GHz
• Dimensioni	22x18x14,3 cm
• Peso	2 kg
• Temperatura di esercizio	Da -10°C a 50°C

### Modalità di esecuzione

Al fine di identificare la stratigrafia della pavimentazione, sono state eseguite diverse prospezioni radar acquisite lungo le due direzioni principali x ed z.

I radargramma ottenuti dall'indagine condotta, sono stati trattati in post-elaborazione con software dedicato.

### Risultati dell'indagine

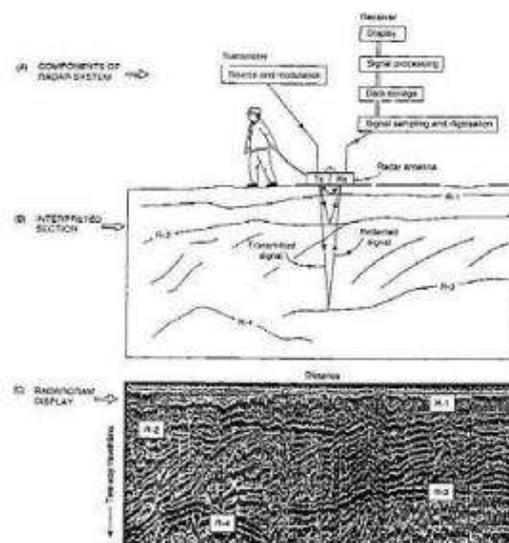
L'elaborazione dati sono riportati nell'allegato in calce alla presente relazione (**Allegato B**).

## INDAGINE GEORADAR

Il Georadar o Ground Probing Radar (GPR) è una tecnica non distruttiva basata sull'immissione di impulsi di onde elettromagnetiche ad alta frequenza (da 10 MHz a qualche GHz) nel sottosuolo e sulla ricezione degli echi radar riflessi da eventuali superfici di discontinuità. La velocità di un'onda elettromagnetica nei materiali geologici approssimabili ai dielettrici è pari alla velocità della luce diviso la radice quadrata della costante dielettrica relativa ( $\epsilon_r$ ) del mezzo attraversato:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

La risposta dielettrica dei materiali può essere fortemente influenzata dal loro contenuto d'acqua. In figura si riporta uno schema illustrante l'emissione e l'acquisizione di onde elettromagnetiche da parte di un sistema GPR. Quando l'onda elettromagnetica intercetta la superficie (riflettore) di un mezzo a differente costante dielettrica relativa dovuta a cambiamenti litologici, nel contenuto volumetrico d'acqua o a presenza di anomalie nel terreno (es.: sottoservizi), si verifica la scissione del raggio incidente in un raggio riflesso ed un raggio rifratto secondo le leggi di Snell.



**Figura 4 - A) Schema illustrante l'emissione e l'acquisizione di onde elettromagnetiche da parte di un sistema GPR;**

I sistemi radar possono essere impiegati in tre configurazioni base che permettono di lavorare in riflessione, di effettuare l'analisi di velocità e di lavorare in trasparenza. Il modo più comune di operare è il common-offset single-fold, che consiste nello spostare o strascinare sul terreno una coppia di antenne (trasmittente/ricevente) o il sistema che le contiene, mantenendone costante la distanza reciproca. Gli oggetti rappresentati in un radargramma hanno proprietà geometriche riconducibili solo in parte alla

forma reale di quanto sepolto: effettuare il processing dei dati al fine di evidenziare le riflessioni d'interesse è necessario per ridurre i disturbi.

### **Strumentazione utilizzata ed ubicazione delle indagini**

Per l'esecuzione delle indagini è stato utilizzato un georadar **Detector Duo** prodotto dalla **IDS**, dotato di una doppia antenna e capace, per questo, di lavorare a frequenze differenti (250 MHz e 700 MHz). L'ubicazione delle acquisizioni è funzione sia della finalità dell'indagine nonché della conformazione geometrica dei luoghi nonché dell'eventuale presenza di ostacoli non rimovibili.

### **Analisi ed interpretazione dei dati**

Per elaborare i dati è stato utilizzato il software Reflexw; la strategia di processing è stata adeguata alle singole acquisizioni con l'utilizzo di alcune fasi comuni, di seguito elencate:

- rimozione rumore di fondo;
- analisi caratteristiche di attenuazione;
- applicazione guadagno.

### **Risultati dell'indagine**

I risultati, relativi alle elaborazioni radar, sono esplicitati nelle schede riportate in calce alla presente relazione (**Allegato B**)

#### 4. INDAGINI DIAGNOSTICHE STRUTTURALI

##### INDAGINE ENDOSCOPICA

Le indagini endoscopiche sono state eseguite per verificare la consistenza della muratura al suo interno, ovvero l'eventuale presenza di discontinuità o vuoti e la tipologia di elementi presenti all'interno delle strutture.

##### Descrizione della strumentazione

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione dell'indagine consta in un video-endoscopio flessibile modello **Boroscope PCE-VE 200** della **PCE Instrument Italia**.



Figura 5 - Video-endoscopio flessibile Boroscope PCE-VE 200 ed esecuzione dell'indagine

##### Risultati dell'indagine

I risultati delle indagini sono riportati nelle schede in allegato alla presente relazione (**Allegato B**).

## PROVA CON MARTINETTI PIATTI

La prova con martinetti piatti consente di determinare le principali caratteristiche meccaniche della muratura grazie all'uso contemporaneo di due martinetti piatti che comprimono il volume di muratura compreso tra essi. Il martinetto piatto è una cella di carico azionata idraulicamente. Nel caso in esame, si è utilizzato un martinetto piatto di forma semiovale con le seguenti caratteristiche:

MARTINETTI PIATTI	
Superficie:	778,65cm <sup>2</sup>
Spessore:	4,0 mm
Dimensioni:	35 x 26 cm
Profondità di installazione:	35 cm
K <sub>m</sub> :	0,88



Ogni martinetto è caratterizzato da un coefficiente di taratura (K<sub>m</sub>) che tiene conto della riduzione della sezione di spinta del martinetto per effetto della rigidità di bordo dello stesso. Tutti i martinetti utilizzati nelle prove sono nuovi e certificati.

### Rilievo della tensione di esercizio in sito (martinetto piatto singolo)

La prova con martinetto piatto singolo permette la misura dello stato tensionale nella zona della parete muraria oggetto di prova. Tale conoscenza costituisce un'importante informazione per la verifica delle condizioni attuali, e quindi, della sicurezza dell'edificio. La prova viene eseguita con le seguenti modalità: posizionamento dei capisaldi nella zona sovrastante e sottostante il taglio;

esecuzione di un taglio sul piano normale alla superficie della parete muraria e alla direzione della tensione da misurare, che provoca un'alterazione dello stato tensionale della muratura;

misura delle deformazioni indotte dal rilascio delle tensioni nella muratura per effetto del taglio, che si manifestano con la tendenza a richiuderne i lembi;

inserimento nel taglio del martinetto piatto;

ripristino dello stato tensionale iniziale mediante la pompa idraulica collegata al martinetto, con un incremento progressivo del carico. La pressione P applicata che riporta la muratura alle condizioni antecedenti al taglio, viene assunta come tensione di esercizio.

La tensione di esercizio in sito si ricava dalla formula:

$$\sigma_v = P \cdot \frac{A_m}{A_t} \cdot k_m$$

dove:

$\sigma_v$  = tensione verticale di esercizio in sito (daN/cm<sup>2</sup>);

P = pressione di ripristino delle condizioni antecedenti il taglio (bar);

A<sub>m</sub> = area del martinetto (cm<sup>2</sup>);

A<sub>t</sub> = area del taglio (cm<sup>2</sup>);

$K_m$  = coefficiente di bordo del martinetto.

### Misura della resistenza a compressione (martinetti piatti doppi)

La prova con martinetti piatti doppi permette la misura della resistenza a compressione della muratura oggetto di indagine; la prova consiste in:

installazione di n. 3 capisaldi verticali ed 1 orizzontale nella zona compresa fra i due martinetti;

installazione di un secondo martinetto parallelo al primo ad una distanza pari a circa due volte la larghezza del martinetto;

esecuzione della prova a compressione aumentando la pressione dei martinetti mediante la pompa idraulica. L'operazione viene eseguita in più cicli con incremento progressivo del carico massimo, fino ad arrivare alla rottura della porzione di muratura compresa fra i due martinetti.

La resistenza a compressione della muratura si ricava dalla formula:

$$\sigma_v = P \cdot \frac{A_m}{A_t} \cdot \bar{k}_m$$

dove:

$\sigma_v$  = tensione di rottura (daN/cm<sup>2</sup>);

P = Pressione di rottura (bar);

$A_m$  = Area del martinetto (cm<sup>2</sup>);

$\bar{A}_t$  = Area media dei tagli (cm<sup>2</sup>);

$\bar{k}_m$  = valore medio dei coefficienti di bordo dei due martinetti.

### Calcolo del modulo elastico

I dati derivanti dai cicli di carico eseguiti durante la determinazione della tensione di rottura vengono inoltre utilizzati per determinare i valori del modulo di deformabilità E ai diversi livelli di carico, il coefficiente di Poisson  $\nu$  ed il modulo di elasticità tangenziale G.

Il modulo di elasticità E si può calcolare attraverso la relazione:

$$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon}$$

dove:

$\Delta\sigma$  = intervallo di carico considerato

$\Delta\varepsilon$  = deformazione corrispondente all'intervallo di carico considerato.

Il coefficiente di Poisson  $\nu$  si calcola attraverso la relazione:

$$\nu = \frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_z}$$

dove:

$\epsilon_x$  = deformazione lungo x;

$\epsilon_z$  = deformazione lungo z;

con  $\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$ .

Infine il modulo di elasticità tangenziale G è dato dalla seguente formula:

$$G = \frac{E}{2 * (1 + \nu)}$$



Figura 6 – Esecuzione della prova con martinetti piatti singoli e doppi

### Descrizione della strumentazione

L'attrezzatura di taglio consiste in una mototroncatrice idraulica modello **Husqvarna K970 II Ring**: tale attrezzo possiede una lama diamantata in grado di produrre un taglio netto e di minimo disturbo per la struttura. L'incisione prodotta ha forma compatibile con quella del martinetto.

L'erogazione della pressione ai martinetti piatti avviene mediante una pompa oleodinamica manuale modello **F.P.T. – PDSA-20-L4/L8** della **F.P.T.** dotata di manometro, mentre le deformazioni sono state misurate con un deformometro meccanico di precisione modello **MGM-250** della DCR srl.



Figura 7 - Attrezzatura utilizzata per il taglio modello Husqvarna K970 II Ring



Figura 8 – Deformometro meccanico modello MGM-250



Figura 9– Pompa oleodinamica modello FPT-PDSA-20-L4/L8

### Risultati della prova

I risultati ottenuti dalle prove dei martinetti piatti sono riportati nelle schede in calce alla presente relazione (**Allegato C**).

### PROVA DI CARICO CON CARICO DISTRIBUITO

La prova di carico, con carico distribuito è effettuata con l'ausilio di un serbatoio, nel quale viene progressivamente pompata dell'acqua. Il serbatoio è posizionato all'estradosso del solaio oggetto di verifica; le letture della deformazione avvengono all'intradosso dello stesso per mezzo di sensori. Nel caso in esame è stata eseguita una prova di carico distribuito su solaio di calpestio del piano primo.

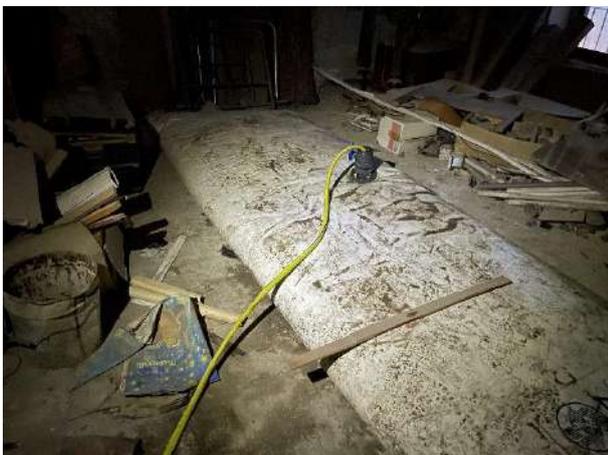
### Strumentazione utilizzata

- n°3 comparatori meccanici centesimali;
- serbatoio di dimensioni (5,5x2,5) metri per l'applicazione del carico distribuito.

### Esecuzione dell'indagine

Sono state eseguite due prove di carico statico, mediante l'utilizzo di un serbatoio di raccolta acqua riempito fino al raggiungimento del carico complessivo richiesto, e successivamente scaricato. Il **carico di prova** è stato applicato gradualmente con diversi incrementi, dopodiché si è proceduto allo scarico graduale della struttura di prova. Il passaggio ai vari incrementi o decrementi è stato effettuato dopo l'avvenuta stabilizzazione dei cedimenti a carico costante.

Le prove, dunque, sono state eseguite applicando in maniera graduale un carico equivalente pre-stabilito e registrando i valori degli abbassamenti riportati dai relativi trasduttori di spostamento montati all'intradosso su apposite aste.



**Figura 10- Prova di carico**

La completa elaborazione delle prove è inclusa nell'**Allegato C**.

## 5. INDAGINI DIAGNOSTICHE STRUTTURALI SU ACCIAIO

### INDAGINE DUROMETRICA

L'indagine durometrica è condotta per mezzo di micro-durometro portatile ed ha lo scopo di valutare, con metodo indiretto, la resistenza meccanica a trazione dell'acciaio di armatura per il tramite del calcolo della durezza superficiale dello stesso.

#### Descrizione della strumentazione

L'indagine durometrica è stata eseguita utilizzando un **durometro digitale Leeb Hardness Tester MH 100** composto da una punta (detta penetratore), che viene spinta con una forza nota contro il materiale da testare, a seconda della durezza del materiale, essa penetrerà per una certa profondità. Misurando la profondità di penetrazione o la dimensione dell'impronta si ha l'indicazione della durezza del materiale.



Figura 11 - Durometro digitale Leeb Hardness Tester MH 100 ed esecuzione della prova durometrica

#### Risultati dell'indagine

La prova permette di valutare, in maniera indiretta, la resistenza meccanica a trazione dell'acciaio di armatura. I risultati, relativi a tutti gli elementi indagati, sono esplicitati nelle schede riportate in calce alla presente relazione (**Allegato B**).

## 6. ALLEGATI

Si allegano alla presente relazione:

- **Allegato A:** Certificazione del personale qualificato ai sensi della norma UNI PdR 56:2019 III Livello per le prove non distruttive sulle strutture civili, sui beni culturali ed architettonici;
- **Allegato B:** Stazioni di misura;
- **Allegato C:** Elaborazioni prove di carico;
- **Allegato D:** Report termografico;
- **Allegato E:** Planimetrie con ubicazione stazioni di misura.

IL DIRETTORE TECNICO

DOTT. ING. NICOLINO MESSUTI



*L'elaborazione dei dati rappresenta un sussidio da approvare e verificare a cura del progettista strutturale e/o direttore dei lavori che resta unico responsabile. Resta in capo alla Istemi srl la responsabilità sulla precisione e accuratezza del dato.*

# Allegato A

---

Certificazione del personale qualificato  
ai sensi della norma UNI PdR 56/19 III Livello  
per le prove non distruttive sulle strutture civili, sui  
beni culturali ed architettonici





**Nicolino Messuti**  
Lauria (PZ)  
01/07/1978

**Addetto ai Controlli Non Distruttivi**  
Settore Civile

**Q-AID**  
ORGANISMO DI CERTIFICAZIONE

Regolamento Q-AID  
QPERS-REG\_QAID-CND\_CIV

**ACCREDIA**  
PRIS N. 108C

N° Certificato	Metodo & Livello	Scadenza
QA/CND/489/19	UT - Liv.3	11/04/2024
QA/CND/490/19	SC - Liv.3	11/04/2024
QA/CND/491/19	MG - Liv.3	11/04/2024
QA/CND/492/19	VT - Liv.3	11/04/2024

Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente tesserino, si prega di contattare:

Q-AID S.r.l. - Via Aldo Moro, 40 - 25124 Brescia (BS)  
Tel. 030 44751 - e-mail: info@q-aid.it - PEC: q-aid@pec.it

N° Certificato	Metodo & Livello	Scadenza
QA/CND/493/19	MP - Liv.3	11/04/2024
QA/CND/494/19	PC - Liv.3	11/04/2024
QA/CND/495/19	CH - Liv.3	11/04/2024
QA/CND/496/19	ES - Liv.3	11/04/2024

Per informazioni puntuali e aggiornate circa eventuali variazioni intervenute nello stato della certificazione di cui al presente tesserino, si prega di contattare:

Q-AID S.r.l. - Via Aldo Moro, 40 - 25124 Brescia (BS)  
Tel. 030 44751 - e-mail: info@q-aid.it - PEC: q-aid@pec.it



# Allegato B

---

Schede delle stazioni di misura



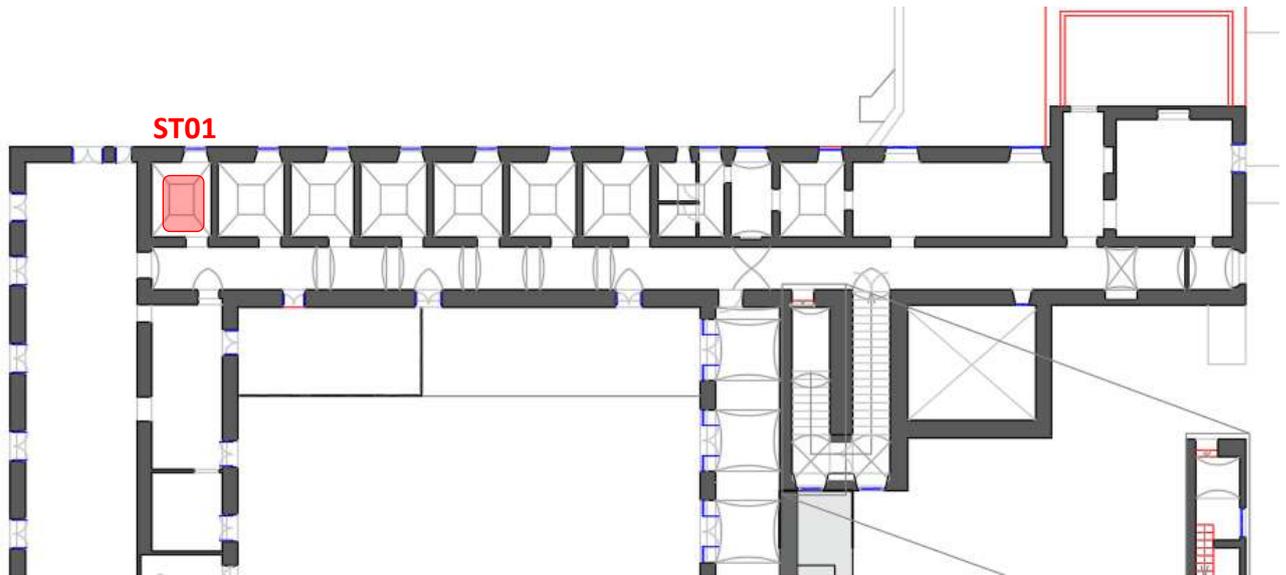
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU VOLTE

Stazione di misura

ST01\_ss2.2

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Volta \_ Piano Secondo



Note esame visivo e saggio:

- Volta in conci di tufo.
- Intonaco presente in fase di espulsione, Sp.3 cm;
- Tessitura irregolare;
- Giunti malta friabile, Sp.2.5 cm;



## Verifica stratigrafia

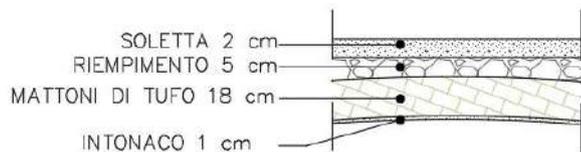
Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti la volta di copertura, in blocchi di tufo. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 25,0 cm).

Si rileva la presenza di:

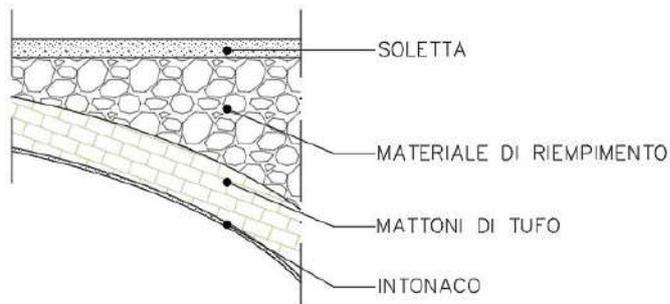
- Blocchi di tufo, Spessore costante: 18 cm;
- Riempimento, Sp.5 cm;
- Soletta, Sp 2 cm;
- Spessore in chiave 25 cm;
- Spessore alle reni 100 cm;



MEZZERIA



APPOGGIO



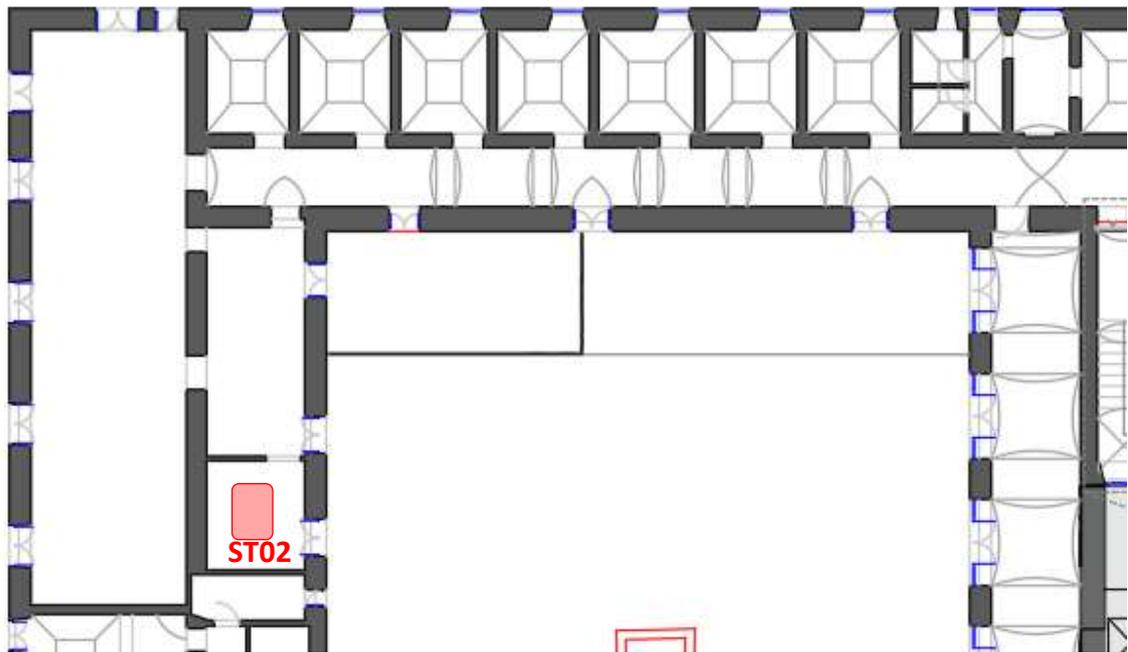
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI

Stazione di misura

ST02\_SS2.1\_DA2.1

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Solaio di copertura\_ Piano Secondo



Note esame visivo e saggio:

- Solaio putrelle e cls, Sp.20 cm;
- Intonaco presente in fase di espulsione, Sp.1 cm;
- Dimensione profilo in acciaio, b=5cm, h=18 cm (IPE);
- Interasse putrelle, i=90 cm;
- Il solaio risulta ammortato per circa 30-35 cm;

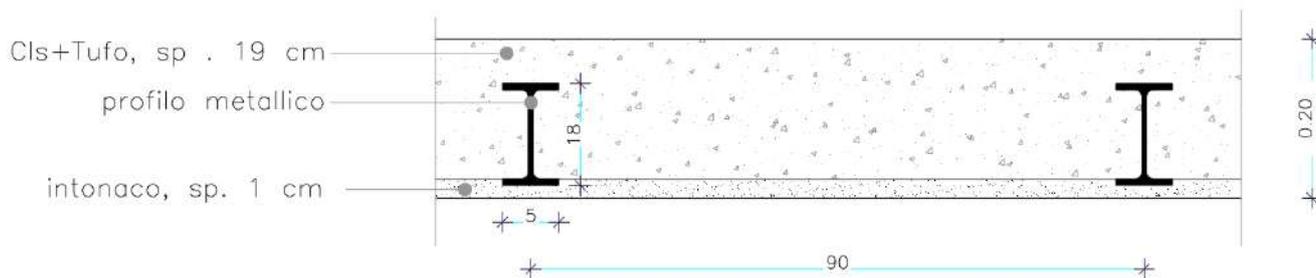


### Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti il solaio di copertura. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 20,0 cm).

Si rileva la presenza di:

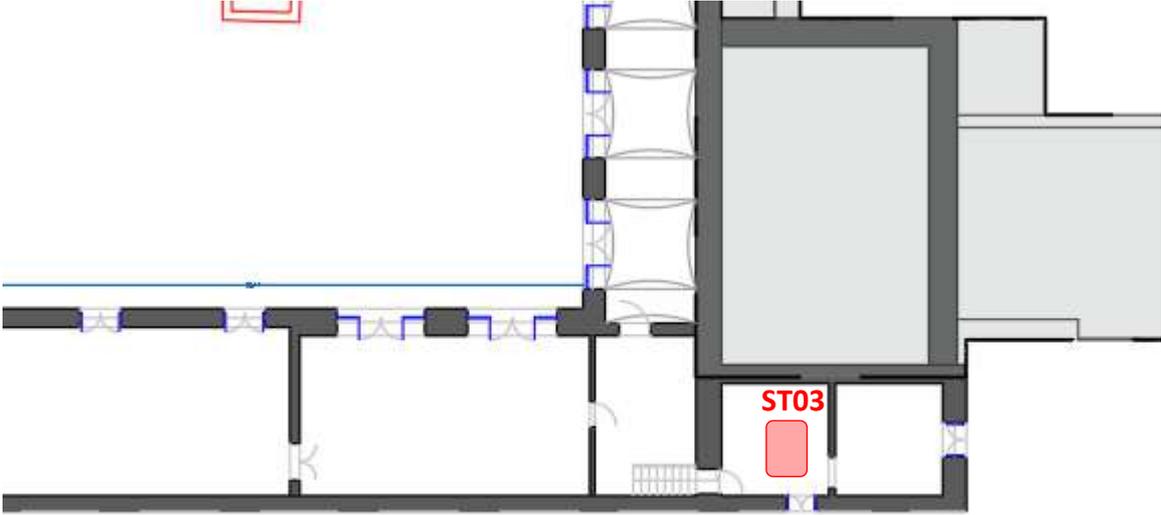
- Strato di cls con conchi di tufo, Sp.19 cm;



### Prova Durometrica su barra d'armatura

Indagine	Valori durezza di Brinell				R <sub>T</sub>
P <sub>D02</sub>	1	2	3	4	[N/mm <sup>2</sup> ]
	119	175	755	90	
	5	6	7	8	439,72
	140	133	147	141	
	9	10	11	12	
	138	193	109	107	

RT = Resistenza a trazione

INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST03_SS2.4_DA2.2
<b>Rilievo Autoptico</b>		
Ubicazione: Solaio di copertura_ Piano Secondo		
		
<b>Note esame visivo e saggio:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solaio putrelle e tavelloni, Sp.20 cm;</li> <li>- Intonaco presente in fase di espulsione, Sp.1 cm;</li> <li>- Dimensione profilo in acciaio, b=7cm, h=14 cm (IPE);</li> <li>- Interasse,92 cm;</li> <li>- Il solaio risulta ammorsato per circa 30-35 cm;</li> </ul>		
		

### Verifica stratigrafia

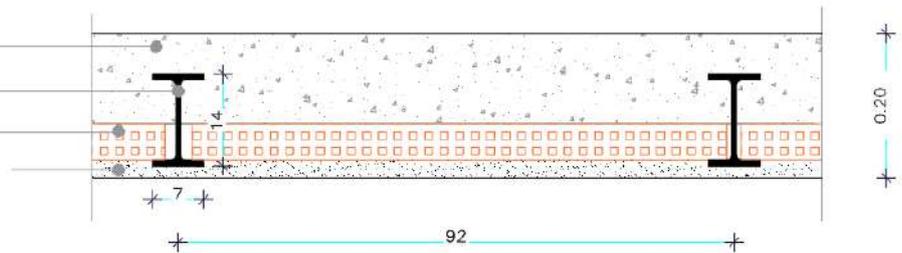
Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti il solaio di copertura. Il foro è stato eseguito "passante" (profondità foro 20,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Tavellone in laterizio forato, Sp.8 cm;
- Riempimento di cls + conchi di tufo, Sp.11 cm;
- Intonaco, Sp.1 cm;



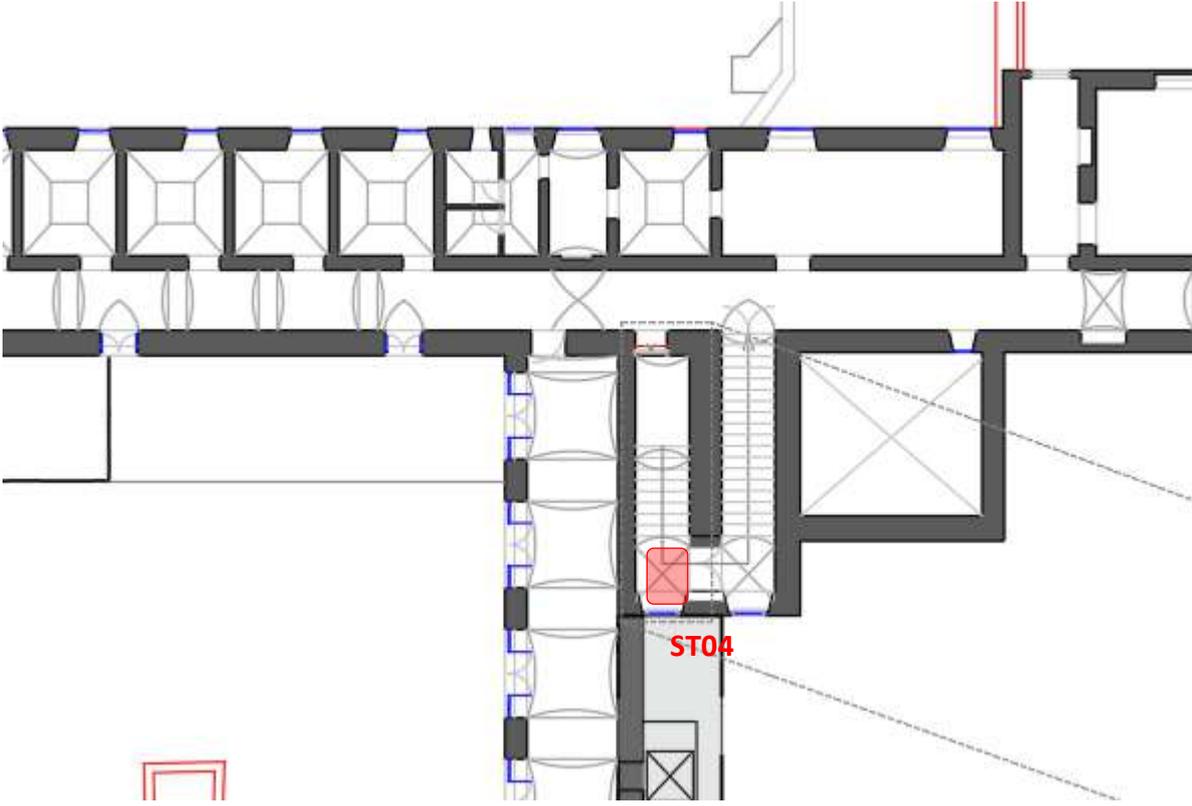
Massetto Cls+Tufo, sp. 11 cm  
profilo metallico  
tavellone, sp. 8 cm  
intonaco, sp. 1 cm



### Prova Durometrica su barra d'armatura

Indagine	Valori durezza di Brinell				R <sub>T</sub>
P <sub>D03</sub>	1	2	3	4	[N/mm <sup>2</sup> ]
	120	182	103	92	
	5	6	7	8	383,89
	109	115	150	145	
	9	10	11	12	
	143	110	111	118	

RT = Resistenza a trazione

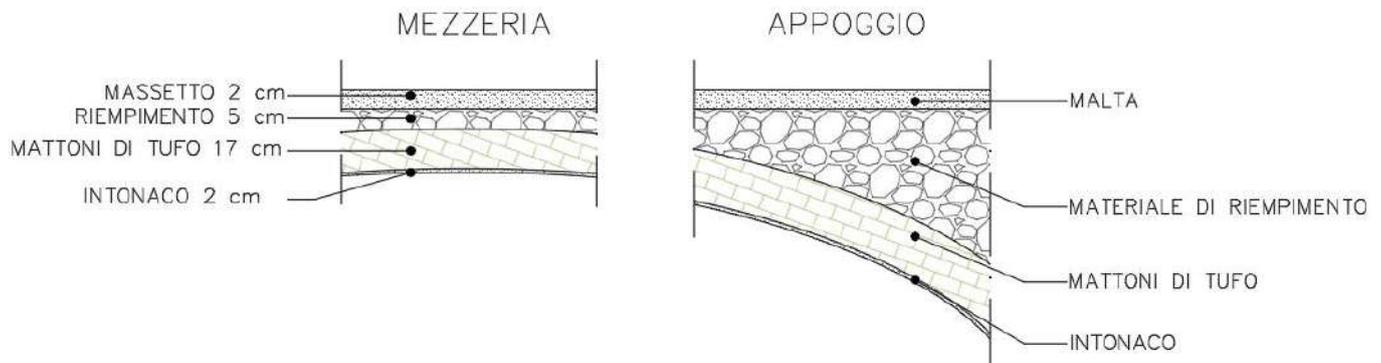
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU VOLTE	Stazione di misura	ST04_ss2.3
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Solaio di copertura del piano primo		
		
<p><b>Note esame visivo e saggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Volta in conci di tufo.</li> <li>- Intonaco presente in fase di espulsione, Sp.2.5 cm;</li> <li>- Tessitura irregolare;</li> <li>- Giunti malta friabile, Sp.2.5/3 cm;</li> </ul>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>		

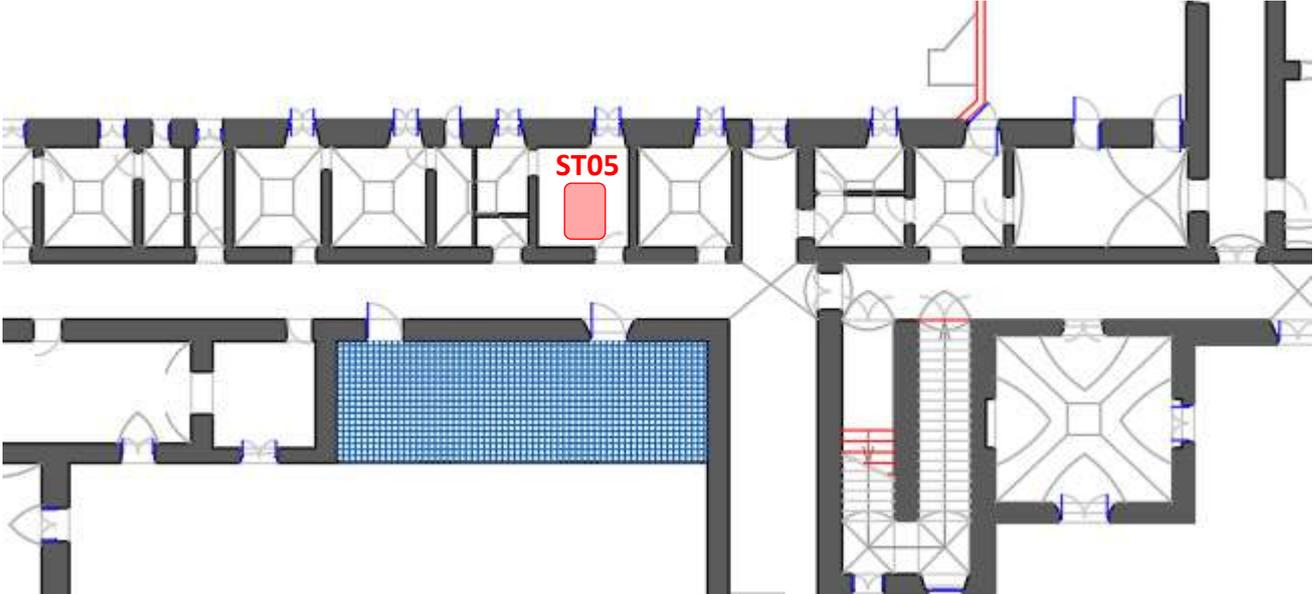
## Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti la volta di copertura, in conci di tufo. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 27,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Intonaco, 2 cm;
- Blocchi di tufo, Spessore costante :17 cm;
- Riempimento, Sp.5 cm;
- Soletta, Sp 2 cm;
- Spessore in chiave 27 cm;
- Spessore in appoggio 100 cm;



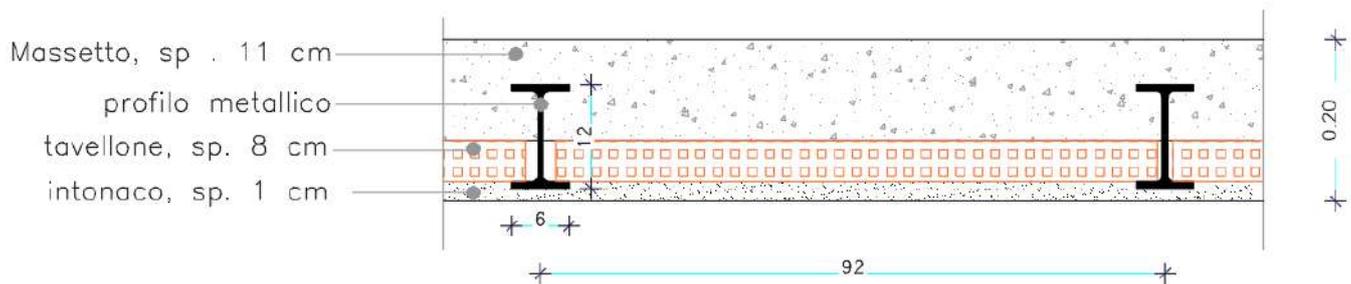
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST05_SS1.6
<b>Rilievo Autoptico</b>		
Ubicazione: Solaio Copertura_ Piano Primo		
		
<b>Note esame visivo e saggio:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Solaio putrelle e tavelloni, Sp.20 cm;</li><li>- Intonaco presente in fase di espulsione, Sp.1 cm;</li><li>- Dimensione profilo in acciaio, b=6 cm, h=12 cm (IPE);</li><li>- Interasse=92 cm;</li></ul>		
		

## Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti il solaio di copertura. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 20,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Tavellone in laterizio forato, Sp.8 cm;
- Massetto Sp.11 cm;
- Intonaco, Sp.1 cm;



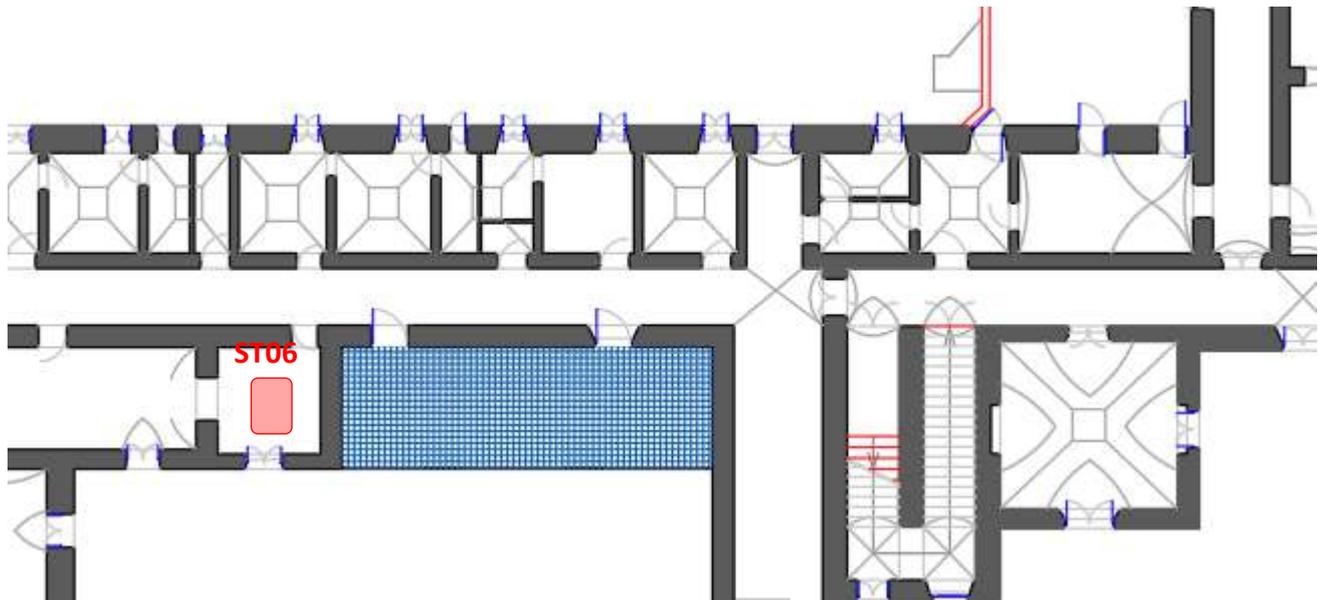
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI

Stazione di misura

ST06\_SS1.3\_DA1.1

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Solaio Copertura\_ Piano Primo



Note esame visivo e saggio:

- Solaio putrelle e tavelloni, Sp.25 cm;
- Intonaco presente in fase di espulsione, Sp.2 cm;
- Dimensione profilo in acciaio, b=6 cm, h=12 cm(IPE);
- Interasse=92 cm;

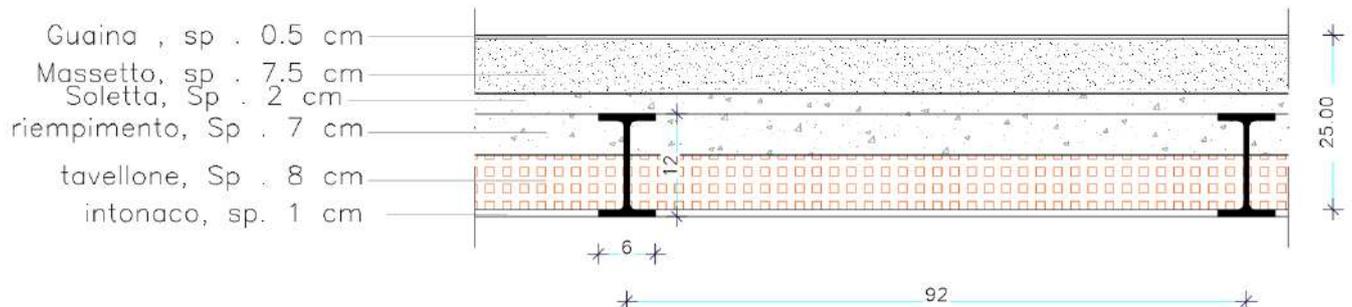


### Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti il solaio di copertura. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 20,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Intonaco, Sp.1 cm;
- Tavellone in laterizio forato, Sp.8 cm;
- Riempimento sp.7cm;
- Soletta sp.2 cm;
- Massetto sp.7.5cm.



### Prova Durometrica su barra d'armatura

Indagine	Valori durezza di Brinell				R <sub>T</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
	1	2	3	4	
P <sub>D06</sub>	221	105	96	96	384,83
	5	6	7	8	
	133	104	129	104	
	9	10	11	12	
	105	176	132	143	

RT = Resistenza a trazione

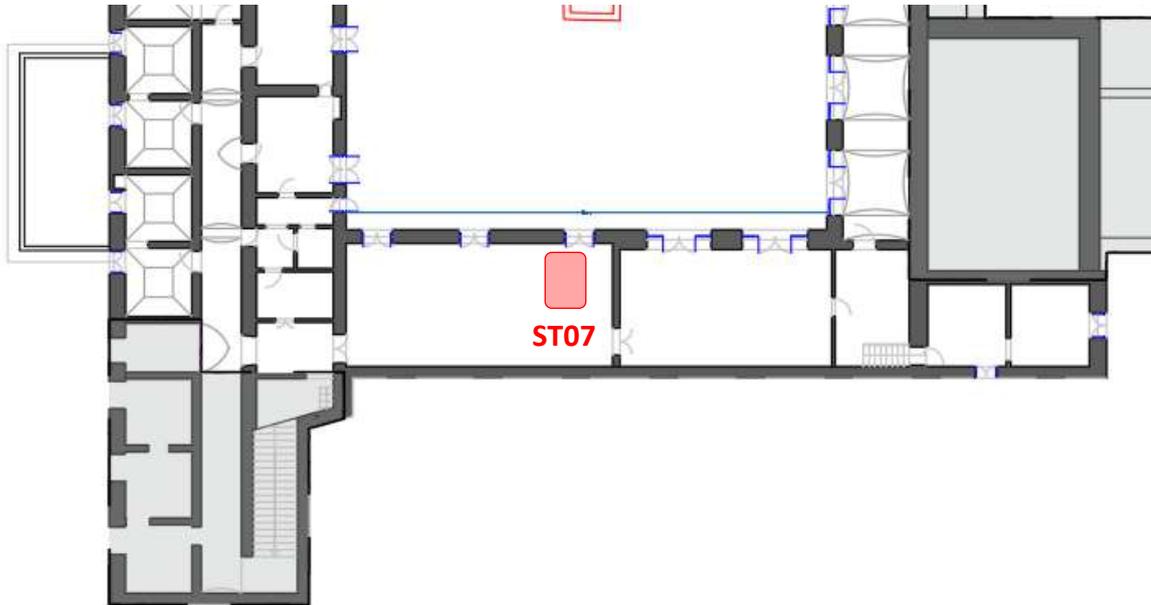
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI

Stazione di misura

ST07\_S

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Solaio Calpestio\_ Piano Secondo

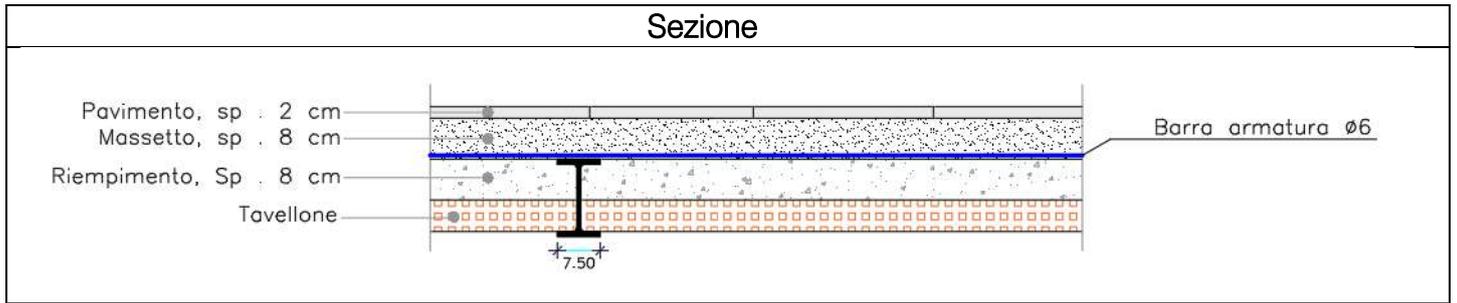


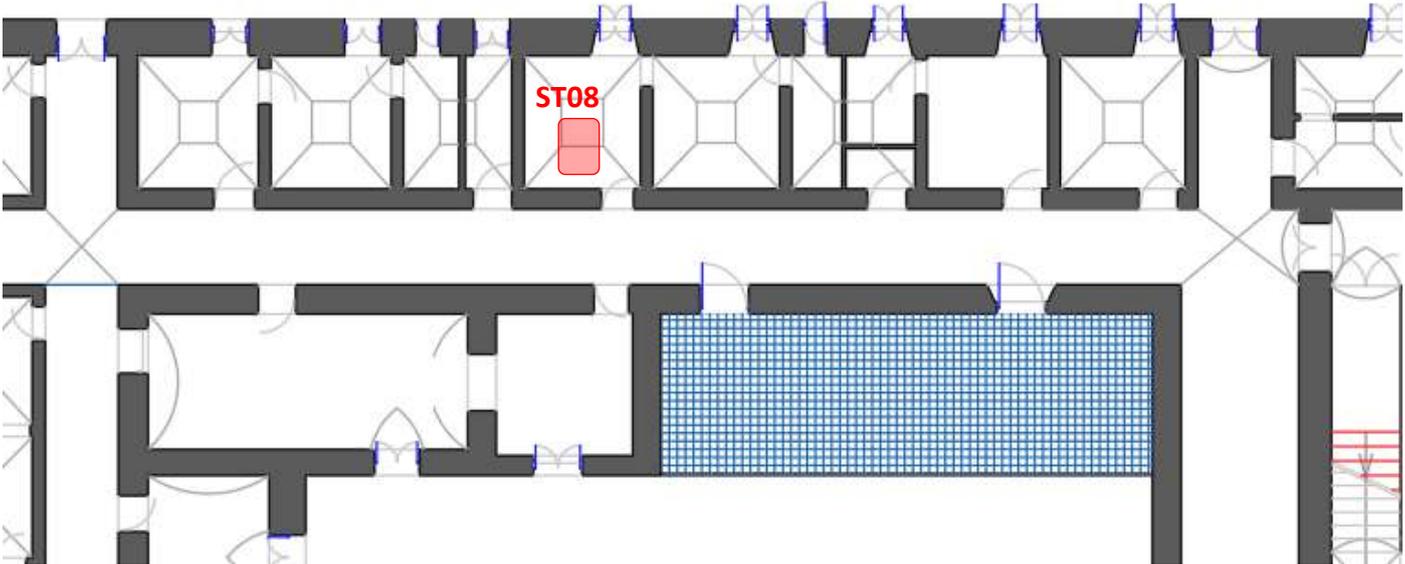
Note esame visivo e saggio:

- Solaio putrelle (IPE) e tavelloni;
- Pavimentazione, Sp.2 cm;
- Massetto, Sp.8 cm;
- Materiale di riempimento, Sp.8 cm;
- Tavellone.



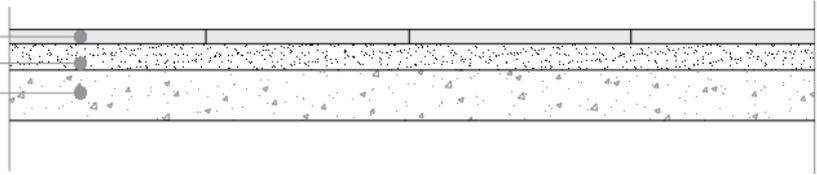
Sezione



INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST08_S
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Solaio Calpestio_ Piano Primo		
		
<p><b>Note esame visivo e saggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solaio calpestio piano primo;</li> <li>- Pavimentazione, Sp.2 cm;</li> <li>- Massetto, Sp.3 cm;</li> <li>- Soletta;</li> </ul>		
		

Sezione

Pavimentazione, sp . 2 cm  
Massetto, sp . 3 cm  
Soletta



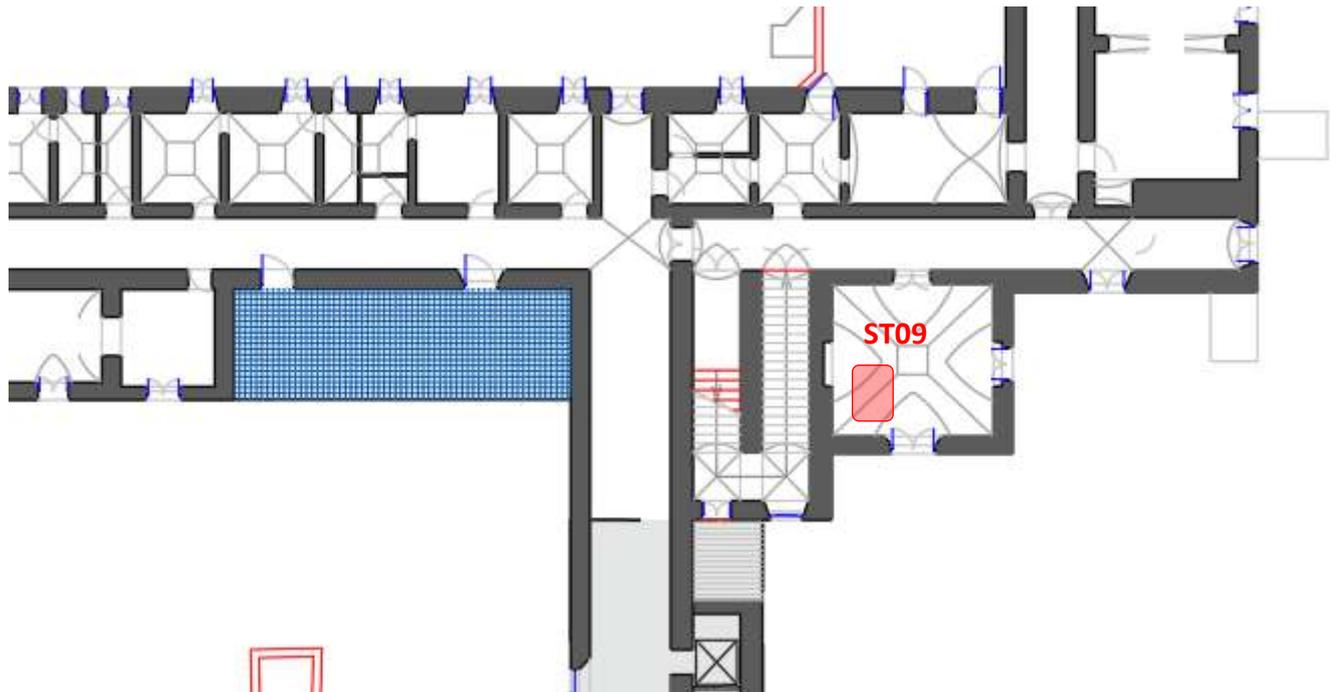
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI

Stazione di misura

ST09\_S

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Solaio Calpestio\_ Piano Primo

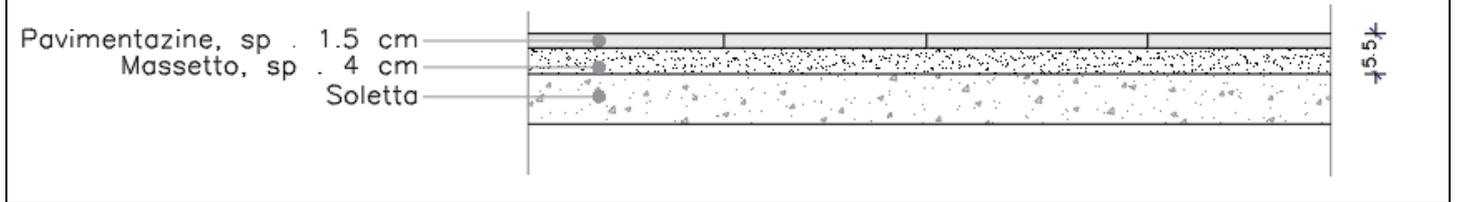


Note esame visivo e saggio:

- Solaio calpestio piano primo;
- Pavimentazione, Sp.1.5 cm;
- Massetto, Sp.4 cm;
- Soletta;



Sezione



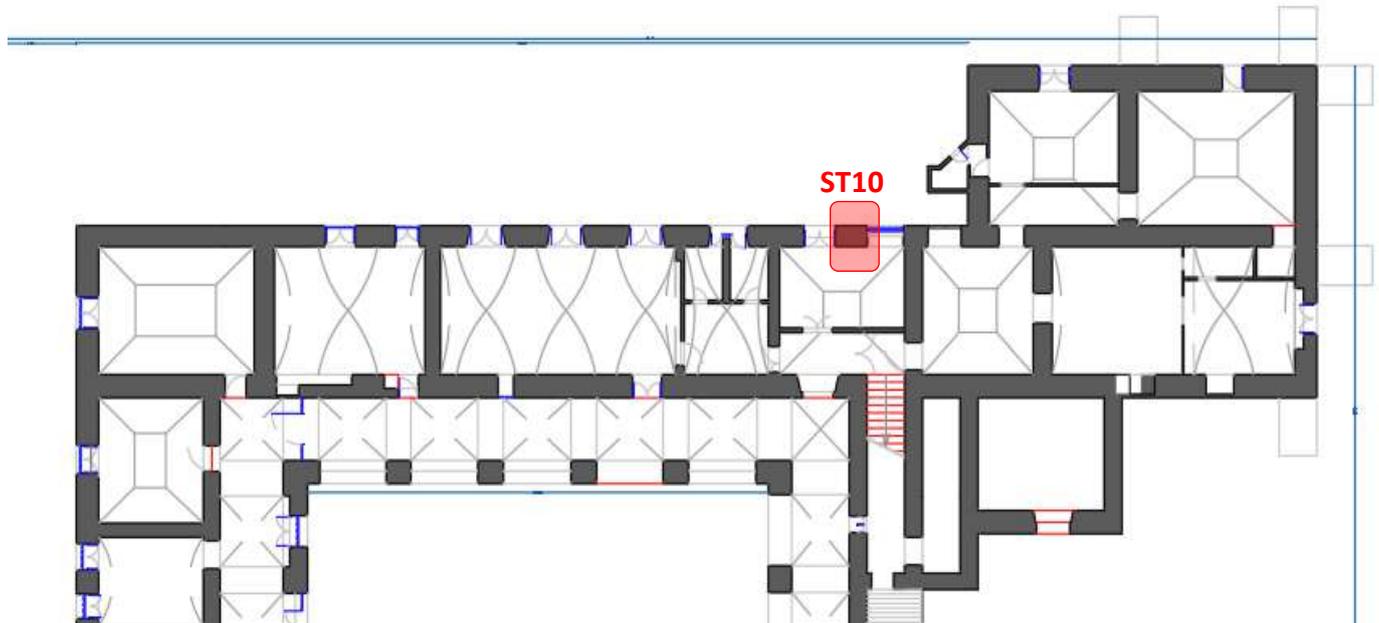
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST10\_MA0.2

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Paramento murario \_ Piano Terra



Note esame visivo della muratura:

- Paramento murario in tufo;
- Intonaco presente, Sp.3.5 cm;
- Tessitura regolare;
- Dimensione blocco di tufo, l=30 cm, h=15 cm;
- Giunti malta friabile, Sp.20/30 mm;



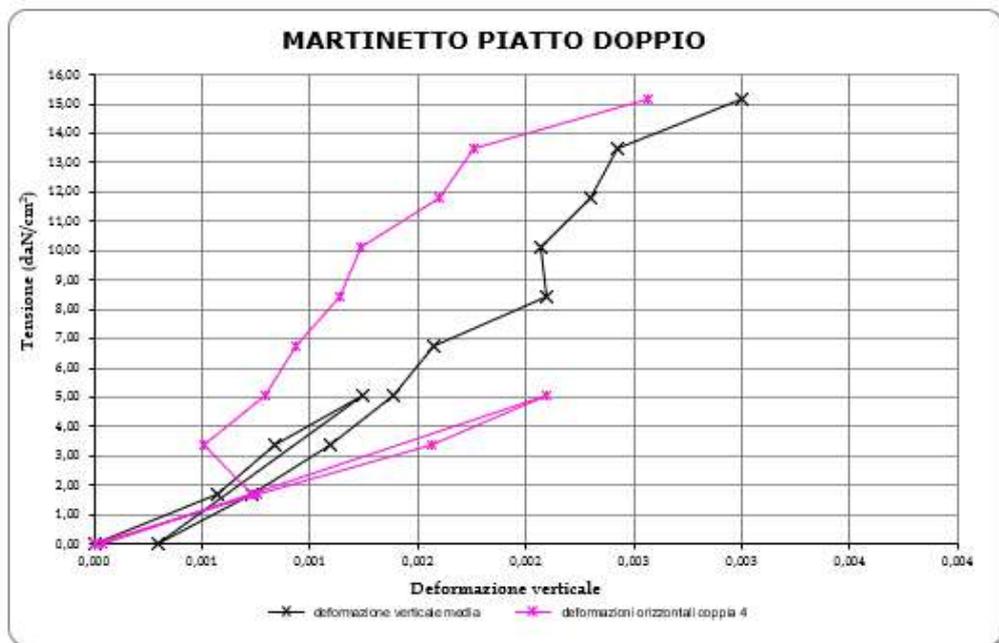


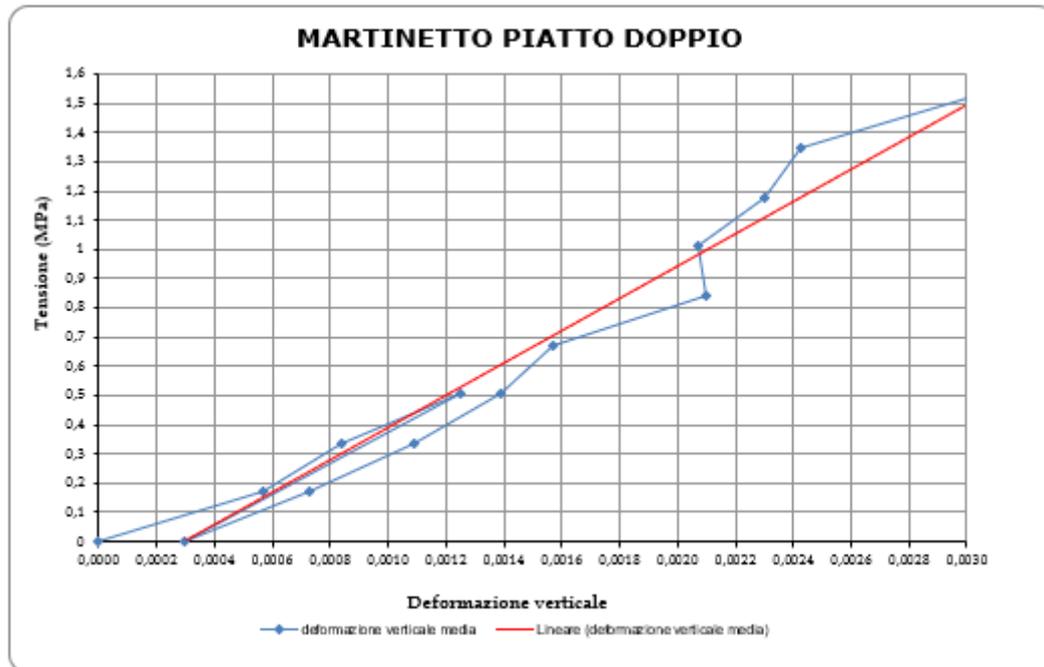
### Martinetto piatto singolo per la misura della tensione di esercizio

p (bar)	σ (daN/cm <sup>2</sup> )	Letture rilevate al comp. del deformometro				Misure effettive delle basi di misura verticali (mm)				spostamenti (mm)			
		Basi di misura verticali											
		1-1'	2-2'	3-3'	(media)	1-1'	2-2'	3-3'	(media)	1-1'	2-2'	3-3'	media
0,0	<b>0,00</b>	6,380	6,786	7,045	6,737	249,751	250,157	250,416	250,108	-0,354	-0,500	-0,432	-0,429
1,0	<b>0,84</b>	6,026	6,286	6,613	6,308	249,397	249,857	249,984	249,679	-0,321	-0,446	-0,370	-0,379
2,0	<b>1,68</b>	6,059	6,340	6,675	6,358	249,430	249,711	250,046	249,729	-0,295	-0,422	-0,345	-0,354
3,0	<b>2,53</b>	6,085	6,364	6,700	6,383	249,456	249,735	250,071	249,754	-0,230	-0,101	-0,289	-0,207
4,0	<b>3,37</b>	6,150	6,685	6,756	6,530	249,521	250,056	250,127	249,901	-0,213	0,121	0,320	0,076
5,0	<b>4,21</b>	6,167	6,907	7,365	6,813	249,538	250,278	250,736	250,184	-0,143	0,213	0,365	0,145

### Martinetto piatto doppio per la misura della resistenza a compressione

p (bar)	σ (daN/cm <sup>2</sup> )	Letture rilevate al comp. del deformometro (mm)				Misure effettive delle basi di misura (mm)				Deformazioni ε (mm/mm)				
		Verticali		Orizzontali						Verticali			Orizzontali	
		1'-1''	2'-2''	3'-3''	4'-4''	1'-1''	2'-2''	3'-3''	4'-4''	1'-1''	2'-2''	3'-3''	media 1-2-3	4'-4''
0,0	<b>0,00</b>	6,070	6,996	4,793	8,010	249,44	250,37	248,16	251,38	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2,0	<b>1,68</b>	6,002	6,779	4,652	8,201	249,37	250,15	248,02	251,57	-0,000273	-0,000867	-0,000568	-0,000569	0,000760
4,0	<b>3,37</b>	5,987	6,660	4,583	8,404	249,36	250,03	247,95	251,78	-0,000333	-0,001342	-0,000846	-0,000840	0,001567
6,0	<b>5,05</b>	5,784	6,580	4,560	8,537	249,16	249,95	247,93	251,91	-0,001147	-0,001662	-0,000939	-0,001249	0,002096
8,0	<b>6,73</b>	6,007	6,840	4,790	8,020	249,38	250,21	248,16	251,39	-0,000253	-0,000623	-0,000012	-0,000296	0,000040
10,0	<b>8,42</b>	5,996	6,639	4,677	8,193	249,37	250,01	248,05	251,56	-0,000297	-0,001426	-0,000467	-0,000730	0,000728
12,0	<b>10,10</b>	5,928	6,517	4,595	8,139	249,30	249,89	247,97	251,51	-0,000569	-0,001913	-0,000798	-0,001093	0,000513
14,0	<b>11,78</b>	5,915	6,420	4,485	8,209	249,29	249,79	247,86	251,58	-0,000621	-0,002301	-0,001242	-0,001388	0,000792
16,0	<b>13,47</b>	5,856	6,407	4,419	8,246	249,23	249,78	247,79	251,62	-0,000858	-0,002353	-0,001507	-0,001573	0,000939
18,0	<b>15,15</b>	5,801	6,375	4,113	8,296	249,17	249,75	247,48	251,67	-0,001078	-0,002480	-0,002740	-0,002100	0,001138
20,0	<b>16,83</b>	5,770	6,295	4,244	8,320	249,14	249,67	247,62	251,69	-0,001203	-0,002800	-0,002212	-0,002072	0,001233
		5,750	6,203	4,182	8,412	249,12	249,57	247,55	251,78	-0,001283	-0,003167	-0,002462	-0,002304	0,001599
		5,725	6,190	4,130	8,453	249,10	249,56	247,50	251,82	-0,001383	-0,003219	-0,002672	-0,002425	0,001762
		5,712	5,823	4,076	8,656	249,08	249,19	247,45	252,03	-0,001435	-0,004685	-0,002889	-0,003003	0,002570
		5,697	5,624	4,043	8,925	249,07	249,00	247,41	252,30	-0,001495	-0,005480	-0,003022	-0,003332	0,003640





$\sigma_{\text{ESERCIZIO}}$	4.12	(daN/cm <sup>2</sup> )
$\sigma_{\text{ULTIMA}}$	16.83	(daN/cm <sup>2</sup> )
%lavoro	<b>24.47</b>	(%)

$E_{\text{SECANTE}}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$	$G$ [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>756</b>	<b>0,50</b>	<b>252</b>

Tipologia muraria secondo le NTC18

Muratura a conci di pietra tenera

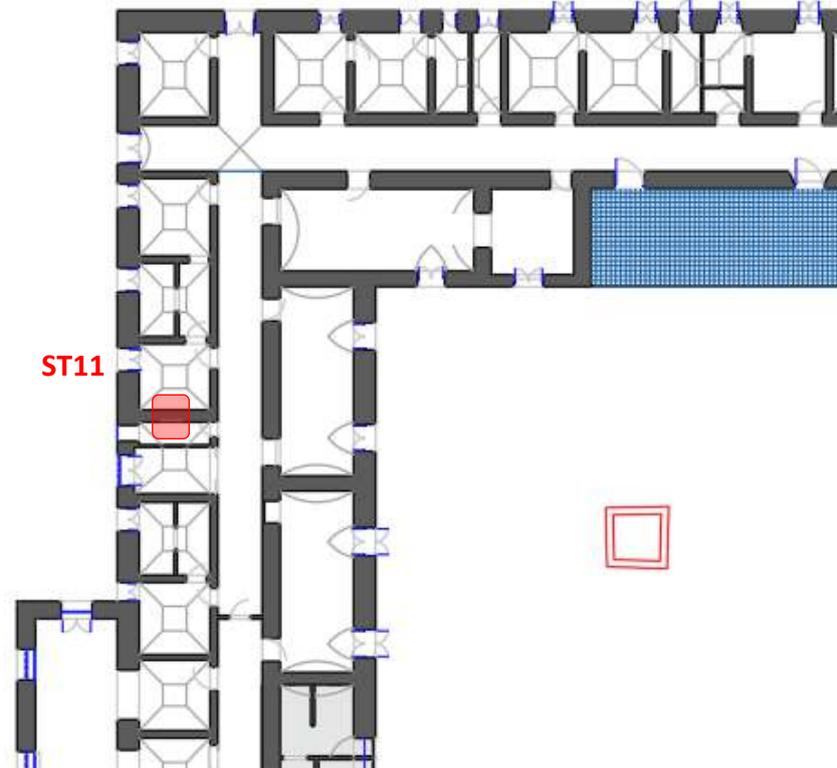
**INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA**

Stazione di misura

**ST11\_SM1.2**

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Paramento murario \_ Piano Primo



**Note esame visivo e saggio muratura:**

- Paramento murario in tufo;
- Intonaco presente, Sp.4.5 cm;
- Tessitura irregolare;
- Giunti malta friabile, Sp.30/40 mm;



INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST12\_SM.1.1

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Paramento murario \_ Piano Primo



Note esame visivo e saggio muratura:

- Paramento murario in tufo;
- Intonaco presente, Sp.4.5 cm;
- Tessitura regolare, dimensione blocchi di tufo, l=30 cm, h=15 cm;
- Giunti malta friabile, Sp.30/40 mm;
- Muratura non ammorsata;



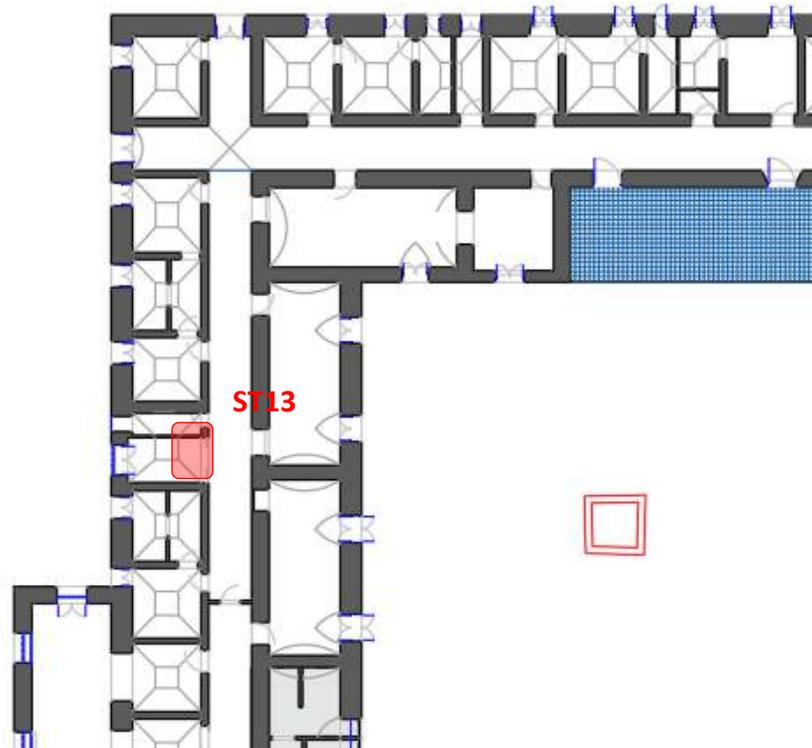
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU VOLTE

Stazione di misura

ST13\_SS1.2

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Volta\_ Piano Primo



Note esame visivo e saggio:

- Volta in conci di tufo.
- Tessitura irregolare;
- Giunti malta friabile, Sp.20/30 mm;

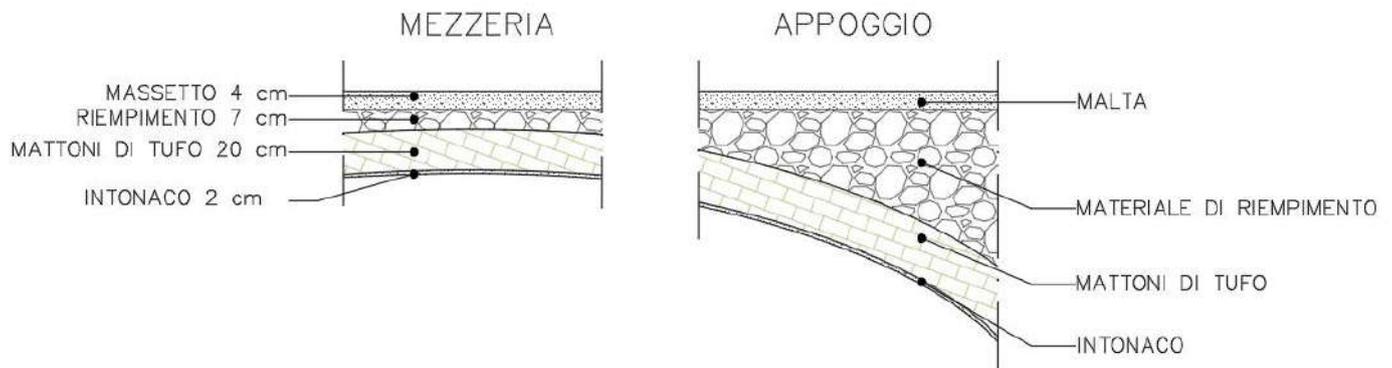


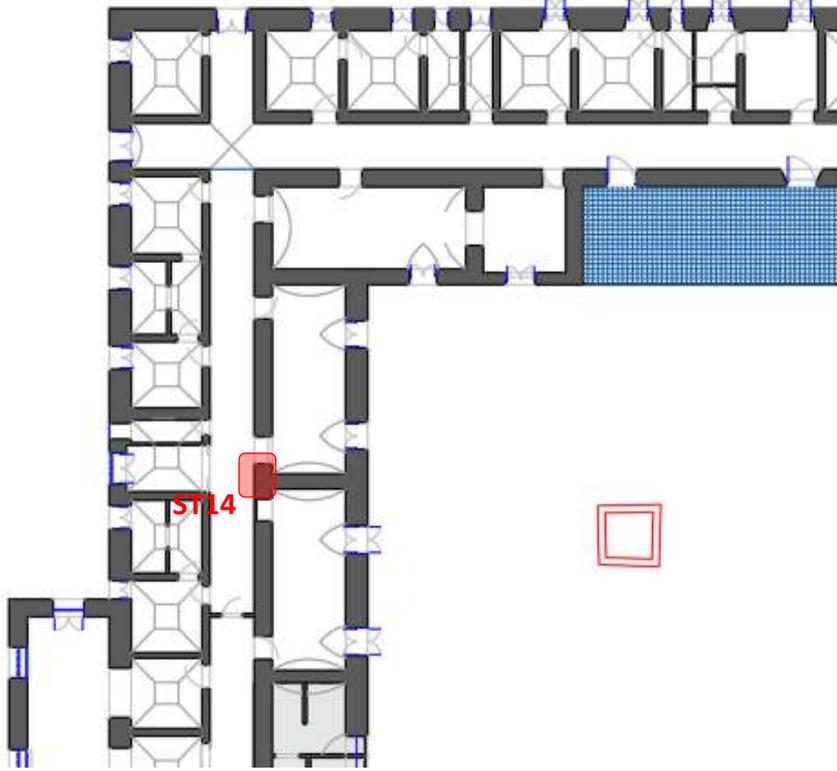
## Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti la volta di copertura, in conci di tufo. Il foro è stato eseguito "passante" (profondità foro 33,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Intonaco, 2 cm;
- Blocchi di tufo, Spessore costante: 20 cm;
- Riempimento, Sp. 7 cm;
- Massetto, Sp 6 cm;
- Spessore in chiave 33 cm;
- Spessore in appoggio 80 cm;



INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA	Stazione di misura	ST14_SM1.3
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Paramento murario _ Piano Primo		
		
<p><b>Note esame visivo e saggio muratura:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paramento murario in tufo, sp. lordo 70 cm;</li> <li>- Intonaco presente, Sp.2.5 cm;</li> <li>- Tessitura irregolare;</li> <li>- Giunti malta friabile, Sp.3/4 cm;</li> </ul>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>		

INDAGINI DIAGNOSTICHE SU VOLTE

Stazione di misura

ST15\_SS1.1

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Volta \_ Piano primo



Note esame visivo e saggio:

- Volta in conci di tufo.
- Tessitura irregolare;
- Giunti malta friabile, Sp.20/30 mm;



## Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti la volta di copertura, in conci di tufo. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 40,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Blocchi di tufo, Spessore costante:35 cm;
- Riempimento, Sp. 15 cm;
- Spessore in chiave 50 cm;
- Spessore alle reni 120 cm;



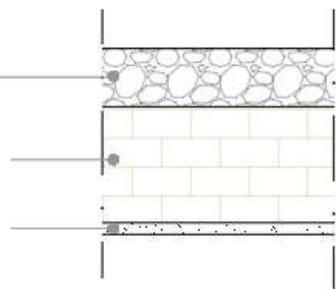
CHIAVE

RENI

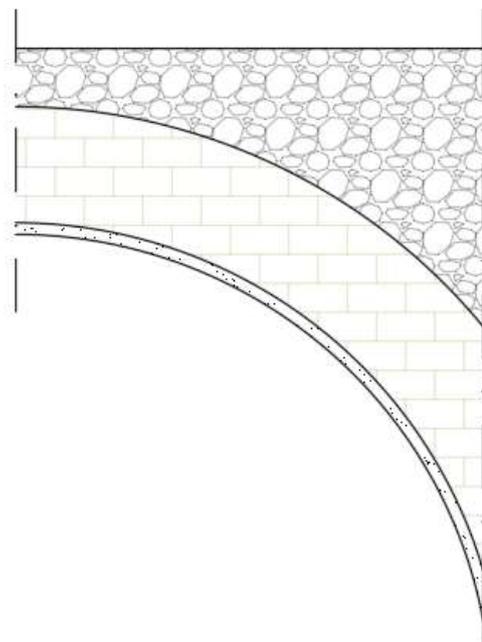
riempimento sp. 15 cm

mattoni in tufo sp.35cm

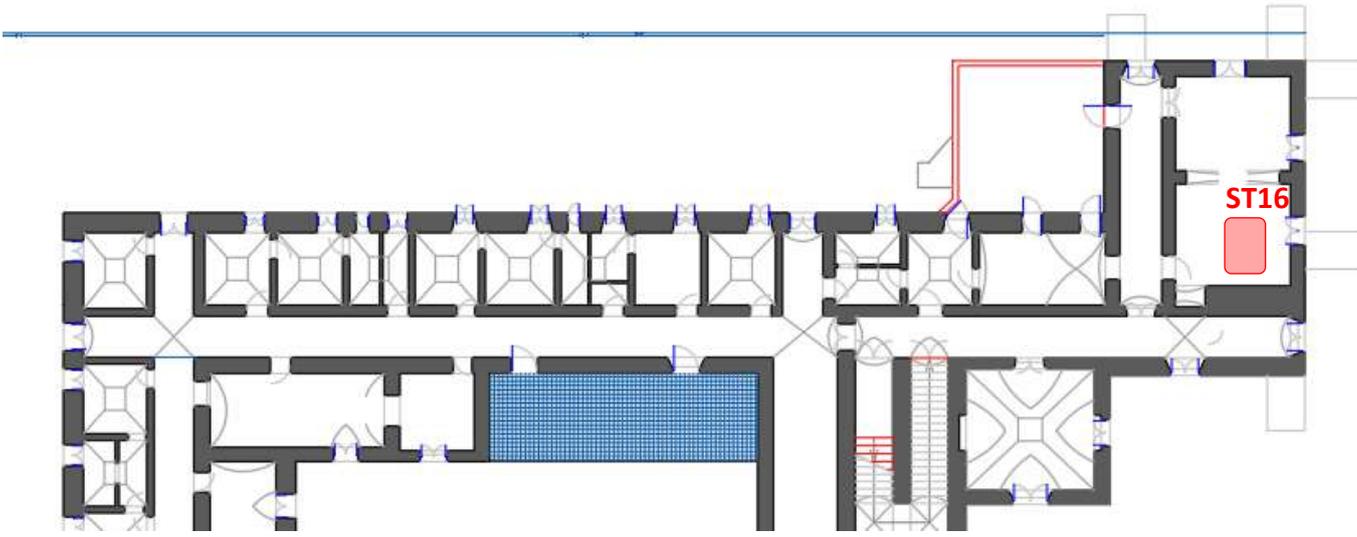
intonaco sp.2 cm



50.00



120.00

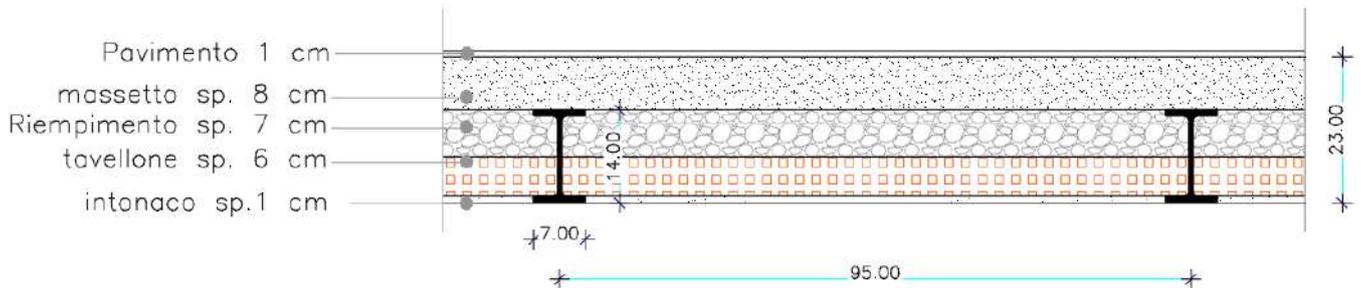
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST16_ss1.5
<b>Rilievo Autoptico</b>		
Ubicazione: Solaio Copertura_ Piano Primo		
		
<b>Note esame visivo e saggio:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Solaio putrelle e tavelloni, Sp.23 cm;</li><li>- Intonaco presente in fase di espulsione, Sp.1 cm;</li><li>- Dimensione profilo in acciaio, b=7 cm, h=14 cm (IPE);</li><li>- Interasse,95 cm;</li></ul>		
		

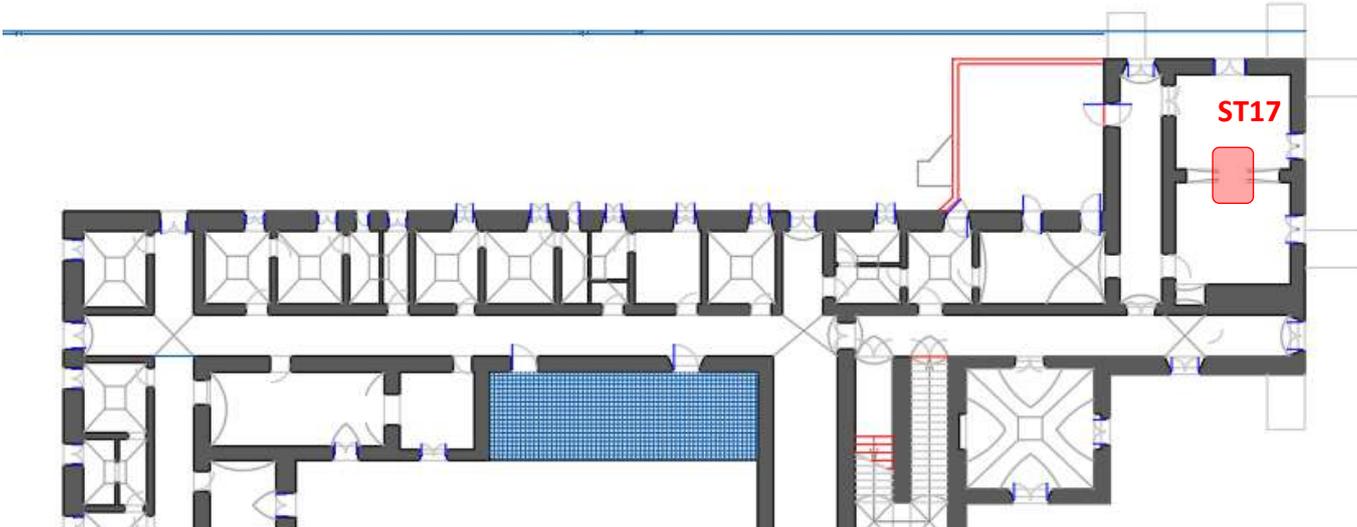
## Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti il solaio di copertura. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 23,0 cm).

Si rileva la presenza di:

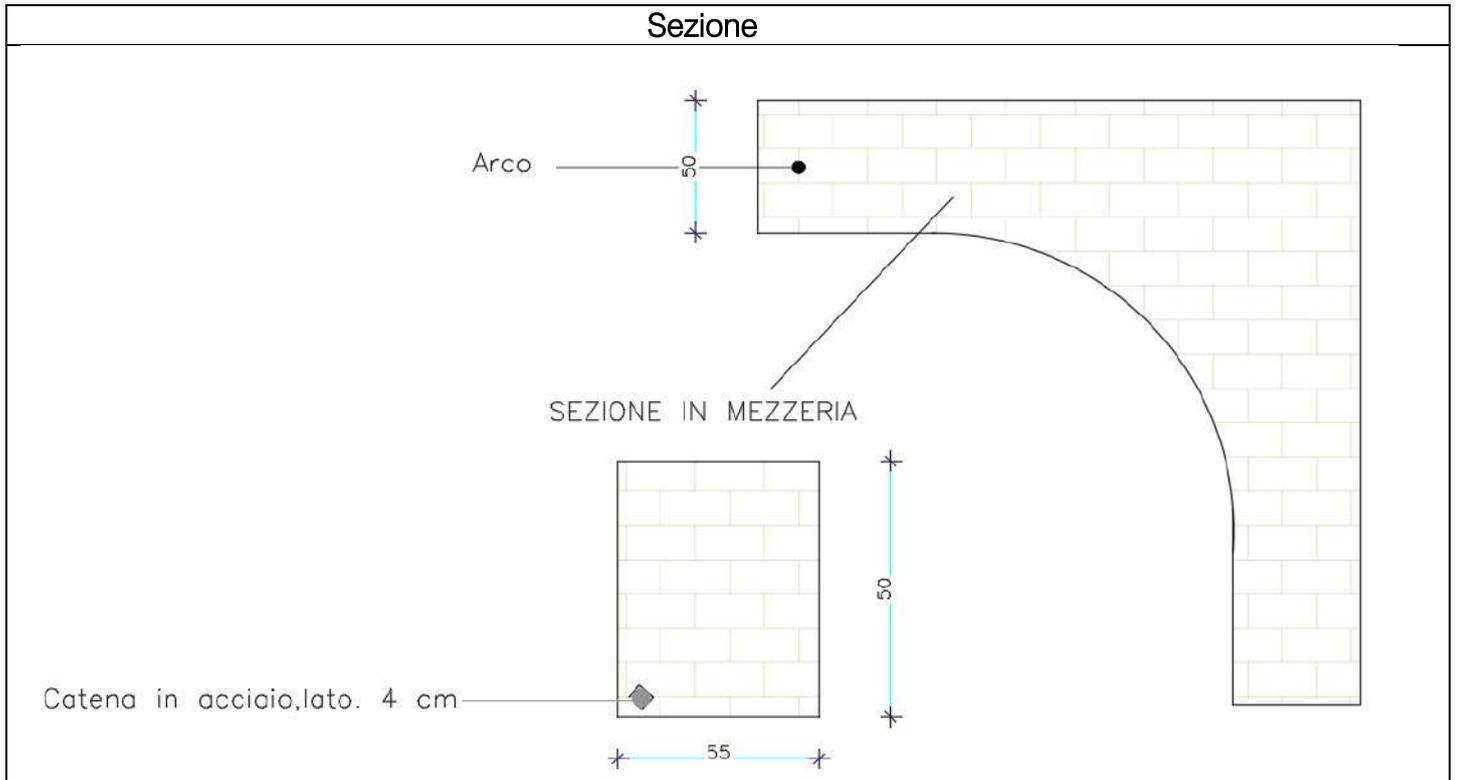
- Intonaco, Sp.1 cm;
- Tavellone in laterizio forato, Sp.6 cm;
- Materiale di riempimento Sp.7 cm;
- Massetto, Sp.8 cm;
- Pavimento sp.1 cm.

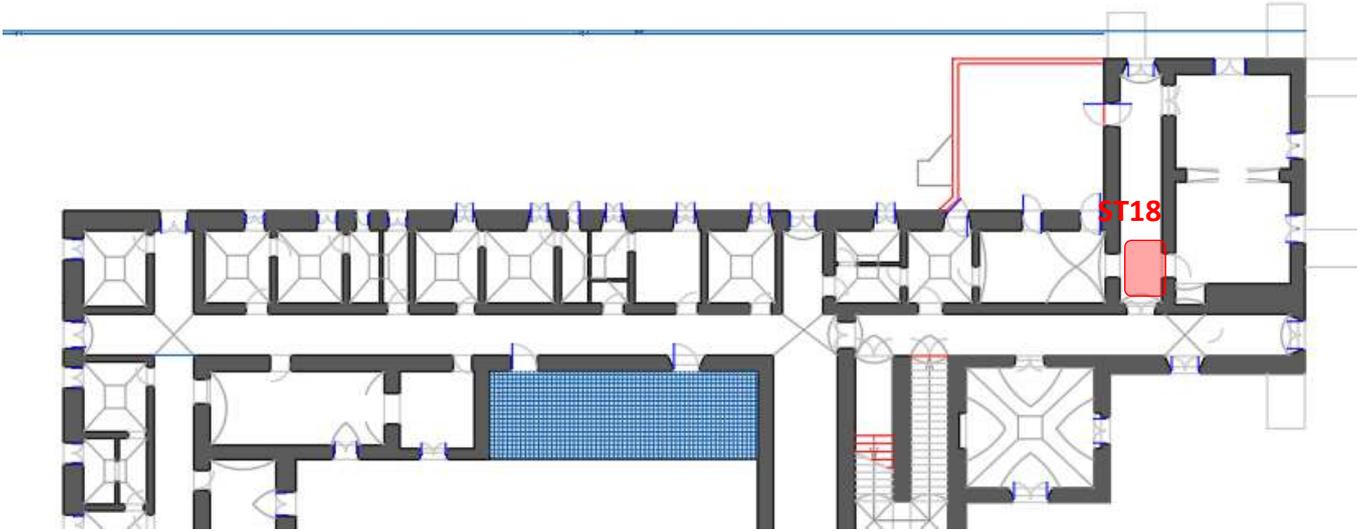


INDAGINI DIAGNOSTICHE SU ARCHITRAVE	Stazione di misura	ST17
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Arco_ Piano Primo		
		
<p><b>Note esame visivo e saggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arco in conci tufo;</li> <li>- Tessitura irregolare;</li> <li>- Giunti malta friabile, Sp.20/30 mm;</li> <li>- Intonaco, Sp. 2.5 cm;</li> <li>- Presenza di catena di ferro a sezione quadrata di lato 4 cm;</li> </ul>		
		



### Sezione



INDAGINI DIAGNOSTICHE SU VOLTE	Stazione di misura	ST18_ss1.4
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Volta_ Piano Primo		
		
<b>Note esame visivo e saggio:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Volta in conci di tufo.</li><li>- Tessitura irregolare;</li><li>- Giunti malta friabile, Sp.20/30 mm;</li><li>- Intonaco 2cm.</li></ul>		
		

## Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti la volta di copertura, in conci di tufo. Il foro è stato eseguito "passante" (profondità foro 31,0 cm).

Si rileva la presenza di:

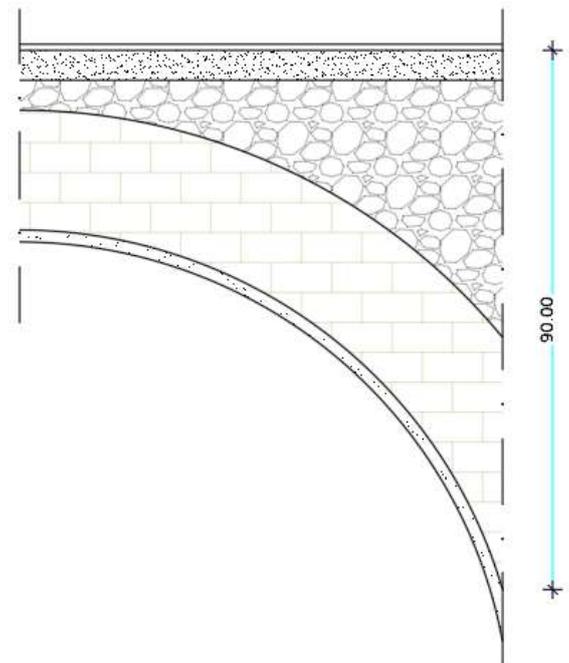
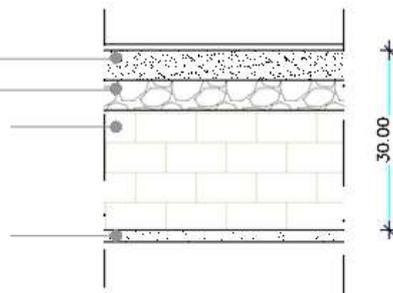
- Intonaco, 2 cm;
- Blocchi di tufo, Spessore costante:20 cm;
- Riempimento, Sp. 5 cm;
- Massetto, Sp 5 cm;
- Pavimento, sp 1 cm;
- Spessore in chiave 30 cm;
- Spessore alle reni 90 cm;

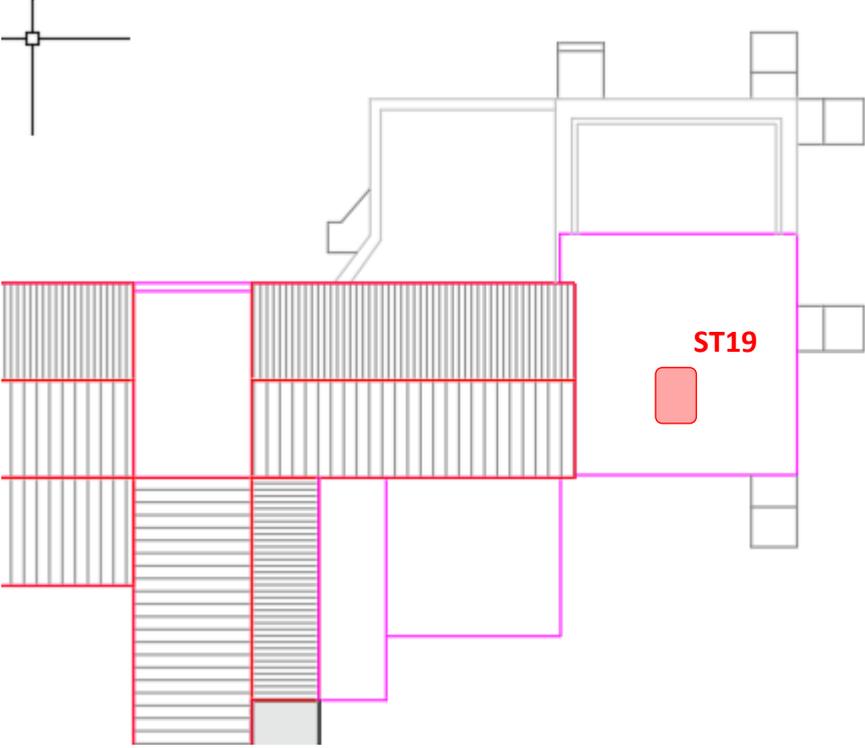


CHIAVE

RENI

Massetto sp. 5 cm  
riempimento sp. 5 cm  
mattoni in tufo sp.20cm  
  
intonaco sp.2 cm



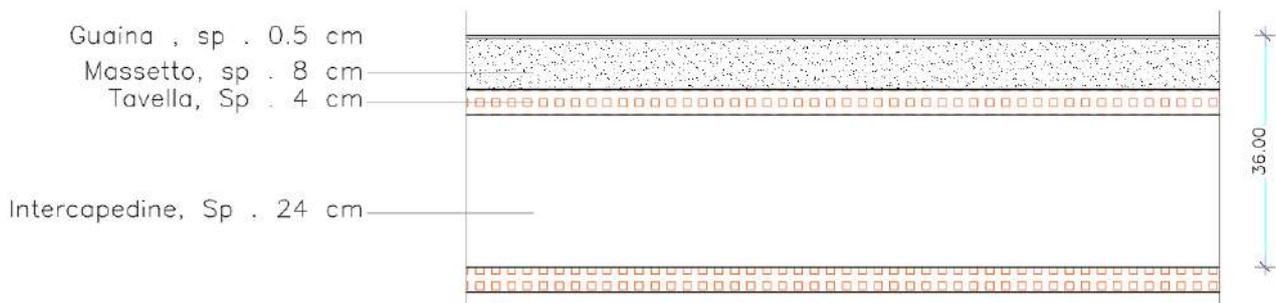
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST19_S
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Pianta delle coperture		
		
Note esame visivo e saggio:		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Solaio di copertura;</li><li>- Presenza di guaina;</li></ul>		

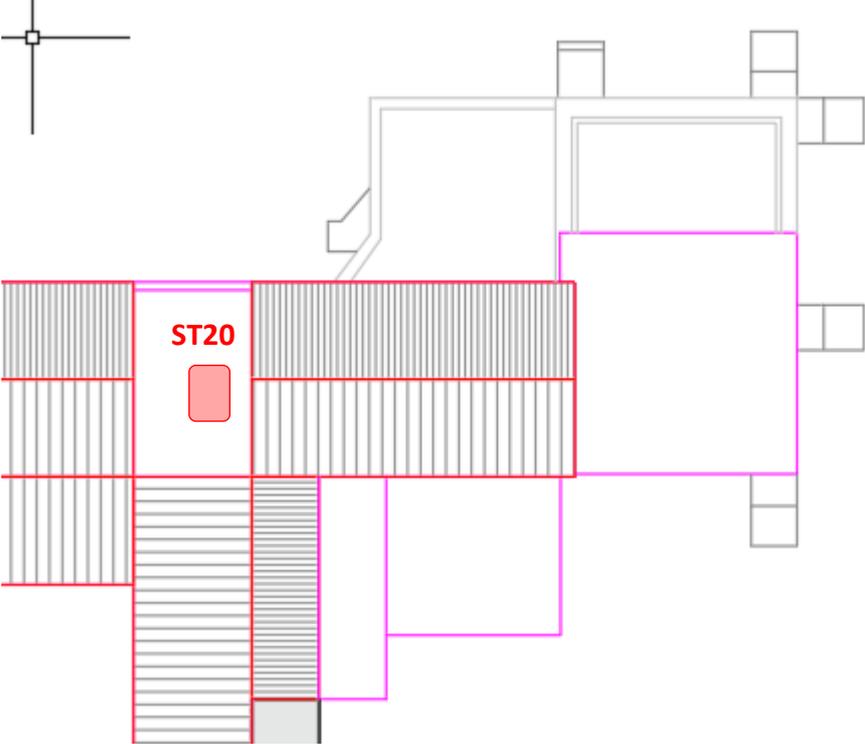
## Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti la volta di copertura, in conci di tufo. Il foro è stato eseguito "passante" (profondità foro 36,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Guaina , Sp. .05 cm;
- Massetto, Sp. 8 cm;
- Tavelloni, Sp 4 cm;
- Camera d'aria, 24 cm;



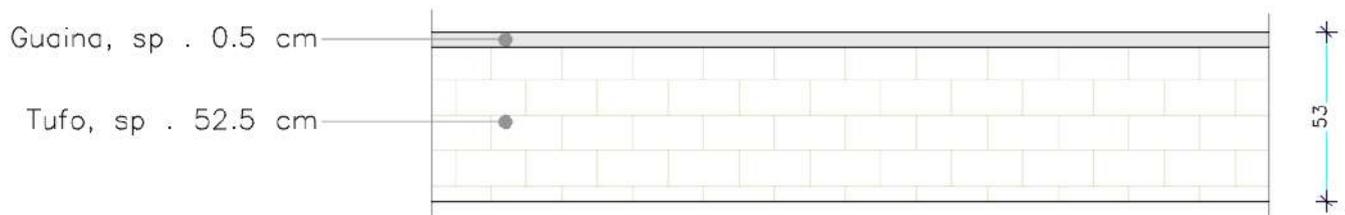
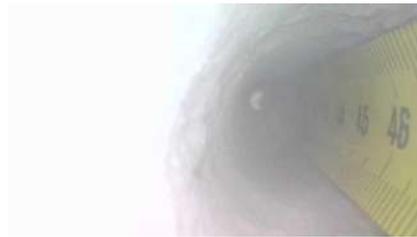
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST20_S
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Pianta delle coperture		
		
Note esame visivo e saggio:		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Solaio di copertura;</li><li>- Presenza di guaina;</li></ul>		

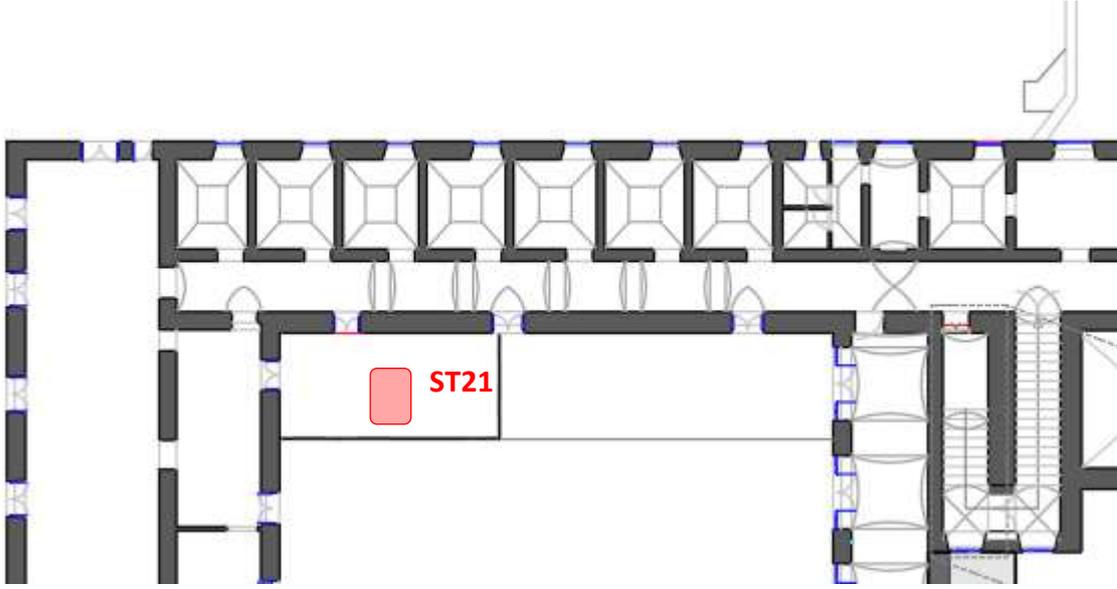
## Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti il piano di copertura, in conci di tufo. Il foro è stato eseguito "passante" (profondità foro 53,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Guaina , Sp.0.5 cm;
- Tufo, Sp.52.5 cm;



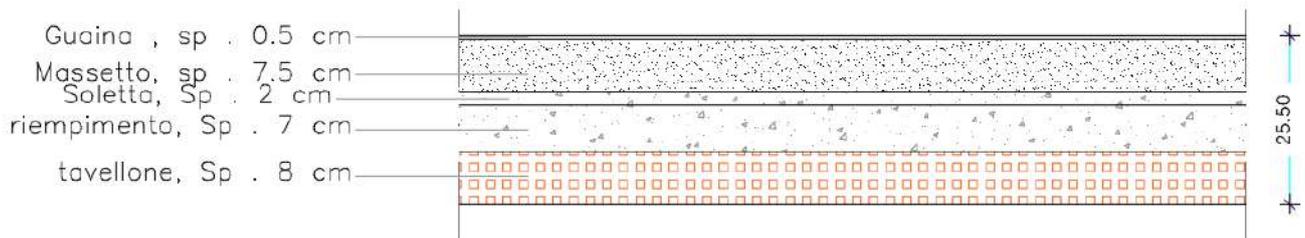
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST21_S
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Solaio di calpestio_ Piano Secondo		
		
<b>Note esame visivo e saggio:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Solaio copertura piano secondo, Sp.25 cm;</li><li>- Presenza di guaina impermeabilizzante;</li></ul>		

## Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti il solaio di copertura. Il foro è stato eseguito "passante" (profondità foro 25,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Guaina, Sp.0.5 cm;
- Massetto, Sp.7,5 cm;
- Soletta, Sp 2 cm;
- Riempimento, sp 7cm;
- Tavellone, sp.8 cm.



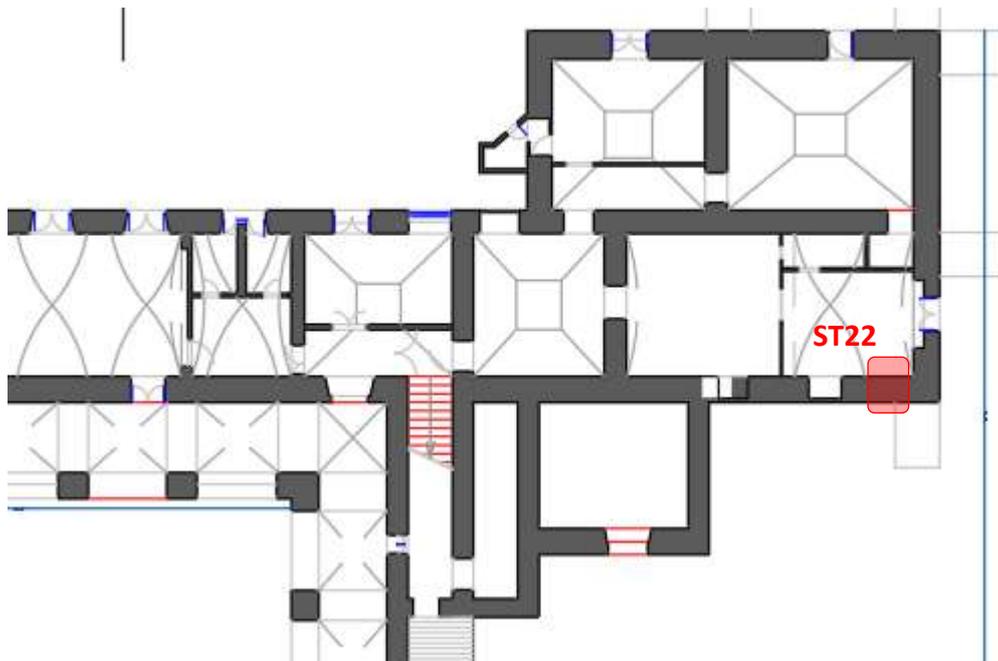
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST22\_E

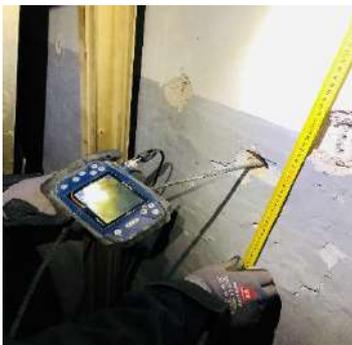
Rilievo Autoptico

Ubicazione: Paramento Murario\_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio:

- Paramento murario, Sp.120 cm (Lordo intonaco);
- Intonaco Sp.2 cm;



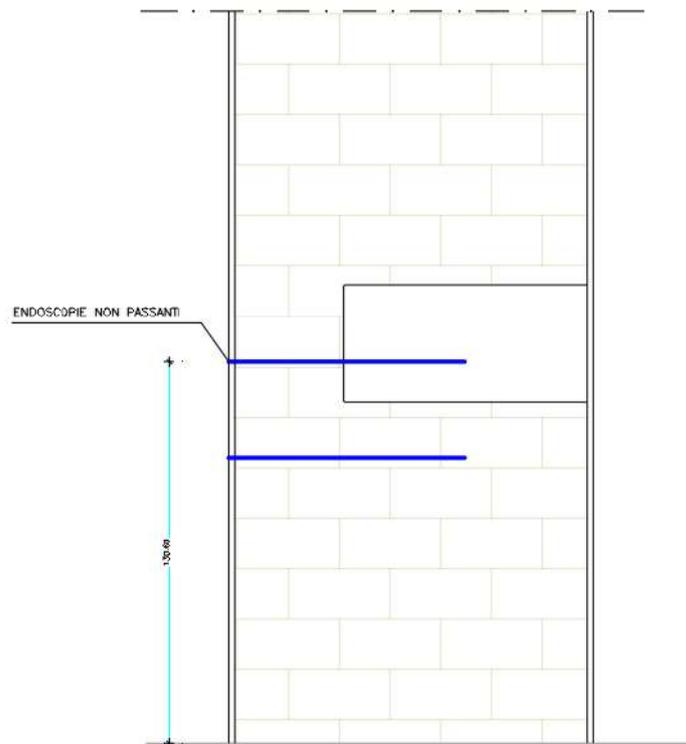
## Indagine Endoscopica

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i fari strati e le possibili anomalie all'interno della muratura, in conci di tufo. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 80,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Un Paramento murario in tufo;
- Alcune discontinuità tra i giunti di malta;

Inoltre ad 1,30 m dal piano di calpestio, l'indagine endoscopica ha rilevato la presenza di un vuoto, separato solo da un blocco di tufo di spessore di circa 40 cm.



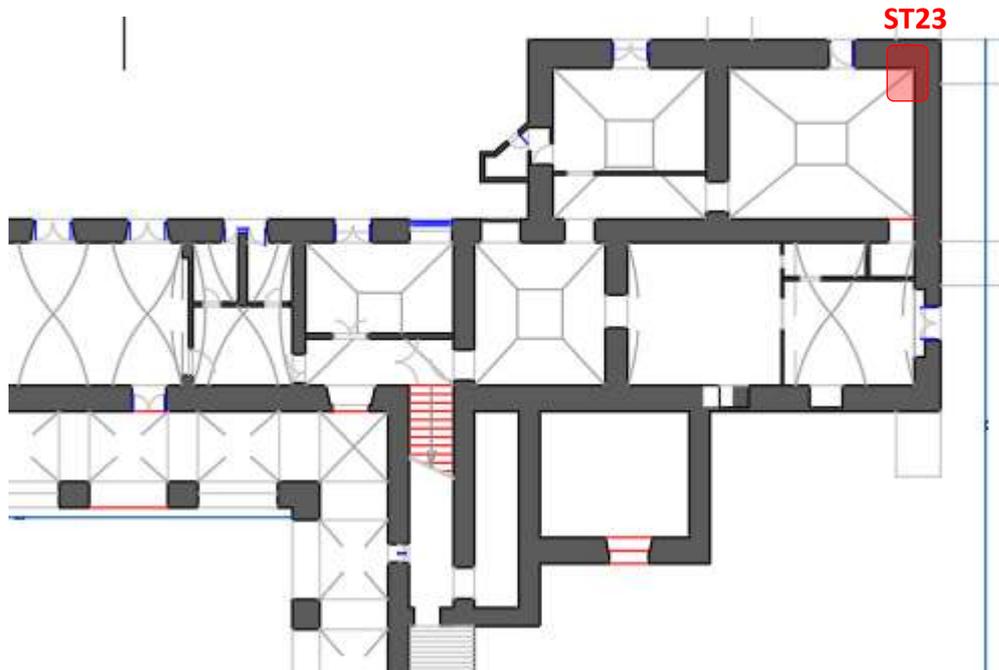
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST23\_E

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Paramento Murario\_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio:

- Paramento murario, Sp.115 cm (Lordo intonaco);
- Intonaco, Sp.2 cm;

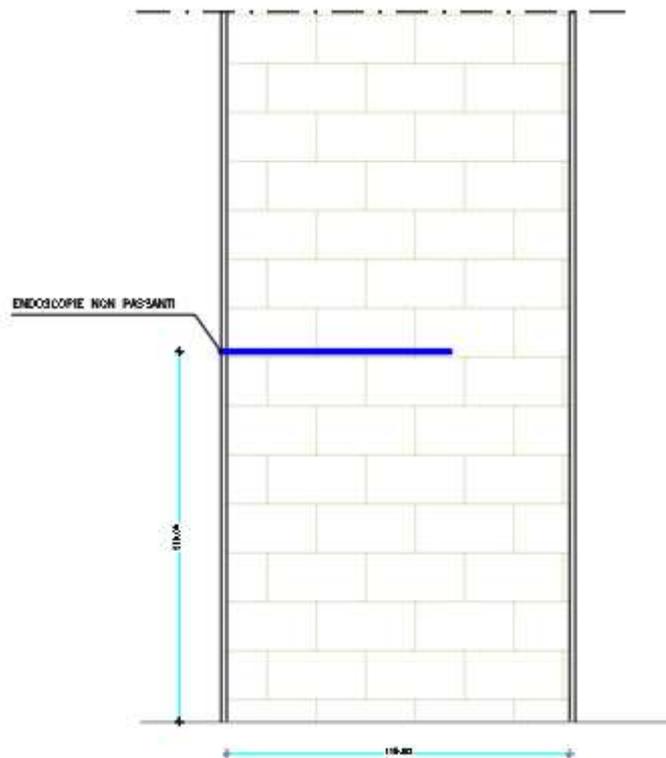


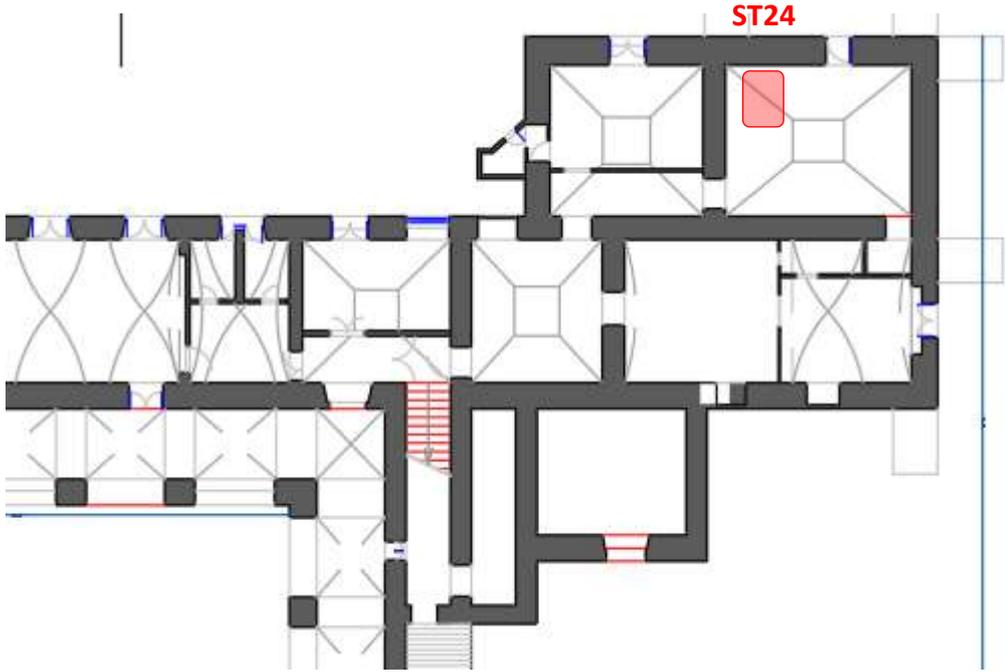
## Indagine Endoscopica

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i fari strati e le possibili anomalie all'interno della muratura, in conci di tufo. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 80,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Un Paramento murario in tufo;
- Alcune discontinuità tra i giunti di malta;



INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST24_s
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Solaio Calpestio_ Piano Terra		
		
Note esame visivo e saggio:		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Solaio calpestio piano terra;</li><li>- Pavimentazione, Sp.2.5 cm;</li><li>- Massetto, Sp.12.5 cm.</li></ul>		
		

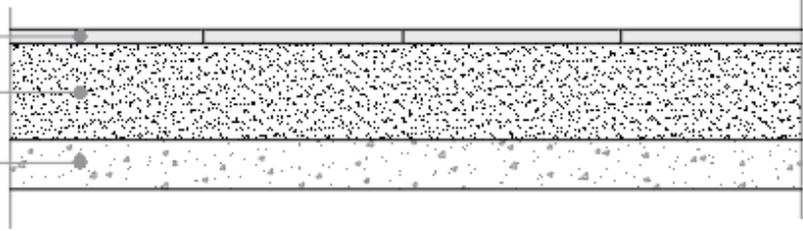


Sezione

Pavimentazione, sp . 2.5 cm

Massetto, sp . 12.5 cm

Soletta



15

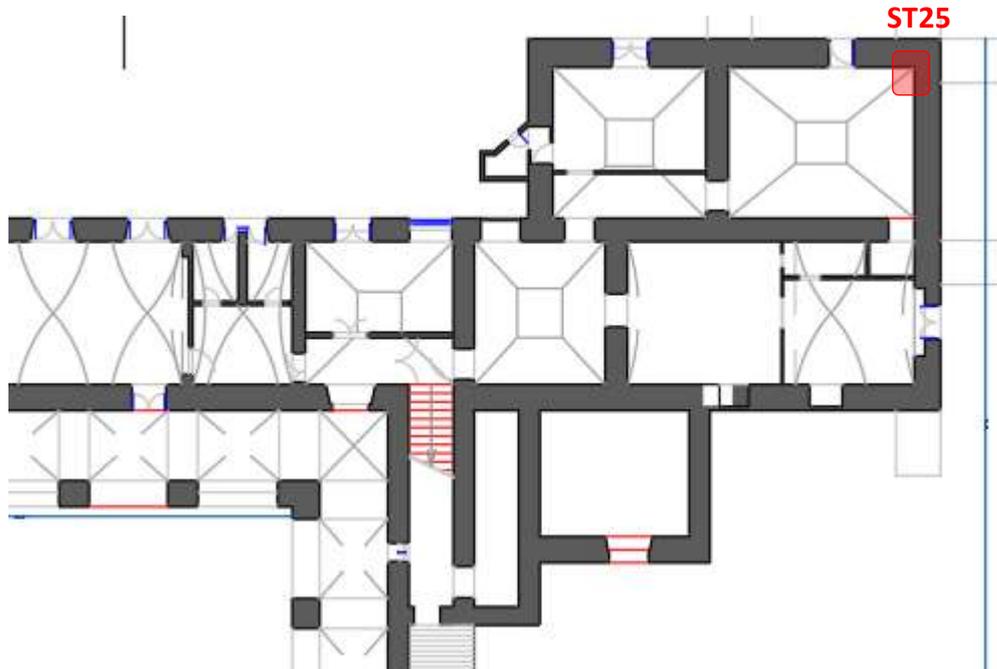
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST25\_SM0.6

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Paramento murario \_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio muratura:

- Muratura in tufo;
- Intonaco presente, Sp.3 cm;
- Tessitura regolare;
- Dimensione dei blocchi, l=30 cm, h= 15 cm;
- Giunti malta friabile, Sp.30/40 mm;
- Muratura ammorsata;



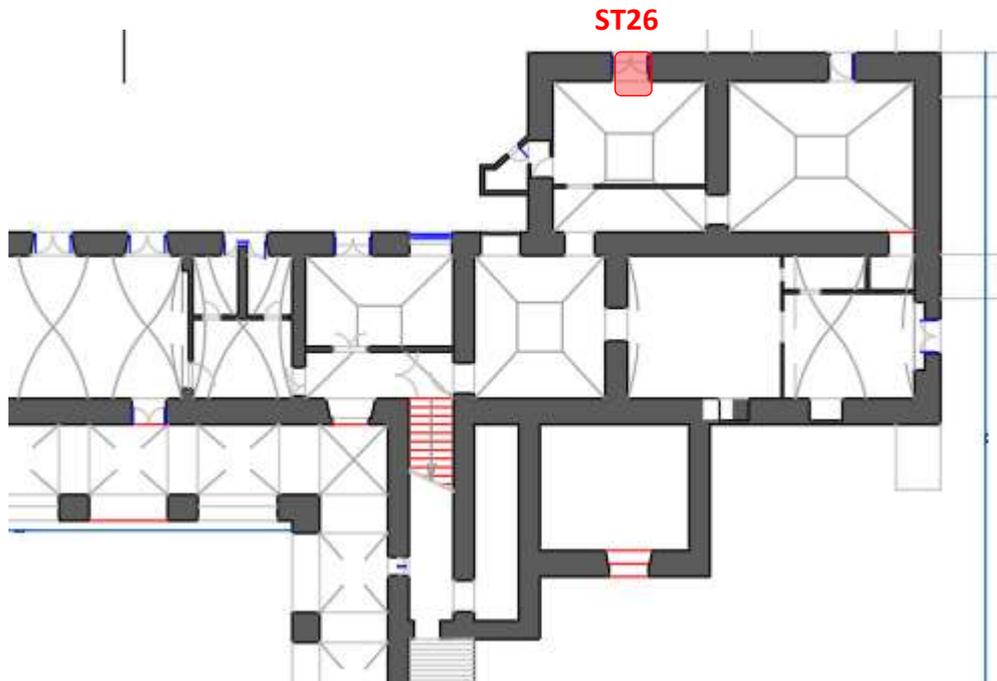
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST26\_A0.3

Rilievo Autoptico

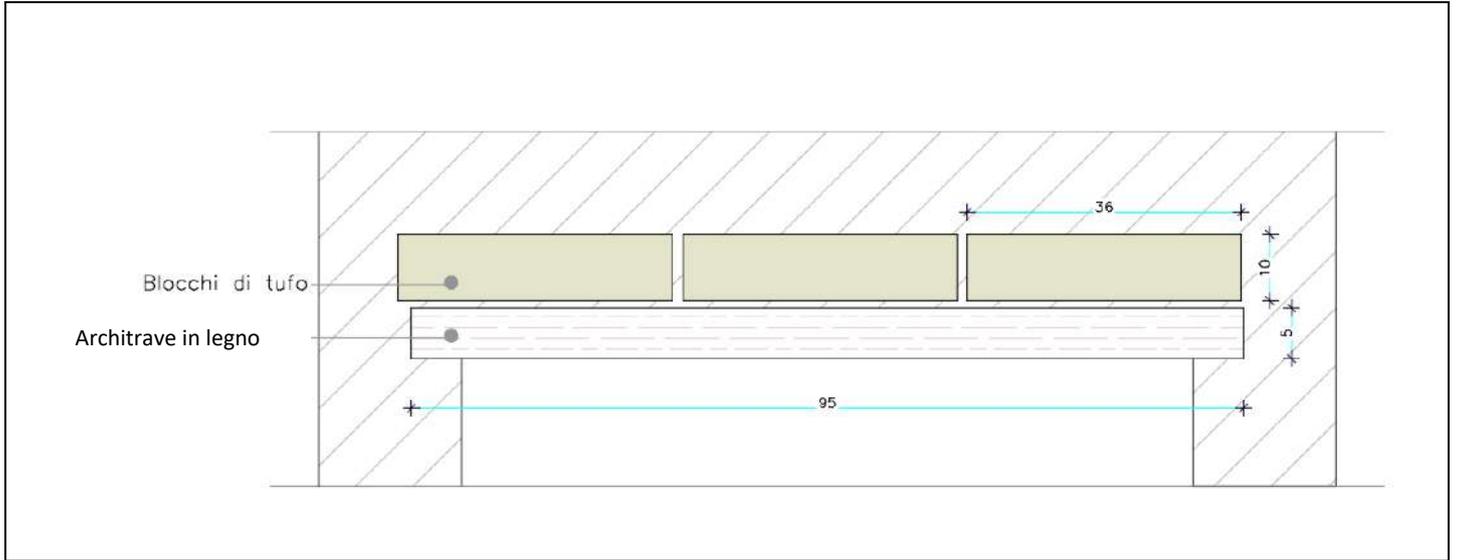
Ubicazione: Architrave \_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio muratura:

- Architrave in legno;
- Lunghezza = 95 cm
- Larghezza = 9 cm,
- Altezza = 5 cm;





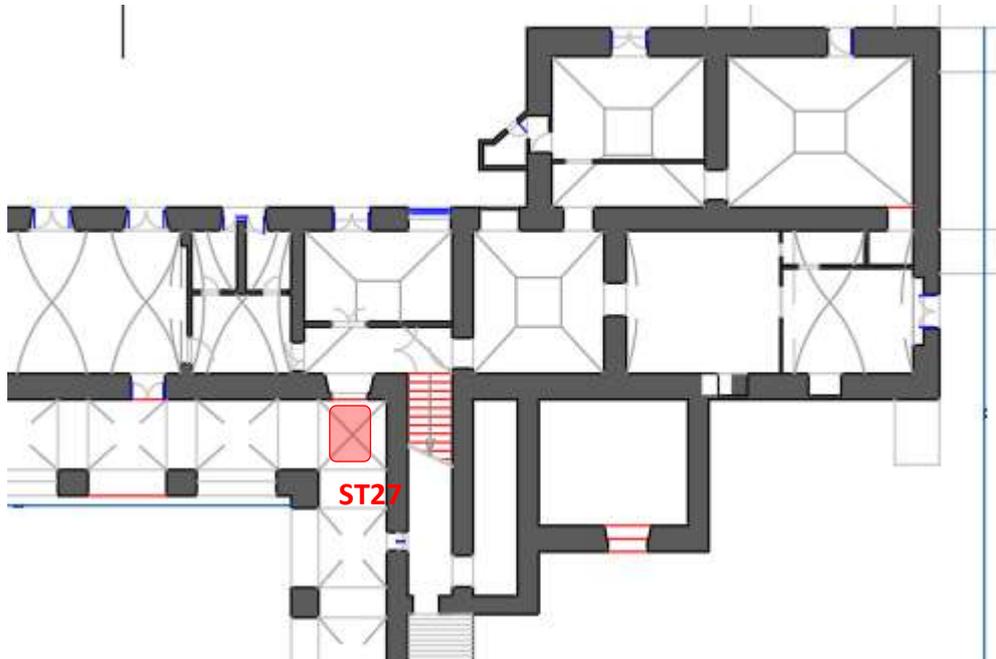
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI

Stazione di misura

ST27\_s

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Solaio Calpestio\_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio:

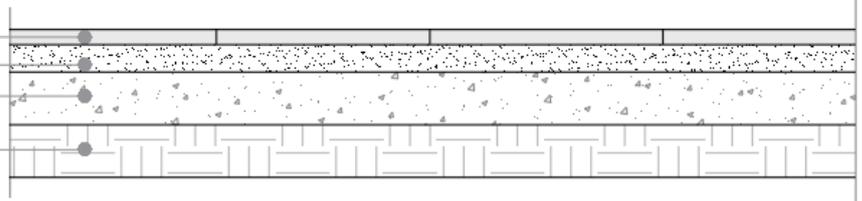
- Pavimentazione, Sp.2.5 cm;
- Massetto, Sp.2.5 cm;
- Soletta, Sp.10 cm;





Sezione

Pavimentazine, sp . 2.5 cm  
Massetto, sp . 2.5 cm  
Soletta,Sp.10 cm  
Terreno



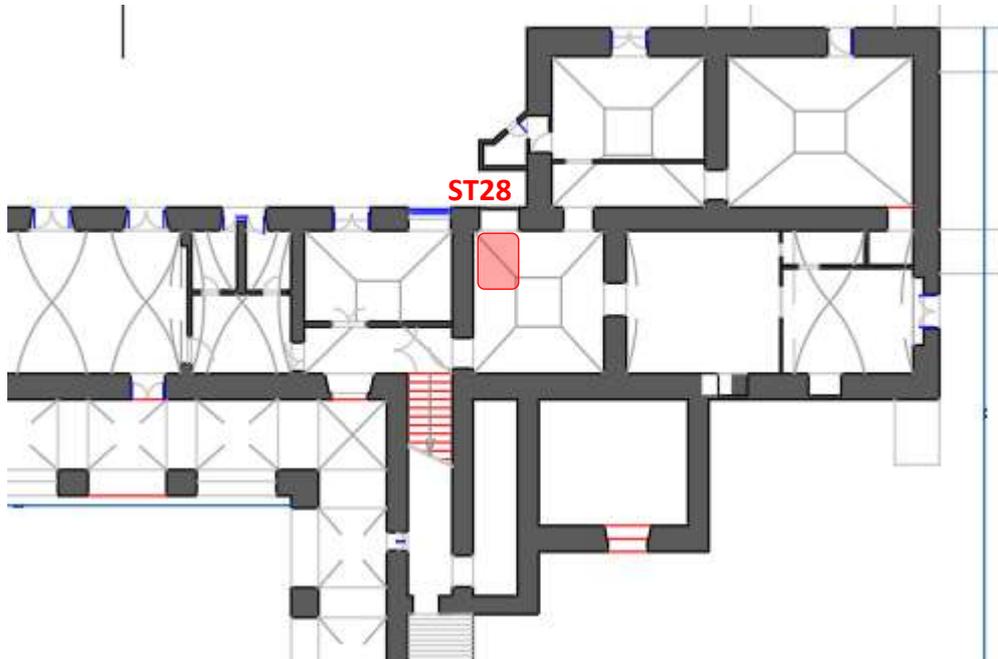
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI

Stazione di misura

ST28\_s

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Solaio Calpestio\_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio:

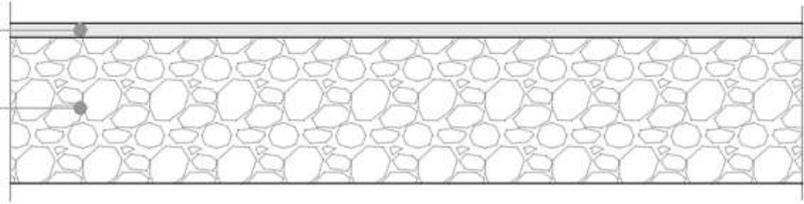
- Pavimentazione, Sp.2 cm;
- Riempimento (terreno ed inerti di tufo), Sp.23 cm;



Sezione

Pavimentazione, sp . 2 cm

Riempimento, sp . 23 cm



25

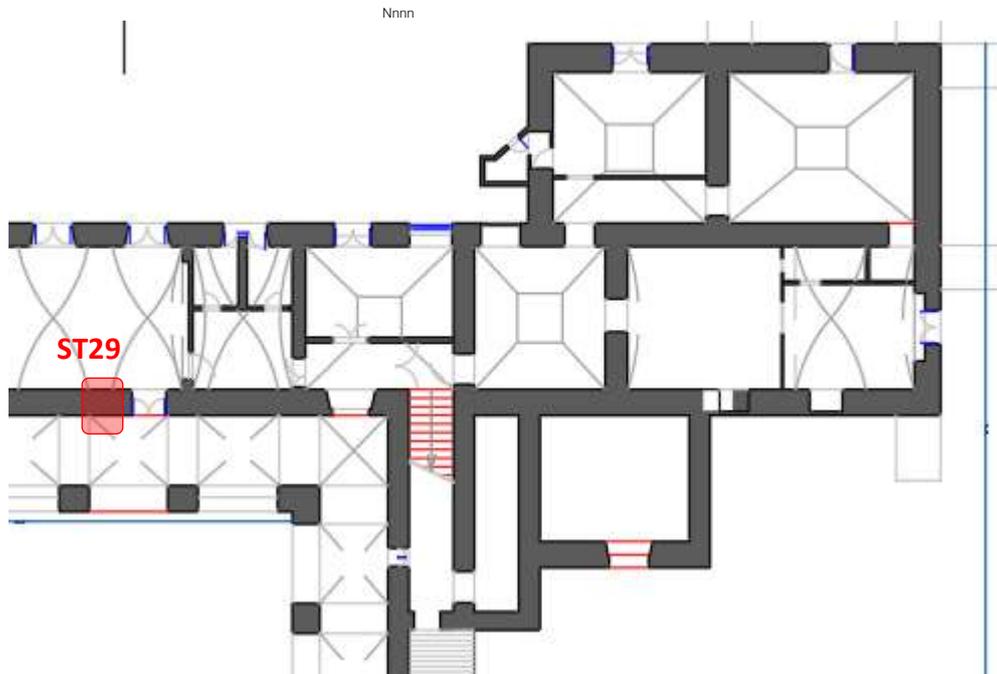
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST29\_E

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Paramento Murario \_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio:

- Paramento murario, Sp.117 cm (Lordo intonaco);
- Intonaco. int, Sp.3 cm;
- Intonaco. Est, Sp.4 cm;

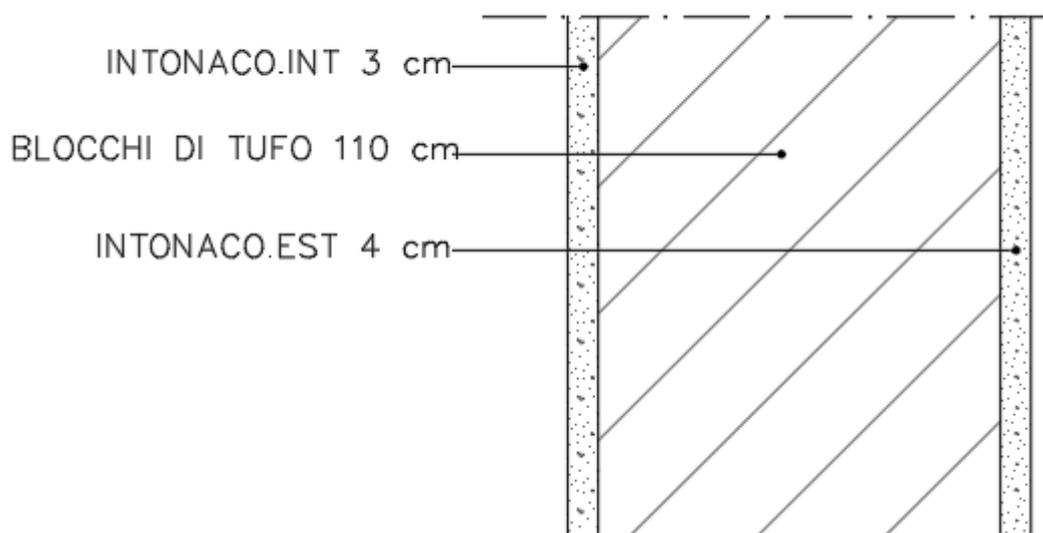


## Indagine Endoscopica

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i fari strati e le possibili anomalie all'interno della muratura, in tufo. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 90,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Un Paramento murario in tufo;
- Alcune discontinuità tra i giunti di malta;



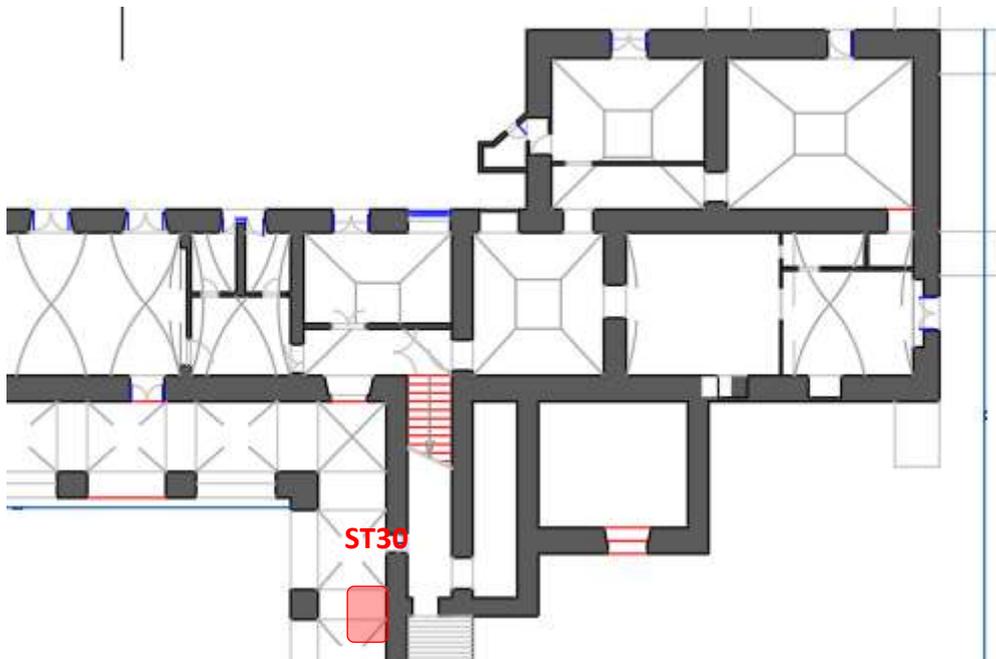
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU ARCHITRAVE

Stazione di misura

ST30

Rilievo Autoptico

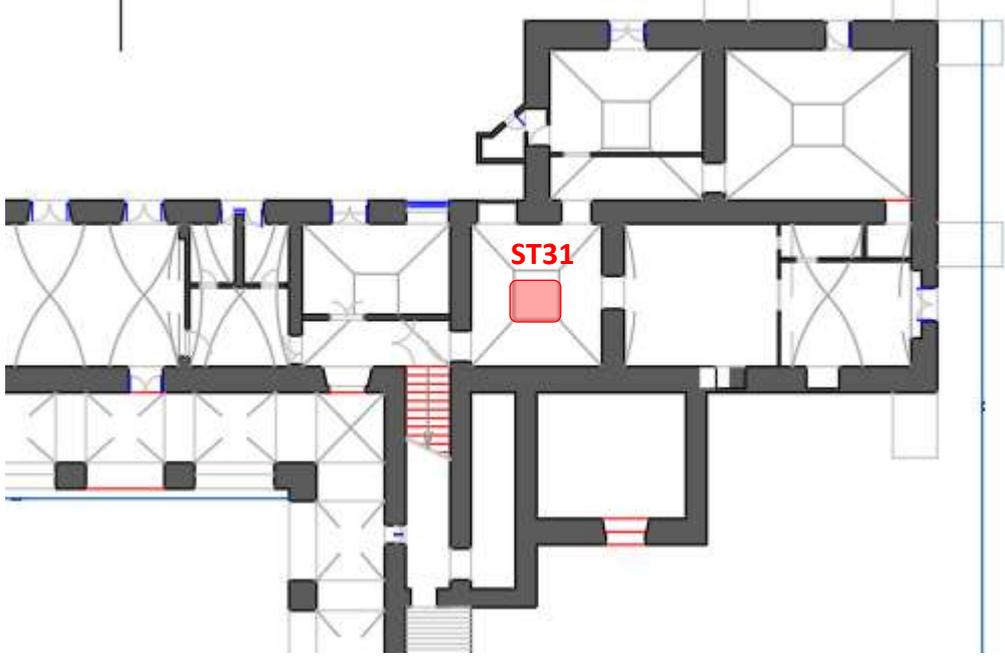
Ubicazione: Arco\_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio:

- Arco in conci tufo, Sp. 60 cm;
- Tessitura regolare;
- Giunti malta friabile, Sp.20/30 mm;
- Intonaco, Sp. 3.5 cm;

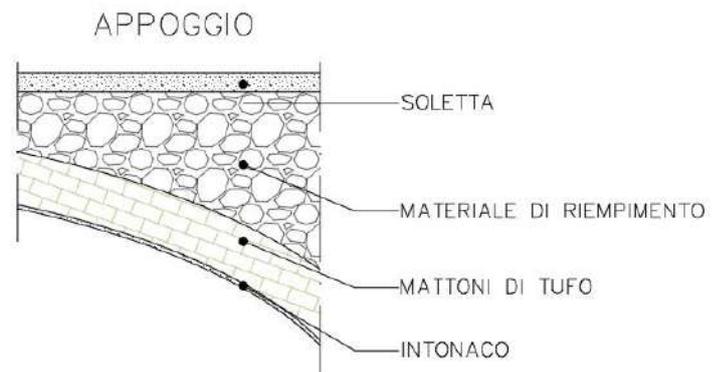
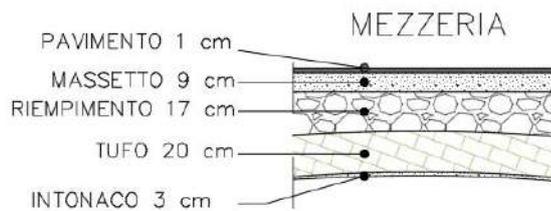
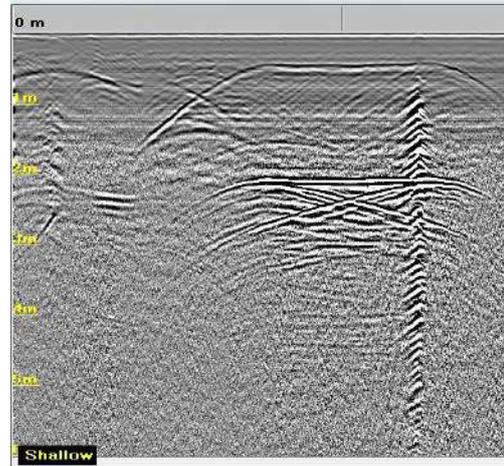


INDAGINI DIAGNOSTICHE SU VOLTA	Stazione di misura	ST31_SS0.3
<b>Rilievo Autoptico</b>		
Ubicazione: Volta _ Piano Terra		
		
<b>Note esame visivo:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Volta in conci di tufo;</li><li>- Tessitura irregolare;</li><li>- Giunti malta friabile, Sp. 20/30 mm.</li><li>- Intonaco in fase di espulsione, Sp.3 cm;</li></ul>		

## Verifica stratigrafia

Dall'indagine georadar effettuata si rileva:

- Pavimento 1 cm
- Massetto 9 cm
- Riempimento 17 cm;
- Strato Tufo, spessore costante: 20 cm;
- Intonaco 3 cm
- Spessore in chiave 50 cm;
- Spessore in appoggio 150 cm;



INDAGINI DIAGNOSTICHE SU VOLTA

Stazione di misura

ST32\_SS0.2

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Volta \_ Piano Terra



Note esame visivo:

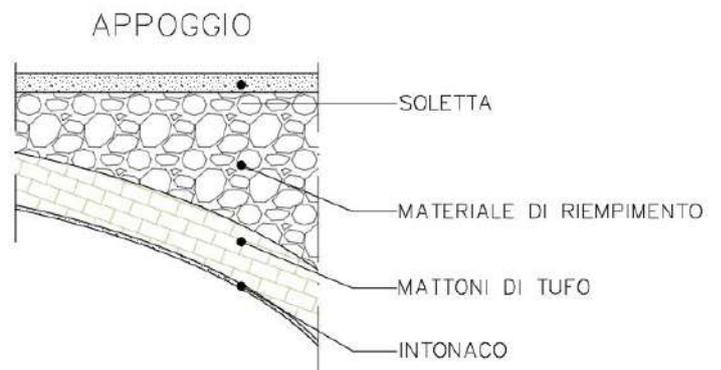
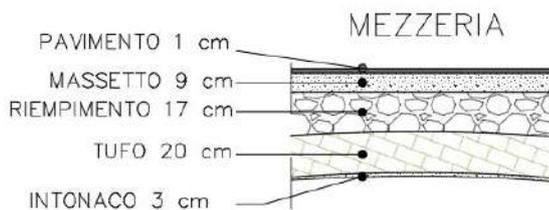
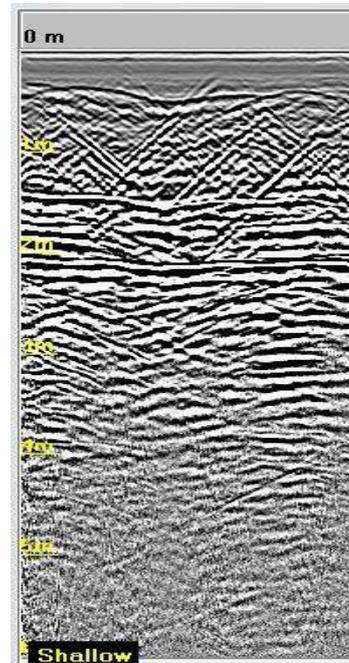
- Volta in conci di tufo;
- Tessitura irregolare;
- Giunti malta friabile, Sp. 20/30 mm.
- Intonaco in fase di espulsione, Sp.3 cm;



## Verifica stratigrafia

Dall'indagine georadar effettuata si rileva:

- Pavimento 1 cm
- Massetto 9 cm
- Riempimento 17 cm;
- Strato Tufo, spessore costante 20 cm;
- Intonaco 3 cm
- Spessore in chiave 50 cm;
- Spessore in appoggio 150 cm;



INDAGINI DIAGNOSTICHE SU VOLTA

Stazione di misura

ST33\_SS0.1

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Volta \_ Piano Terra



Note esame visivo:

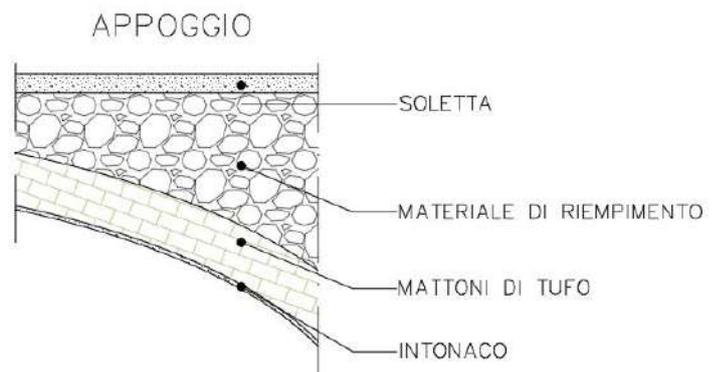
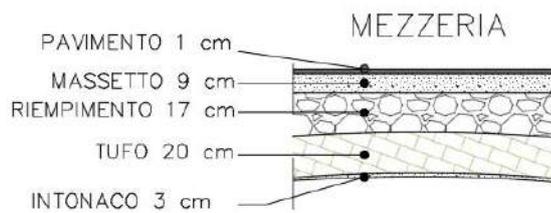
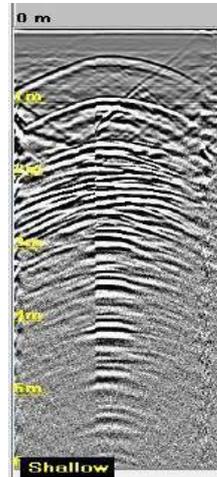
- Volta in conci di tufo;
- Tessitura irregolare;
- Giunti malta friabile, Sp. 20/30 mm.
- Intonaco in fase di espulsione, Sp.3 cm;



## Verifica stratigrafia

Dall'indagine georadar effettuata si rileva:

- Pavimento 1 cm
- Massetto 9 cm
- Riempimento 17 cm;
- Strato Tufo, spessore costante 20 cm;
- Intonaco 3 cm
- Spessore in chiave 50 cm;
- Spessore in appoggio 100 cm;

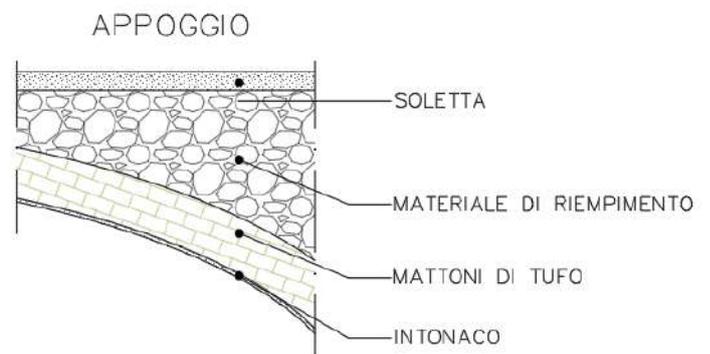
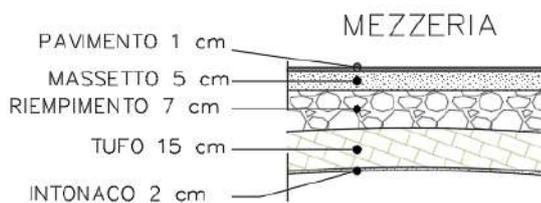
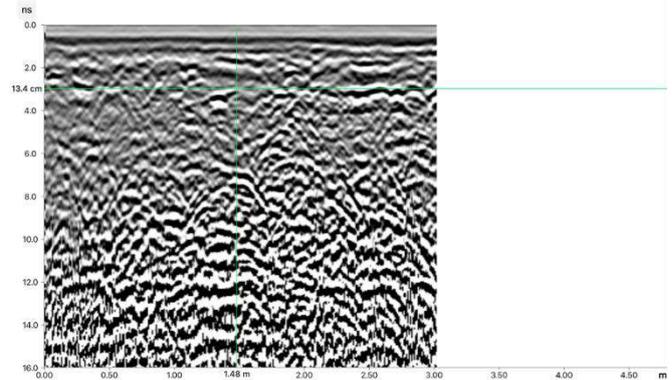
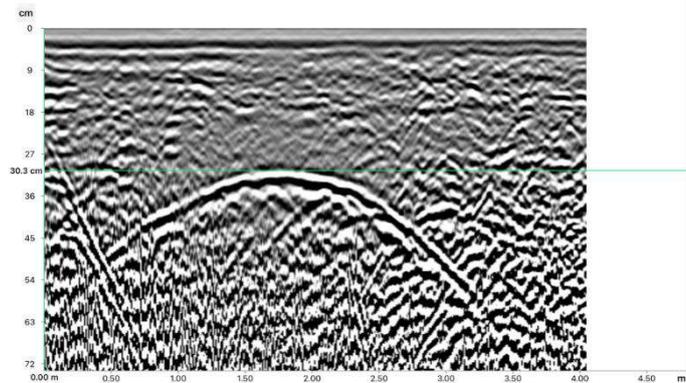


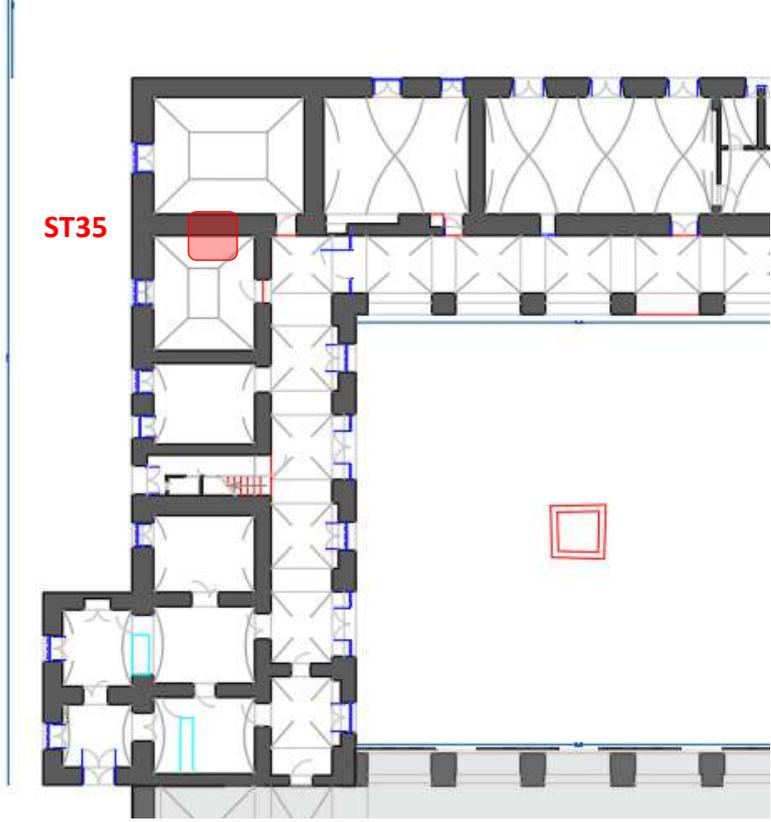
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAIO	Stazione di misura	ST34_S
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Solaio calpestio_ Piano Primo		
		
<b>Note esame visivo:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Solaio calpestio piano primo;</li><li>- Pavimentazione presente;</li></ul>		

## Verifica stratigrafia

Dall'indagine radar effettuata si rileva la presenza di una volta, così costituita:

- Pavimento 1 cm
- Massetto 5 cm
- Riempimento 7 cm;
- Strato Tufo, spessore costante 15 cm;
- Intonaco 2 cm
- Spessore in chiave 30 cm;
- Spessore in appoggio 60 cm;



INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA	Stazione di misura	ST35_MA0.1
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Paramento murario _ Piano Terra		
		
<p><b>Note esame visivo della muratura:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paramento murario in tufo;</li> <li>- Intonaco presente, Sp.3.5 cm;</li> <li>- Tessitura regolare;</li> <li>- Dimensione blocco di tufo, l=30 cm, h=15 cm;</li> <li>- Giunti malta friabile, Sp.20/30 mm;</li> </ul>		
		



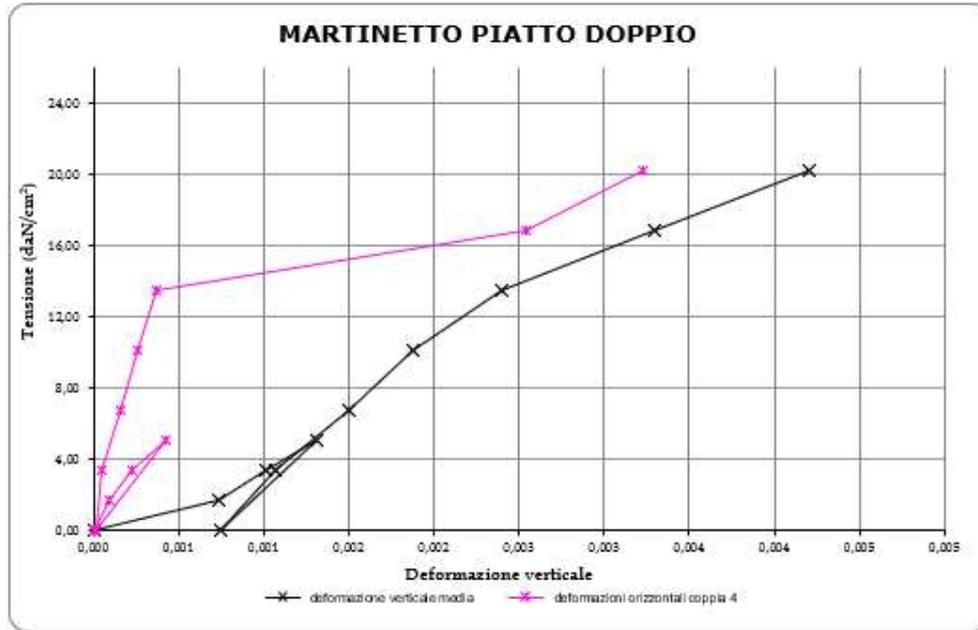
**Martinetto piatto singolo per la misura della tensione di esercizio**

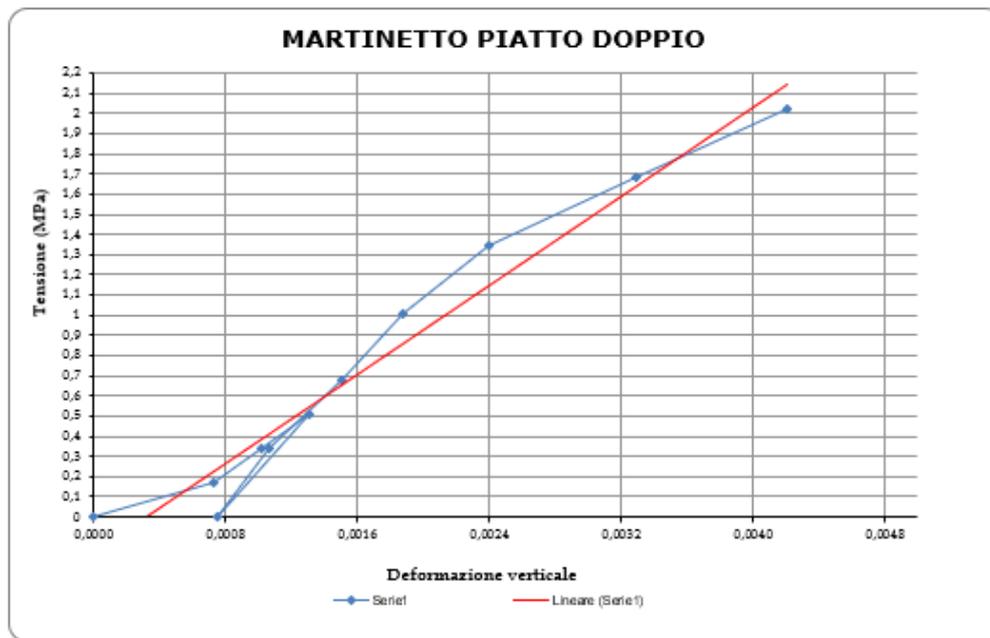
p [bar]	σ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Letture rilevate al comp. del deformometro				Misure effettive delle basi di misura verticali				spostamenti (mm)			
		Basi di misura verticali				(mm)							
		1-1'	2-2'	3-3'	(media)	1-1'	2-2'	3-3'	(media)	1-1'	2-2'	3-3'	media
Tensione di esercizio		6,282	6,398	6,094	6,258	249,656	249,772	249,468	249,632				
Prima del taglio													
Dopo il taglio	0,0	5,740	6,063	5,835	5,879	249,114	249,437	249,209	249,253	-0,542	-0,335	-0,259	-0,379
	1,0	6,093	6,239	5,946	6,093	249,467	249,613	249,320	249,467	-0,189	-0,159	-0,148	-0,165
	2,0	6,302	6,296	6,028	6,209	249,676	249,670	249,402	249,583	0,020	-0,102	-0,066	-0,049
	3,0	6,328	6,334	6,172	6,278	249,702	249,708	249,546	249,652	0,046	-0,064	0,078	0,020

L<sub>0</sub> = 6,626

**Martinetto piatto doppio per la misura della resistenza a compressione**

p [bar]	σ [daN/cm <sup>2</sup> ]	Letture rilevate al comp. del deformometro (mm)				Misure effettive delle basi di misura (mm)				Deformazioni ε (mm/mm)				
		Verticali		Orizzontali						Verticali		Verticali	Orizzontali	
		1'-1''	2'-2''	3'-3''	4'-4''	1'-1''	2'-2''	3'-3''	4'-4''	1'-1''	2'-2''	3'-3''	media 1-2-3	4'-4''
0,0	0,00	6,855	6,466	6,304	6,419	250,23	249,84	249,68	249,79	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
2,0	1,68	6,806	6,107	6,163	6,442	250,18	249,48	249,54	249,82	-0,000196	-0,001437	-0,000565	-0,000732	0,000092
4,0	3,37	6,740	6,010	6,113	6,475	250,11	249,38	249,49	249,85	-0,000460	-0,001825	-0,000765	-0,001017	0,000224
6,0	5,05	6,607	5,994	6,040	6,526	249,98	249,37	249,41	249,90	-0,000991	-0,001889	-0,001057	-0,001313	0,000428
8,0	6,73	6,726	6,098	6,242	6,424	250,10	249,47	249,62	249,80	-0,000516	-0,001473	-0,000248	-0,000746	0,000020
10,0	8,41	6,659	6,091	6,075	6,432	250,03	249,47	249,45	249,81	-0,000783	-0,001501	-0,000917	-0,001067	0,000052
12,0	10,10	6,590	6,013	5,894	6,458	249,96	249,39	249,27	249,83	-0,001059	-0,001813	-0,001642	-0,001505	0,000156
14,0	11,78	6,426	5,919	5,874	6,484	249,80	249,29	249,25	249,86	-0,001714	-0,002189	-0,001722	-0,001875	0,000260
16,0	13,47	6,263	5,785	5,780	6,511	249,64	249,16	249,15	249,89	-0,002366	-0,002726	-0,002099	-0,002397	0,000368
18,0	15,15	6,011	5,391	5,754	7,055	249,39	248,77	249,13	250,43	-0,003373	-0,004303	-0,002203	-0,003293	0,002546
20,0	16,83	5,651	5,155	5,662	7,227	249,03	248,53	249,04	250,60	-0,004812	-0,005247	-0,002571	-0,004210	0,003235





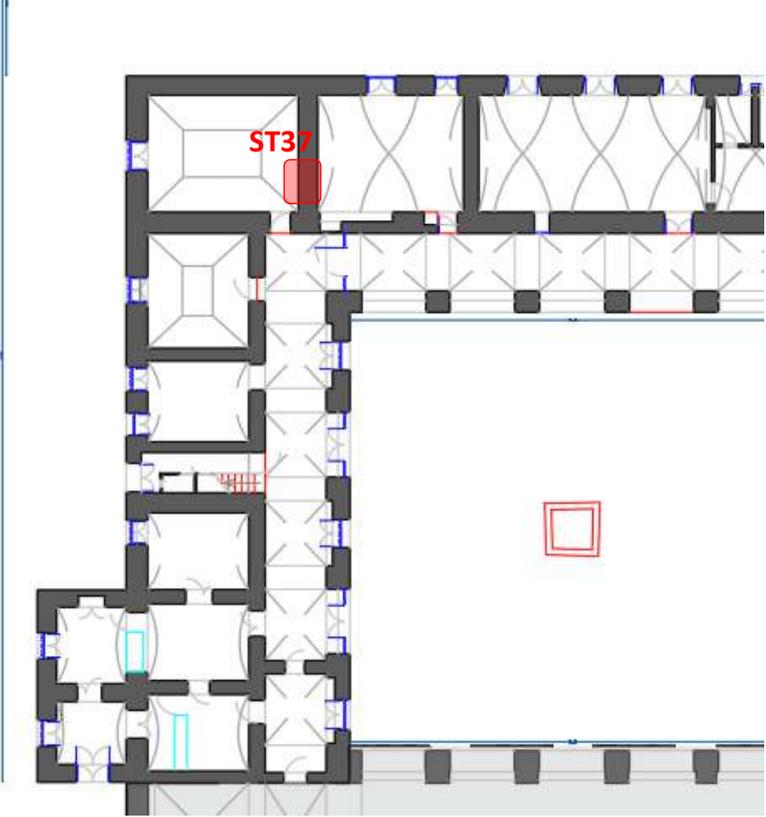
$\sigma_{ESERCIZIO}$	2.52	(daN/cm <sup>2</sup> )
$\sigma_{ULTIMA}$	2.20	(daN/cm <sup>2</sup> )
%lavoro	<b>12.46</b>	(%)

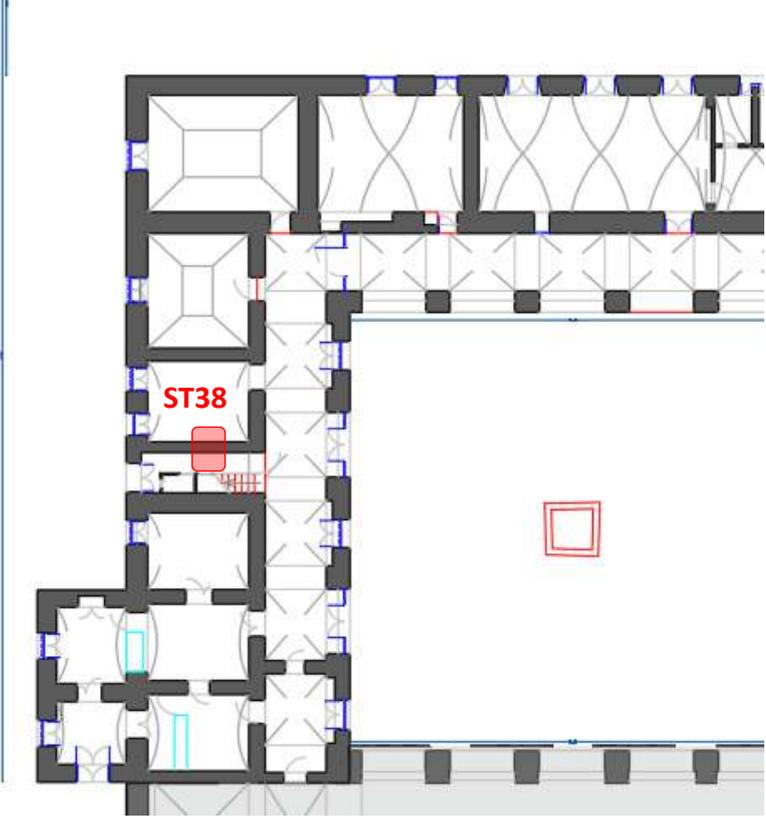
$E_{SECANTE}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$\nu$	$G$ [N/mm <sup>2</sup> ]
<b>783</b>	<b>0,50</b>	<b>261</b>

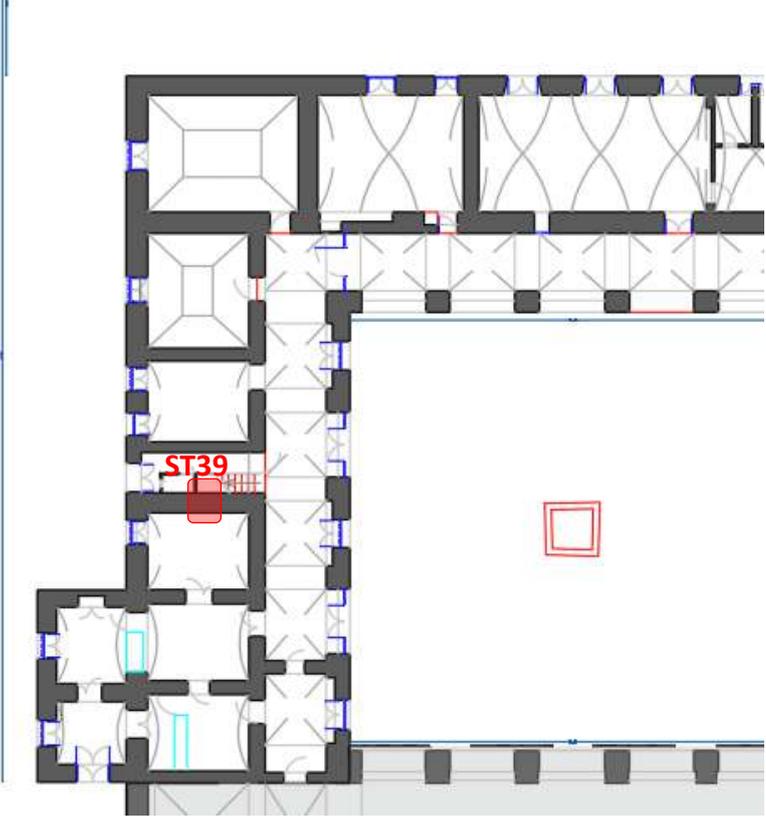
Tipologia muraria secondo le NTC18

Muratura a conci di pietra tenera

INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA	Stazione di misura	ST36_SM0.3
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Paramento murario _ Piano Terra		
		
<p><b>Note esame visivo e saggio muratura:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muratura in tufo, Sp.90 cm(Lordo Intonaco);</li> <li>- Intonaco presente, Sp.3 cm;</li> <li>- Tessitura regolare;</li> <li>- Dimensione dei blocchi, l=30 cm, h= 16 cm;</li> <li>- Giunti malta friabile, Sp.30/40 mm;</li> <li>- Muratura non ammorsata;</li> </ul>		
		

INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA	Stazione di misura	ST37_SM0.4
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Paramento murario _ Piano Terra		
		
<b>Note esame visivo e saggio muratura:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Muratura in tufo listata in laterizio;</li><li>- Intonaco presente, Sp.2 cm;</li><li>- Tessitura regolare;</li><li>- Dimensione dei blocchi, l=30 cm, h= 16 cm;</li><li>- Giunti malta friabile, Sp.30/40 mm;</li><li>- Listello in laterizio, l= 18 cm, h=2 cm;</li></ul>		
		

INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA	Stazione di misura	ST38_SM0.2
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Paramento murario _ Piano Terra		
		
<b>Note esame visivo e saggio muratura:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muratura in tufo;</li> <li>- Intonaco presente, Sp.2,5 cm;</li> <li>- Tessitura regolare;</li> <li>- Dimensione dei blocchi, l=25 cm, h=20 cm, sp=15cm;</li> <li>- Giunti malta friabile, Sp.2 cm;</li> </ul>		
		

INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA	Stazione di misura	ST39_SM0.1
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Paramento murario _ Piano Terra		
		
<p><b>Note esame visivo e saggio muratura:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muratura in tufo;</li> <li>- Intonaco, Sp.2 cm;</li> <li>- Tessitura regolare;</li> <li>- Dimensione dei blocchi, l=25 cm, h=20 cm, sp=15 cm;</li> <li>- Giunti malta friabile, Sp.2 cm;</li> </ul>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>		

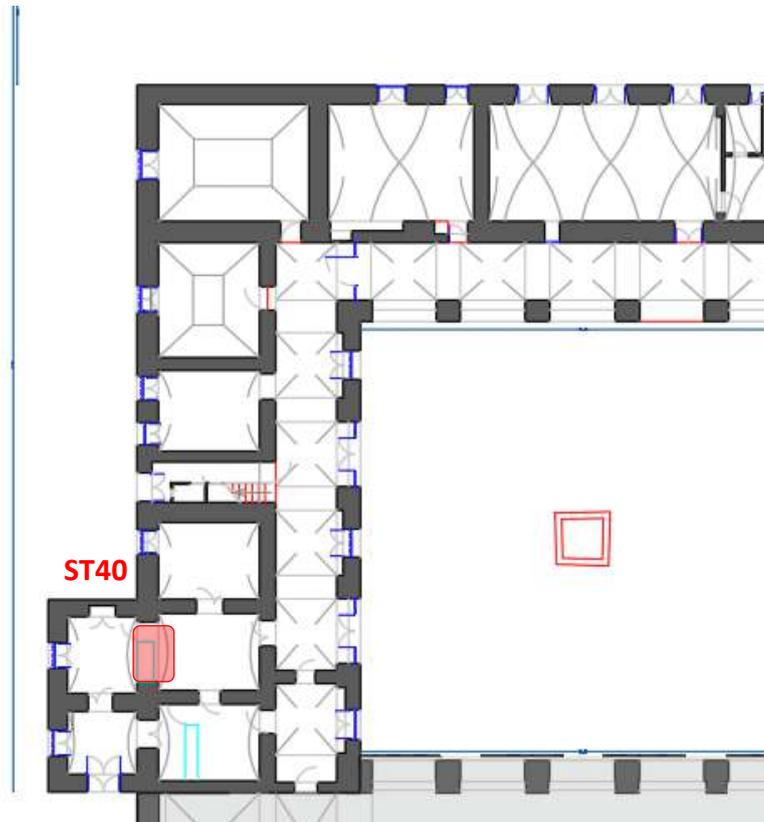
**INDAGINI DIAGNOSTICHE SU ARCHITRAVE**

Stazione di misura

**ST40**

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Arco\_ Piano Terra



**Note esame visivo e saggio:**

- Arco in conci tufo
- Giunti malta friabile, Sp.20/30 mm;
- Intonaco, Sp. 1.5 cm;



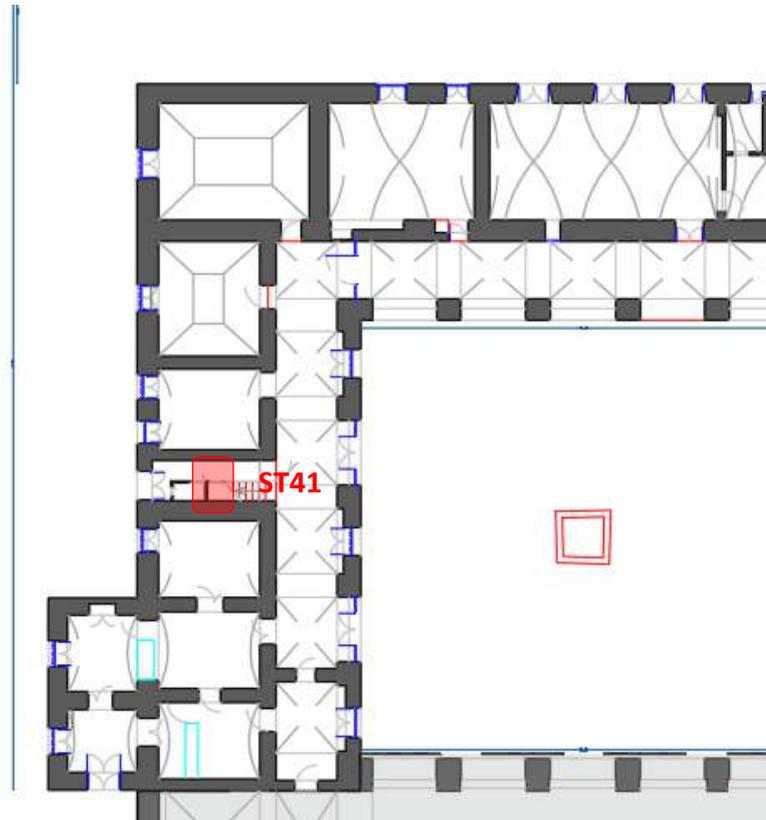
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI

Stazione di misura

ST41\_S

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Solaio Calpestio\_ Piano Terra



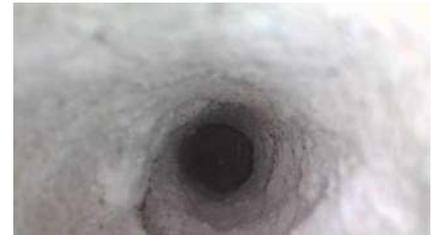
Note esame visivo e saggio:

- Solaio Calpestio Piano terra;
- Pavimentazione Presente;

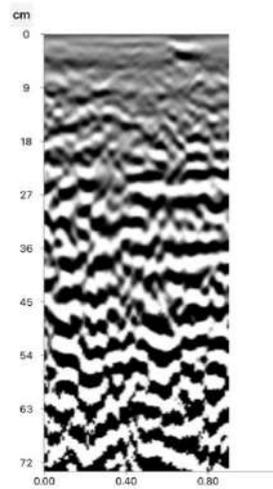
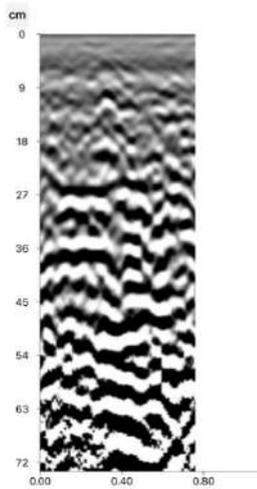


### Indagine Endoscopica

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti il solaio di calpestio. Il foro è stato eseguito " non passante" (profondità foro 10,0 cm).



### Verifica della stratigrafia



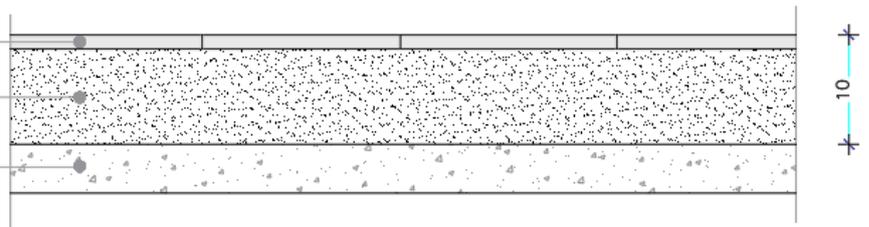
Dall'indagine endoscopica e dall'indagine radar effettuata risulta:

- Pavimento 2 cm;
- Massetto 8 cm;
- Soletta;

Pavimentazione, sp . 2 cm

Massetto, sp . 8 cm

Soletta



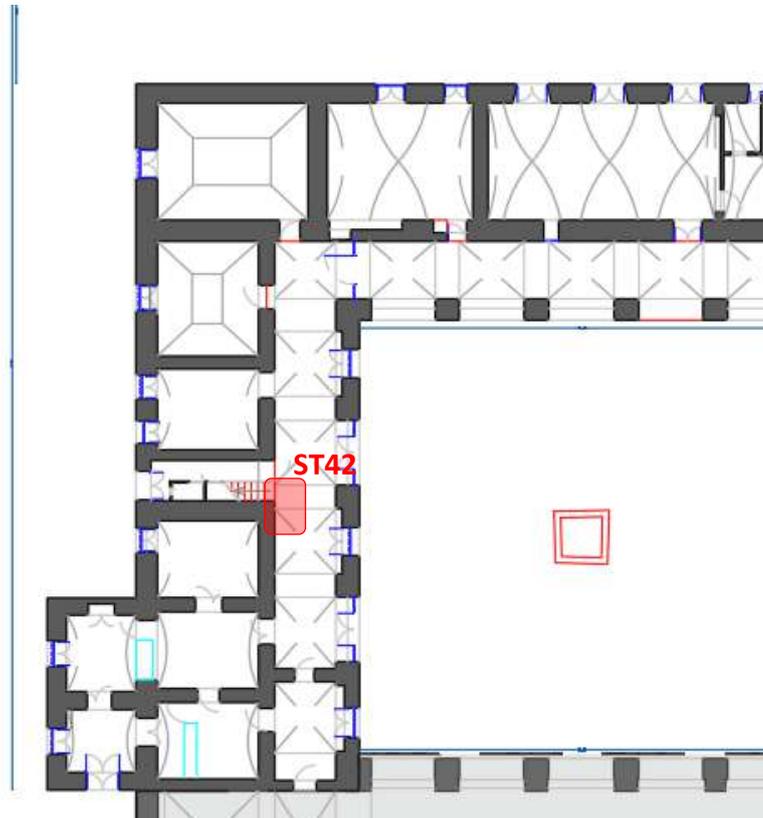
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SCALA

Stazione di misura

ST42

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Scala\_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio:

- Scala mista putrelle e conci tufo;
- Tessitura irregolare;
- Intonaco, Sp. 1.5 cm;



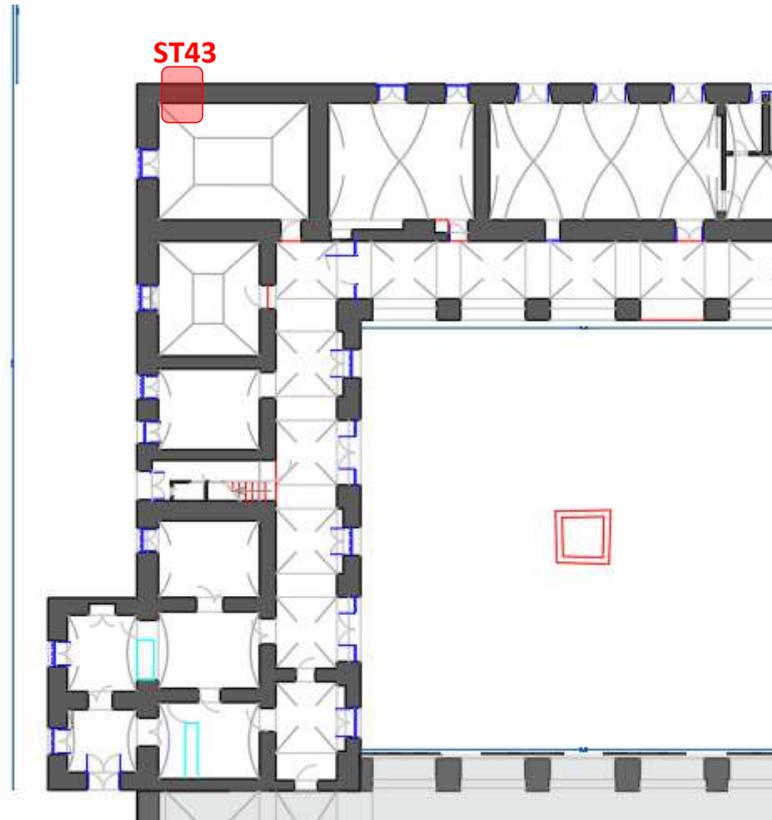
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST43\_E

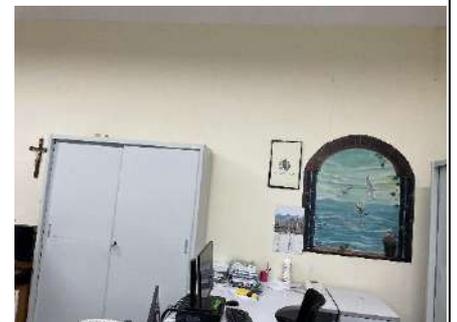
Rilievo Autoptico

Ubicazione: Paramento Murario \_ Piano Terra



Note esame visivo:

- Paramento murario, Sp.90cm (Lordo intonaco);
- Intonaco. int, Sp.2 cm;
- Intonaco. Est, Sp.3 cm;

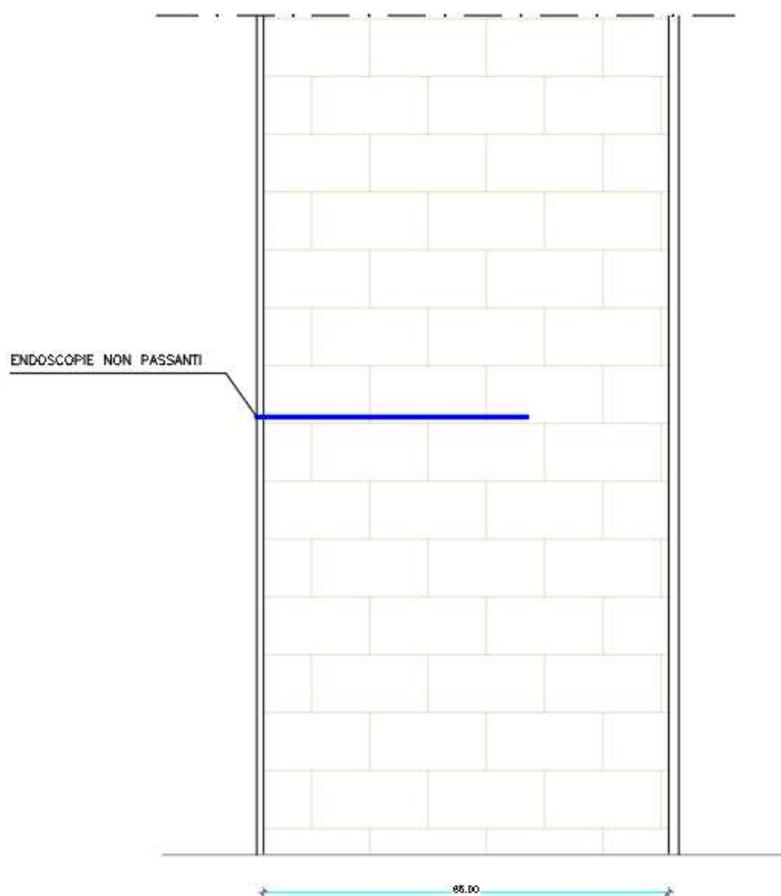


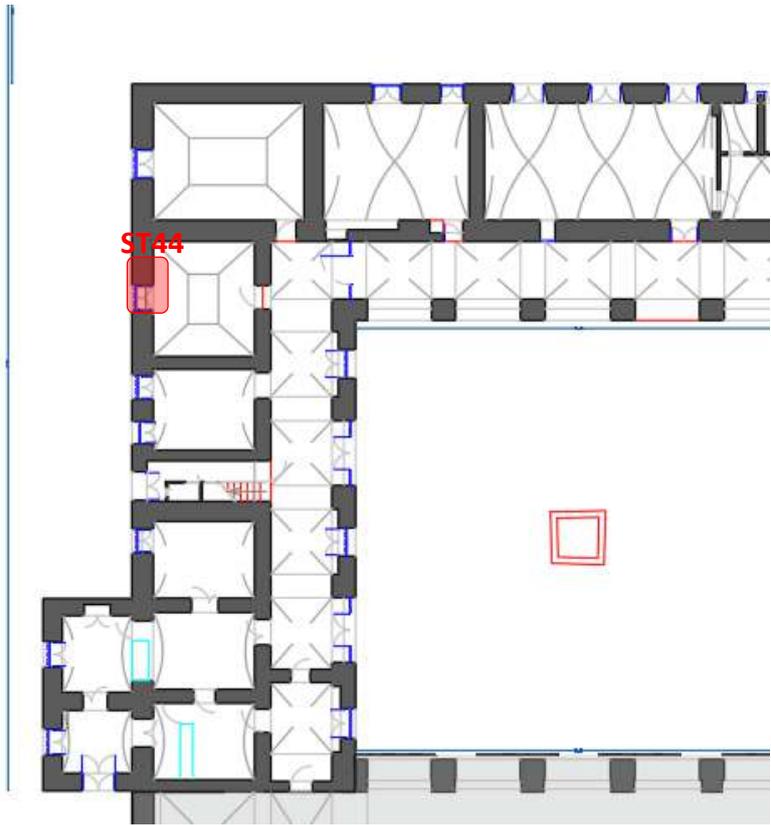
## Indagine Endoscopica

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i fari strati e le possibili anomalie all'interno della muratura, in tufo. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 80,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Paramento murario in tufo;
- Alcune discontinuità tra i giunti di malta;



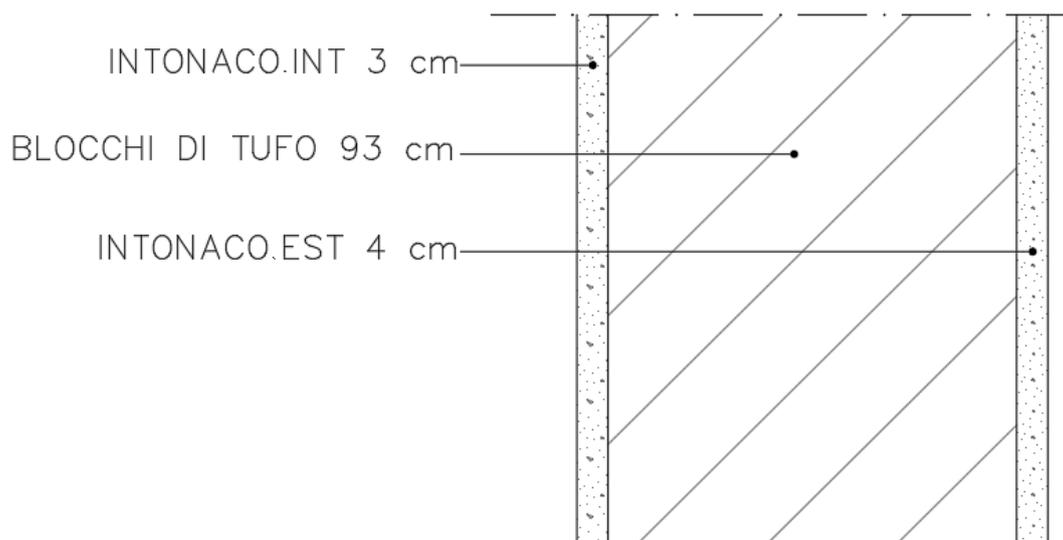
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA	Stazione di misura	ST44_E
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Paramento Murario_ Piano Terra		
		
<b>Note esame visivo:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Paramento murario, Sp.100cm (Lordo intonaco);</li><li>- Intonaco. int, Sp.3 cm;</li><li>- Intonaco. Est, Sp.4 cm;</li></ul>		
		

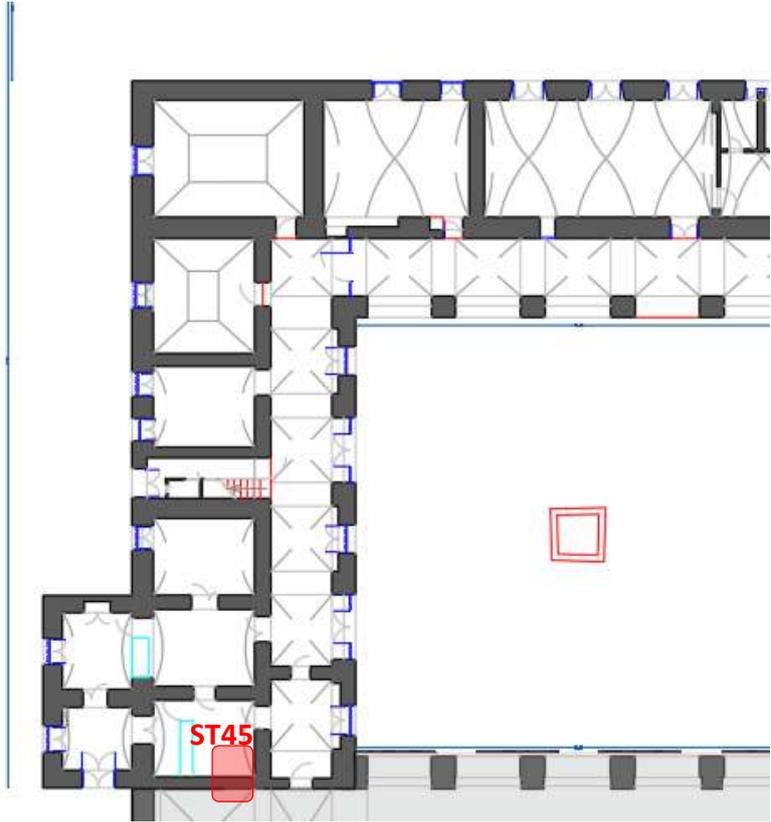
## Indagine Endoscopica

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati e le possibili anomalie all'interno della muratura, in tufo. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 80,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Un Paramento murario in tufo;
- Alcune discontinuità tra i giunti di malta;



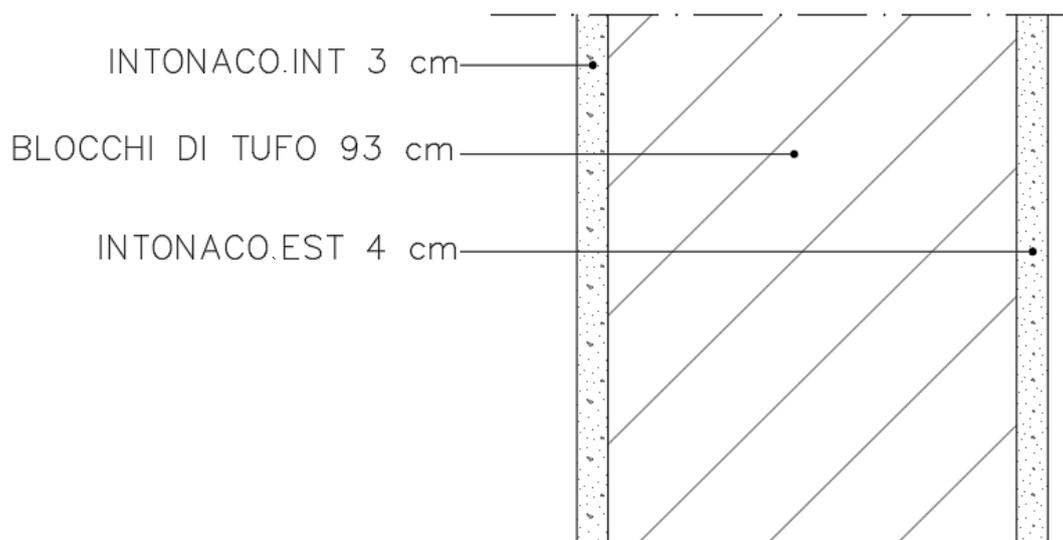
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA	Stazione di misura	ST45_E
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Paramento Murario_ Piano Terra		
		
<p><b>Note esame visivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paramento murario, Sp.100cm (Lordo intonaco);</li> <li>- Intonaco. int, Sp.3 cm;</li> <li>- Intonaco. Est, Sp.4 cm;</li> </ul>		
		

## Indagine Endoscopica

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i fari strati e le possibili anomalie all'interno della muratura, in tufo. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 80,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Un Paramento murario in tufo;
- Alcune discontinuità tra i giunti di malta;



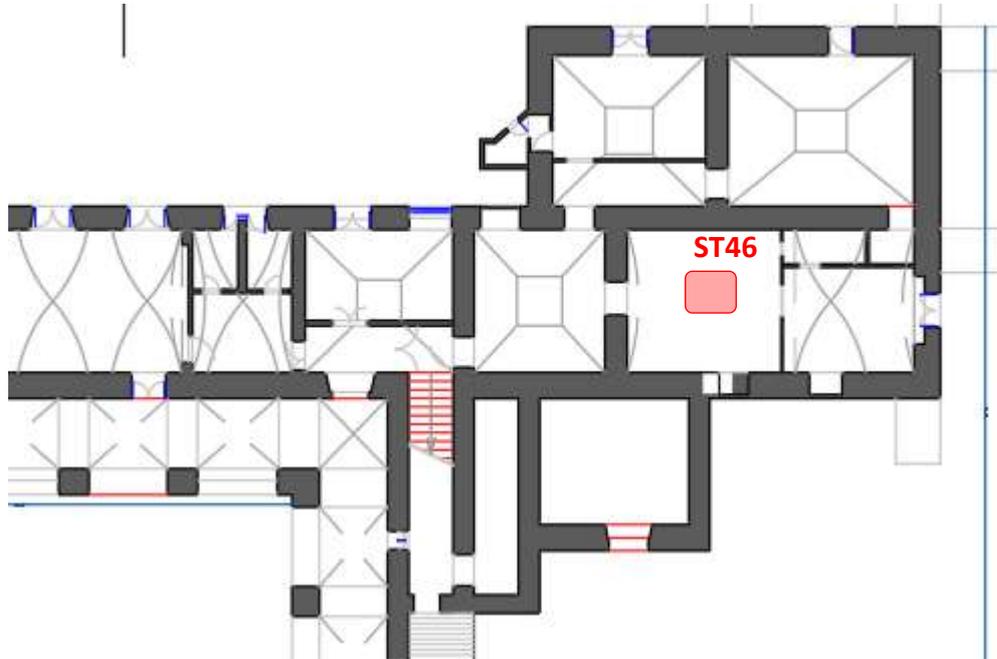
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU VOLTA

Stazione di misura

ST46\_SS0.4

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Volta Copertura \_ Piano Terra



Note esame visivo:

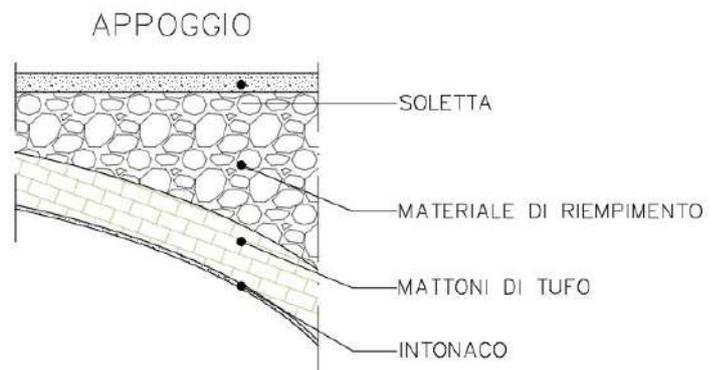
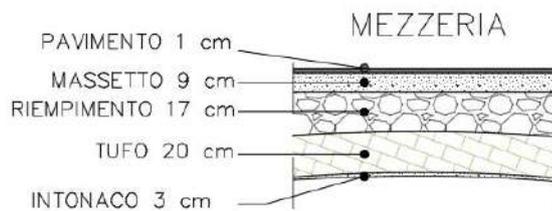
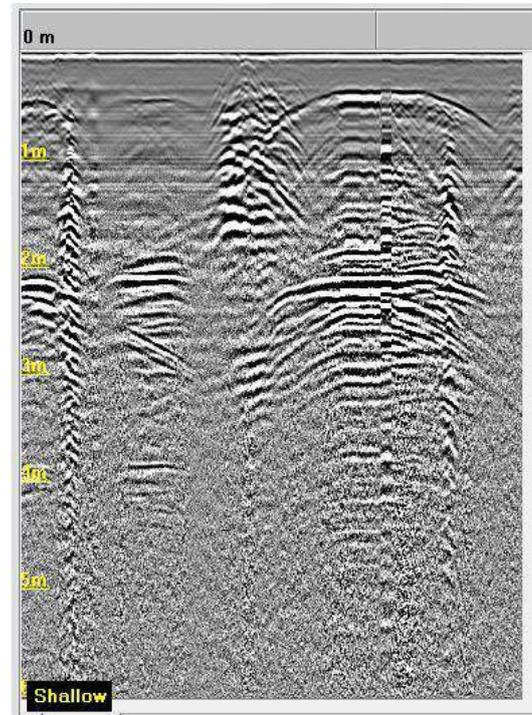
- Volta in conci di tufo;
- Tessitura irregolare;
- Giunti malta friabile, Sp. 20/30 mm.
- Intonaco in fase di espulsione, Sp.3 cm;

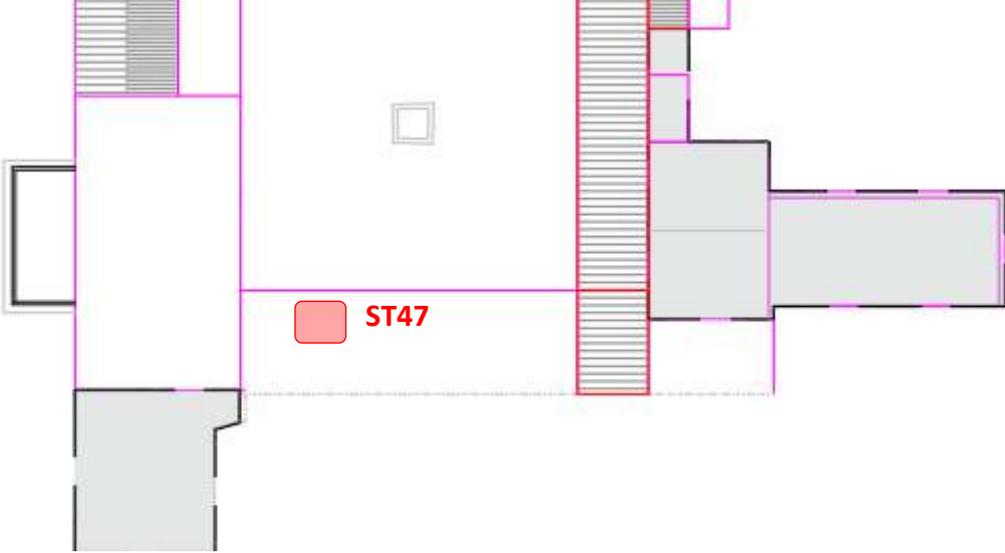


## Verifica stratigrafia

Dall'indagine georadar effettuata si rileva:

- Pavimento 1 cm
- Massetto 9 cm
- Riempimento 17 cm;
- Strato Tufo, spessore costante 20 cm;
- Intonaco 3 cm
- Spessore in chiave 50 cm;
- Spessore in appoggio 100 cm;

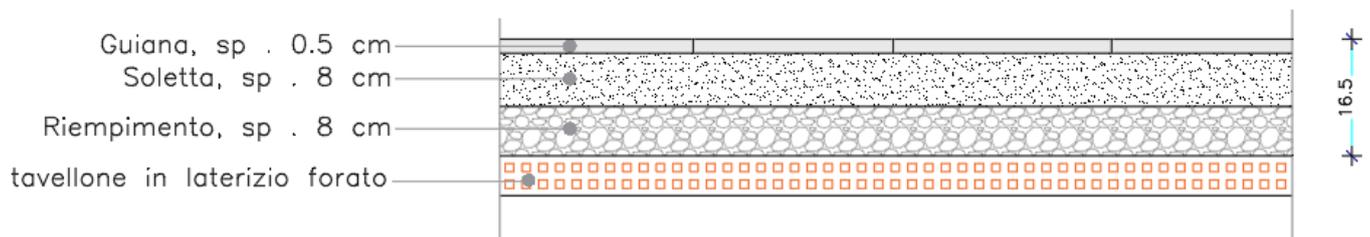
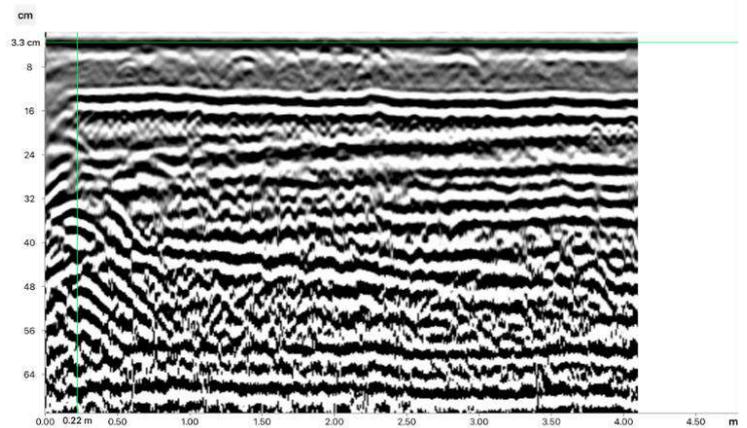
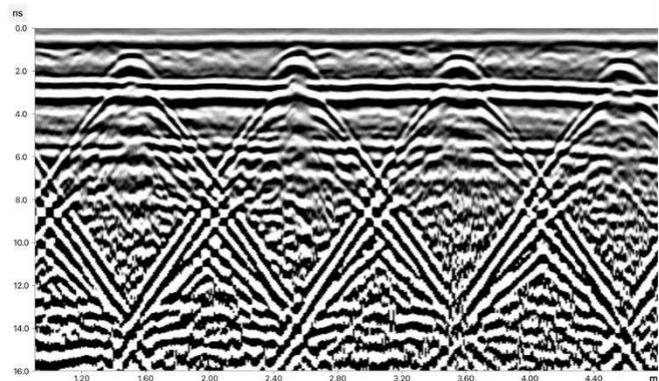


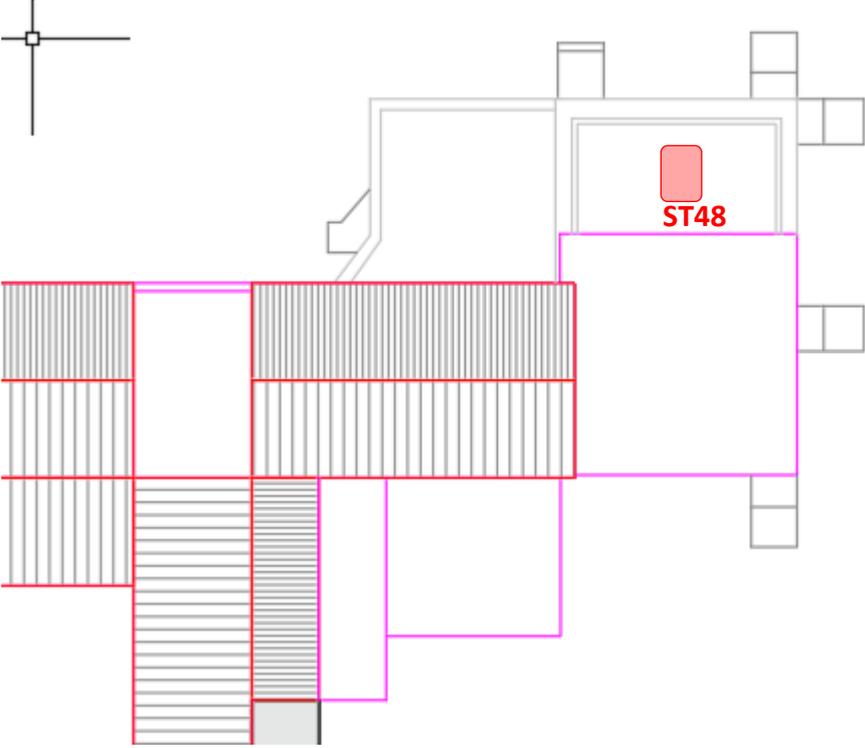
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAIO	Stazione di misura	ST47_S
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Pianta delle coperture		
		
<b>Note esame visivo:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Solaio di copertura;</li><li>- Guaina impermeabilizzante;</li></ul>		

## Verifica stratigrafia

Dall'indagine radar effettuata si rileva la presenza di un solaio putrelle e tavelloni così costituito:

- Guaina 0.5 cm
- Soletta 8 cm
- Riempimento 8 cm
- Tavellone;



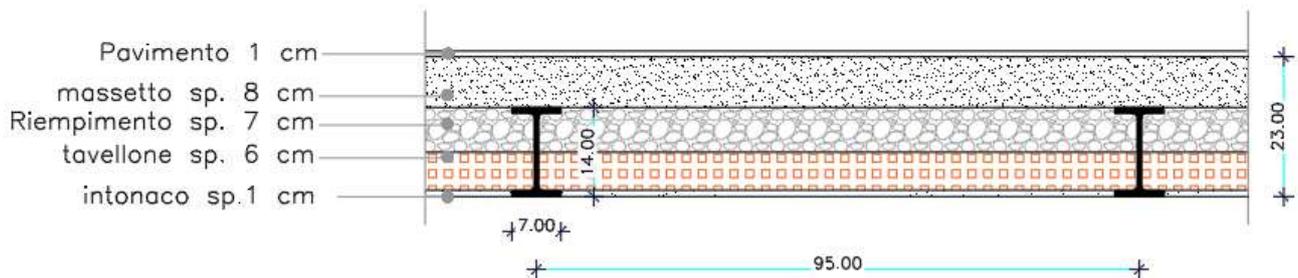
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST48_S
<b>Rilievo Autoptico</b>		
Ubicazione: Solaio Calpestio_ Piano Secondo		
		
<b>Note esame visivo:</b>		
- Solaio calpestio piano secondo;		

## Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di identificare i vari strati componenti la volta di copertura, in conci di tufo. Il foro è stato eseguito "passante" (profondità foro 23 cm).

Si rileva la presenza di:

- Pavimento Sp. 1 cm;
- Massetto, Sp. 8 cm;
- Riempimento, Sp. 7 cm;
- Tavelloni, Sp. 6 cm;
- Profilato tipo IPE h=14cm.



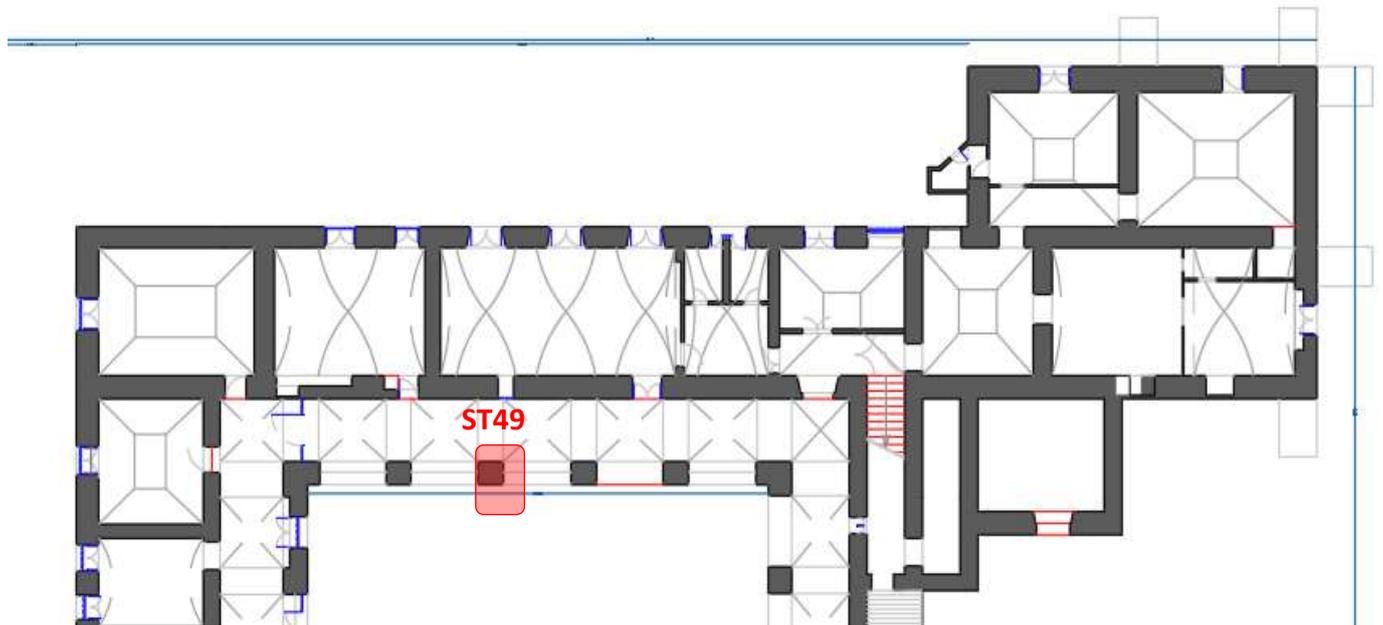
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST49\_SM0.5

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Paramento murario \_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio muratura:

- Colonna in mattoni laterizio pieni;
- Dim: 109x93 cm (netto intonaco)
- Intonaco presente, Sp. 2 cm;
- Tessitura regolare;
- Dimensione mattone, l=25 cm, h=5 cm;
- Giunti malta compatta, Sp. 20/30 mm;



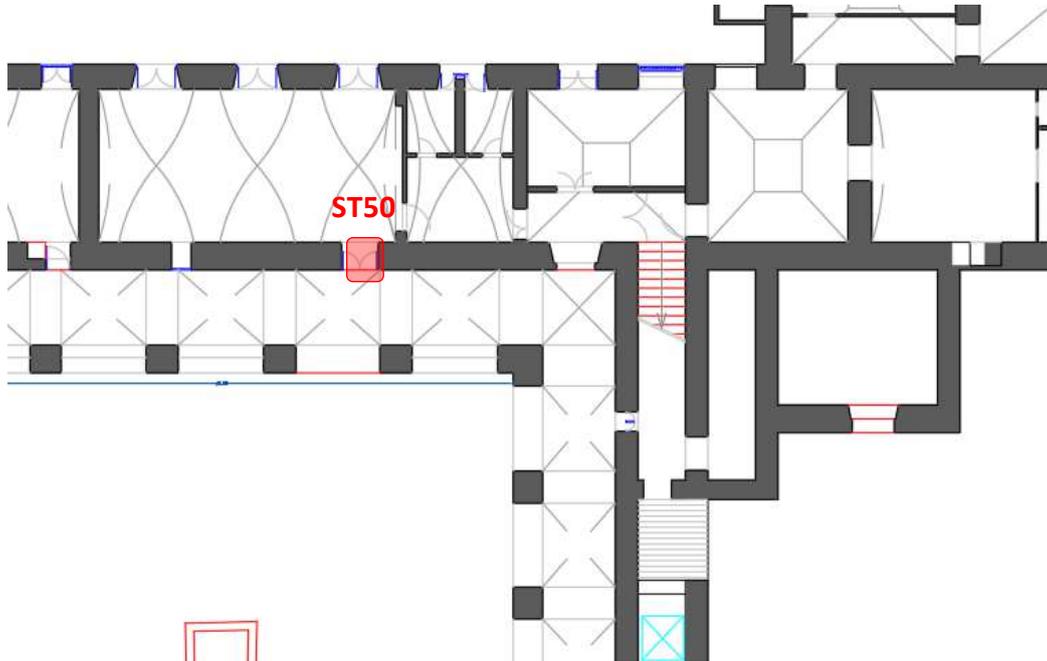
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST 50\_A0.2

Rilievo Autoptico

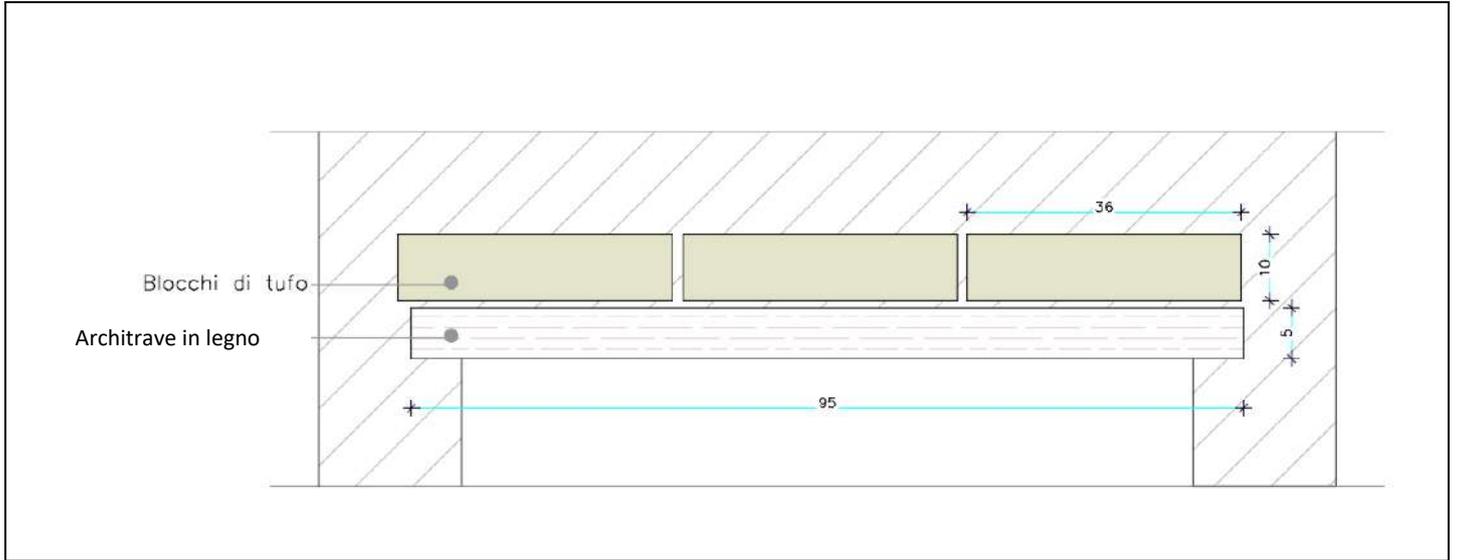
Ubicazione: Architrave \_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio muratura:

- Architrave in legno;
- Lunghezza = 95 cm
- Larghezza = 9 cm,
- Altezza = 5 cm;





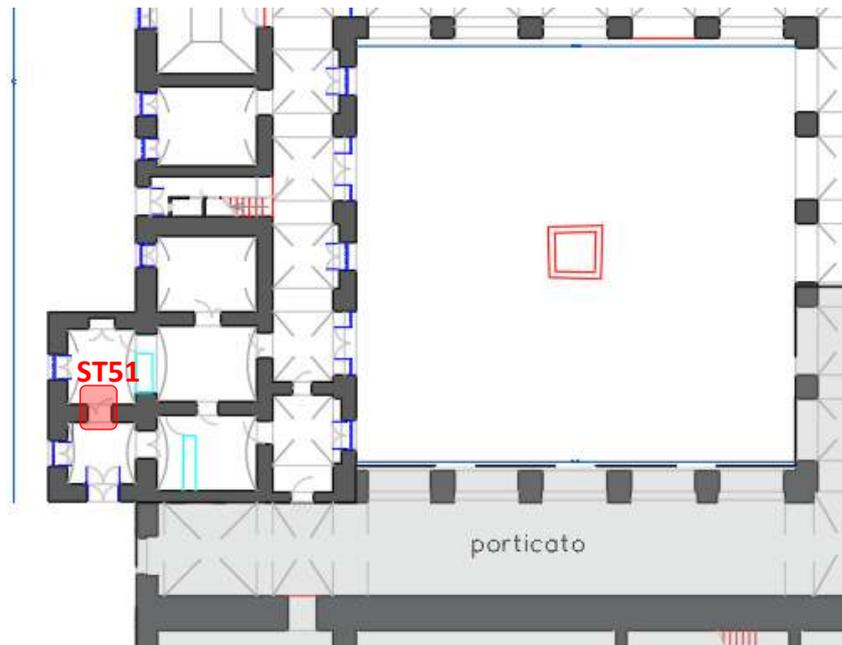
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST 51\_A0.1

Rilievo Autoptico

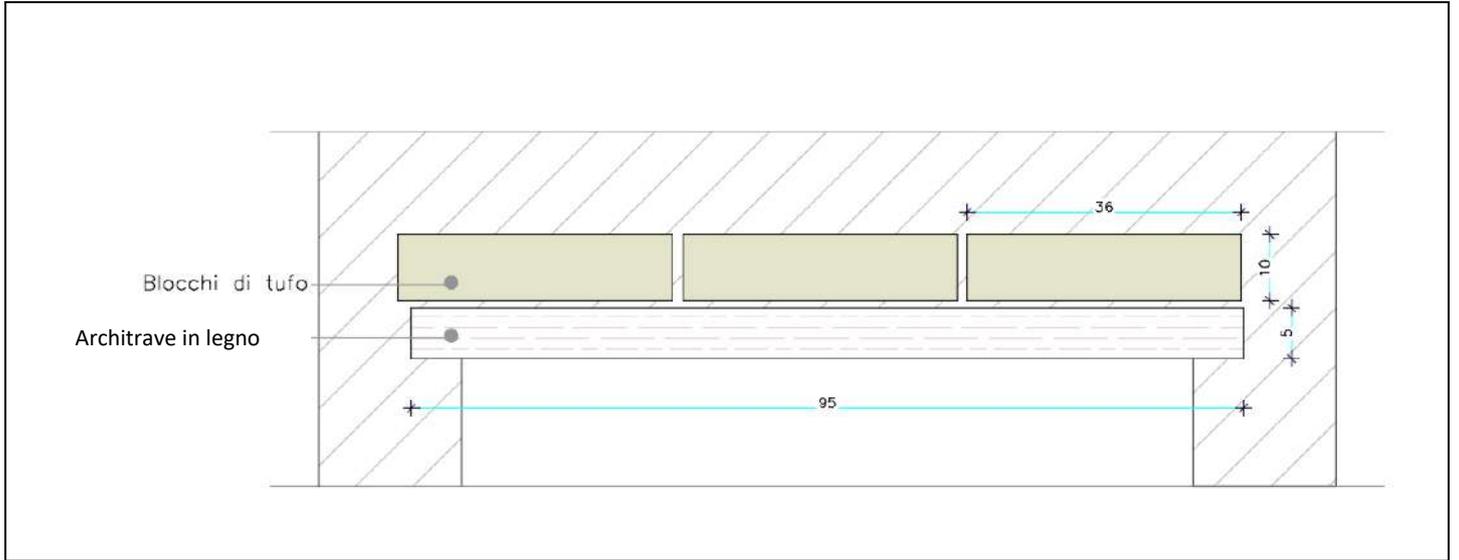
Ubicazione: Architrave \_ Piano Terra



Note esame visivo e saggio muratura:

- Architrave in legno;
- Lunghezza =95 cm
- Larghezza= 9 cm,
- Altezza=5 cm;





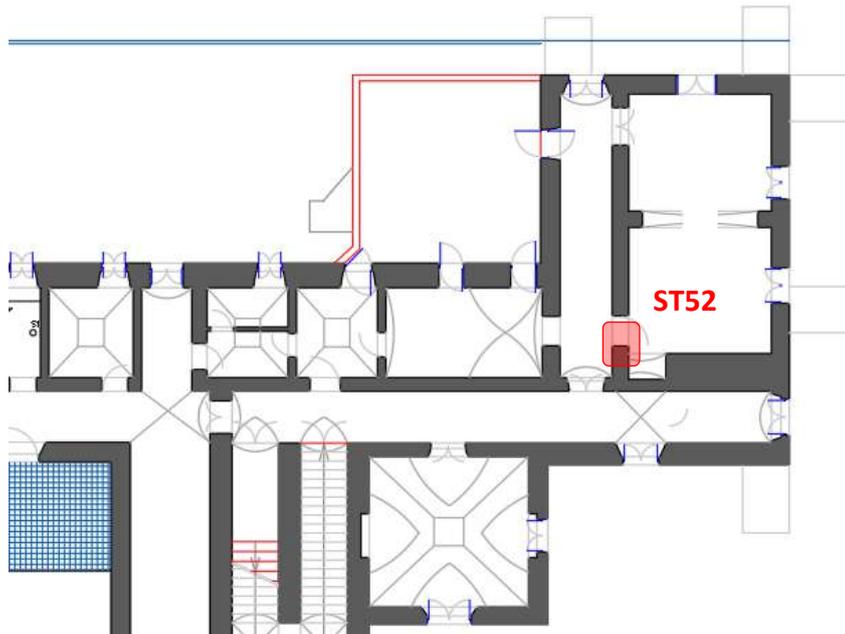
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU MURATURA

Stazione di misura

ST 52\_A1.1

Rilievo Autoptico

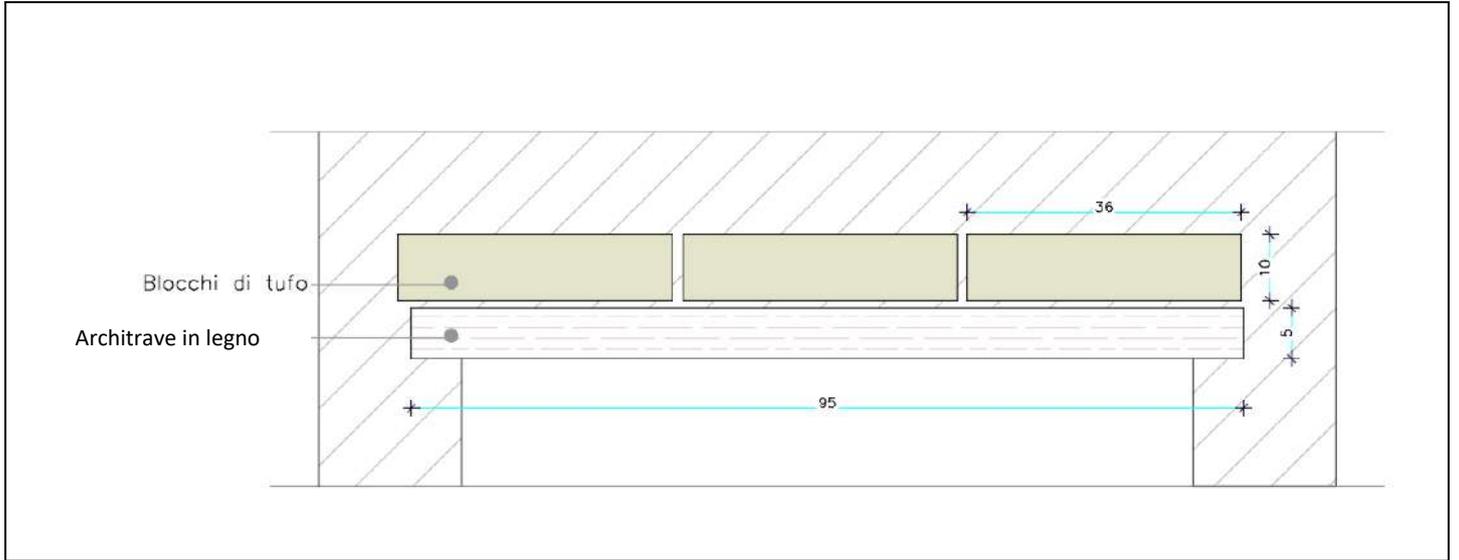
Ubicazione: Architrave \_ Piano Primo



Note esame visivo e saggio muratura:

- Architrave in legno;
- Lunghezza = 95 cm
- Larghezza = 9 cm,
- Altezza = 5 cm;





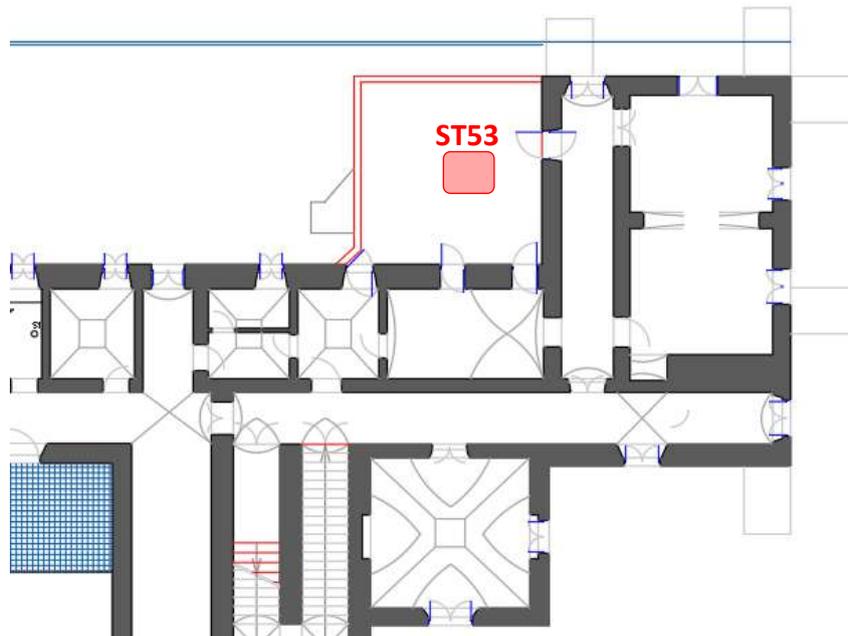
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAIO

Stazione di misura

ST53\_S

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Solaio calpestio\_ Piano Primo



Note esame visivo:

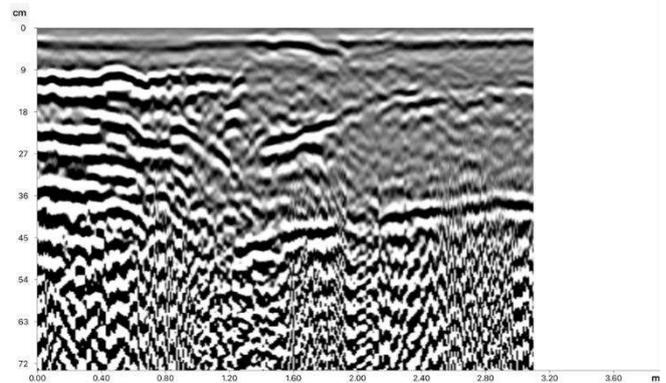
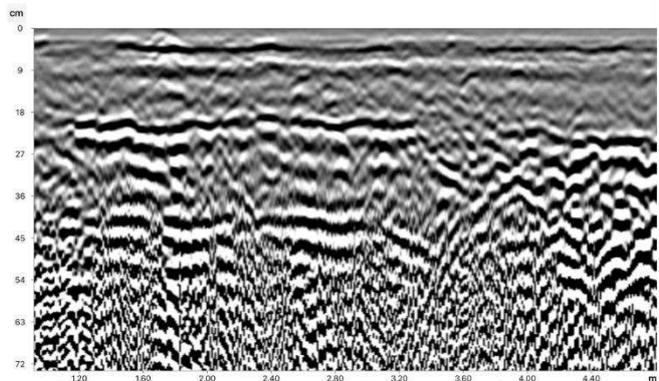
- Solaio calpestio piano primo;
- Pavimentazione presente;



## Verifica stratigrafia

Dall'indagine radar effettuata si rileva la presenza di:

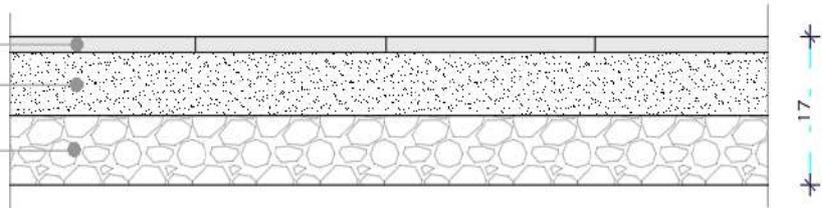
- Pavimento 2 cm
- Massetto 6 cm;
- Materiale sciolto 9 cm

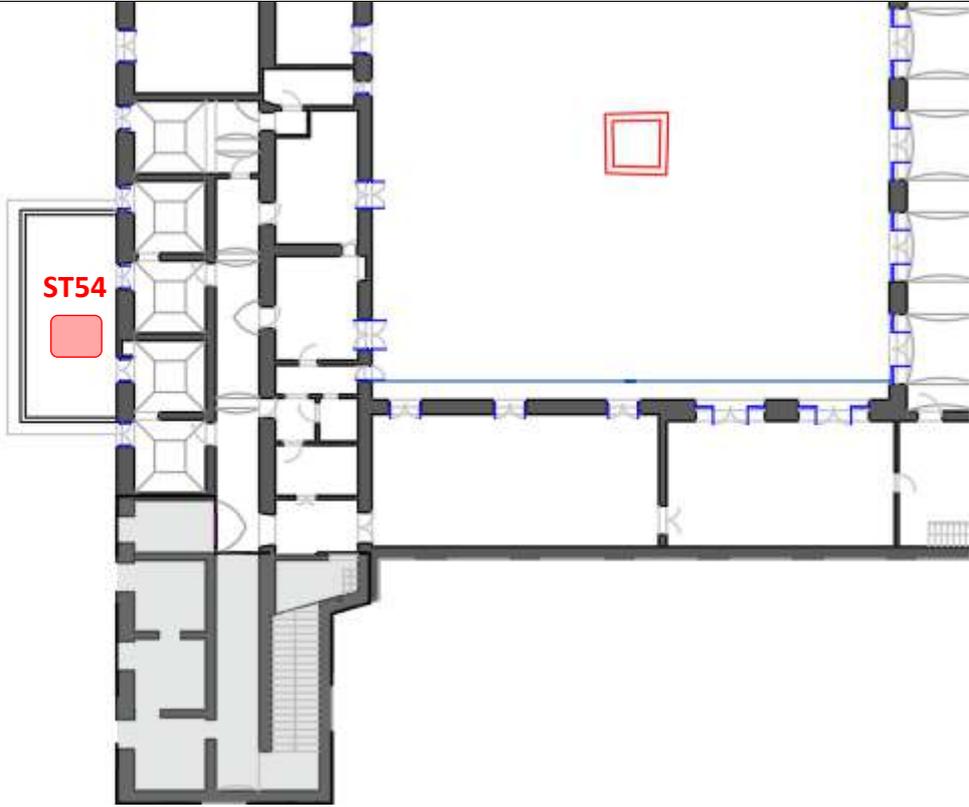


Pavimentazione, sp. 2 cm

Massetto, sp. 6 cm

Materiale sciolto, sp. 9 cm

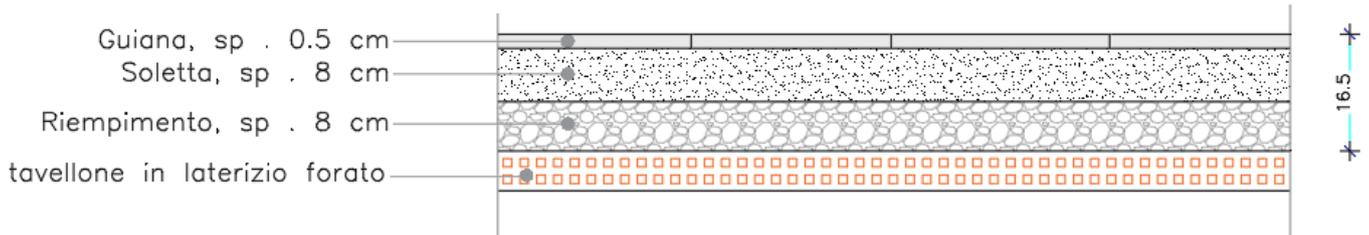
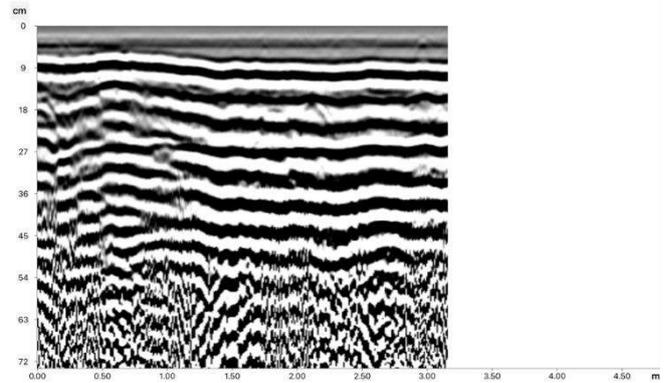
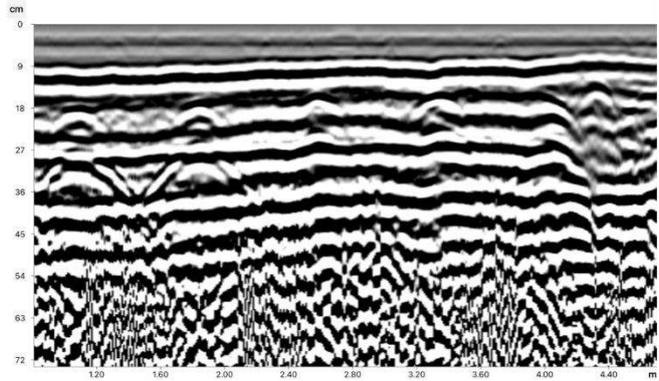


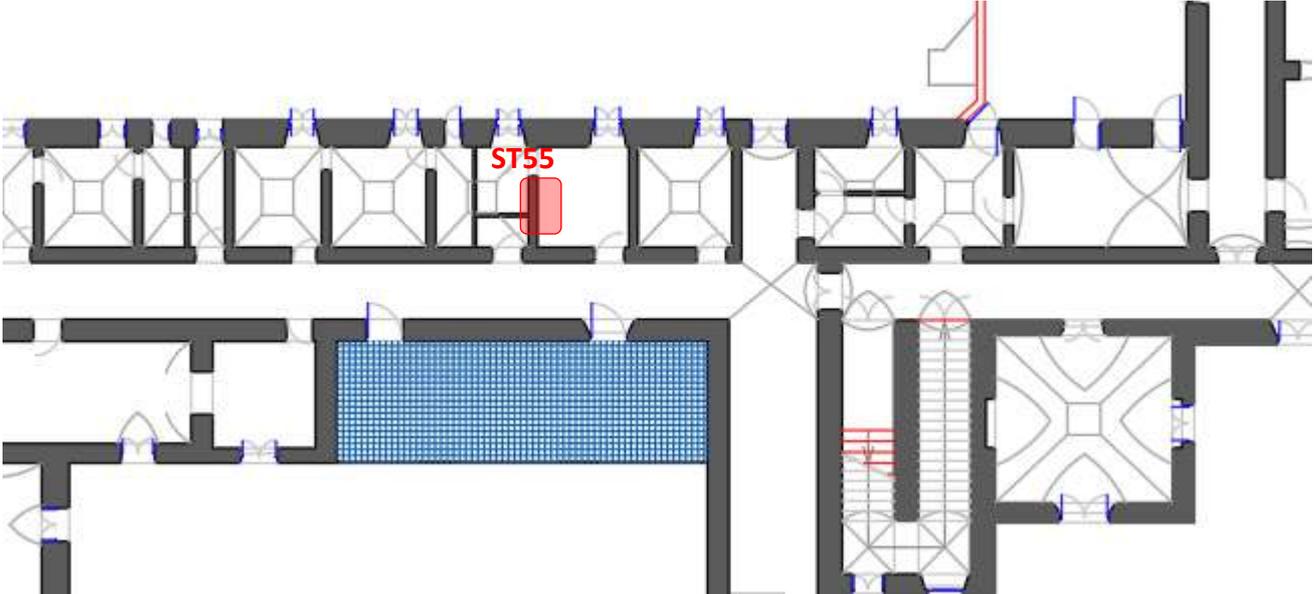
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAIO	Stazione di misura	ST54_S
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Solaio calpestio_ Piano Secondo		
		
<p><b>Note esame visivo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solaio calpestio piano secondo;</li> <li>- Guaina impermeabilizzante presente;</li> </ul>		
		

## Verifica stratigrafia

Dall'indagine radar effettuata si rileva la presenza di un solaio putrelle e tavelloni così costituito:

- Guaina 0.5 cm
- Soletta 8 cm
- Riempimento 8 cm
- Tavellone;



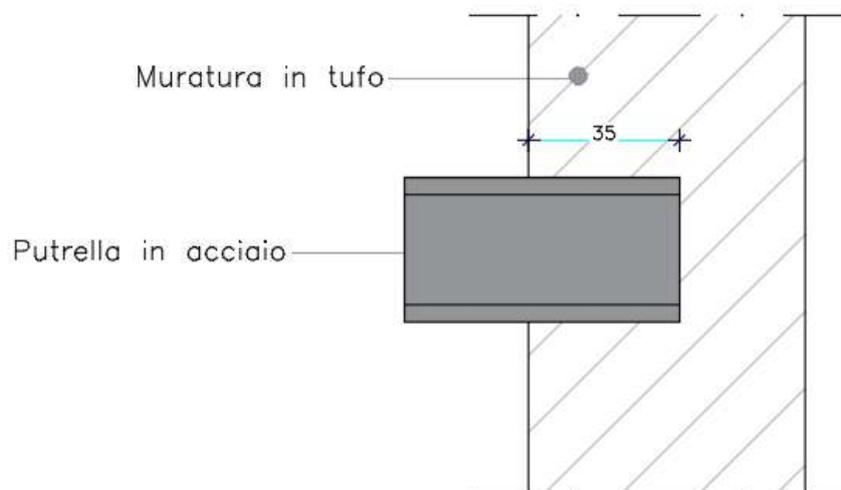
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST 55
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Solaio Copertura_ Piano Primo		
		
<p><b>Note esame visivo e saggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solaio putrelle e tavelloni, Sp.20 cm;</li> <li>- Intonaco presente in fase di espulsione, Sp.1 cm;</li> <li>- Dimensione profilo in acciaio, b=6 cm, h=12 cm (IPE);</li> <li>- Interasse,92 cm;</li> </ul>		
		

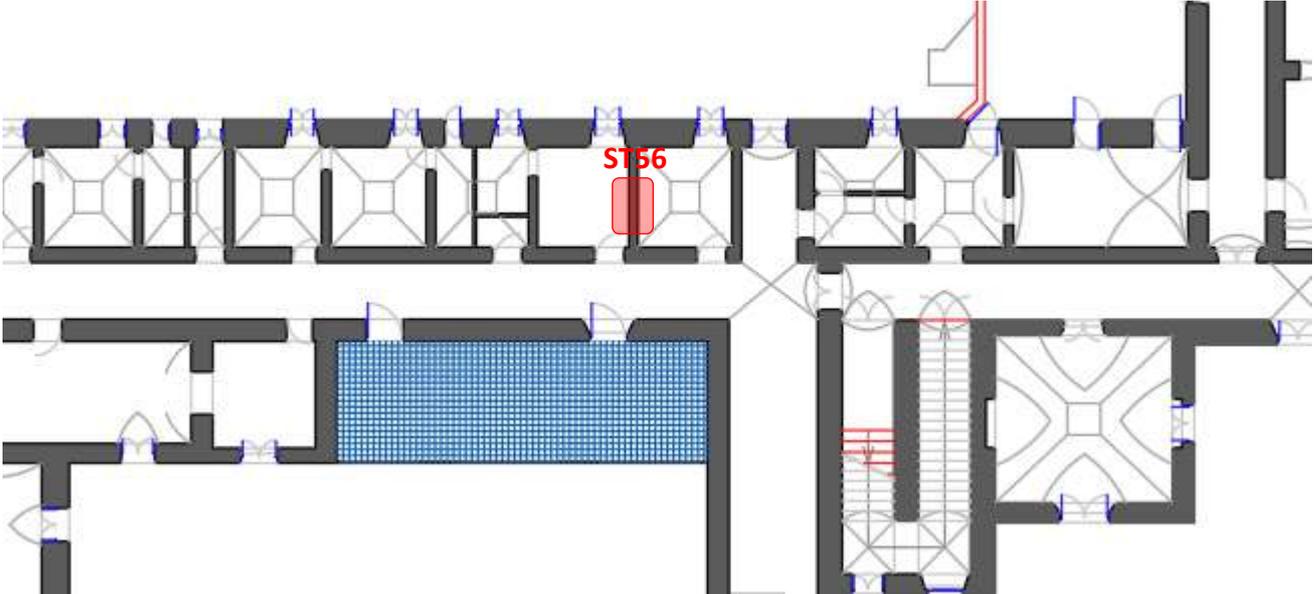
## Indagine Endoscopica

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di verificare l'ammorsamento della putrella all'interno della muratura. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 40,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Ammorsamento di 35 cm;



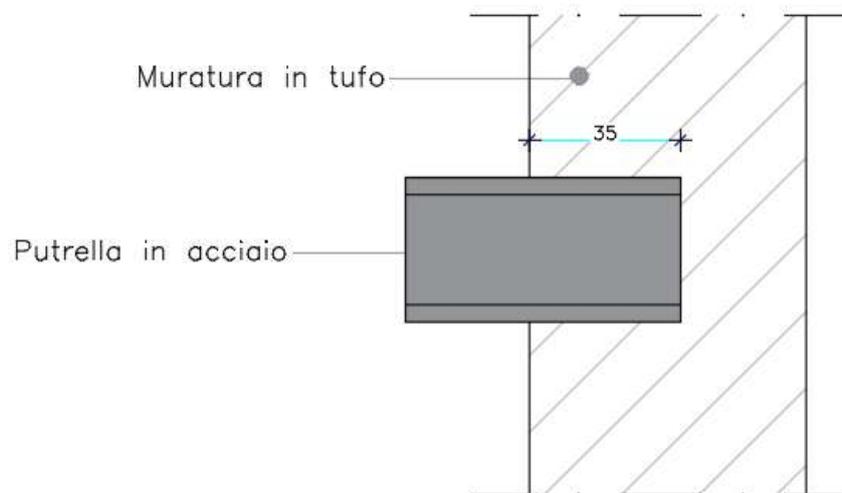
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST 56
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Solaio Copertura_ Piano Primo		
		
<p><b>Note esame visivo e saggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solaio putrelle e tavelloni, Sp.20 cm;</li> <li>- Intonaco presente in fase di espulsione, Sp.1 cm;</li> <li>- Dimensione profilo in acciaio, b=6 cm, h=12 cm (IPE);</li> <li>- Interasse,92 cm;</li> </ul>		
		

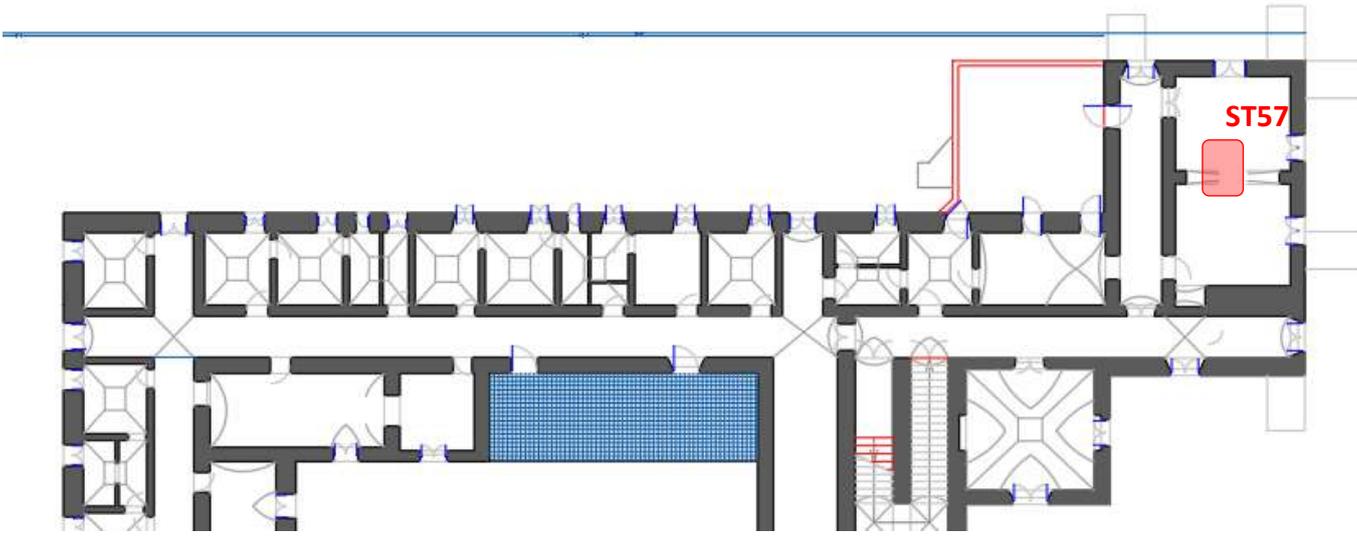
## Indagine Endoscopica

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di verificare l'ammorsamento della putrella all'interno della muratura. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 40,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Ammorsamento di 35 cm;



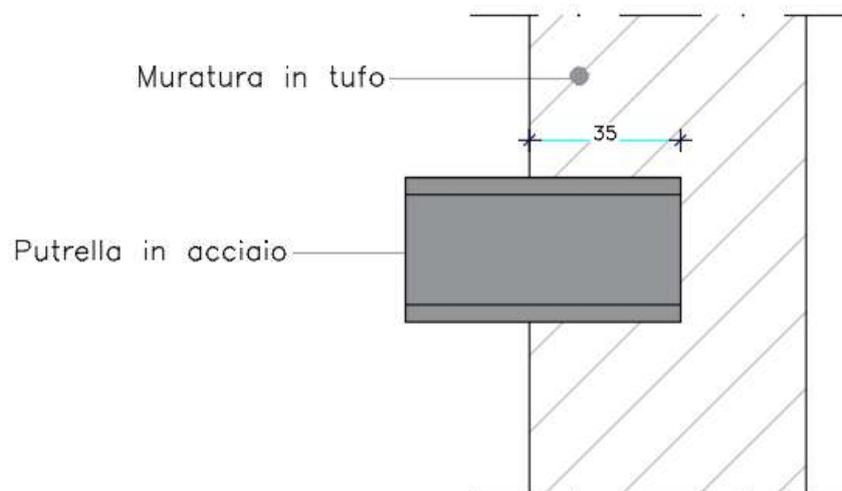
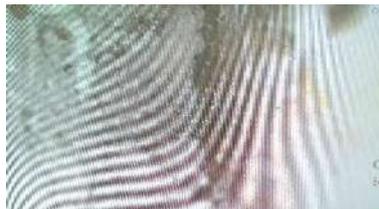
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST 57
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Solaio Copertura_ Piano Primo		
		
<p><b>Note esame visivo e saggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solaio putrelle e tavelloni, Sp.23 cm;</li> <li>- Intonaco presente in fase di espulsione, Sp.1 cm;</li> <li>- Dimensione profilo in acciaio, b=7 cm, h=14 cm (IPE);</li> <li>- Interasse,95 cm;</li> </ul>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>		

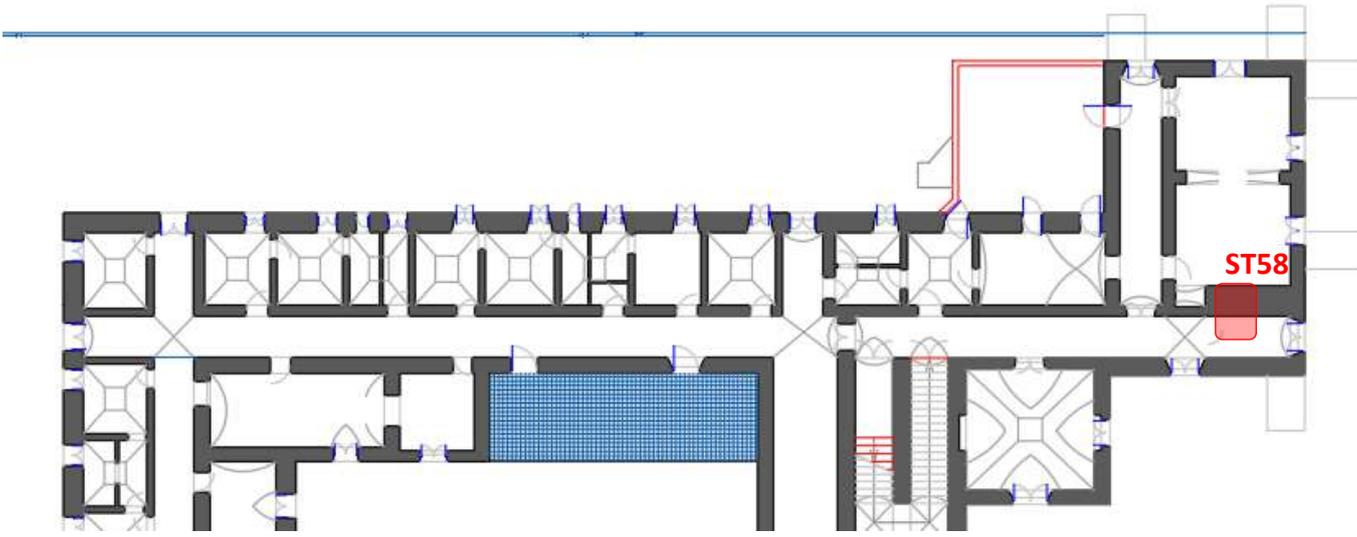
## Indagine Endoscopica

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di verificare l'ammorsamento della putrella all'interno della muratura. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 40,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Ammorsamento di 35 cm;



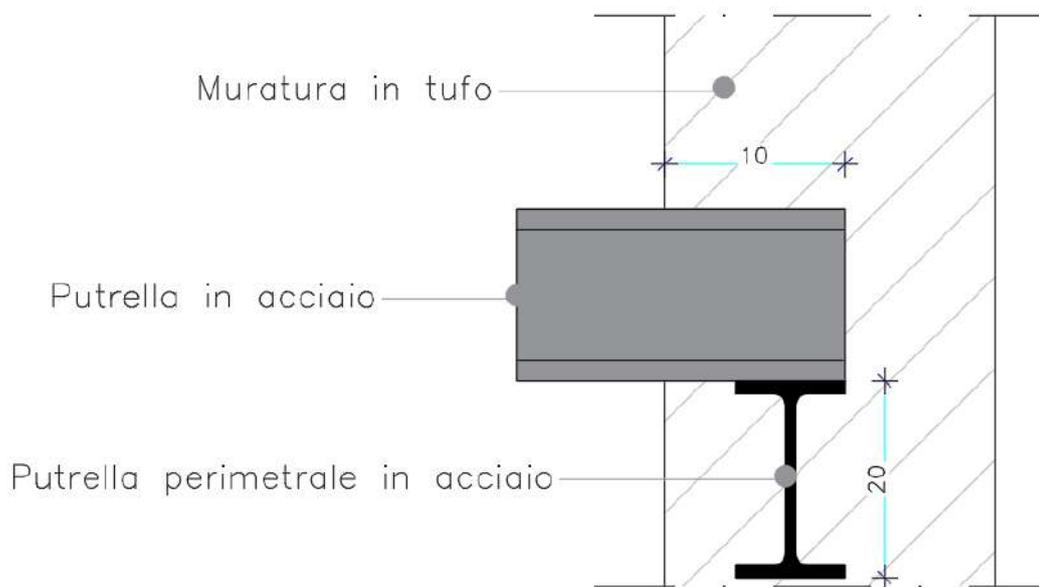
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU SOLAI	Stazione di misura	ST 58
Rilievo Autoptico		
Ubicazione: Solaio Copertura_ Piano Primo		
		
<p><b>Note esame visivo e saggio:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solaio putrelle e tavelloni, Sp.23 cm;</li> <li>- Intonaco presente in fase di espulsione, Sp.1 cm;</li> <li>- Dimensione profilo in acciaio, b=7 cm, h=14 cm (IPE);</li> <li>- Interasse,95 cm;</li> <li>- Appoggio su putrella perimetrale, h=20 cm;</li> </ul>		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>		

## Verifica stratigrafia

Note: L'indagine endoscopica è stata condotta in un alloggiamento, ricavato mediante perforazione con trapano, al fine di verificare l'ammorsamento della putrella all'interno della muratura. Il foro è stato eseguito "non passante" (profondità foro 40,0 cm).

Si rileva la presenza di:

- Putrella in acciaio perimetrale, h=20 cm;



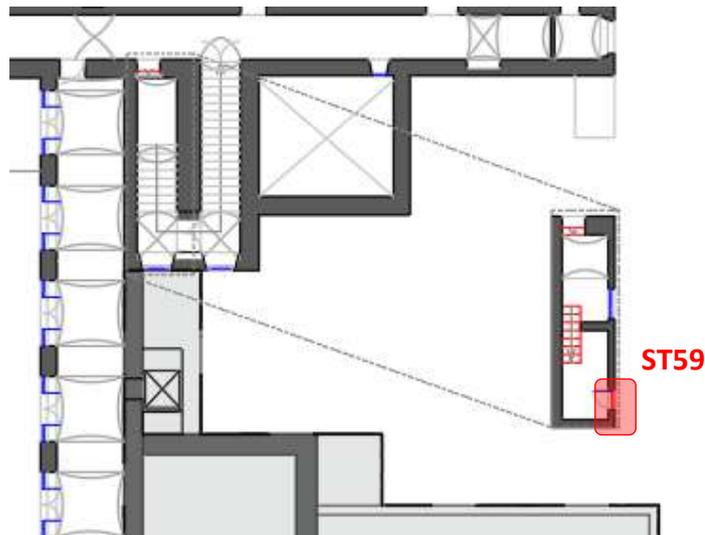
INDAGINI DIAGNOSTICHE SU COPERTURA

Stazione di misura

ST 59

Rilievo Autoptico

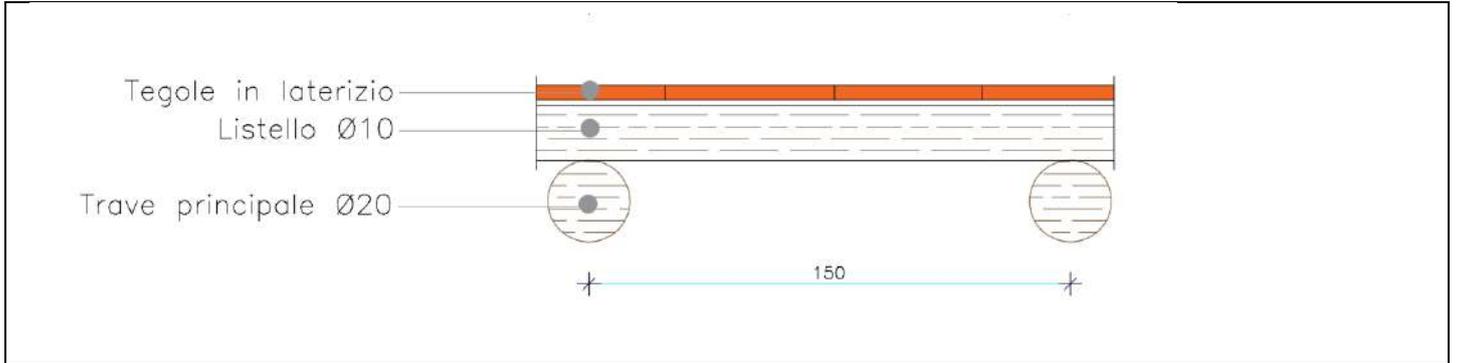
Ubicazione: Solaio Copertura\_ Piano Secondo



Note esame visivo e saggio:

- Copertura in travi di legno;
- Dimensione trave principale Ø20 cm;
- Dimensione listello Ø10 cm;
- Tegole in laterizio.
- Interasse travi 150 cm;



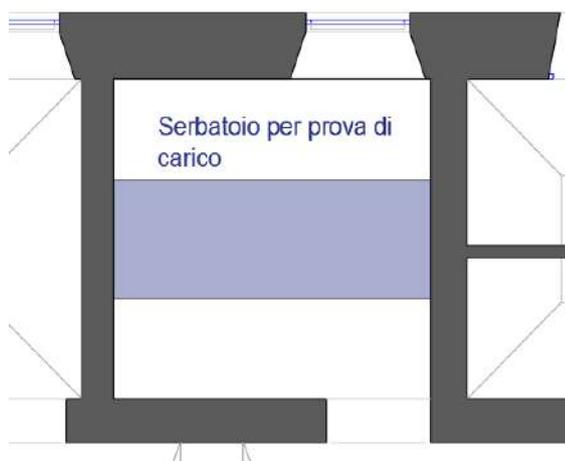
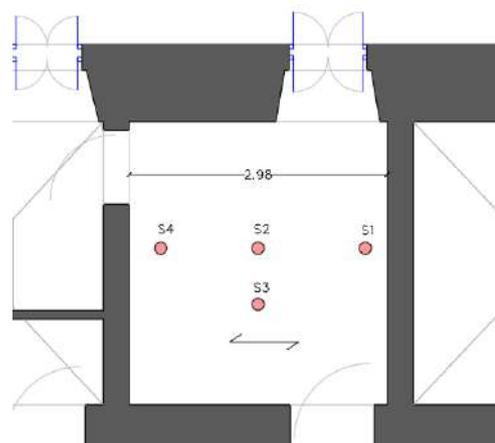


# Allegato C

---

Prove di Carico



**PROVA DI CARICO SU SOLAIO DI CALPESTIO PIANO SECONDO**
**PdC1**
**Tipologia di carico applicato: CARICO DISTRIBUITO**
**UBICAZIONE DEL SERBATOIO**

**UBICAZIONE DEI TRASDUTTORI DI SPOSTAMENTO**

**Dati di calcolo**

L teorica

**L=2,98 m**

Carico raggiunto

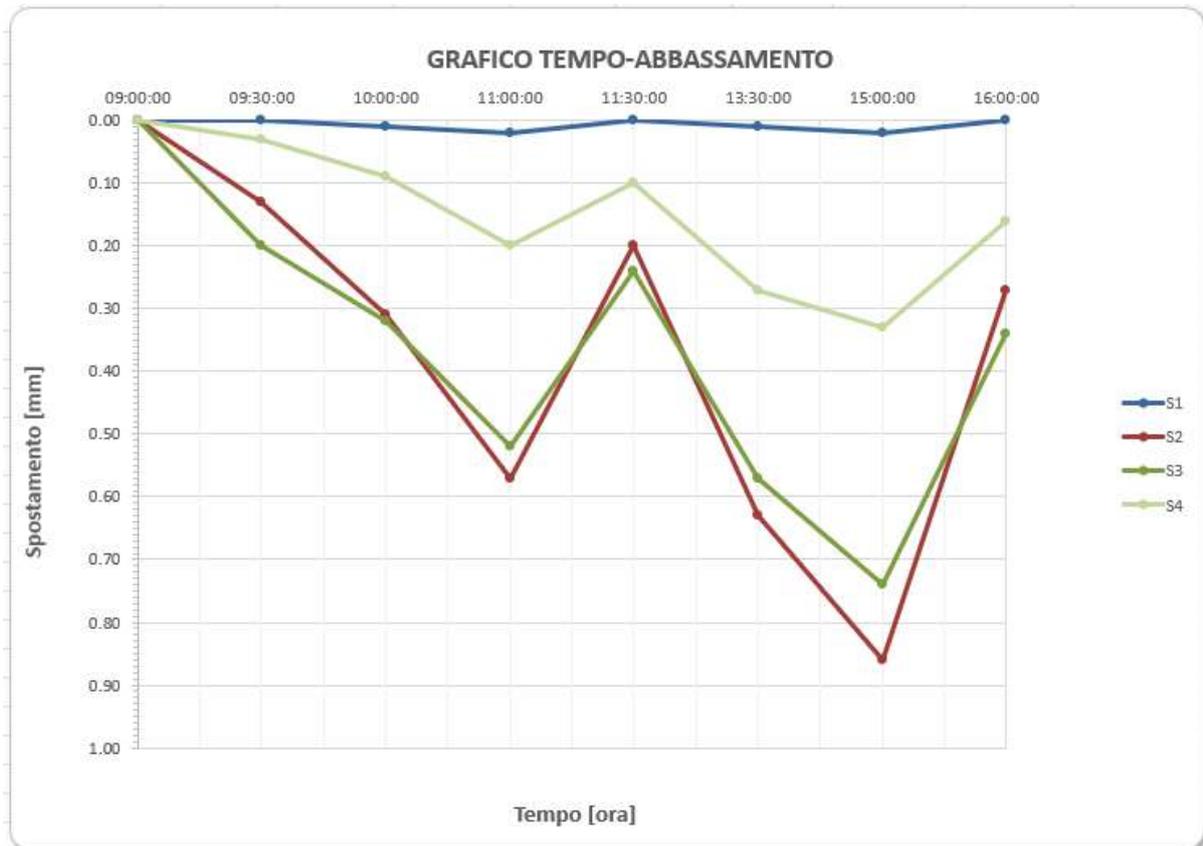
**q =350 kg/m<sup>2</sup>**
**SPOSTAMENTI REGISTRATI**

ORA	PRESSIONE kg/m <sup>2</sup>	1 Δ (mm)	2 Δ (mm)	3 Δ (mm)	4 Δ (mm)
09:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09:30:00	50.00	0.00	0.13	0.20	0.03
10:00:00	100.00	0.01	0.31	0.32	0.09
11:00:00	<b>200.00</b>	0.02	0.57	0.52	0.20
11:30:00	0.00	0.00	0.20	0.24	0.10
13:30:00	200.00	0.01	0.63	0.57	0.27
15:00:00	350.00	0.02	0.86	0.74	0.33
16:00:00	0.00	0.00	0.27	0.34	0.16

**PROVA DI CARICO SU SOLAIO DI CALPESTIO PIANO SECONDO**

**PdC1**

**ESITO PROVA**

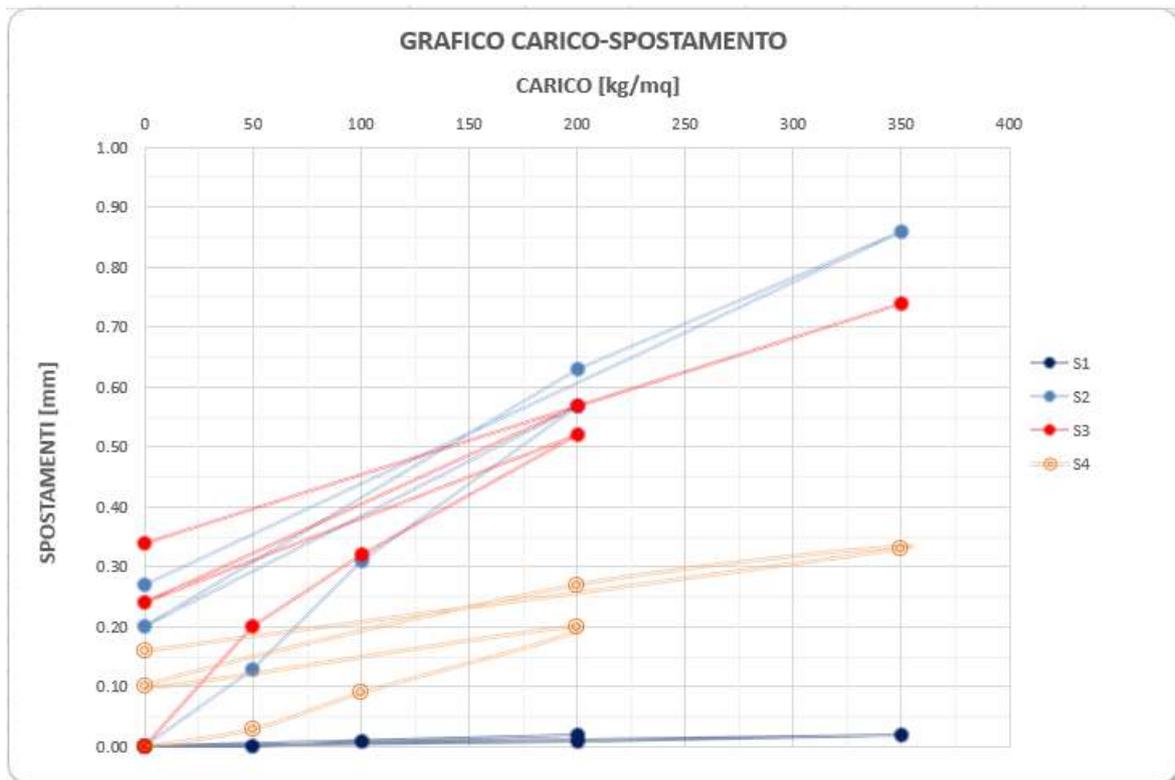
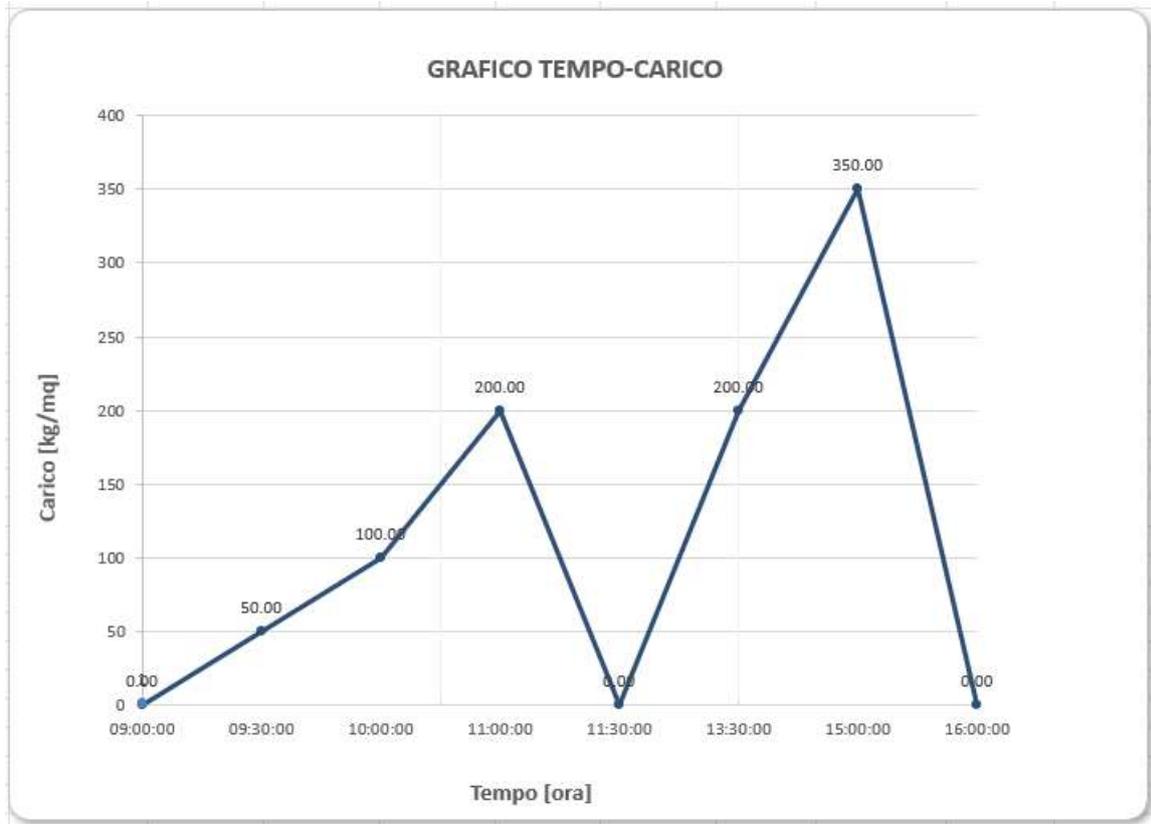


**Abbassamento massimo [mm]**

**0,86**

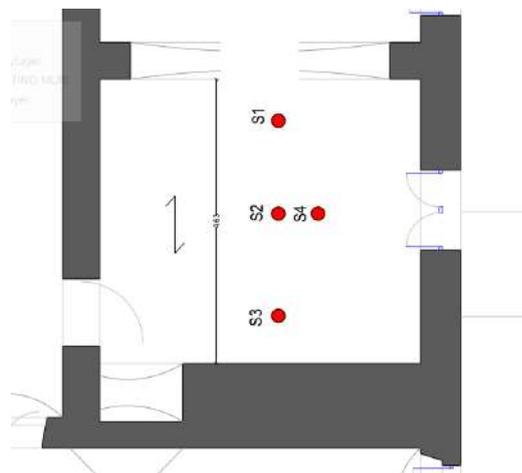
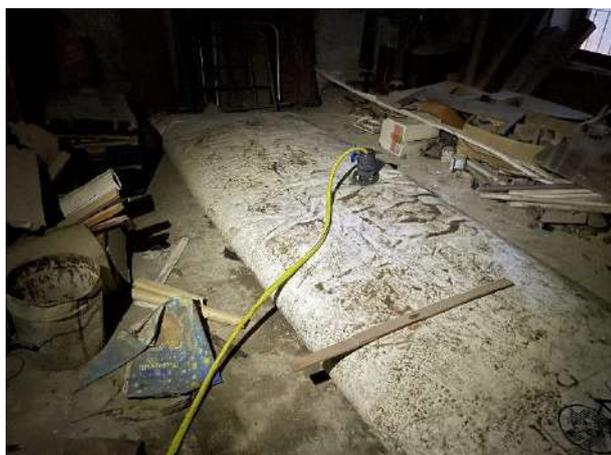
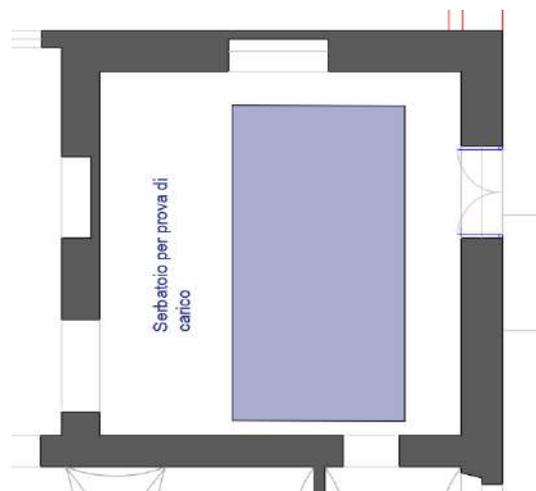
**Abbassamento residuo massimo [mm]**

**0,34**



**Istemi S.r.l.**

Via dei Lombardi 23 -84085 Mercato S. Severino (SA)  
+39 089 899390  
istemi@pec.it - Preventivi@istemi.it  
www.istemi.it  
P.I. IT 04629350655  
Cod. destinatario fatturazione elettronica  
T0K47HO

**PROVA DI CARICO SU SOLAIO DI CALPESTIO PIANO SECONDO**
**PdC2**
**Tipologia di carico applicato: CARICO DISTRIBUITO**
**UBICAZIONE DEL SERBATOIO**

**UBICAZIONE DEI TRASDUTTORI DI SPOSTAMENTO**

**Dati di calcolo**

L teorica

L=4.63 m

Carico raggiunto

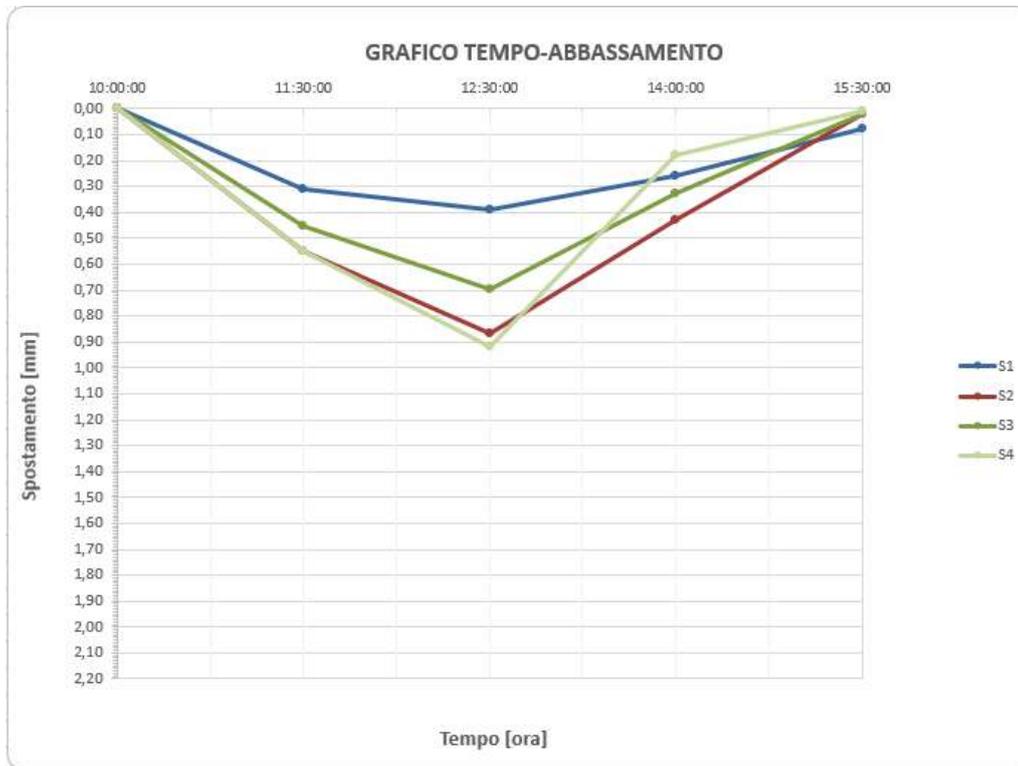
 $q = 250 \text{ kg/m}^2$ 
**SPOSTAMENTI REGISTRATI**

ORA	PRESSIONE	1	2	3	4
	kg/m <sup>2</sup>	$\Delta$ (mm)	$\Delta$ (mm)	$\Delta$ (mm)	$\Delta$ (mm)
10:00:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11:30:00	150,00	0,31	0,55	0,45	0,55
12:30:00	250,00	0,39	0,87	0,70	0,92
14:00:00	150,00	0,26	0,43	0,33	0,18
15:30:00	0,00	0,08	0,02	0,02	0,01

**PROVA DI CARICO SU SOLAIO DI CALPESTIO PIANO SECONDO**

**PdC2**

**ESITO PROVA**

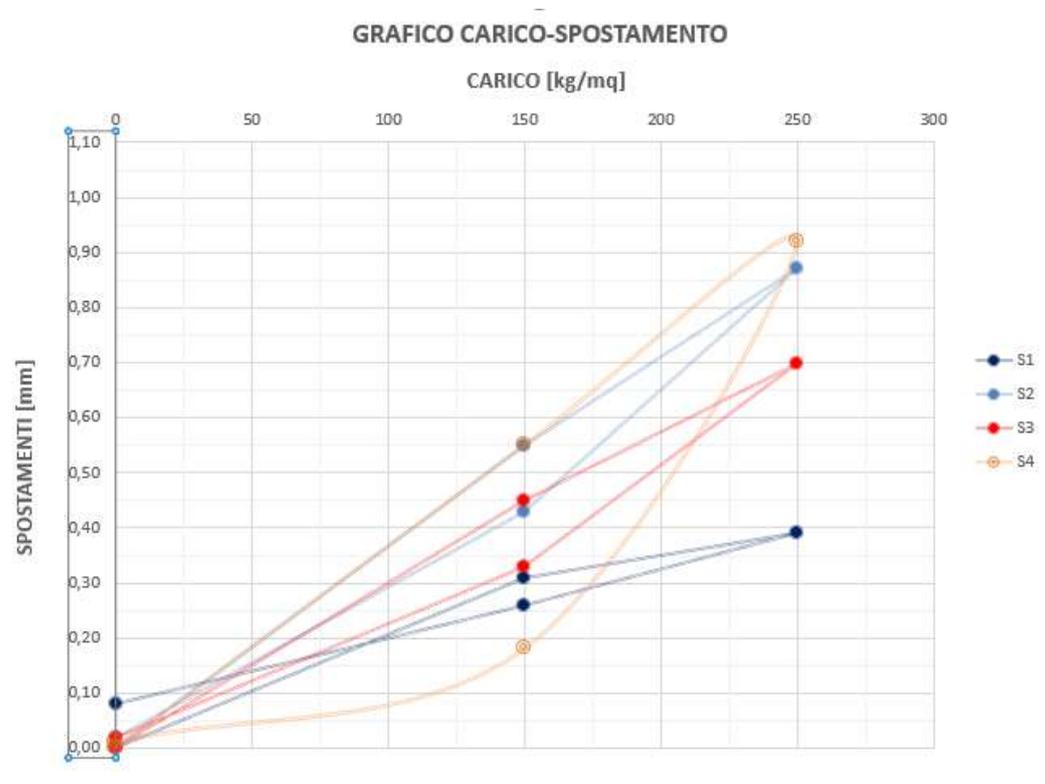
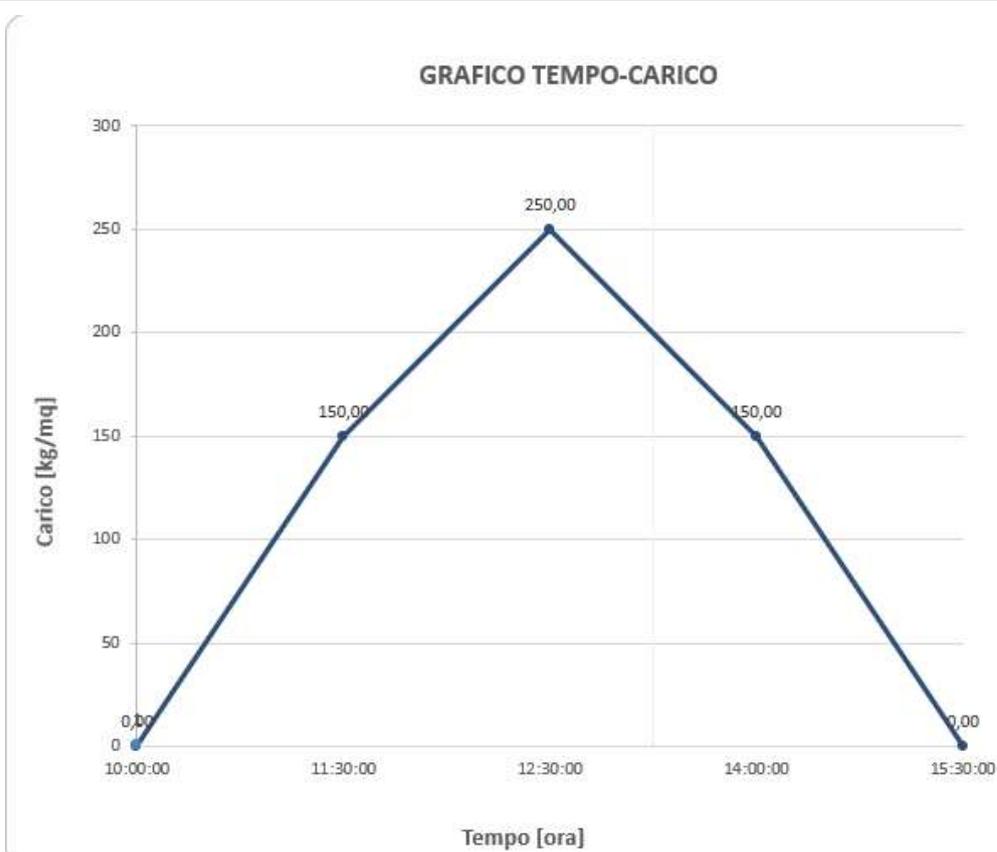


**Abbassamento massimo [mm]**

**0,87**

**Abbassamento residuo massimo [mm]**

**0,08**



**Istemi S.r.l.**

Via dei Lombardi 23 -84085 Mercato S. Severino (SA)

+39 089 899390

istemi@pec.it - Preventivi@istemi.it

www.istemi.it

P.I. IT 04629350655

Cod. destinatario fatturazione elettronica

T0K47HO

# Allegato D

---

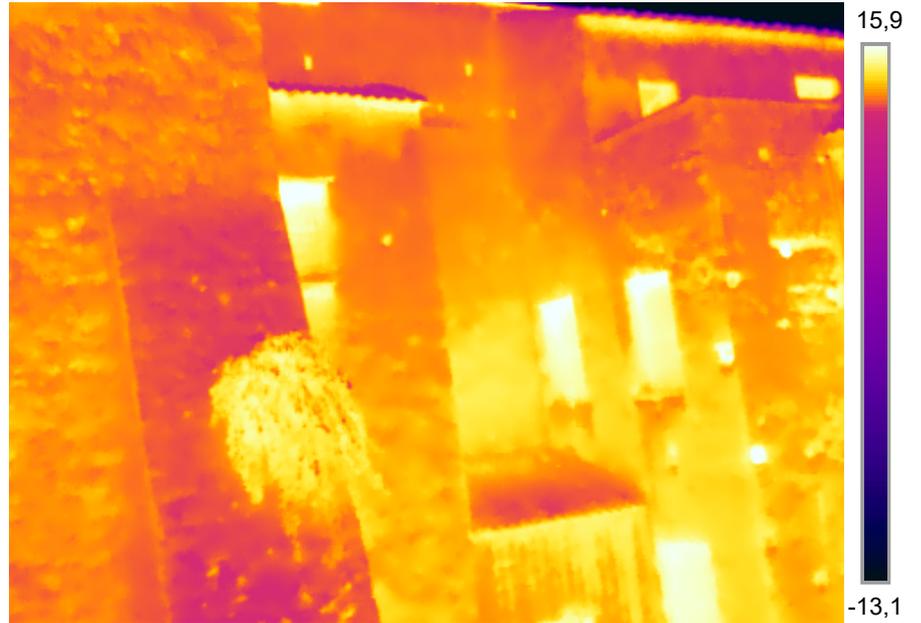
Report termografico



## Parametri

Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

05/12/2022 17:00:33



IR\_10663.jpg

FLIR T540

79316827

05/12/2022 17:00:33



IR\_10663.jpg

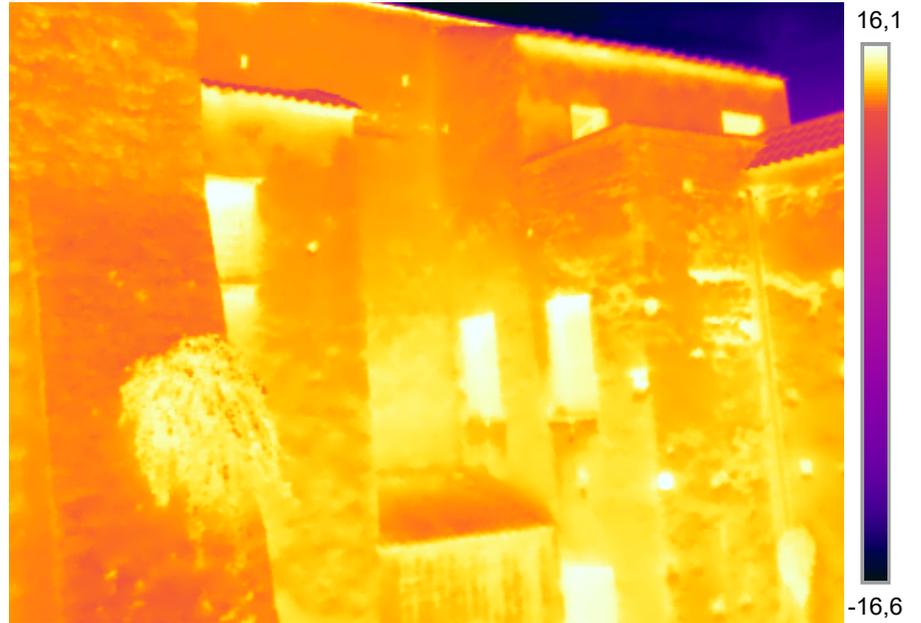
FLIR T540

79316827

## Parametri

Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

05/12/2022 17:00:39



IR\_10664.jpg

FLIR T540

79316827

05/12/2022 17:00:39



IR\_10664.jpg

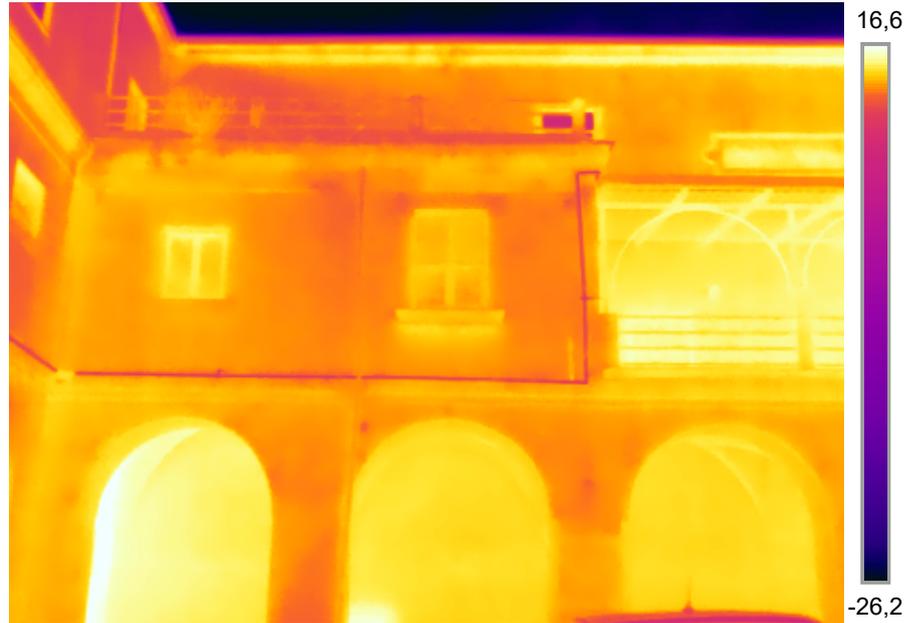
FLIR T540

79316827

## Parametri

Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

05/12/2022 16:45:38



IR\_10662.jpg

FLIR T540

79316827

05/12/2022 16:45:38



IR\_10662.jpg

FLIR T540

79316827

## Parametri

Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

05/12/2022 16:45:23



IR\_10661.jpg

FLIR T540

79316827

05/12/2022 16:45:23



IR\_10661.jpg

FLIR T540

79316827

## Parametri

Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

05/12/2022 16:44:16



IR\_10659.jpg

FLIR T540

79316827

05/12/2022 16:44:16



IR\_10659.jpg

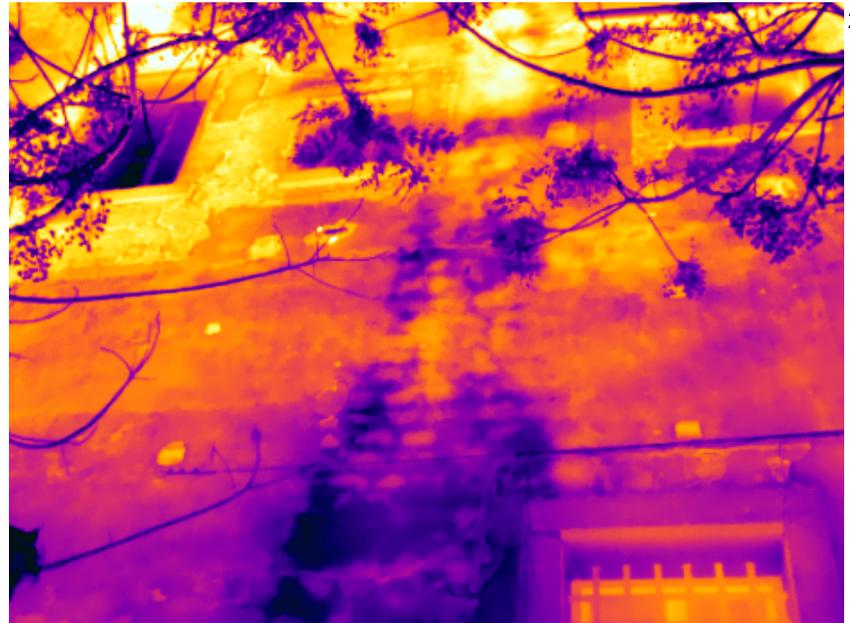
FLIR T540

79316827

## Parametri

Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

05/12/2022 16:44:35



IR\_10660.jpg

FLIR T540

79316827

05/12/2022 16:44:35



IR\_10660.jpg

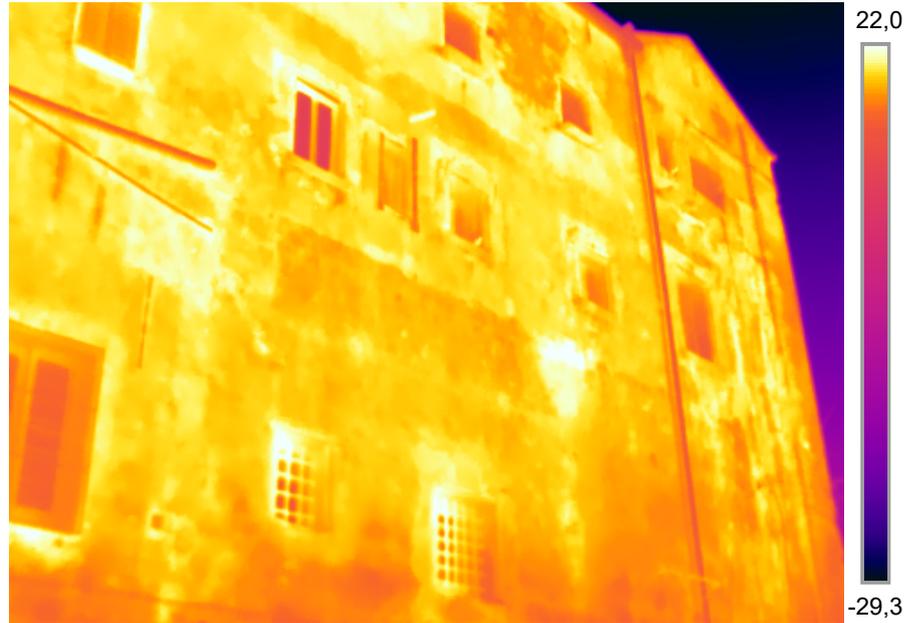
FLIR T540

79316827

## Parametri

Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

05/12/2022 16:43:30



IR\_10658.jpg

FLIR T540

79316827

05/12/2022 16:43:30



IR\_10658.jpg

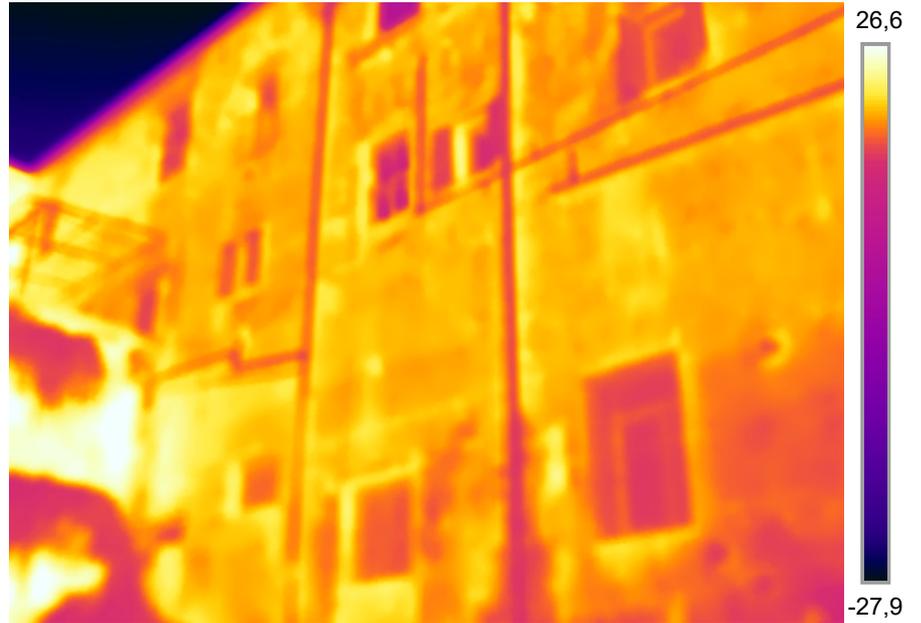
FLIR T540

79316827

## Parametri

Emissività	0.95
Temp. rifl.	20 °C

05/12/2022 16:43:19



IR\_10657.jpg

FLIR T540

79316827

05/12/2022 16:43:19



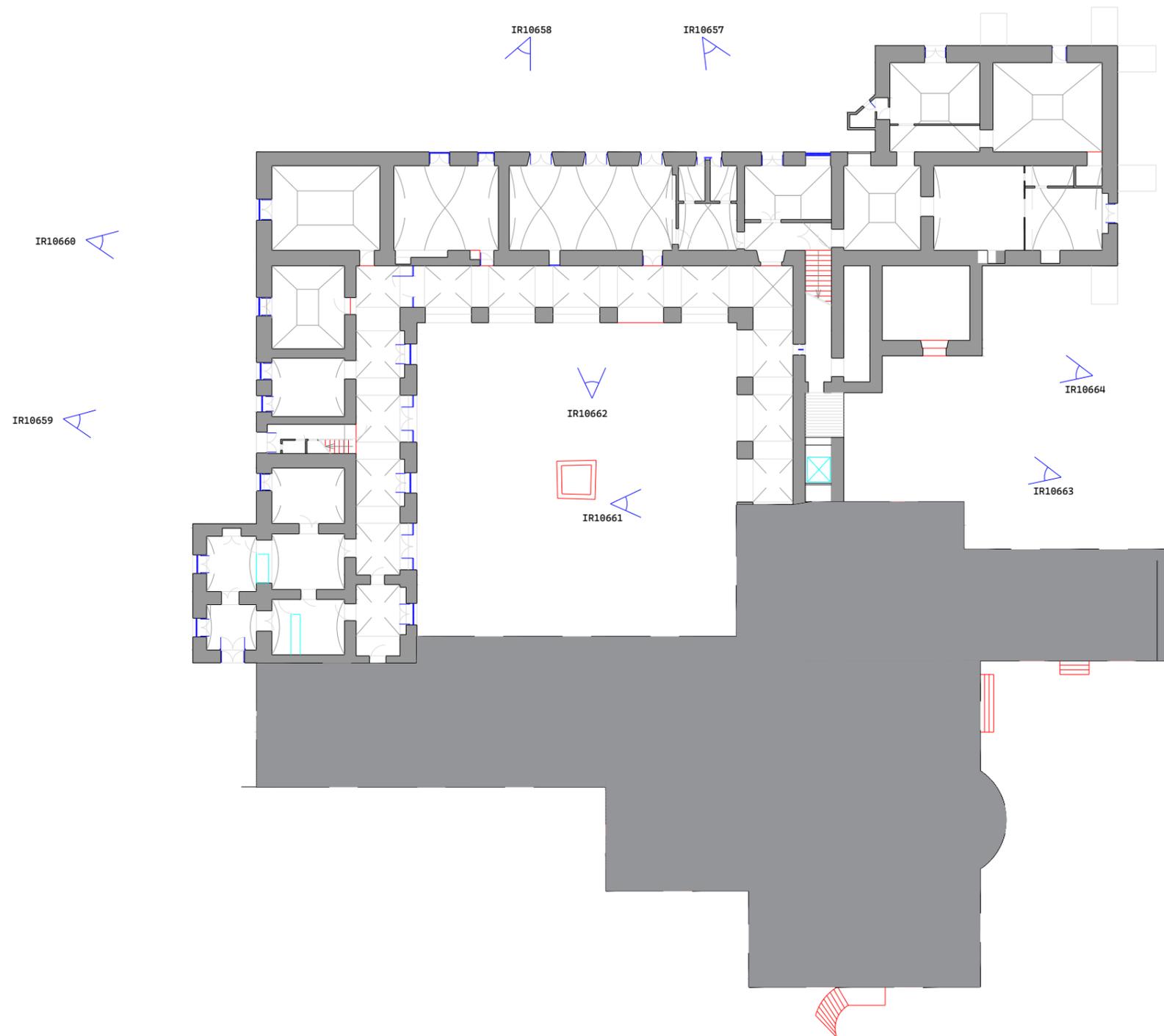
IR\_10657.jpg

FLIR T540

79316827

# UBICAZIONE INDAGINI TERMOGRAFICHE

## PIANTA DEL PIANO TERRA



# Allegato E

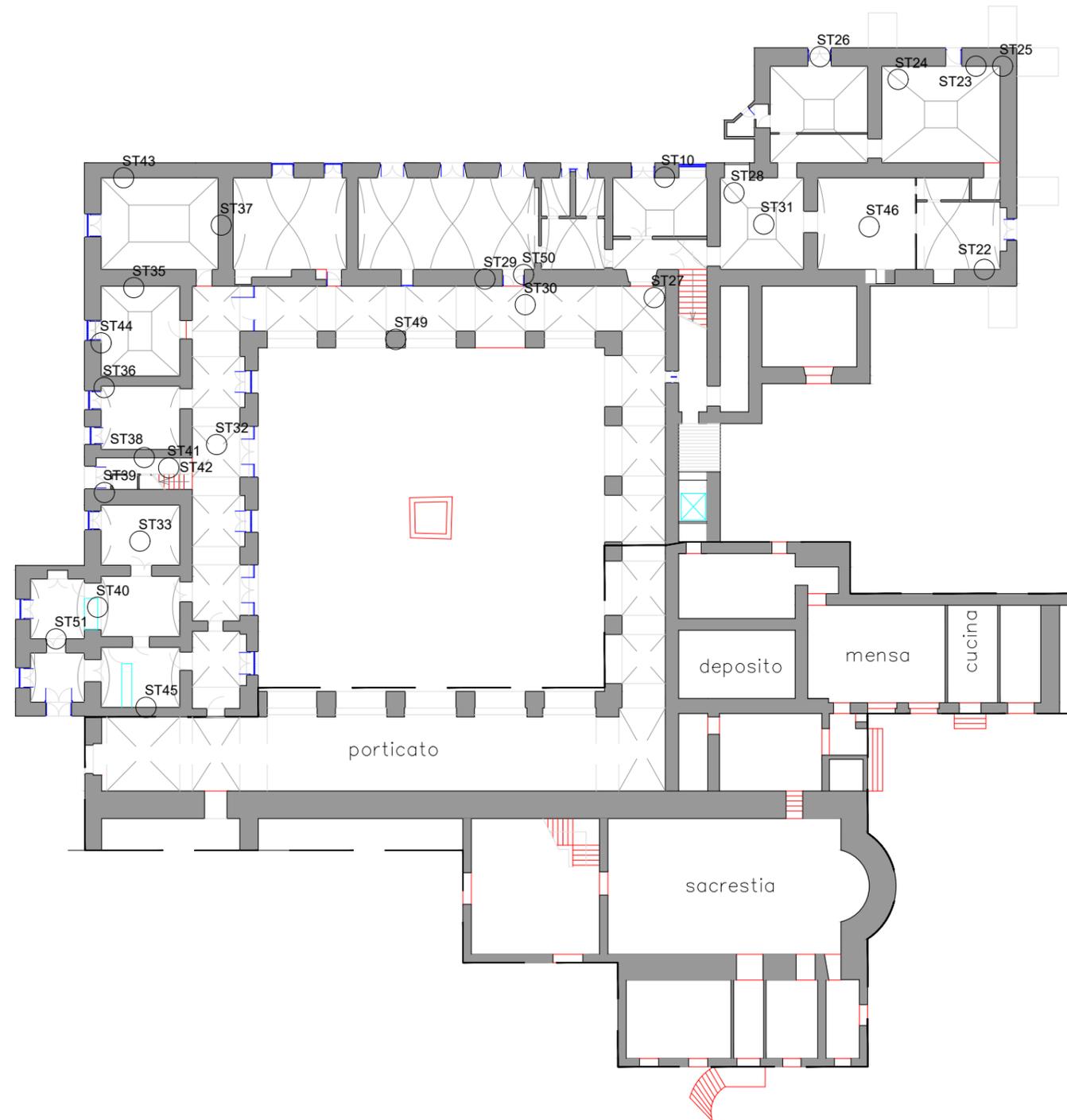
---

Planimetrie con ubicazione stazioni



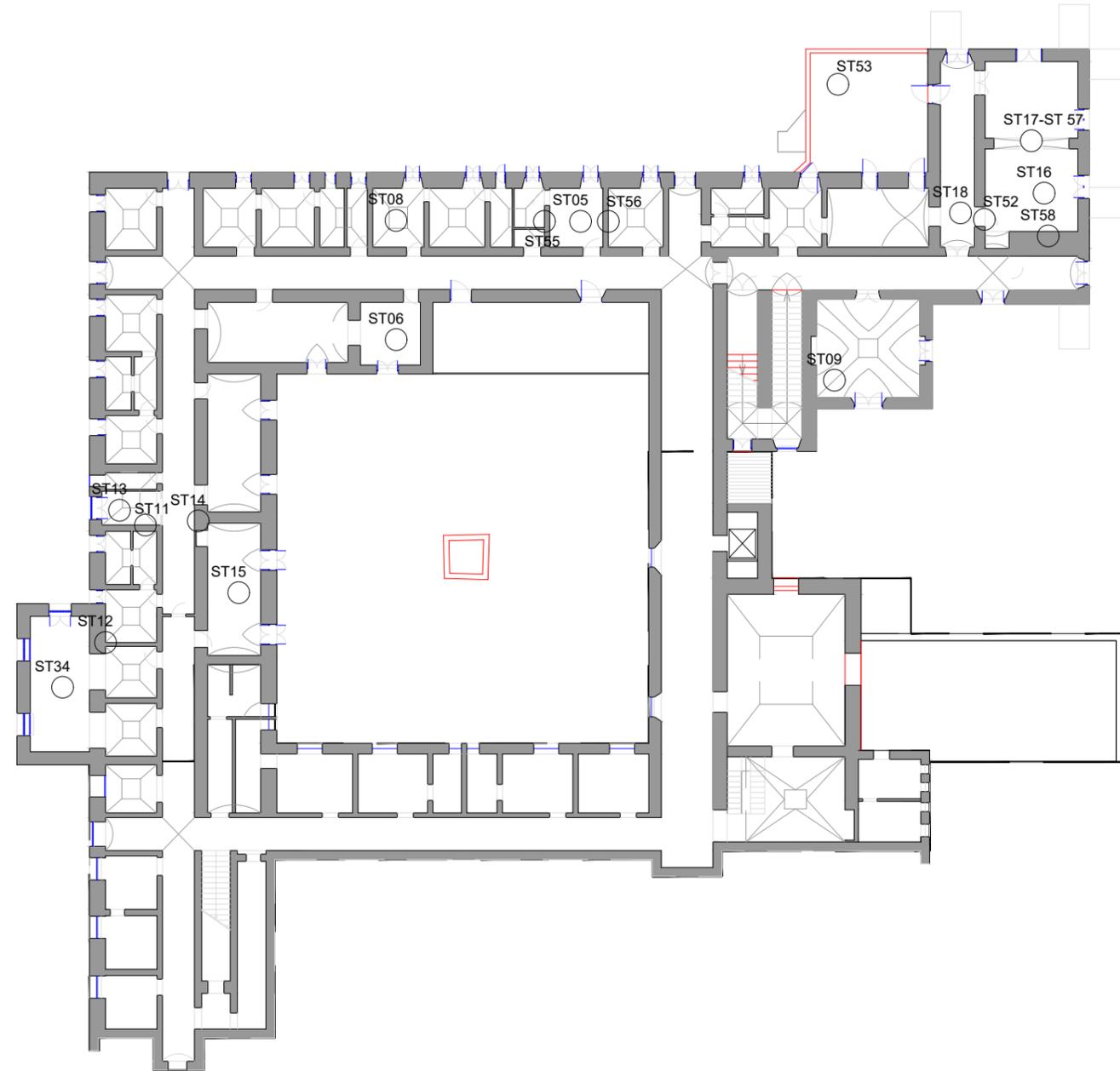
# UBICAZIONE STAZIONI DI MISURA

## PIANTA DEL PIANO TERRA



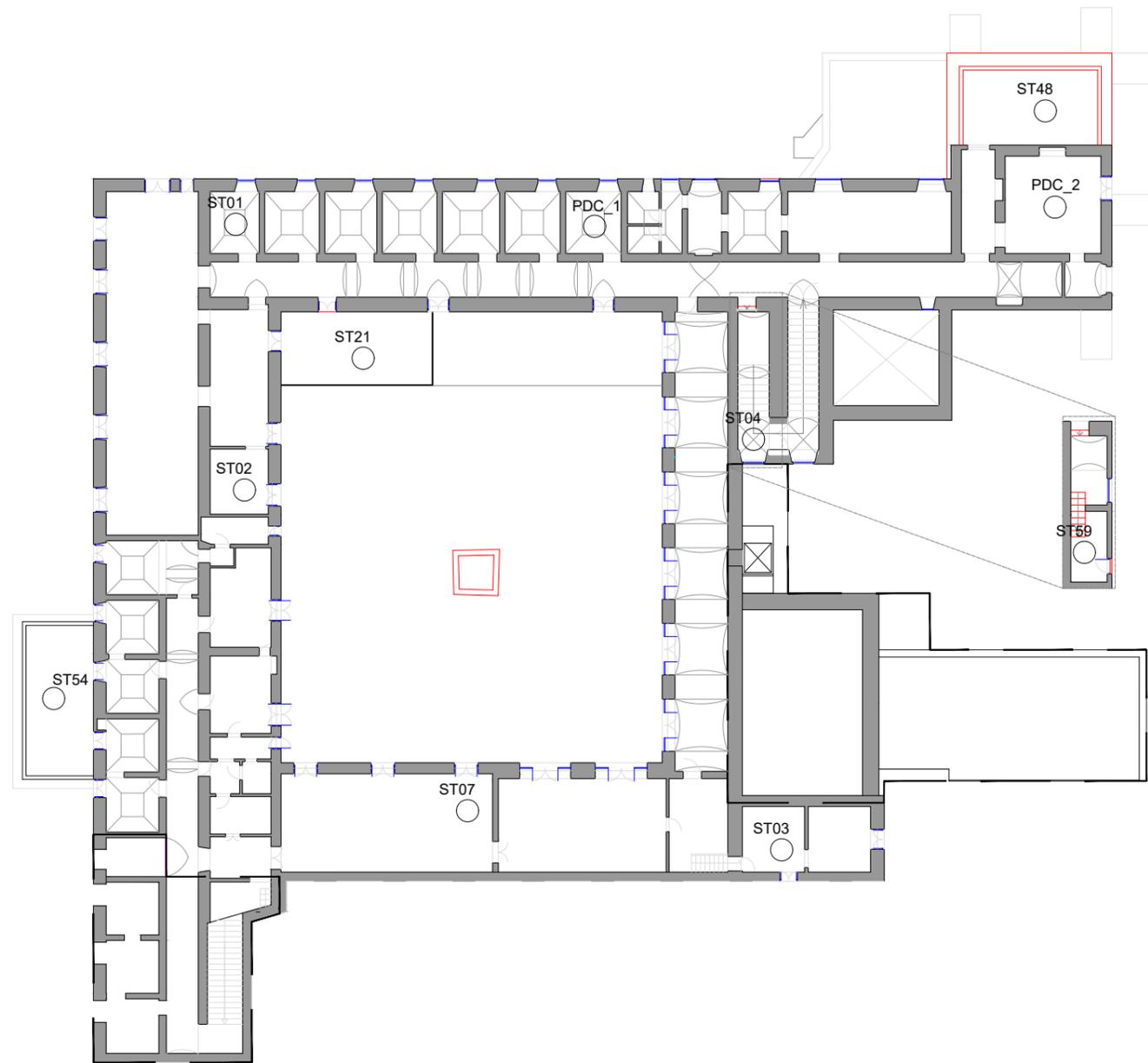
# UBICAZIONE STAZIONI DI MISURA

## PIANTA DEL PIANO PRIMO



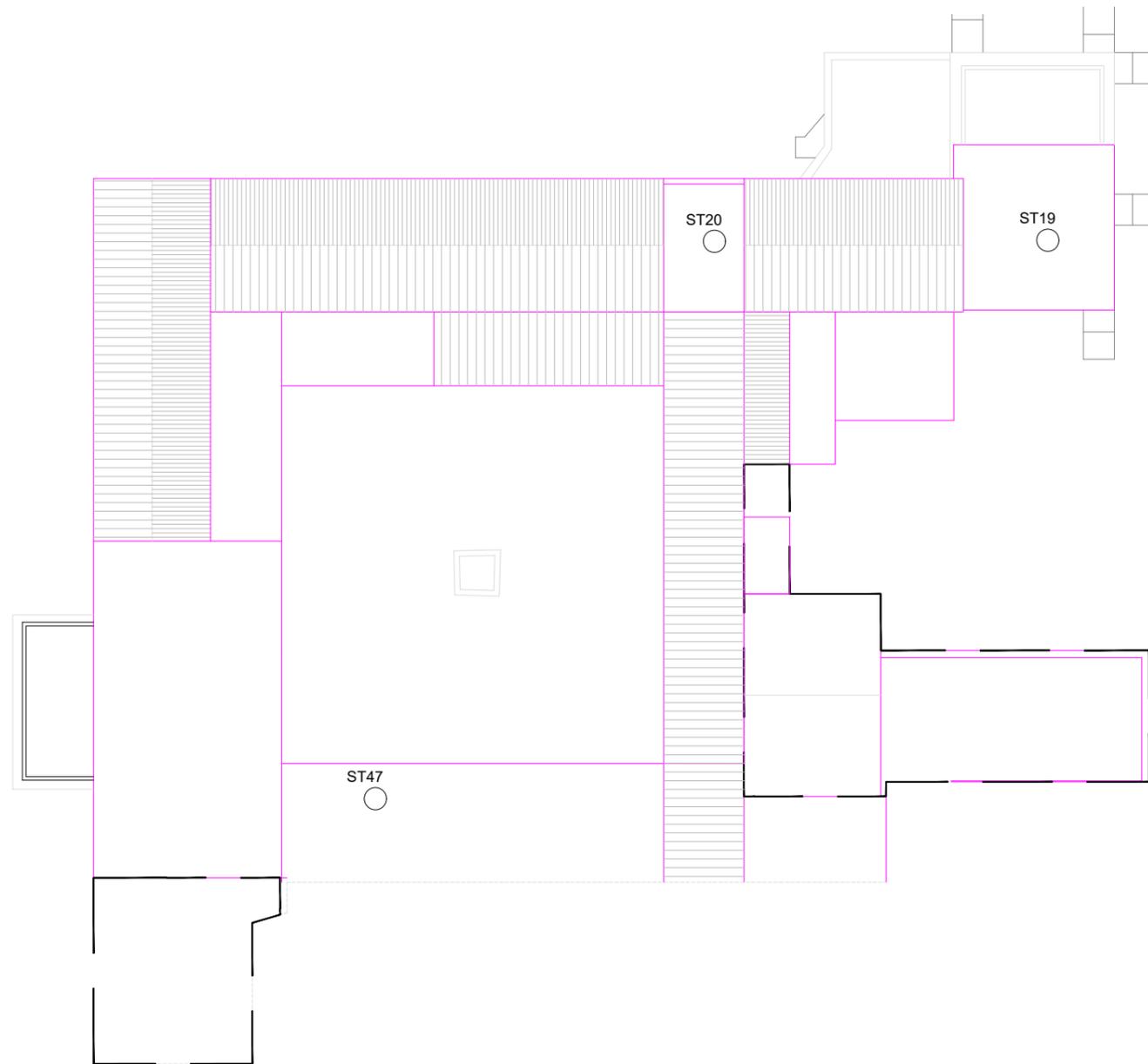
# UBICAZIONE STAZIONI DI MISURA

## PIANTA DEL PIANO SECONDO



# UBICAZIONE STAZIONI DI MISURA

## PIANTA DEL PIANO COPERTURA





**ALLEGATO B - INDAGINI ENERGETICO-IMPIANTISTICHE PRESSO L'EX CONVENTO DEI CAPPUCCINI**

## RELAZIONE TECNICA

### Indagini energetico-impiantistiche presso l'ex convento dei Cappuccini sito in via Roma 2 Comune di Maddaloni (CE)- CIG: ZB438C8C40

#### Committente

Comune di Maddaloni

#### Direttore Tecnico

ing. Nicolino Messuti



Dott. Alberto Gentile

CONSULENZA AMBIENTALE

e SICUREZZA SUL LAVORO

Via G. Budetti, 134 - Tel. 392.7059335

84098 PONTECAGNANO FAIANO (SA)

Partita IVA 04699250652

*Tecnico competente in acustica*

Dott. Alberto Gentile

*Tecnico consulente a supporto delle  
rilevazioni ed elaborazioni  
fonometriche*

Ing. Carmine Napoli



pag. 1 di 37 pagine	prot. 20221146 del 29/12/2022 protocollo	RT20220126 ID documento
Ufficio Tecnico autore	Direzione verifica	0 revisione

**Istemi S.r.l.**

Via dei Lombardi 23 - 84085 Mercato S. Severino (SA)

+39 089 899390

istemi@pec.it - preventivi@istemi.it

www.istemi.it

P.Iva : IT 04629350655

Cod. fatt. elettronica T0K47HO

**Laboratorio autorizzato ai sensi della circolare 633/STC**

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>ASPETTI GENERALI</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>APPROCCIO METODOLOGICO</b>	<b>12</b>
<b>5.</b>	<b>DETERMINAZIONE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI</b>	<b>14</b>
<b>6.</b>	<b>METODO DI MISURAZIONE E CONDUZIONE DELLE OPERAZIONI PERITALI</b>	<b>15</b>
<b>7.</b>	<b>GIUDIZIO CONCLUSIVO</b>	<b>34</b>
<b>8.</b>	<b>ALLEGATI</b>	<b>35</b>

**VALUTAZIONE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI D.P.C.M. 5  
DICEMBRE 1997**

## **1. PREMESSA**

Il sottoscritto dott. Alberto Gentile, con studio in Pontecagnano F. (SA) alla Via G. Budetti n° 134, in qualità di Tecnico Competente in acustica ambientale ai sensi della legge 447/951, iscritto nell'ENTECA al n° 8967, ricevuto incarico dalla Istemi Srl ha redatto la presente Relazione tecnica finalizzata alla valutazione dei livelli di isolamento acustico, ovvero dei requisiti acustici passivi degli edifici, ai sensi del DPCM 5/12/1997, dei locali dell'ex convento dei Cappuccini sito in Via Roma di Maddaloni (CE), nell'ambito del "Piano Indagini Energetiche ed Impiantistiche" propedeutico al relativo progetto di ristrutturazione edilizia. L'attività descritta nel seguente elaborato ha previsto l'esecuzione di indagini peritali in alcuni vani situati nei diversi piani del complesso edilizio di cui è prevista la ristrutturazione, al fine di valutarne i requisiti acustici passivi, in ottemperanza a quanto disposto dal D.P.C.M. 05.11.1997.

A tal proposito lo scrivente ha condotto n°1 accesso sui luoghi oggetto di indagine in data 12/12/2022 al fine di effettuare specifiche rilevazioni per valutare il livello del rumore da calpestio di solai tra unità sovrapposte (locali situati tra il piano terra e il piano primo e tra il piano primo e il piano secondo), l'indice del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti (locali adiacenti situati ai piani terra, primo e secondo) e il tempo di riverbero (locali situati ai piani terra, primo e secondo) per poi confrontare i valori misurati con i limiti previsti dalla vigente normativa.

---

<sup>1</sup> Tecnico competente in acustica ambientale ai sensi della Legge 447/95 art. 2 commi 6 e 7 e del DPCM 31/03/1998, abilitato con decreto Dirigenziale n° 86 del 12/03/2012 – Regione Campania. Iscrizione ENTECA con n. 8967.



*Foto aerea dell'area in cui è ubicato il fabbricato oggetto di indagini*

## 2. ASPETTI GENERALI

La trasmissione del suono avviene secondo due distinti meccanismi di propagazione:

*trasmissione per via aerea e trasmissione per via strutturale.*

Nel primo caso, il rumore si propaga nell'aria senza incontrare ostacoli solidi (ad es. condotte d'aria o aperture) mentre, nel secondo caso, la propagazione avviene attraverso le strutture solide dell'edificio, tramite vibrazioni elastiche.

Di norma, la trasmissione del rumore attraverso due ambienti interessa entrambi i meccanismi anche se, per ciascun componente edilizio, bisogna distinguere tra:

- Trasmissione diretta: quando la trasmissione del rumore nell'ambiente ricevente avviene attraverso il solo elemento strutturale considerato (parete divisoria o solaio);
- Trasmissione laterale: quando la trasmissione del rumore nell'ambiente ricevente avviene attraverso gli altri elementi strutturali adiacenti a quella considerata.

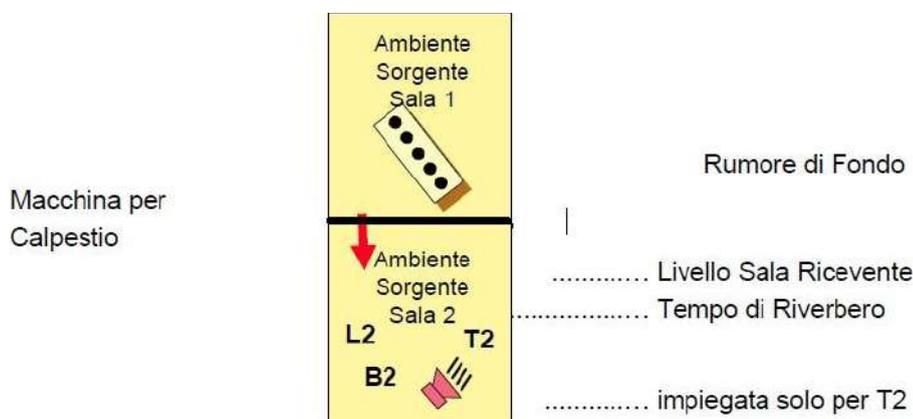
### ***Norme di riferimento***

L'analisi é stata effettuata in ottemperanza alle seguenti disposizioni legislative integrative ed aggiuntive alla legge quadro sull'inquinamento acustico N. 447 del 26 Ottobre 1995:

- **D.M. 16 marzo 1998** (Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico); in esso sono contenute le metodologie di acquisizione del segnale sia in ambiente esterno che interno e sono fissate anche le metodologie di analisi del segnale per l'identificazione dei toni puri e dei segnali impulsivi, con una serie di coefficienti correttivi da applicare nel caso vi fossero componenti peggiorative.
- **D.P.C.M. 14 novembre 1997** (*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*) in attuazione dell'art. 3, comma 1, della legge 26.10.1995 n. 447, determina i valori limite di emissione, i valori limite di immissione e valori limite differenziali di immissione;
- **D.P.C.M. 5 dicembre 1997**, (determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici):
  - gli ambienti abitativi di cui all'art. 2, comma 1, lett. b) della legge 447/1995, che vengono distinti nelle categorie indicate nella tabella A, di seguito riportata;
  - i componenti degli edifici, distinti in partizioni orizzontali e verticali, vale a dire le pareti e i solai.

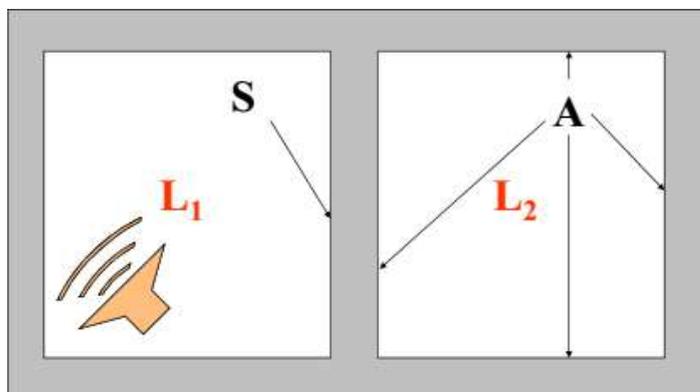
Le grandezze cui riferirsi per l'applicazione del decreto, a cui si è fatto ricorso per le seguenti valutazioni, sono quelle descritte nell'allegato A, vale a dire:

- **il tempo di riverberazione (T)**, definito dalla norma ISO 3382/1975, sostituita dalla UNI EN ISO 3382:2001;
- **livello di pressione sonora di calpestio normalizzato ( $L'n$ )**. E' stato utilizzato il metodo in opera per la misurazione dell'isolamento dai rumori di calpestio di solai utilizzando un generatore normalizzato di calpestio, definito dalla norma UNI EN ISO 140-7 e seguenti aggiornamenti..



*Fig. 1 – Parametri per il calcolo del livello di rumore di calpestio dei solai normalizzato*

- **Isolamento acustico per via aerea tra ambienti ( $R'w$ )**. E' stato utilizzato il metodo in opera per la misurazione dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti, definito dalla norma **UNI EN ISO 140-4 e seguenti aggiornamenti.**



*Fig. 2 – Parametri per il calcolo del potere fonoisolante apparente tra ambienti interni*

- **UNI 11367 del 22 luglio 2010 e seguenti aggiornamenti.**, classificazione acustica delle unità immobiliari;
- **UNI EN 12354 – 3. Acustica in edilizia e seguenti aggiornamenti.** Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.

Il DPCM 05/12/1997 definisce i valori limite delle grandezze che determinano i requisiti acustici passivi dei componenti degli edifici e delle sorgenti sonore interne, che sono stati riportati nella seguente tabella A.

**Tabella A – Requisiti acustici passivi degli edifici, dei loro componenti e degli impianti tecnologici**

Categorie di cui alla tab. A	Parametri				
	R'w	D2m,aTw	L'nw	LAsmax	LAeq
1. D	55	45	58	35	25
<b>2. A, C</b>	<b>50</b>	<b>40</b>	<b>63</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
3. E	50	48	58	35	25
4. B, F, G	50	42	55	35	35

dove:

R'w è l'indice del potere fonoisolante apparente riferito a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari;

D2m,nTw è l'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata;

L'nw è l'indice del livello di rumore di calpestio dei solai normalizzato;

**Tabella B – Classificazione degli ambienti abitativi**

categoria A:	edifici adibiti a residenza e assimilabili
categoria B:	edifici adibiti a uffici e assimilabili
categoria C:	edifici adibiti ad alberghi, pensioni e attività assimilabili

categoria D:	edifici adibiti a ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
categoria E:	edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
categoria F:	edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili
categoria G:	edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili

Si tratta di "ogni ambiente interno a un edificio destinato alla permanenza di persone o di comunità e utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008.

**Evidenziati in grigio i casi in esame**

La UNI 11367 del 22 luglio 2010 introduce la classificazione acustica delle unità immobiliari, in funzione dei requisiti acustici passivi posseduti, che viene riportata nella seguente tabella C:

**Tabella C – Valori dei parametri descrittivi delle caratteristiche prestazionali degli elementi edilizi da utilizzare ai fini della classificazione acustica di unità immobiliari**

Classe	Parametro				
	D2m,aTw	R'w	L'nw	Lid	Lic
I	≥ 43	≥ 56	≤ 53	≤ 25	≤ 30
II	≥ 40	≥ 53	≤ 58	≤ 28	≤ 33
III	≥ 37	≥ 50	≤ 63	≤ 32	≤ 37
IV	≥ 32	≥ 45	≤ 68	≤ 37	≤ 42

## STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

<p><b>Fonometro Bruel&amp;Kjaer mod. 2250 matr. 2473223</b></p>	<p>Fonometro integratore digitale di classe I della Bruel e Kjaer Type 2250, serial N°2473223 made in Danimark. Software fonometro BZ7222 versione 3.4.1 - valutazione analisi in frequenza BZ7223 versione 3.4.1 in 1/3 d'ottava in tempo reale da 20 Hz a 20 KHz Monitoraggio BZ7224 versione 3.4.1</p>
<p><b>Calibratore Bruel&amp;Kjaer mod. BK4231 matr. 2685594</b></p>	<p>Calibratore classe I (IEC 942), livello 114,0 dB ± 0,3 dB alle condizioni di riferimento, frequenza 1 kHz ± 5 Hz..</p>

L'analizzatore è corredato di software per la valutazione dell'analisi in frequenza in real time nella gamma delle frequenze attive, per bande di 1/3 di ottava in tempo reale da 20 Hz a 20 kHz e di un ulteriore software in grado di effettuare in automatico il calcolo degli indici richiesti per la valutazione dei requisiti acustici passivi.

### **3. DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA**

Il complesso edilizio è formato da:

- un piano terra con altezza interpiano netta al solaio di 5,10 metri
- un piano primo con altezza interpiano netta al solaio di 3,05 metri
- un piano secondo con altezza interpiano netta al solaio di 3,15 metri
- un sottotetto

#### Tompagnature

Le tompagnature esterne sono costituite da murature portanti piene dello spessore superiore a 60 cm.

#### Solaio

I solai sono presumibilmente stati realizzati in latero-cemento con pavimentazione rivestita di piastrelle, per uno spessore complessivo di circa 25 cm.

#### Partizioni verticali interne tra vani diversi

Le separazioni interne tra unità abitative sono state realizzate in muratura piena e presentano le stesse caratteristiche delle tompagnature esterne, con uno spessore di circa 60 cm oltre intonaco su ambo i lati.

#### Infissi

Gli infissi esterni sono costituiti da finestre con vetro singolo e oscuranti interni in legno verniciato di tipo classico.

#### 4. APPROCCIO METODOLOGICO

Alla luce di quanto detto nei paragrafi precedenti, le indagini e i rilievi acustici hanno consentito di determinare:

- **Livello di rumore di calpestio dei solai normalizzato ( $L'_{nT}$ )**

Rappresenta il livello di rumore trasmesso attraverso le partizioni orizzontali (solai) di due unità immobiliari sovrapposte, normalizzato rispetto al tempo di riverberazione.

$$L'_{nT} = L_i - 10 \lg \frac{T}{T_0} \text{ dB}$$

$L_i$  = Livello medio di pressione sonora nell'ambiente disturbato (dB)

$T$  = tempo di riverberazione

$T_0$  = tempo di riferimento (0,5 s)

- **Potere fonoisolante apparente ( $R'_w$ )**

Rappresenta la differenza di livello sonoro esistente tra due ambienti di due unità immobiliari adiacenti e può essere riferito sia ai muri che ai solai

$$R' = D + 10 \lg \left( \frac{S}{A} \right) \text{ (dB)}$$

$D$  = Isolamento acustico ( $L_1 - L_2$ ) (dB)

$S$  = Superficie della partizione (mq)

$A$  = Unità di assorbimento acustico dell'ambiente ricevente (mq) =  
 $0,16 \cdot V/T$  (formula di Sabine)

Dove  $V$  è il volume dell'ambiente ricevente e  $T$  è il tempo di riverbero

- **Tempo di riverbero ( $T$ )**

Il “tempo di riverbero” è definito dalla norma UNI EN ISO 3382:2001. Considerato un ambiente chiuso e in condizioni di saturazione acustica (tramite l'attivazione di una sorgente sonora per un discreto intervallo temporale), si definisce tempo di riverberazione, relativo ad una specifica frequenza, il tempo necessario affinché, dopo lo spegnimento della sorgente sonora, il livello di pressione sonora relativo a quella frequenza si riduca di 60 dB ( $T_{60}$ ) rispetto al livello presente nell'ambiente con la sorgente in funzione. Solitamente, considerata la difficoltà che si riscontra nel generare livelli sonori almeno 60 dB più elevati del livello sonoro preesistente nell'ambiente di prova,

si considera come tempo di riverberazione il doppio del tempo impiegato per ottenere un decadimento limitato a 30 dB (T30) o il triplo del tempo per ottenere un decadimento limitato a 20 dB (T20). **Si precisa che nelle tabelle dei risultati riportati nei paragrafi successivi, i valori T20 e T30 indicati sono generati direttamente dall'elaboratore (fonometro), già amplificati rispetto al parametro T60.**

$$T_{60} = 0,16 \frac{V}{A} \text{ [s]}$$

V = volume del locale (mc)

A = potere fonoassorbente (mq) dell'ambiente

Tranne che per gli “edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili”, il DPCM del 15/12/1997 non fissa limiti in ordine al tempo di riverberazione. In generale, le stanze con un tempo di riverberazione inferiore ai **0.3 secondi** vengono definite acusticamente “morte”, mentre quelle con un T60 superiore ai **2 secondi** sono chiamate ecoiche. L'importanza del tempo di riverbero di una stanza, quindi, è fondamentale. Correggere un ambiente o una stanza da un punto di vista acustico permette di ottimizzare la propagazione del suono e, quindi, di permettere alle persone che vi sono all'interno di comprendere e di udire meglio la fonte da cui parte l'onda sonora.

## **5. DETERMINAZIONE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI**

### ***Descrizione degli ambienti di misura***

#### ***- Valutazione di $R'w$ (potere fonoisolante apparente misurato tra ambienti diversi)***

Gli appartamenti oggetto delle presenti indagini sono situati ai piani terra, primo e secondo (categoria A, tabella B a pag. 6). Per ogni piano è stato individuato un locale sorgente (in cui collocare la sorgente acustica) ed uno ricevente (in cui è stato misurato anche il tempo di riverbero). Gli ambienti sono stati scelti tra quelli la cui partizione verticale fosse costituita da muratura piena portante. Tutti i serramenti sono stati mantenuti chiusi durante le misurazioni.

**In totale sono stati valutati n° 3 ambienti, uno per ciascun piano.**

#### ***- Tempo di riverbero (T)***

Il tempo di riverbero è stato misurato in tutti gli ambienti riceventi scelti sia per la misurazione dell'isolamento acustico da calpestio ( $L'n$ ) che dell'isolamento acustico aereo ( $R'w$ ). Tutti i serramenti sono stati mantenuti chiusi durante le misurazioni.

**In totale sono stati valutati n° 4 ambienti, di cui n° 1 al piano terra, n° 2 al piano primo e n° 1 al piano secondo.**

#### ***- Valutazione di $L'n$ (isolamento acustico dai rumori di calpestio)***

In questo caso gli ambienti considerati sono stati due vani situati tra il piano terra e il piano primo e tra il piano primo e il piano secondo. Per ogni misurazione è stato individuato un ambiente sorgente sovrapposto a quello ricevente (categoria A, tabella B a pag. 6). Non è stato valutato il rumore da calpestio per il solaio del piano secondo perché è risultato impossibile individuare al piano superiore (sottotetto) un ambiente con idonee caratteristiche.

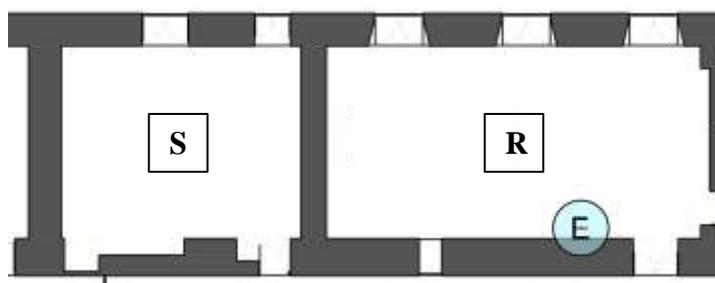
Tutti i serramenti sono stati mantenuti chiusi durante le misurazioni.

**In totale sono stati valutati n° 2 ambienti, uno al piano terra e uno al piano primo.**

## 6. METODO DI MISURAZIONE E CONDUZIONE DELLE OPERAZIONI PERITALI

### Prova n° 1 – tra ambienti situati al piano terra

#### ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA TRA AMBIENTI CONFINANTI (R'w)



*R = amb. ricevente*

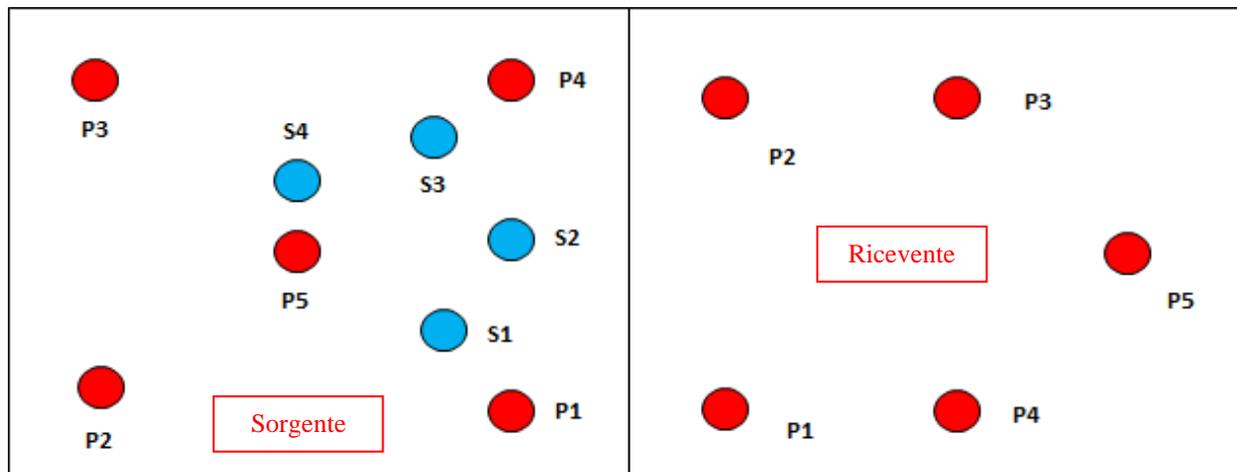
*S = amb. sorgente*

La sorgente sonora è costituita da una fonte omnidirezionale (cassa acustica dodecaedrica). E' stato generato un campo acustico stazionario avente uno spettro continuo nel campo di frequenza considerato (da 100 Hz a 3150 Hz). Il tipo di rumore è quello definito come "rosa", che possiede lo stesso contenuto energetico per ogni larghezza di banda di terzi di ottava. La potenza sonora è stata mantenuta a livelli sufficientemente alti da garantire un livello di pressione sonora di almeno 10 dB superiori al rumore di fondo in qualsiasi banda di frequenza. La sorgente è stata posizionata in modo da ottenere un suono il più diffuso possibile.

Sia nel locale sorgente che nel locale ricevente, il microfono è stato posizionato in n° 5 punti, mentre nel locale sorgente la cassa dodecaedrica è stata collocata in n° 4 posizioni (totale n° 20 misure in ogni locale).

In tutti i casi sono stati rispettati i seguenti valori minimi:

- 0,7 m tra le posizioni dei microfoni;
- 0,5 m tra ciascuna posizione di microfono e le pareti degli ambienti o diffusori;
- 1,0 m tra ciascuna posizione di microfono e la sorgente sonora



*Schema delle misurazioni*

*P= posizioni fonometro per misure dei valori di L1 (amb. sorgente) e L2 (amb. ricevente)*

*S= posizioni sorgente*

Nel locale sorgente è stato misurato il parametro L1 e nel ricevente L2.

All'interno del locale ricevente è stata effettuata la misura del rumore di fondo con sorgente spenta (B2).

Durante tale misura, tutti i serramenti sono stati tenuti chiusi ed è stato evitato che si verificassero eventuali episodi di rumore occasionale (per es. scarichi, accensioni di apparecchiature elettromeccaniche, ecc...), in modo che le rilevazioni non fossero influenzate da rumori estranei all'ambiente di prova.

All'interno del locale ricevente è stato misurato il tempo di riverberazione (T), che ha lo scopo di caratterizzare l'ambiente ricevente in funzione delle caratteristiche di assorbimento acustico. Per la misura di T è stata usata la stessa sorgente usata per misurare L1 ed L2 (cassa dodecaedrica), che genera impulsi di elevata potenza sonora in grado di sovrastare di almeno 60 db il rumore di fondo.

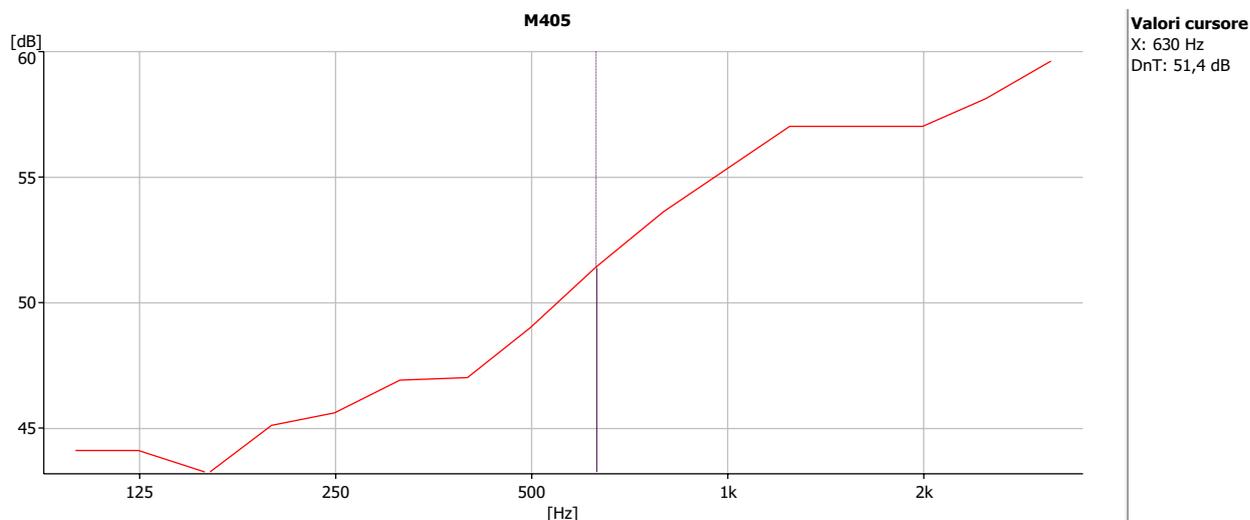
### Dati locali oggetto di misura e risultato finale di R'w:

Misura	Area locale ricevente [m <sup>2</sup> ]	Area locale sorgente [m <sup>2</sup> ]	Area parete divisoria [m <sup>2</sup> ]	Vo. locale ricevente V2 [m <sup>3</sup> ]	Vo. locale sorgente V1 [m <sup>3</sup> ]	Nr. di sorgenti (posizioni)	Nr. pos. mic. per sorg	L1: nr. pos.	L2: nr. pos.	DnTw [dB]
Completa	57,70	35,80	27,00	291,10	182,40	4	4	5	5	54,0

### Risultati misurazioni:

Param.	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz
DnT	44,1	44,1	43,2	45,1	45,6	46,9	47	49	51,4	53,6	55,3	57	57	57	58,1	59,6
L1	86,71	94,05	99,06	103,85	103,56	102,82	101,19	98,91	97	97,01	95,44	95,85	96,84	97,4	94,58	91,8
L2	50,01	56,5	62,98	66,17	65,22	63,18	61,08	56,46	52,14	50,2	46,96	45,91	46,57	46,83	42,71	37,86
B2	46,91	44,68	39,65	37,38	31,64	32,16	28,59	29,02	29,33	27,92	26,96	28,19	31,21	26,44	24,74	22,34
T20	2,31	2,32	2,66	3,02	2,86	2,68	2,43	2,27	2,33	2,42	2,37	2,51	2,36	2,21	2,08	1,84
T30	2,4	2,42	2,69	2,94	2,95	2,61	2,45	2,29	2,31	2,4	2,4	2,47	2,33	2,17	2,07	1,86

Dopo aver eseguito le misurazioni in tutti i punti, il software ha restituito il seguente grafico che descrive l'andamento del parametro R'w al variare delle frequenze:



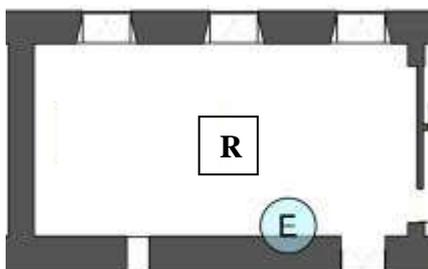
*\*DnT : tale valore è equivalente ad  $R'w$ . Il software, infatti, utilizza le indicazioni della Uni di riferimento che individua il parametro DnT quale espressione del potere di isolamento aereo tra ambienti confinanti.*

Per quanto finora detto, l'indice del potere fonoisolante apparente riferito a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari ( $R'w$ ), come si può osservare, **RISULTA CONFORME** alla normativa vigente, in materia di requisiti acustici passivi, in quanto superiore al limite minimo consentito dalla norma:

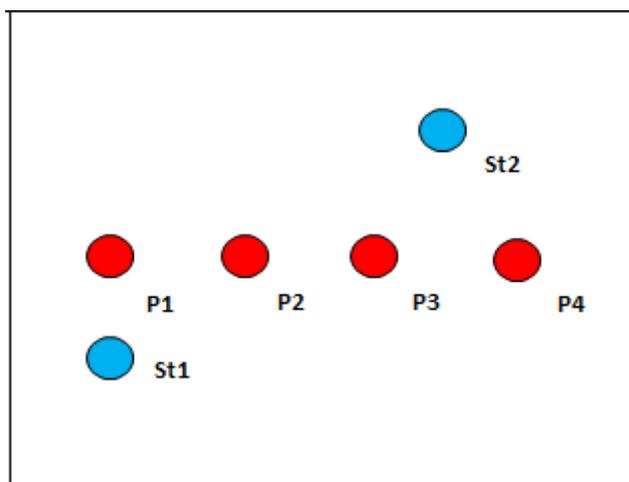
Valore misurato $R'w$ [dB (A)]	Limite (DPCM 05/12/1997) $R'w$ [dB (A)]
54	50

### **Prova n° 2 – ambiente situato al piano terra**

#### TEMPO DI RIVERBERO (T)



E' stato misurato nel locale ricevente al piano terra, utilizzato anche per la valutazione di  $R'w$  (prova n° 1).



*Schema delle misurazioni*

*P= posizioni fonometro per misure dei valori di T*

*St = posizioni sorgente*

#### **Dati locali oggetto di misura:**

volume locale = 291,1 mc

area locale = 57,7 mq

#### **Risultati misurazioni:**

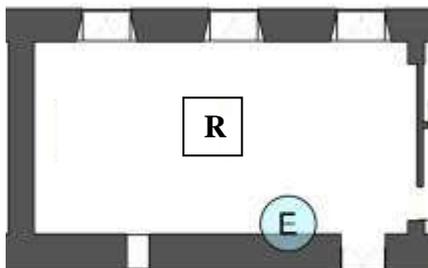
Param.	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz
T20	2,31	2,32	2,66	3,02	2,86	2,68	2,43	2,27	2,33	2,42	2,37	2,51	2,36	2,21	2,08	1,84
T30	2,4	2,42	2,69	2,94	2,95	2,61	2,45	2,29	2,31	2,4	2,4	2,47	2,33	2,17	2,07	1,86

Di solito si prende in considerazione il tempo di riverbero standard, cioè il T20, nelle frequenze più importanti e “centrali”, a 125, 250, 500, 1000 e 2000 Hz .

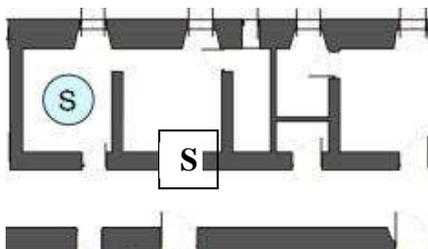
Una volta controllati i valori in rapporto alla destinazione d’uso del locale, è possibile portarli ai valori ottimali, riequilibrando il valore dell’assorbimento con l’aggiunta di materiale fonoassorbente che si calcola applicando la formula inversa di Sabine.

### Prova n° 3 – ambiente situato al piano terra

#### ISOLAMENTO ACUSTICO DEL CALPESTIO (L'n)



*Piano terra*



*Piano primo*

*R = amb. ricevente*

*S = amb. sorgente*

Nel locale ricevente, sito al piano terra, è stato posizionato il microfono per la misurazione di L<sub>2</sub>. Nel locale sorgente al piano primo, direttamente a contatto con la pavimentazione piastrellata, è stata posta una specifica macchina che riproduce il rumore derivato dal calpestio sul solaio, conforme ai requisiti definiti nella ISO 354:2003. Le caratteristiche tecniche della macchina per il calpestio sono definite dalla norma in maniera tale che questa produca un rumore standardizzato. La macchina è costituita da cinque martelli cilindrici d'acciaio, del peso di 500g ciascuno, posti in linea, con distanza interasse di 100 mm. I martelli vengono fatti cadere da un'altezza di 40 mm con cadenza casuale, al ritmo medio di dieci colpi al secondo – Tapping machine type 3207 serial n° 2195291 CE della BRUEL & Kjaer.

Per ogni posizione della Tapping machine (n° 4) il microfono è stato posto in n° 5 differenti punti scelti a caso nell'ambiente ricevente (totale n° 20 misure). La distanza tra la macchina e il bordo del pavimento è stata sempre superiore a 0,5 metri e la macchina stessa è stata posizionata a 45° rispetto all'andamento delle travi del solaio.

La norma UNI EN ISO 140-7 si riferisce alle misure in situ e definisce il livello di pressione sonora da impatto normalizzato  $L'_{nT}$  rispetto al tempo di riverberazione, la cui formula è la seguente:

$$L'_{nT} = L_2 - 10 \log \frac{T_2}{0.5} dB$$

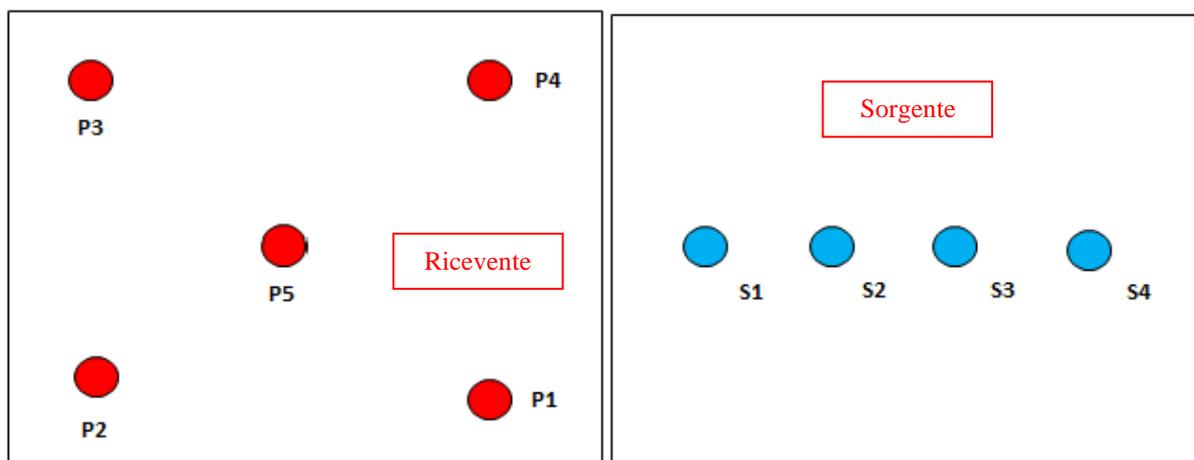
in cui 0,5 è il tempo di riverberazione di riferimento per le abitazioni espresso in secondi;  $T_2$  è il tempo di riverberazione dell'ambiente ricevente;

$L_2$  è il livello medio di pressione sonora registrato nel locale ricevente, che tiene conto delle  $n$  posizioni di misura effettuate.

I parametri  $L_2$ ,  $B_2$  e  $T$  sono stati misurati tenendo conto degli accorgimenti già specificati in precedenza.

Le prove in situ sono state effettuate rispettando i seguenti valori minimi:

- 0,7 m tra le posizioni dei microfoni;
- 0,5 m tra ciascuna posizione di microfono e le pareti degli ambienti o diffusori;
- 1,0 m tra ciascuna posizione di microfono e il solaio superiore eccitato dal generatore di calpestio



*Schema delle misurazioni*

*P= posizioni fonometro per misure dei valori di  $L_2$*

*S= posizioni sorgente*

I serramenti esterni sono stati mantenuti chiusi durante tutte le misure.

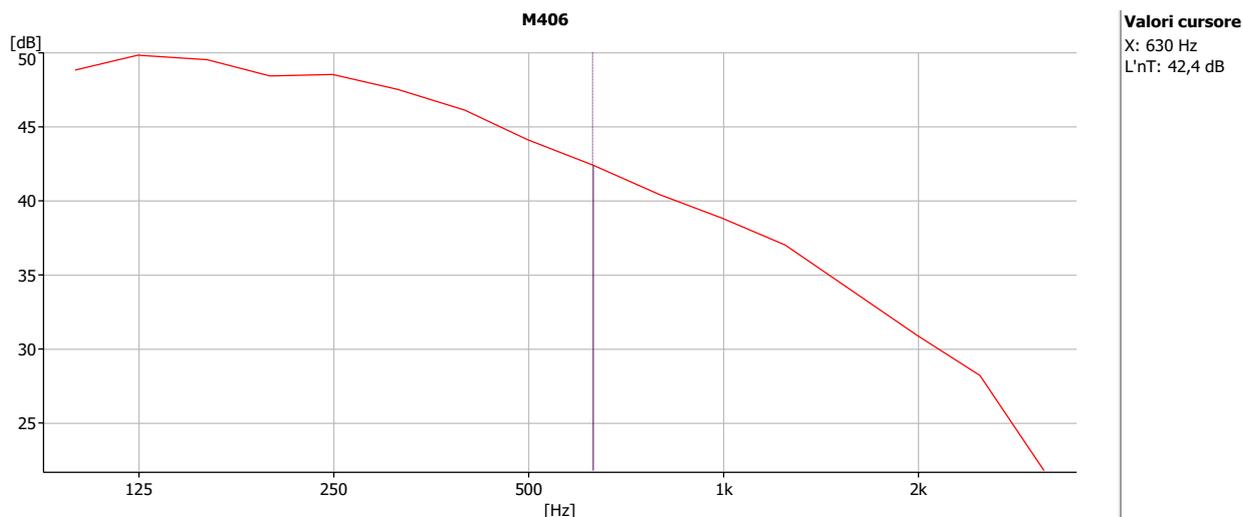
**Dati locali oggetto di misura:**

Misura	Area locale ricevente [m <sup>2</sup> ]	Area locale sorgente [m <sup>2</sup> ]	Area parete divisoria [m <sup>2</sup> ]	Vo, locale ricevente V2 [m <sup>3</sup> ]	Vo, locale sorgente V1 [m <sup>3</sup> ]	Nr. di sorgenti (posizioni)	Nr. pos. mic. per sorg	L1: nr. pos.	L2: nr. pos.	L'nTw [dB]
Completa	17,40	57,00	57,00	48,70	291,00	4	4	5	5	43,0

**Risultati misurazioni:**

Param.	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz
L'nT	48,8	49,8	49,5	48,4	48,5	47,5	46,1	44,1	42,4	40,4	38,8	37	33,8	30,9	28,2	21,7
L2	55,52	56,87	56,95	56,33	56,15	55,01	53,04	50,81	48,94	47,16	45,5	43,87	40,31	37,2	34,35	27,6
B2	35,09	33	28,93	31,95	28,11	27,34	25,79	26,13	24,71	24,08	23,7	24,62	24,43	22,3	18,88	15,87
T20	2,37	2,55	2,78	3,13	2,9	2,8	2,48	2,34	2,25	2,35	2,36	2,42	2,24	2,14	2,04	1,85
T30	2,44	2,53	2,71	2,99	2,91	2,74	2,47	2,31	2,26	2,33	2,33	2,39	2,24	2,13	2,03	1,83

Dopo aver eseguito le misurazioni in tutti i punti, il software ha restituito il seguente grafico che descrive l'andamento del parametro L'nT al variare delle frequenze:

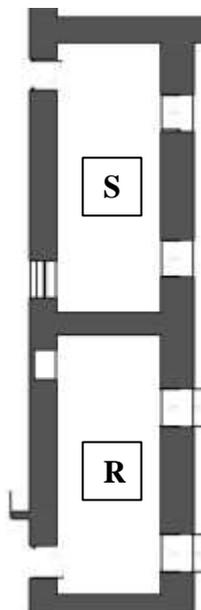


Per quanto finora detto, il livello di rumore di calpestio del solaio normalizzato con il tempo di riverberazione ( $L'_n$ ), come si può osservare, **RISULTA CONFORME** con la normativa vigente, in materia di requisiti acustici passivi, in quanto inferiore al limite massimo consentito dalla norma:

Valore misurato $L'_n$ [dB (A)]	Limite (DPCM 05/12/1997) $L'_n$ [dB (A)]
43	63

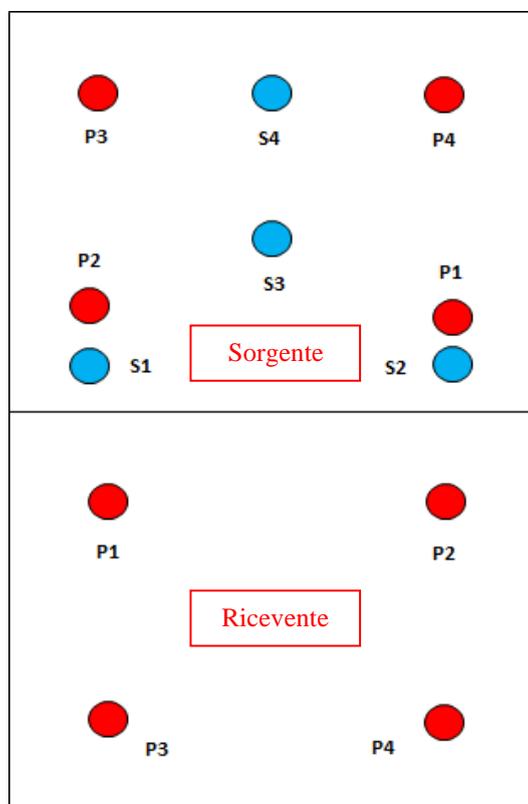
**Prova n° 4 – tra ambienti situati al piano primo**

**ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA TRA AMBIENTI CONFINANTI (R'w)**



*R = amb. ricevente*

*S = amb. sorgente*



*Schema delle misurazioni*

*P= posizioni fonometro per misure dei valori di L1 (amb. sorgente) e L2 (amb. ricevente)*

*S= posizioni sorgente*

Nel locale sorgente è stato misurato il parametro L1 e nel ricevente L2.

All'interno del locale ricevente è stata effettuata la misura del rumore di fondo con sorgente spenta (B2).

All'interno del locale ricevente è stato misurato il tempo di riverberazione (T), che ha lo scopo di caratterizzare l'ambiente ricevente in funzione delle caratteristiche di assorbimento acustico.

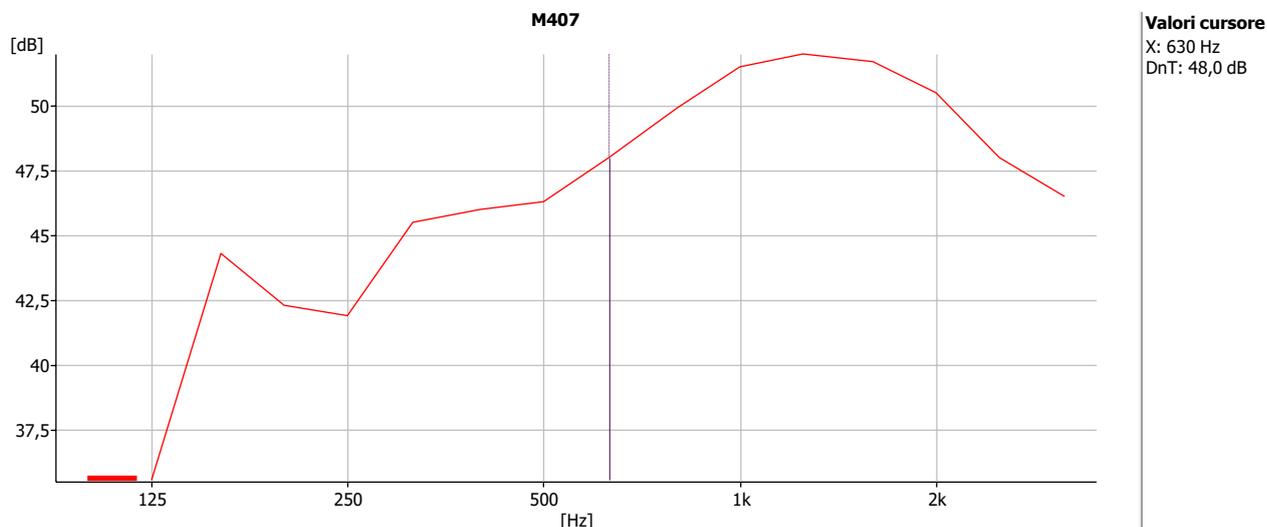
### Dati locali oggetto di misura:

Misura	Area locale ricevente [m <sup>2</sup> ]	Area locale sorgente [m <sup>2</sup> ]	Area parete divisoria [m <sup>2</sup> ]	Vo. locale ricevente V2 [m <sup>3</sup> ]	Vo. locale sorgente V1 [m <sup>3</sup> ]	Nr. di sorgenti (posizioni)	Nr. pos. mic. per sorg	L1: nr. pos.	L2: nr. pos.	DnT [dB]
Completa	22,20	23,20	9,10	67,80	70,80	4	3	4	4	49,0

### Risultati misurazioni:

Param.	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz
DnT	35,7	35,5	44,3	42,3	41,9	45,5	46	46,3	48	49,9	51,5	52	51,7	50,5	48	46,5
L1	84,48	97,59	102,8	106,9	107,8	106,4	105,1	102,8	100,9	100,3	98,8	98,54	99,94	100	96,99	94,44
L2	53,58	66,45	63,84	70,29	71,62	67,11	65,19	62,25	58,63	55,44	52,7	51,74	53,02	54,1	53,42	51,77
B2	27,43	28,37	24,55	25,47	25,66	23,97	26,26	27,18	24,31	23,56	22,6	27,49	26,85	26,4	23,32	23,23
T20	1,42	1,28	1,62	1,85	1,88	2,16	2,05	1,94	1,87	1,71	1,72	1,65	1,51	1,41	1,36	1,21
T30	1,44	1,42	1,62	1,9	2,06	2,21	1,94	1,92	1,84	1,71	1,67	1,62	1,51	1,39	1,32	1,22

Dopo aver eseguito le misurazioni in tutti i punti, il software ha restituito il seguente grafico che descrive l'andamento del parametro R'w al variare delle frequenze:



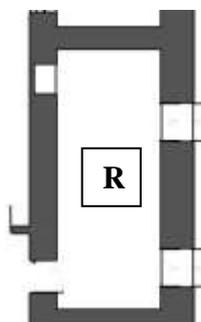
*\*DnT : tale valore è equivalente ad  $R'w$ . Il software, infatti, utilizza le indicazioni della Uni di riferimento che individua il parametro DnT quale espressione del potere di isolamento aereo tra ambienti confinanti.*

Per quanto finora detto, l'indice del potere fonoisolante apparente riferito a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari ( $R'w$ ), come si può osservare, **RISULTA NON CONFORME** alla normativa vigente, in materia di requisiti acustici passivi, in quanto inferiore al limite minimo consentito dalla norma:

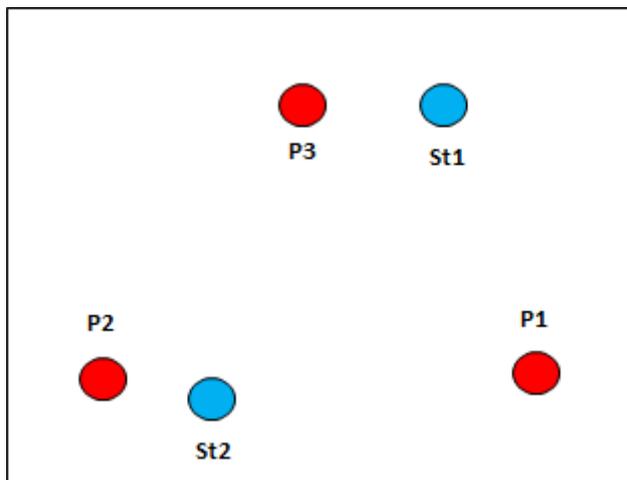
Valore misurato $R'w$ [dB (A)]	Limite (DPCM 05/12/1997) $R'w$ [dB (A)]
49	50

### **Prova n° 5 – ambiente situato al piano primo**

#### TEMPO DI RIVERBERO (T)



E' stato misurato nel locale ricevente al piano primo, utilizzato anche per la valutazione di  $R'w$  (prova n° 4).



*Schema delle misurazioni*

*P= posizioni fonometro per misure dei valori di T*  
*St = posizioni sorgente*

**Dati locali oggetto di misura:**

area locale: 22,2 mq

volume locale: 67,8 mc

**Risultati misurazioni:**

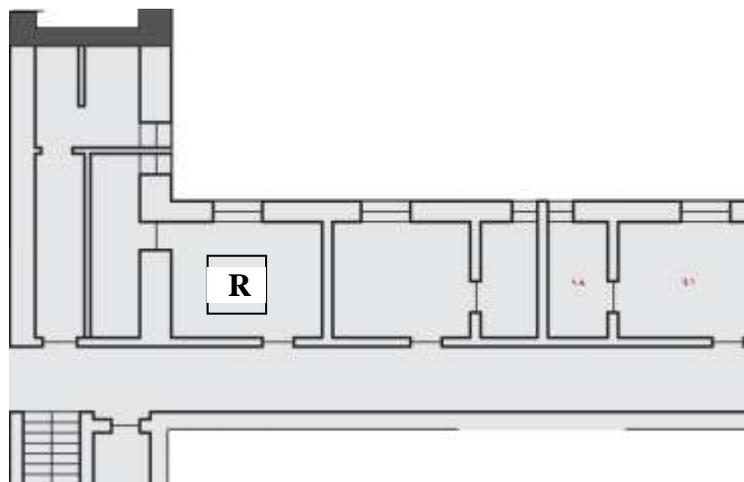
Param.	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz
T20	1,42	1,28	1,62	1,85	1,88	2,16	2,05	1,94	1,87	1,71	1,72	1,65	1,51	1,41	1,36	1,21
T30	1,44	1,42	1,62	1,9	2,06	2,21	1,94	1,92	1,84	1,71	1,67	1,62	1,51	1,39	1,32	1,22

Di solito si prende in considerazione il tempo di riverbero standard, cioè il T20, nelle frequenze più importanti e “centrali”, a 125, 250, 500, 1000 e 2000 Hz .

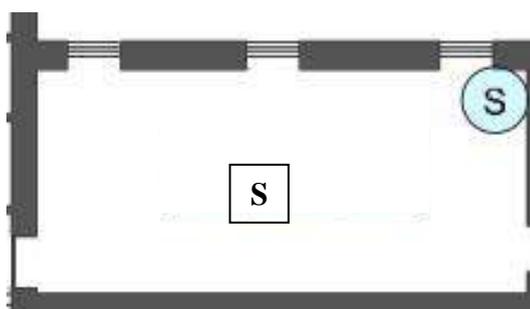
Una volta controllati i valori in rapporto alla destinazione d’uso del locale, è possibile portarli ai valori ottimali, riequilibrando il valore dell’assorbimento con l’aggiunta di materiale fonoassorbente che si calcola applicando la formula inversa di Sabine.

## Prova n° 6 – ambiente situato al piano primo

### ISOLAMENTO ACUSTICO DEL CALPESTIO (L'n)



*Piano primo*

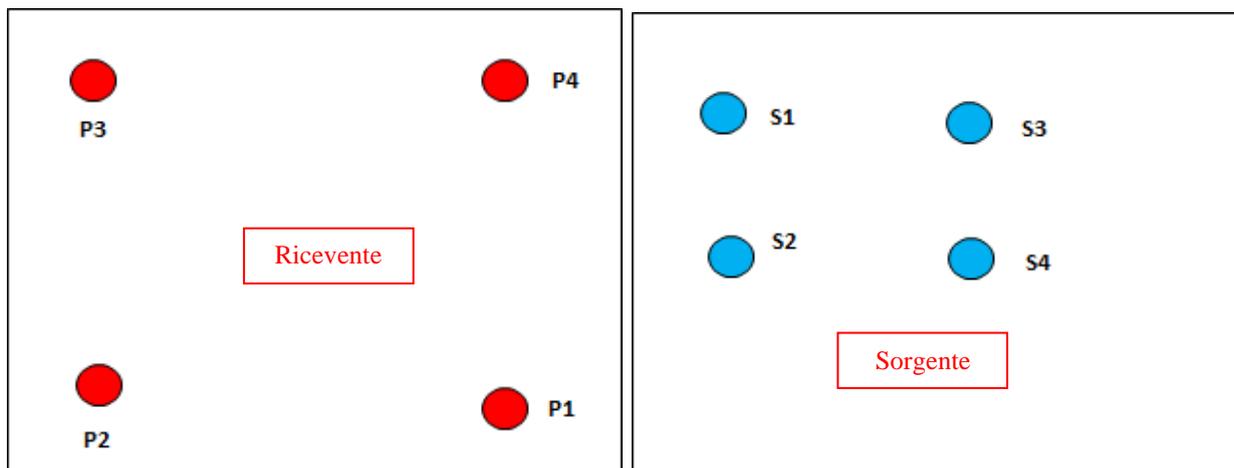


*Piano secondo*

*R = amb. ricevente*

*S = amb. sorgente*

Nel locale ricevente è stato posizionato il microfono per la misurazione di L2. Nel locale sorgente, direttamente a contatto con la pavimentazione piastrellata, è stata posta una specifica macchina (Tapping machine) che riproduce il rumore derivato dal calpestio sul solaio. Per ogni posizione della Tapping machine (n° 4) il microfono è stato posto in n° 4 differenti punti scelti a caso nell'ambiente ricevente (totale n° 16 misure). La distanza tra la macchina e il bordo del pavimento è stata sempre superiore a 0,5 metri e la macchina stessa è stata posizionata a 45° rispetto all'andamento delle travi del solaio.



*Schema delle misurazioni*

*P= posizioni fonometro per misure dei valori di L2*

*S= posizioni sorgente*

I serramenti esterni sono stati mantenuti chiusi durante tutte le misure.

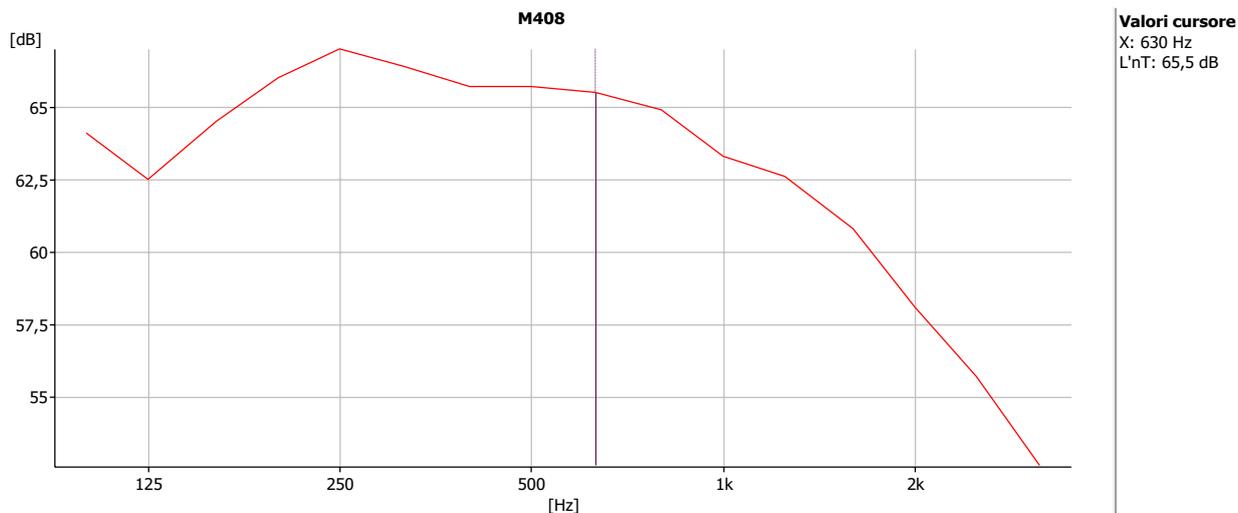
### Dati locali oggetto di misura:

Misura	Area locale ricevente [m <sup>2</sup> ]	Area locale sorgente [m <sup>2</sup> ]	Area parete divisoria [m <sup>2</sup> ]	Vo. locale ricevente V2 [m <sup>3</sup> ]	Vo. locale sorgente V1 [m <sup>3</sup> ]	Nr. di sorgenti (posizioni)	L2: nr. pos.	L'nT [dB]
Completa	17,40	16,00	16,00	48,70	57,10	4	4	65,0

### Risultati misurazioni:

Param.	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz
L'nT	64,1	62,5	64,5	66	67	66,4	65,7	65,7	65,5	64,9	63,3	62,6	60,8	58,1	55,7	52,6
L2	66,84	65,61	68,41	69,42	70,01	69,76	68,89	68,96	68,95	68,04	66,89	66,24	64,32	61,77	58,91	55,48
B2	38	33,88	32,59	30,39	26,84	26,16	22,31	22,21	21,57	21,39	18,96	17,81	17,05	19,16	14,69	14,69
T20	0,94	1,03	1,24	1,1	0,99	1,09	1,04	1,05	1,1	1,04	1,15	1,16	1,13	1,15	1,05	0,97
T30	0,93	1,13	1,15	1,08	1,04	1,13	1,1	1,08	1,09	1,08	1,12	1,18	1,17	1,16	1,11	1,02

Dopo aver eseguito le misurazioni in tutti i punti, il software ha restituito il seguente grafico che descrive l'andamento del parametro L'nT al variare delle frequenze:

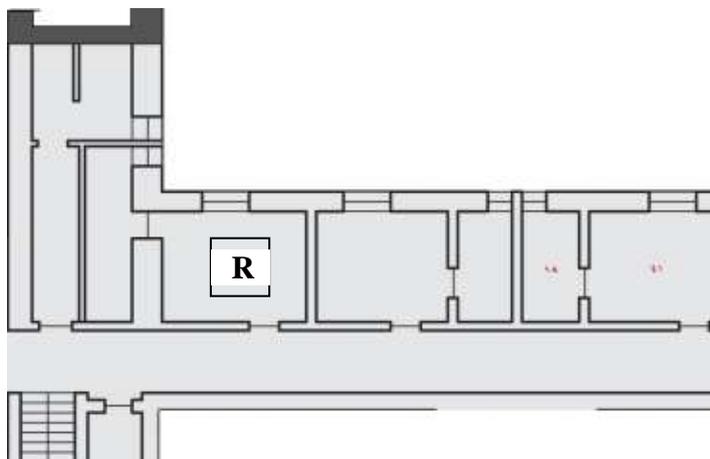


Per quanto finora detto, il livello di rumore di calpestio del solaio normalizzato con il tempo di riverberazione ( $L'_n$ ), come si può osservare, **RISULTA NON CONFORME** con la normativa vigente, in materia di requisiti acustici passivi, in quanto superiore al limite consentito dalla norma:

Valore misurato $L'_n$ [dB (A)]	Limite (DPCM 05/12/1997) $L'_n$ [dB (A)]
65	63

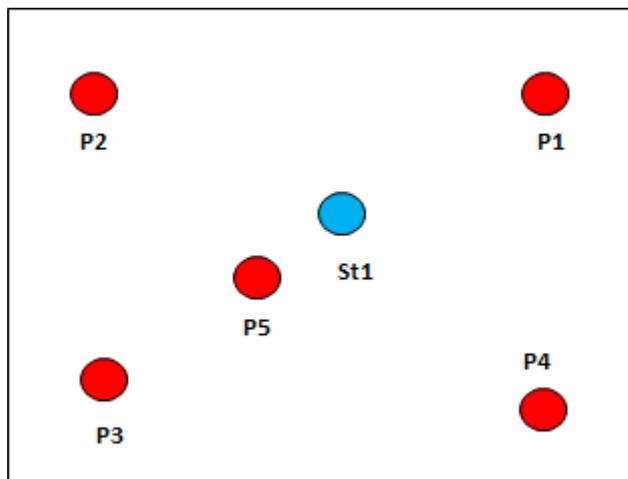
### Prova n° 7 – ambiente situato al piano primo

#### TEMPO DI RIVERBERO (T)



*Piano primo*

E' stato misurato nel locale ricevente al piano primo, utilizzato anche per la valutazione di L'nT (prova n° 6).



*Schema delle misurazioni*

*P= posizioni fonometro per misure dei valori di T*

*St = posizioni sorgente*

### Dati locali oggetto di misura:

area locale: 17,4 mq

volume locale: 48,7 mc

### Risultati misurazioni:

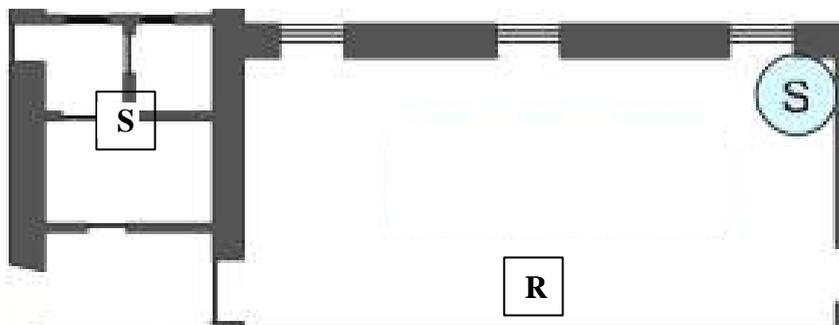
Param.	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz
T20	0,94	1,03	1,24	1,1	0,99	1,09	1,04	1,05	1,1	1,04	1,15	1,16	1,13	1,15	1,05	0,97
T30	0,93	1,13	1,15	1,08	1,04	1,13	1,1	1,08	1,09	1,08	1,12	1,18	1,17	1,16	1,11	1,02

Di solito si prende in considerazione il tempo di riverbero standard, cioè il T20, nelle frequenze più importanti e “centrali”, a 125, 250, 500, 1000 e 2000 Hz .

Una volta controllati i valori in rapporto alla destinazione d’uso del locale, è possibile portarli ai valori ottimali, riequilibrando il valore dell’assorbimento con l’aggiunta di materiale fonoassorbente che si calcola applicando la formula inversa di Sabine.

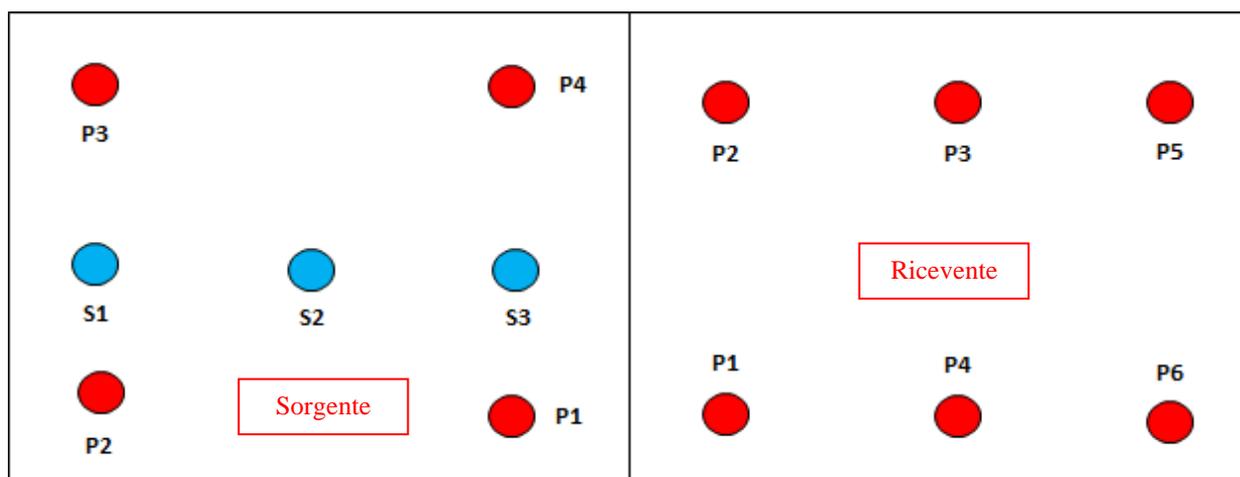
**Prova n° 8 – tra ambienti situati al piano secondo**

**ISOLAMENTO ACUSTICO PER VIA AEREA TRA AMBIENTI CONFINANTI (R'w)**



*R = amb. ricevente*

*S = amb. sorgente*



*Schema delle misurazioni*

*P= posizioni fonometro per misure dei valori di L1 (amb. sorgente) e L2 (amb. ricevente)*

*S= posizioni sorgente*

Nel locale sorgente è stato misurato il parametro L1 e nel ricevente L2.

All'interno del locale ricevente è stata effettuata la misura del rumore di fondo con sorgente spenta (B2).

All'interno del locale ricevente è stato misurato il tempo di riverberazione (T), che ha lo scopo di caratterizzare l'ambiente ricevente in funzione delle caratteristiche di assorbimento acustico.

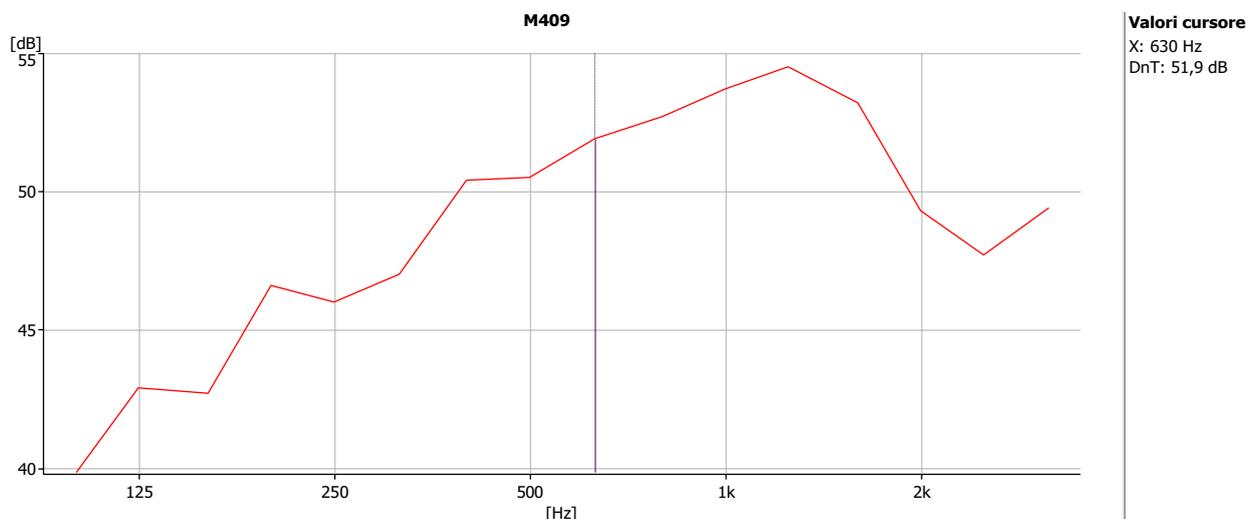
**Dati locali oggetto di misura:**

Misura	Area locale ricevente [m <sup>2</sup> ]	Area locale sorgente [m <sup>2</sup> ]	Area parete divisoria [m <sup>2</sup> ]	Vo. locale ricevente V2 [m <sup>2</sup> ]	Vo. locale sorgente V1 [m <sup>2</sup> ]	Nr. di sorgenti (posizioni)	Nr. pos. mic. per sorg	L1: nr. pos.	L2: nr. pos.	DnTw [dB]
Completa	63,90	11,80	20,00	232,00	37,00	3	4	4	6	51,0

**Risultati misurazioni:**

Param.	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz
DnT	39,8	42,9	42,7	46,6	46	47	50,4	50,5	51,9	52,7	53,7	54,5	53,2	49,3	47,7	49,4
L1	88,57	94,42	101,97	104,86	105,63	103,76	102,47	100,08	98,35	97,87	96,34	96,57	97,52	97,85	94,94	92,11
L2	56,84	59,63	67,01	66,68	67,87	64,99	60,34	57,79	54,57	53,44	50,93	50,33	52,46	56,27	54,64	49,53
B2	40,21	36,46	32,11	30,84	29,13	30,27	24,99	22,5	23,35	24,04	27,22	28,72	21,78	23,75	20,01	20,36
T20	3,25	3,26	3,08	3,51	3,37	3,38	3,48	3,33	3,28	3,4	3,36	3,35	3,23	2,98	2,79	2,42
T30	3,29	3,23	3,3	3,82	3,44	3,4	3,41	3,28	3,28	3,41	3,38	3,36	3,19	2,98	2,76	2,42

Dopo aver eseguito le misurazioni in tutti i punti, il software ha restituito il seguente grafico che descrive l'andamento del parametro R'w al variare delle frequenze:



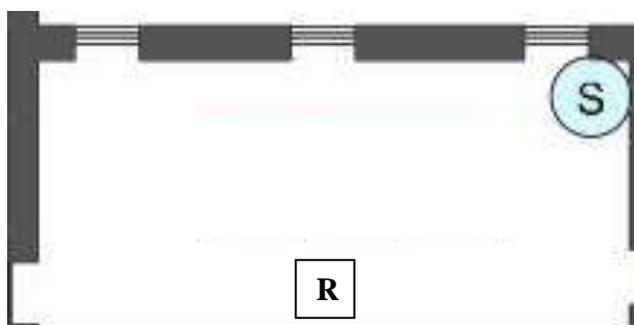
*\*DnT : tale valore è equivalente ad R'w. Il software, infatti, utilizza le indicazioni della Uni di riferimento che individua il parametro DnT quale espressione del potere di isolamento aereo tra ambienti confinanti.*

Per quanto finora detto, l'indice del potere fonoisolante apparente riferito a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari (R'w), come si può osservare, **RISULTA CONFORME** alla normativa vigente, in materia di requisiti acustici passivi, in quanto superiore al limite minimo consentito dalla norma:

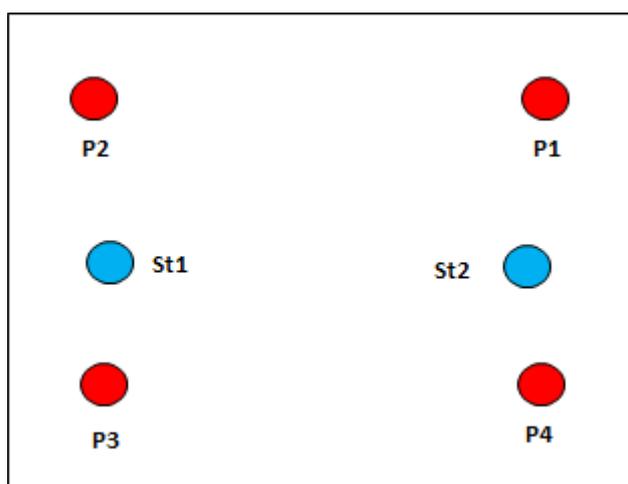
Valore misurato $R'_w$ [dB (A)]	Limite (DPCM 05/12/1997) $R'_w$ [dB (A)]
51	50

**Prova n° 9 – ambiente situato al piano secondo**

TEMPO DI RIVERBERO (T)



È stato misurato nel locale ricevente al piano secondo, utilizzato anche per la valutazione di  $R'_w$  (prova n° 8).



*Schema delle misurazioni*

*P= posizioni fonometro per misure dei valori di T*

*St = posizioni sorgente*

**Dati locali oggetto di misura:**

area locale: 63,5 mq

volume locale: 232 mc

**Risultati misurazioni:**

Param.	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz
T20	3,25	3,26	3,08	3,51	3,37	3,38	3,48	3,33	3,28	3,4	3,36	3,35	3,23	2,98	2,79	2,42
T30	3,29	3,23	3,3	3,82	3,44	3,4	3,41	3,28	3,28	3,41	3,38	3,36	3,19	2,98	2,76	2,42

Di solito si prende in considerazione il tempo di riverbero standard, cioè il T20, nelle frequenze più importanti e “centrali”, a 125, 250, 500, 1000 e 2000 Hz .

Una volta controllati i valori in rapporto alla destinazione d’uso del locale, è possibile portarli ai valori ottimali, riequilibrando il valore dell’assorbimento con l’aggiunta di materiale fonoassorbente che si calcola applicando la formula inversa di Sabine.

## 7. GIUDIZIO CONCLUSIVO

Dalle misure effettuate e dalle considerazioni e valutazioni formulate, si può affermare che i locali oggetto della presente perizia, siti nell’edificio dell’ex convento dei Cappuccini di Via Roma in comune di Maddaloni (CE), non sempre rispettano requisiti acustici passivi definiti nel DPCM 05/12/97, per ciò che riguarda l’isolamento acustico dai rumori di calpestio e l’isolamento acustico per via aerea tra ambienti (partizioni verticali tra appartamenti).

Nella seguente tabella sono riassunti i risultati finali rilevati nei diversi ambienti indagati:

Piano	Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di differenti unità immobiliari $R'_w$ (dB)	Verificato in base al DPCM 15/12/1997	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari $L'_{nw}$ (dB)	Verificato in base al DPCM 15/12/1997
TERRA	54 > 50	SI	43 < 63	SI
PRIMO	49 < 50	NO	65 > 63	NO
SECONDO	51 > 50	SI		

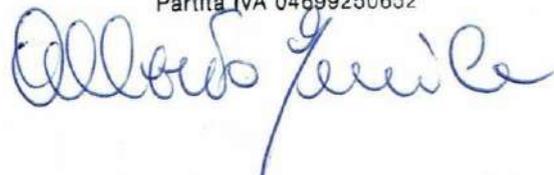
## 8. ALLEGATI

Si allegano alla presente relazione:

- **Allegato 1:** Dichiarazione di conformità dello strumento e certificati di taratura (pag. 36-37);
- **Allegato 2:** Attestazione Tecnico Competente in Acustica Ambientale (pag. 38).
- **Allegato A:** Stazioni di misura- Rilievo impianti messa a terra;
- **Allegato B:** Rilievo della posizione di pluviali e pozzetti acque reflue.

Il Consulente Tecnico Incaricato  
Dott. Alberto Gentile

Dott. Alberto Gentile  
CONSULENZA AMBIENTALE  
e SICUREZZA SUL LAVORO  
Via G. Budetti, 134 - Tel. 392.7059835  
84098 PONTECAGNANO FAIANO (SA)  
Partita IVA 04699250652



*L'elaborazione dei dati rappresenta un sussidio da approvare e verificare a cura del progettista strutturale e/o direttore dei lavori che resta unico responsabile. Resta in capo alla Istemi srl la responsabilità sulla precisione e accuratezza del dato.*



# CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

**Sonora S.r.l.**

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Bersaglieri, 9 - Caserta

Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196

www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

## CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/10629 Misura del 12/12/2022

Pagina 1 di 11  
Page 1 of 11

- Data di Emissione: 2021/06/10  
*date of Issue*

- cliente: Dario Imbriaco  
*customer*  
Via Saverio Avenia, 6  
84133 - Salerno (SA)

- destinatario: Dario Imbriaco  
*addressee*  
Via Saverio Avenia, 6  
84133 - Salerno (SA)

- richiesta: 273/21  
*application*

- in data: 2021/06/04  
*date*

- Si riferisce a:  
*Reference*

- oggetto: Fonometro  
*Item*

- costruttore: Briel & Kjaer  
*manufacturer*

- modello: 2250  
*model*

- matricola: 2473223  
*serial number*

- data delle misure: 2021/06/10  
*date of measurements*

- registro di laboratorio: 10629  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 247/1997 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees enacted by Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

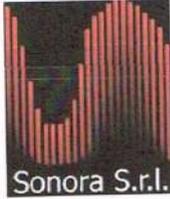
I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure valide alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*



# CENTRO DI TARATURA LAT N° 185

Calibration Centre

Laboratorio Accreditato di Taratura

**Sonora S.r.l.**

Servizi di Ingegneria Acustica

Via dei Bersaglieri, 9 - Caserta

Tel 0823 351196 - Fax 0823 351196

www.sonorasrl.com - sonora@sonorasrl.com



LAT N°185

## CERTIFICATO DI TARATURA LAT 185/10626

Certificate of Calibration

Pagina 1 di 5  
Page 1 of 5

# Misura del 12/12/2022

- Data di Emissione: 2021/06/10  
*date of issue*

- cliente: Ing. Scovotto Alessandro  
*customer*

Via Europa, 15

84098 - Pontecagnano Faiano (SA)

- destinatario: Ing. Scovotto Alessandro  
*addressee*

Via Europa, 15

84098 - Pontecagnano Faiano (SA)

- richiesta: 27421  
*application*

- in data: 2021/06/04  
*date*

- Si riferisce a:

*Referring to*

- oggetto: Calibratore  
*Item*

Bruel & Kjaer

- costruttore: Bruel & Kjaer  
*manufacturer*

- modello: 4231  
*model*

- matricola: 2685594  
*serial number*

- data delle misure: 2021/06/10  
*date of measurements*

- registro di laboratorio: 10626  
*laboratory reference*

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accREDITAMENTO LAT N. 185 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la tracciabilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali ed internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).

Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo esplicita autorizzazione scritta da parte del Centro.

*This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT No. 185 granted according to decrees connected with Italian Law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).*

*This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.*

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i Campioni di Riferimento da cui inizia la catena di riferibilità del Centro ed i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.

*The measurement results reported in this Certificate were obtained following the procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.*

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente al livello di fiducia di circa il 95%. Normalmente tale fattore vale 2.

*The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.*

Il Responsabile del Centro  
*Head of the Centre*



*Giunta Regionale della Campania*  
*Area Generale di Coordinamento*  
*Ecologia, Tutela Ambientale, Disinguinamento,*  
*Protezione civile*

*Il dirigente del Settore C2*

REGIONE CAMPANIA

Prot. 2012. 0214060 20/03/2012

Mittente : Tutela e Controllo Ambient. - AA 05. - Personale - Contenzioso

Destinatari : GENTILE ALBERTO

Classifica : 5. Fascicolo 22 del 2012



Al Sig. Alberto Gentile  
Via Roma, 54  
84086 – Roccapiemonte (SA)

Oggetto: Commissione regionale interna per il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica.

In riferimento alla Sua istanza finalizzata ad ottenere il riconoscimento della figura di tecnico competente in acustica, si comunica che con decreto dirigenziale n. 86 del 12.03.2012, la S.V. è stata inserita nell'elenco regionale ex art. 2 comma 6 e 7 legge 447/95.

Dott. Michele Palmieri

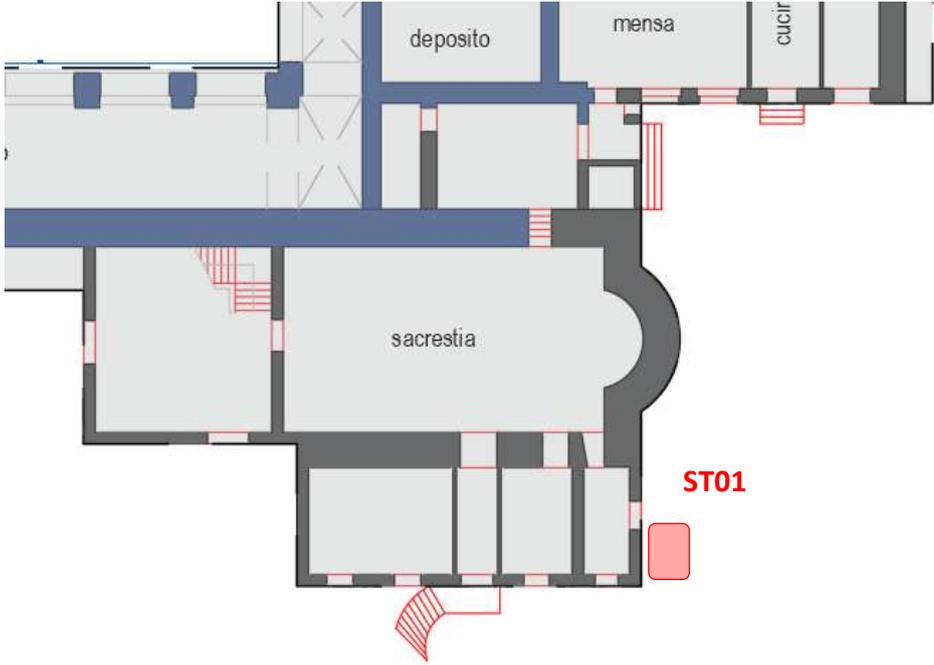
M. Corsale

# Allegato A

---

Stazioni di misura- Rilievo impianti messa a terra



INDAGINI DIAGNOSTICHE	Stazione di misura	ST01
<b>Rilievo Autoptico</b>		
Ubicazione: Piano Terra		
		
<b>Nota esame visivo:</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>- Dimensione Pozzetto: 20x20 cm;</li><li>- Diametro cavo Ø9;</li><li>- Cavo non collegato;</li><li>- Lunghezza punta disperdente 100cm;</li><li>- Infissione 70 cm;</li></ul>		
		

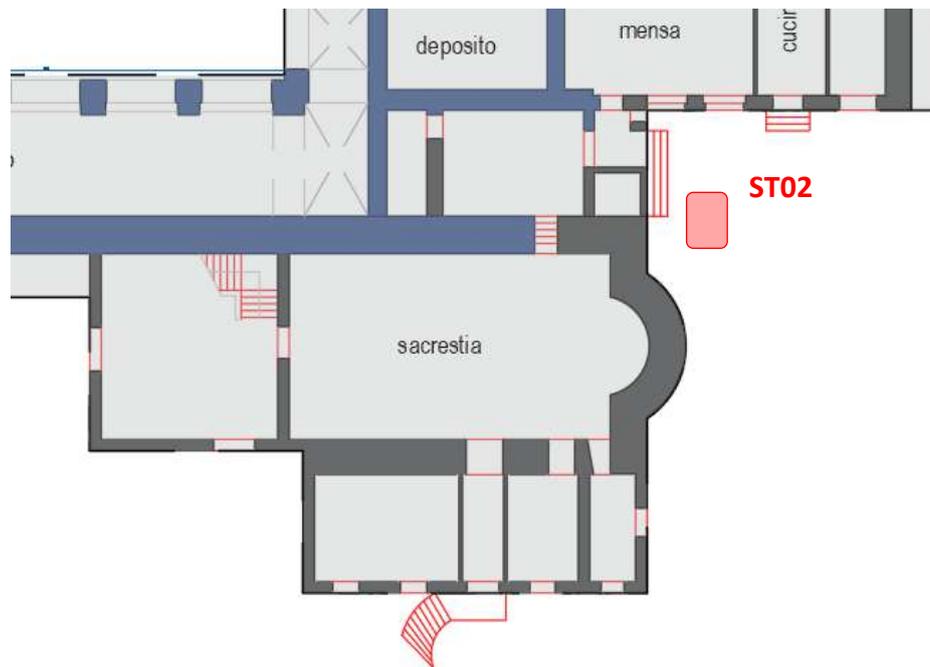
INDAGINI DIAGNOSTICHE

Stazione di misura

ST02

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Piano Terra



Nota esame visivo:

- Dimensione Pozzetto: 20x20 cm;
- Diametro cavo  $\varnothing 16$ ;
- Lunghezza punta disperdente 100cm;
- Infissione 70 cm;



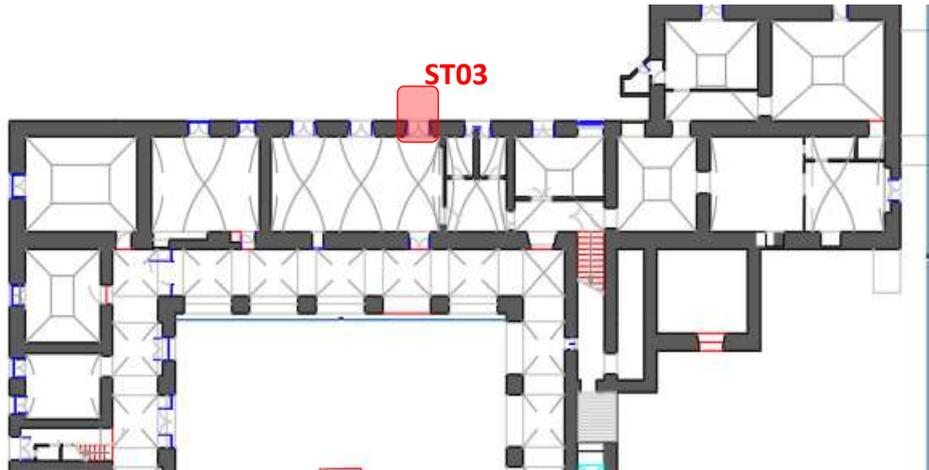
INDAGINI DIAGNOSTICHE

Stazione di misura

ST03

Rilievo Autoptico

Ubicazione: Piano Terra



Nota esame visivo:

- Dimensione Pozzetto: 20x20 cm;
- Diametro cavo  $\varnothing 12$ ;
- Non collegata;
- Lunghezza punta disperdente 100cm;
- Infissione 70 cm;



# Allegato B

---

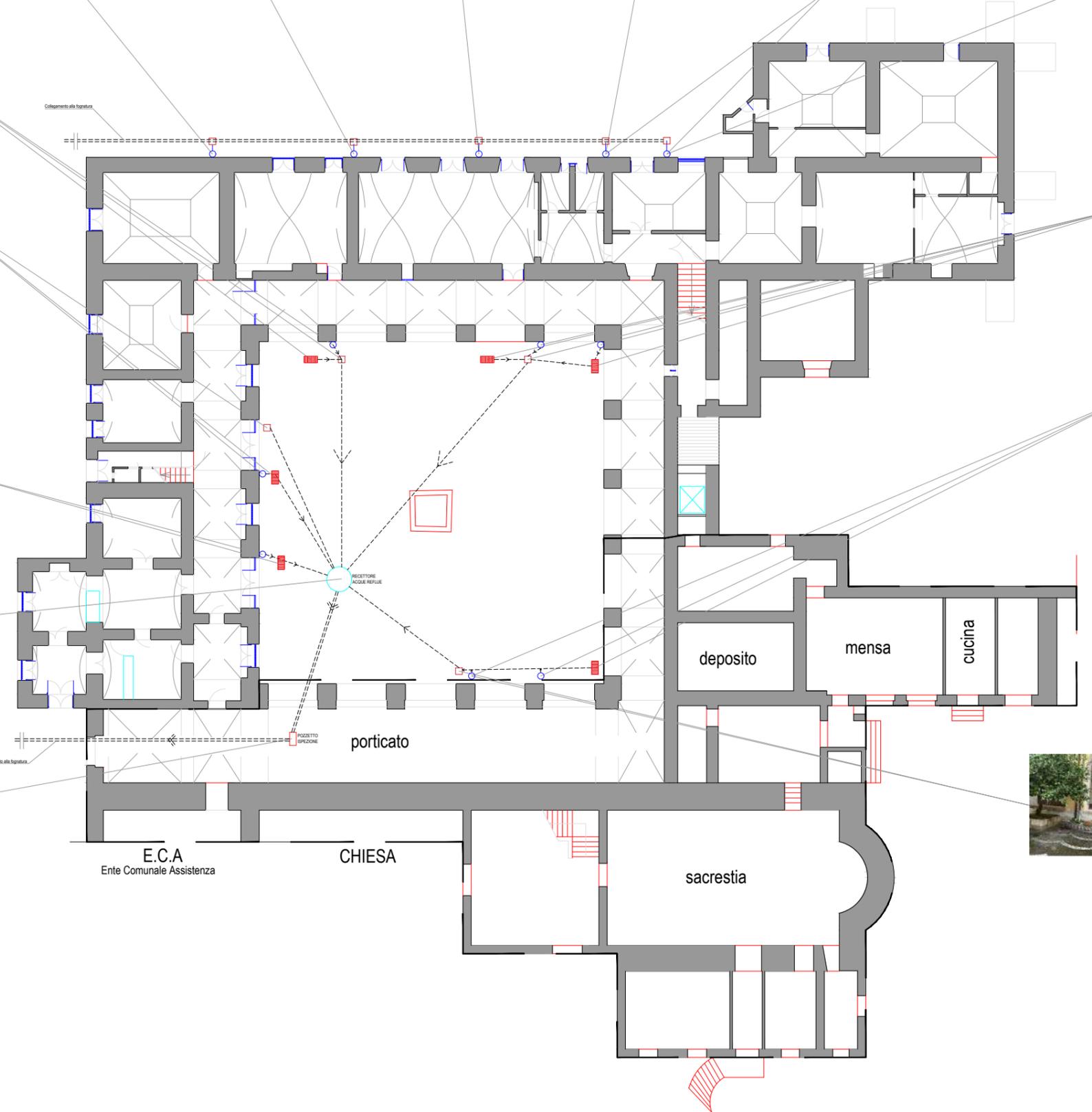
Rilievo della posizione di pluviali e pozzetti acque reflue





LEGGENDA UBICAZIONE IMPIANTI DELLE ACQUE	
	PLUVIALI
	POZZETTO ISPEZIONE ACQUE REFLUE
	POZZETTO DI RACCORDO ACQUE REFLUE
	CADITOIA A GRIGLIA

N.B.: Gli impianti per la raccolta delle acque reflue e i sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, non sono convogliate separatamente.

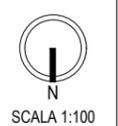


PIANTA PIANO TERRA



Lavori di ristrutturazione edilizia dell'ex convento dei cappuccini di Via Roma e riqualificazione dell'attuale campo sportivo di Via Mercorio

Indagini di caratterizzazione impiantistica meccanica  
Rilievo della posizione di pluviali e pozzetti acque reflue



SCALA 1:100



**ALLEGATO C - INDAGINI STRATIGRAFICHE E CHIMICHE DI INTONACI PER IL RESTAURO DELL'EX CONVENTO DEI CAPPUCCINI**

---

## RELAZIONE TECNICA

---

# Indagini stratigrafiche e chimiche di intonaci per il restauro dell'ex Convento dei Cappuccini sito in Maddaloni (CE)

---

### *Committente*

**Comune di Maddaloni**

---

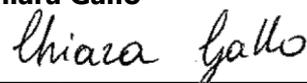
### *Direttore Tecnico*

**ing. Nicolino Messuti**



**Esperta in Diagnostica dei Beni Culturali**  
(Fascia I - ai sensi del DM n. 244/2019)

**Dott.ssa Ph.D. Chiara Gallo**



---

Pag 1 di 10 <i>pagine</i>	Prot. 20221144 del 29/12/2022 <i>protocollo</i>	RT20220126_CHIM <i>ID documento</i>
Ufficio tecnico <i>autore</i>	Direzione <i>verifica</i>	0 <i>revisione</i>



## INDICE

1. INTRODUZIONE .....	5
2. ANAMNESI E PIANO DELLE INDAGINI .....	5
3. ESECUZIONE DI TASSELLI STRATIGRAFICI .....	5
4. CAMPIONAMENTO DEI MATERIALI .....	6
5. PREPARAZIONE DEI CAMPIONI PER LE ANALISI DI LABORATORIO .....	7
6. INDAGINI DI LABORATORIO .....	7
- OSSERVAZIONE MICROSCOPICA IN LUCE RIFLESSA E ULTRAVIOLETTA SU SEZIONE LUCIDA..	7
- ANALISI MEDIANTE DIFFRATTOMETRIA A RAGGI X (XRD) .....	8
7. RISULTATI .....	9
8. ALLEGATI .....	10



## 1. INTRODUZIONE

La società **Istemi s.r.l.** è stata incaricata dal **Comune di Maddaloni** di eseguire una campagna di indagini diagnostiche su campioni di intonaco, ai fini dell'espletamento delle attività conoscitive degli intonaci e le finiture del complesso ex Convento dei Cappuccini, nell'ambito dell'attuazione del progetto "Lavori di Ristrutturazione edilizia dell'ex convento dei Cappuccini di Via Roma e riqualificazione dell'attuale campo sportivo di via Mercorio – Indagini strutturali e Indagini energetico-impiantistiche" CIG: ZB438C8C40.

Le operazioni descritte nel piano delle indagini e riportate nella presente relazione sono state eseguite dal giorno **12/12/2022** al giorno **23/12/2022**.

## 2. ANAMNESI E PIANO DELLE INDAGINI

Lo scopo delle indagini è stato quello di indagare dal punto di vista chimico e mineralogico gli intonaci applicati sulle facciate del complesso, in corrispondenza della corte interna e sulla facciata esterna esposta in Via Mercorio. Le indagini sono state eseguite ai fini dei lavori di restauro e riqualificazione dell'edificio in oggetto. Sono stati eseguiti, in totale, n. 4 saggi stratigrafici e sono stati prelevati n. 5 campioni di intonaco, da analizzare in laboratorio.

Pertanto, sulla base delle esigenze conoscitive espresse dalla Committenza, sono state pianificate e condotte le seguenti attività:

- Esecuzione di tasselli stratigrafici;
- Campionamento dei materiali (UNI EN 16085:2012);
- Osservazione microscopica in luce riflessa e ultravioletta su sezione lucida;
- Analisi mediante Diffrazione a Raggi X (XRD).

## 3. ESECUZIONE DI TASSELLI STRATIGRAFICI

I saggi stratigrafici sono stati eseguiti al fine di individuare la successione cronologica delle diverse fasi temporali, portare alla luce tracce di pre-esistenze e accertare la presenza di eventuali decorazioni celate nel corso del tempo da successive sovrapposizioni di intonaci, finiture pittoriche o altri materiali lapidei (**Figura 1**). Ogni saggio stratigrafico realizzato presenta dimensioni non superiori ai 10 x 30 cm ed è stato suddiviso in tasselli, in corrispondenza dei quali sono stati asportati gli strati rinvenuti fino al raggiungimento del supporto, attraverso l'utilizzo di vari solventi chimici, bisturi ed altri strumenti.



**Figura 1.** Esecuzione di un saggio stratigrafico.

#### **4. CAMPIONAMENTO DEI MATERIALI**

Il campionamento in oggetto è stato eseguito da tecnici qualificati della società Istemi s.r.l., in accordanza con la norma UNI EN 16085:2012. Tale procedura è realizzata con lo scopo di eseguire indagini diagnostiche sui materiali esaminati, come la caratterizzazione dei costituenti e il loro stato di conservazione, la determinazione delle cause e i meccanismi di deterioramento e la valutazione di interventi conservativi. Il campionamento è svolto attraverso il prelievo di campioni rappresentativi di dimensioni micrometriche, in modo da limitare l'invasività dell'operazione. Il materiale prelevato viene poi identificato, conservato in contenitori sigillati e trasportato in laboratorio dove saranno condotte approfondite analisi scientifiche. In tutte le fasi di campionamento, trasporto e manipolazione, i campioni sono protetti da contaminazioni esterne e da variazioni estreme di temperatura e umidità.

Sono stati prelevati, in totale, 5 campioni di intonaco, sui quali sono state eseguite le analisi di laboratorio.

## 5. PREPARAZIONE DEI CAMPIONI PER LE ANALISI DI LABORATORIO

I frammenti di campioni di intonaco da sottoporre a prova sono stati preliminarmente macinati mediante l'utilizzo di un mortaio ad agata e successivamente setacciati (**Figura 3**) per ottenere una frazione fine da poter caratterizzare mediante la tecnica XRD. Il prodotto, finemente polverizzato, è stato vagliato mediante setacci con vagli di dimensioni pari a 2 mm e 63  $\mu\text{m}$ , al fine di escludere il più possibile la frazione inerte e consentire, principalmente, l'analisi della frazione del legante. Le parti passanti attraverso il vaglio da 63  $\mu\text{m}$  sono state caratterizzate mediante le tecniche di seguito descritte.



**Figura 3.** Macinatura dei campioni con mortaio ad agata e setacci utilizzati per la vagliatura della frazione più fine da sottoporre alle prove.

## 6. INDAGINI DI LABORATORIO

### - OSSERVAZIONE MICROSCOPICA IN LUCE RIFLESSA E ULTRAVIOLETTA SU SEZIONE LUCIDA

L'esame al microscopio ottico viene effettuato in luce riflessa, dopo opportuno inglobamento dei campioni in una resina epossidica e realizzazione di sezioni lucide (allestite secondo Normal 14/83 e tagliate normalmente alla superficie del campione), al fine di effettuare uno studio micro-stratigrafico verificando il numero e la successione dei singoli strati sovrapposti, misurarne gli spessori, individuare la presenza di

pellicole pittoriche, tinteggiature, finiture, e studiare il campione da un punto di vista qualitativo e quantitativo.

Per l'osservazione e l'acquisizione delle immagini dei campioni indagati è stato impiegato un microscopio Zeiss Axioscope 5 con obiettivi ad ingrandimenti 2,5x, 5x, 10x e 20x, integrato con camera AxioCam 208 Color (Figura 4).



**Figura 4.** Strumento utilizzato per le analisi microscopiche: microscopio petrografico Zeiss Axioscope 5.

#### - **ANALISI MEDIANTE DIFFRATTOMETRIA A RAGGI X (XRD)**

La Diffrazione a raggi X (**XRD**) è una tecnica che consente di identificare in maniera qualitativa e semi-quantitativa le principali fasi cristalline in materiali solidi particolati e studiare le proprietà cristallografiche di un minerale, grazie all'interazione tra una radiazione elettromagnetica ad alta frequenza (RX) e la materia. La determinazione delle sostanze cristalline, di natura minerale o altro genere, avviene mediante la misura delle dimensioni hkl del reticolo cristallino attraversato dalla radiazione. Lungo ognuna delle direzioni del

reticolo, infatti, si propaga un'onda pari all'interferenza di tutte le onde diffuse in quella data direzione, da ogni punto del campione.

Lo strumento utilizzato per l'indagine è un diffrattometro GNR Europe con geometria Theta/Theta (**Figura 5**), impostando i seguenti parametri:

- Radiazione utilizzata: Cu-K $\alpha$  (1.540 Å)
- Intervallo dello spettro:  $10^\circ < 2\theta < 60^\circ$



**Figura 5.** Strumento utilizzato per l'analisi in diffrattometria a raggi X: GNR Europe con geometria Theta/Theta.

## 7. RISULTATI

I risultati relativi agli elementi indagati sono esplicitati nelle schede riportate in calce alla presente relazione (**Rapporti di prova**).

## 8. ALLEGATI

Si allega alla presente relazione:

- **Rapporti di prova:** Indagini stratigrafiche e chimiche di intonaci per il restauro dell'ex Convento dei Cappuccini sito in Maddaloni (CE) (**RdP20220126**).

IL DIRETTORE TECNICO

DOTT. ING. NICOLINO MESSUTI



ESPERTA IN DIAGNOSTICA DEI BENI CULTURALI

(FASCIA I – AI SENSI DEL DM N. 244/2019)

DOTT.SSA PH.D. CHIARA GALLO

*Chiara Gallo*



**Istemi**<sup>®</sup>  
materials testing

Laboratorio autorizzato ai sensi della Circolare 633/STC

# Rapporti di prova

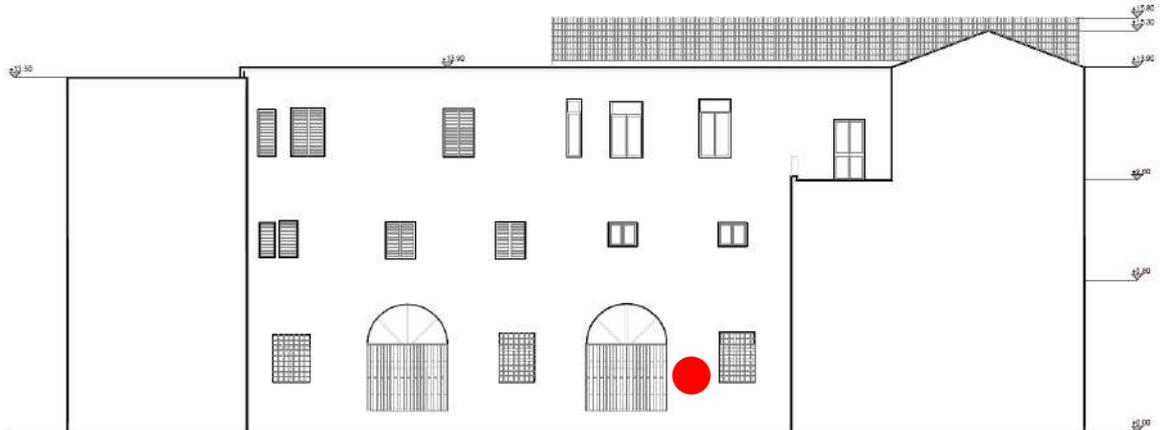
---

Indagini stratigrafiche e chimiche di intonaci per il restauro dell'ex Convento dei Cappuccini sito in Maddaloni (CE)



# Saggi stratigrafici

## SAGGIO STRATIGRAFICO 1



PROSPETTO - P4

*Ubicazione del Saggio 1.*



*Foto del Saggio 1.*

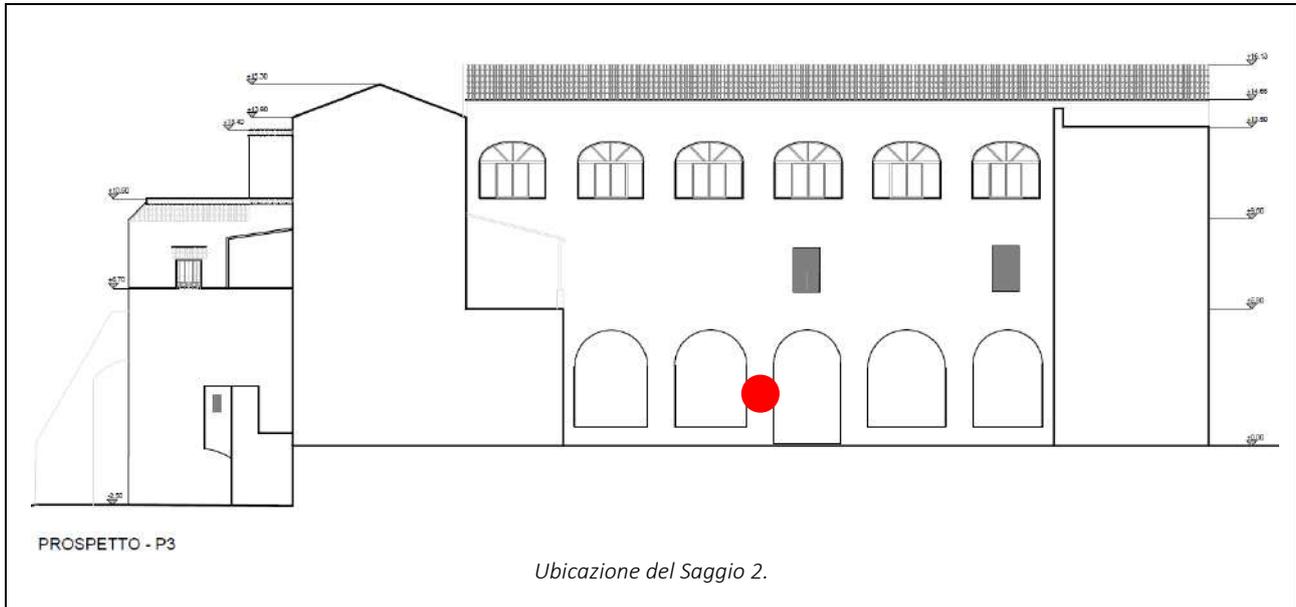
## Descrizione del Saggio 1

Il Saggio stratigrafico 1 è stato eseguito presso la corte interna del complesso, precisamente sulla parete orientata a Sud (Prospetto 4), ad un'altezza di circa 1.80 m.

Il saggio ha restituito un totale di 4 strati, dall'esterno verso l'interno:

- 1) Tinteggio di colore giallo vivo (colorazione attuale) con aggregati di dimensione arenacea (< 2 mm).
- 2) Intonachino di colore bianco, presumibilmente cementizio, presenta coesione tenace (si frammenta senza sbriciolarsi) con aggregati di dimensione arenacea (< 2 mm). Lo strato ha uno spessore di circa 0.5 cm.
- 3) Intonaco (arriccio) di colore grigio-bruno, di coesione tenace, con aggregati di dimensione conglomeratico-fine (compresa tra 2 - 4 mm). Lo spessore dello strato è di circa 2-3 cm.
- 4) Blocco di tufo, costituisce il materiale per la realizzazione della muratura.

## SAGGIO STRATIGRAFICO 2



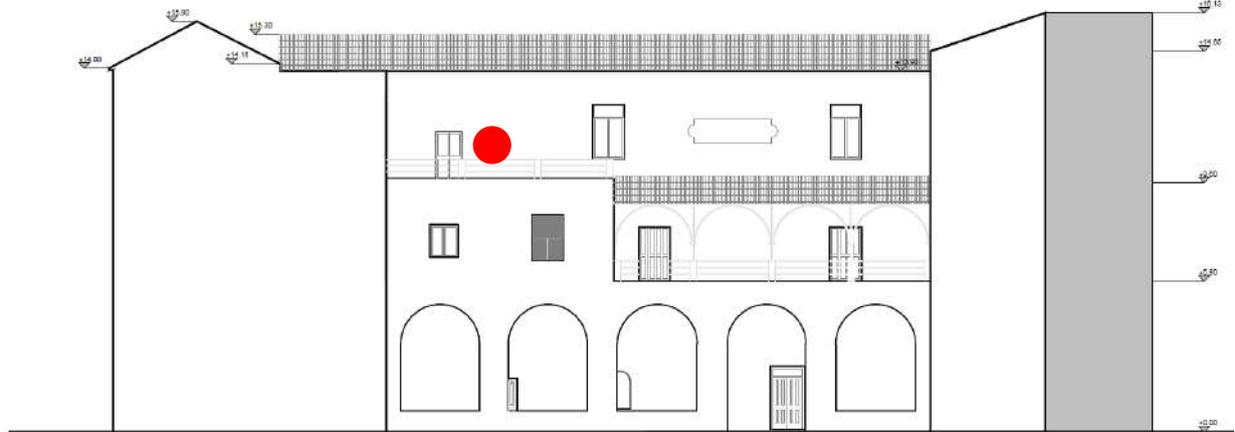
## Descrizione del Saggio 2

Il Saggio stratigrafico 2 è stato eseguito presso la corte interna del complesso, precisamente sulla parete orientata a Nord (Prospetto 3), ad un'altezza di circa 1.80 m.

Il saggio ha restituito un totale di 5 strati, dall'esterno verso l'interno:

- 1) Tinteggio di colore giallo-rosato (colorazione attuale). È liscio e privo di aggregati, presenta sollevamenti provocati dall'umidità.
- 2) Tinteggio di fondo di colore bianco, molto sottile, presumibilmente utilizzato come base per l'applicazione del tinteggio attuale di colore giallo. È solubile in acqua, pertanto riconducibile a composizione a base di gesso.
- 3) Tinteggio di colore giallo, con spessore di circa 1.5 mm (sovrapposizione di più strati). È molto aderente allo strato sottostante, difficilmente removibile mediante bisturi. Infatti, l'asportazione ha causato un parziale distacco fino ad intravedere l'intonaco sottostante.
- 4) Intonaco (arriccio) di colore bianco, di coesione tenace e con aggregati di dimensione arenacea (< 2 mm). Lo spessore dello strato è di circa 2-3 cm.
- 5) Scheletro del pilastro realizzato in mattoni di laterizio.

### SAGGIO STRATIGRAFICO 3



PROSPETTO - P5

*Ubicazione del Saggio 3.*



*Foto del Saggio 3.*

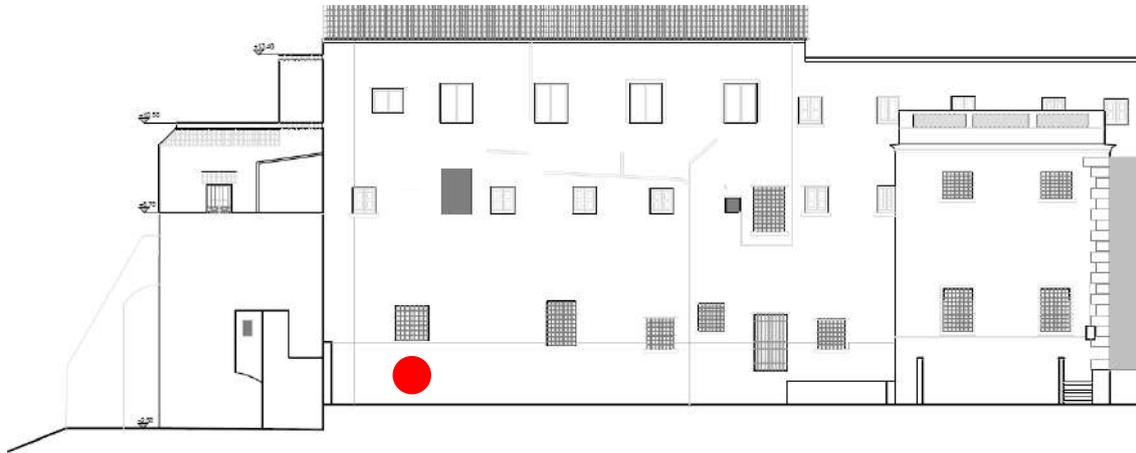
### Descrizione del Saggio 3

Il Saggio stratigrafico 3 è stato eseguito presso la corte interna del complesso, precisamente sulla parete orientata a Ovest (Prospetto 5), ad un'altezza di circa 1.60 m.

Il saggio 3, analogamente al saggio 1, ha restituito un totale di 4 strati, dall'esterno verso l'interno:

- 1) Tinteggio di colore giallo vivo (colorazione attuale) con aggregati di dimensione arenacea (< 2 mm).
- 2) Intonachino di colore bianco, presumibilmente cementizio, presenta coesione tenace, con aggregati di dimensione arenacea (< 2 mm). Lo strato ha uno spessore di circa 0.5 cm.
- 3) Intonaco (arriccio) di colore grigio-bruno, di coesione friabile (si sbriciola con la pressione delle dita), con aggregati di dimensione conglomeratico-fine (compresa tra 2 - 4 mm). Lo spessore dello strato è di circa 2-3 cm.
- 4) Blocco di tufo, costituisce il materiale per la realizzazione della muratura.

## SAGGIO STRATIGRAFICO 4



PROSPETTO - P1

Ubicazione del Saggio 4.



Foto del Saggio 4.

## Descrizione del Saggio 4

Il Saggio stratigrafico 4 è stato eseguito presso la facciata esterna del complesso, precisamente sulla facciata orientata a Sud, esposta in Via Mercurio (Prospetto 1), ad un'altezza di circa 1.60 m.

Il saggio ha restituito un totale di 4 strati, dall'esterno verso l'interno:

- 1) Tinteggio di colore rosato (colorazione attuale) con aggregati di dimensione arenacea (< 2 mm).
- 2) Intonachino di colore grigio, presumibilmente cementizio, presenta coesione tenace, con aggregati di dimensione arenacea (< 2 mm). Lo strato ha uno spessore di circa 0.5 cm.
- 3) Intonaco (arriccio) di colore grigio, di coesione tenace, con aggregati di dimensione arenacea (< 2 mm). Lo spessore dello strato è di circa 2-3 cm.
- 4) Blocco di tufo, costituisce il materiale per la realizzazione della muratura.

**Istemi S.r.l.**

Via dei Lombardi 23 -84085 Mercato S. Severino (SA)

+39 089 899390

istemi@pec.it - Preventivi@istemi.it

www.istemi.it

P.I. IT 04629350655

Cod. destinatario fatturazione elettronica  
T0K47HO

# Analisi microscopiche

e

# chimiche

Rapporto di prova n. RdP20220126\_C1

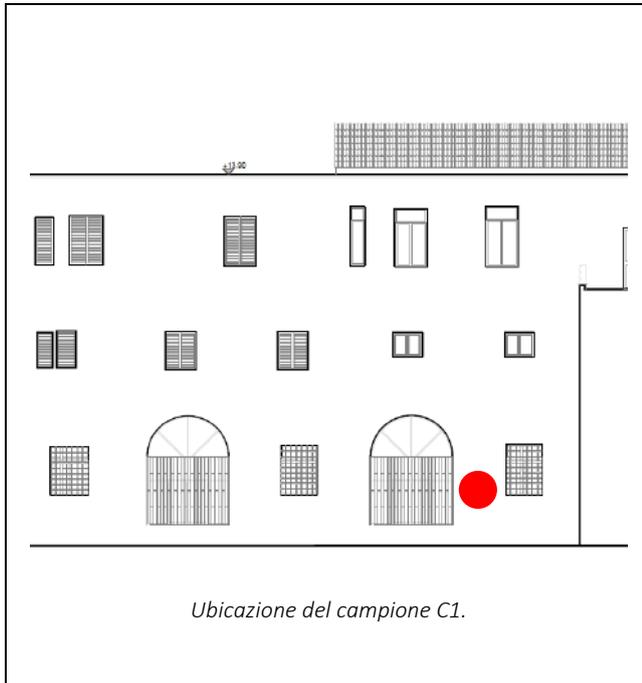
N. identificazione del campione in accettazione: 20220126\_C1

<b>Sigla Campione</b>	<b>C1</b>
<b>Descrizione del campione</b>	Campione di intonaco di colore grigio-bruno e coesione tenace (si frammenta senza sbriciolarsi).
<b>Sito di campionamento</b>	Ex Convento dei Cappuccini – Maddaloni (CE)
<b>Ubicazione del prelievo</b>	Prelevato in corrispondenza del Saggio stratigrafico 1, eseguito nella corte interna, parete Sud (prospetto P4) – h ≈ 1.80 m

<b>Operatore che ha effettuato il prelievo</b>	Dott.ssa Chiara Gallo (Istemi s.r.l.)	<b>Tipologia di confezionamento</b>	Bustina portacampione
<b>Temperatura durante il prelievo</b>	≈ 10 °C	<b>Temperatura all'arrivo in laboratorio</b>	≈ 10 °C
<b>Data di prelievo</b>	12/12/2022	<b>Luogo delle prove</b>	Laboratorio Istemi s.r.l.
<b>Metodi di prova</b>	Osservazione microscopica in luce riflessa e ultravioletta su sezioni lucide Analisi mediante Diffrattometria a Raggi X (XRD)		
<b>Preparazione del campione</b>	Inglobamento in resina epossidica ed allestimento di sezioni lucide (Normal 14/83) Polverizzazione con mortaio ad agata e vagliatura mediante setacci (fino a 63 µm)		
<b>Data inizio prove</b>	13/12/2022	<b>Data fine prove</b>	23/12/2022
<b>Note</b>			

CLAUSOLE: il presente documento si riferisce solamente al campione o materiale sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta della Istemi s.r.l.

## FOTO DEL CAMPIONAMENTO



*Punto di prelievo del campione C1.*

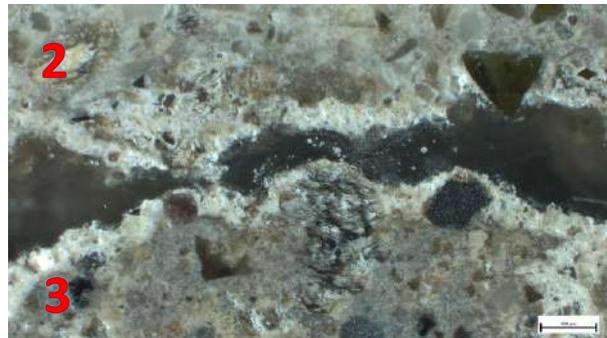
## FOTO MACROSCOPICHE DEL CAMPIONE



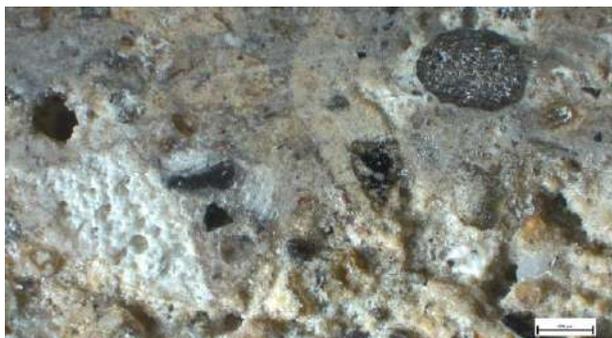
## MICROSCOPIA OTTICA IN LUCE RIFLESSA SU SEZIONE LUCIDA



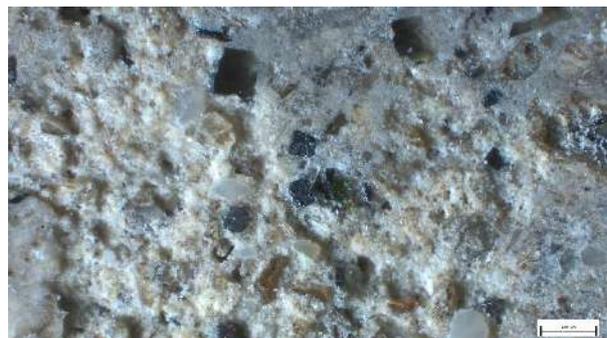
Campione C1 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu$ m). Stratigrafia dell'intonaco costituita dallo strato di tinteggio superficiale di colore giallo (1) e lo strato di intonachino (2) con aggregato misto composto da granuli carbonatici e di origine vulcanica.



Campione C1 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu$ m). Al di sotto dello strato di intonachino (2) è presente lo strato di arriccio (3) con aggregato misto composto prevalentemente da granuli di origine vulcanica (pozzolana, lapilli e scorie vetrose).



Campione C1 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu$ m). Aggregato di origine vulcanica all'interno dell'arriccio. Sono presenti piccole pomice, lapilli e scorie minerali di composizione femica (di colore scuro).



Campione C1 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu$ m). Aggregato misto presente nell'arriccio: cristalli di quarzo, granuli carbonatici e minerali di composizione femica (di colore scuro).



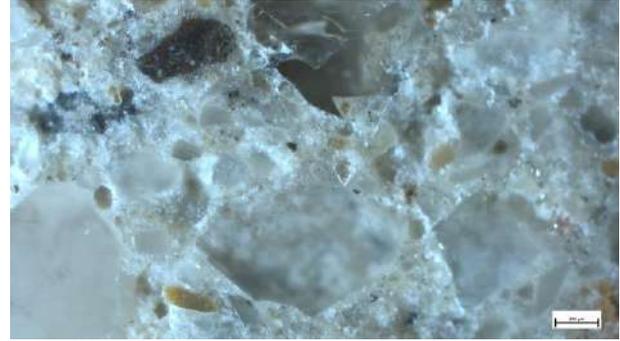
Campione C1 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 50x (scala 200  $\mu$ m). Particolare di un cristallo di anfibolo immerso nell'arriccio. Presenta abito lamellare ed allungato, con piani di sfaldatura paralleli.



Campione C1 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 50x (scala 200  $\mu$ m). Scoria vulcanica molto porosa e con morfologia scheletrica immersa nell'arriccio. Sono presenti, inoltre, alcune fibre immerse nella matrice (indicate dalla freccia).



*Campione C1 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 100x (scala 100 µm). Dettaglio della stratigrafia superficiale del campione. Si osserva, in alcuni punti, lo strato di tinteggio compenetrante nell'intonachino.*



*Campione C1 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 100x (scala 100 µm). Particolare di cristalli di quarzo e granuli carbonatici immersi nell'intonachino.*

## Resoconto dell'osservazione microscopica

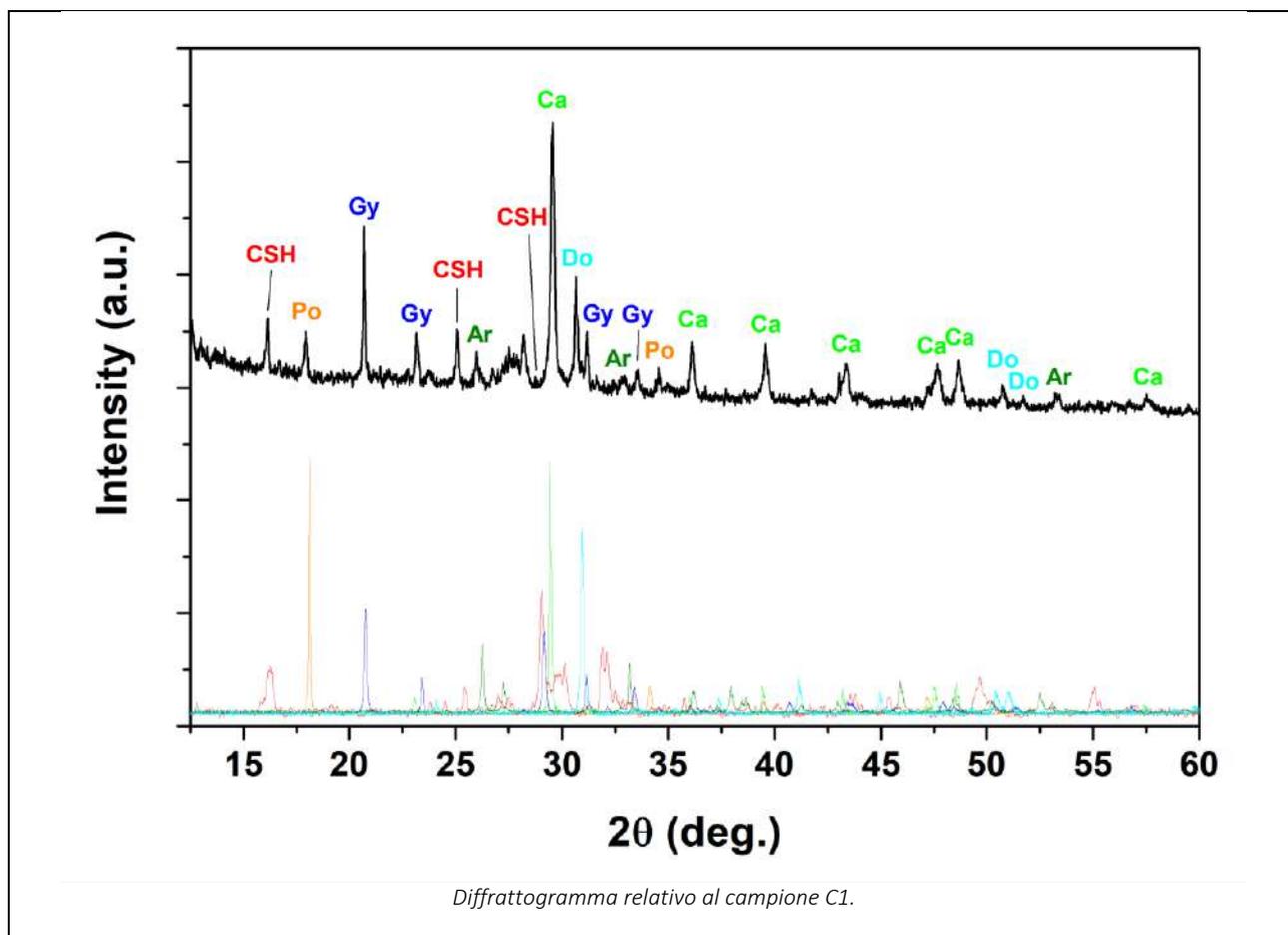
L'osservazione microscopica in luce riflessa su sezione lucida eseguita sul campione C1 ha permesso di identificare una stratigrafia composta da tre strati.

Si osservano, in particolare:

- Strato 1) consiste in uno strato di tinteggio superficiale di colore giallo. Rappresenta la colorazione attualmente visibile, ed ha uno spessore compreso tra 0.5 e 1 mm. Lo strato si presenta irregolare, parzialmente compenetrante nello strato sottostante. È composto da una matrice di fondo nella quale sono immersi dei piccoli cristalli di quarzo, aventi dimensioni che arrivano a 100 µm. I cristalli hanno forma sub-angolosa e sfericità media.
- Strato 2) è un intonachino con matrice di colore bianco, con spessore di circa 4 mm. È composto da aggregato misto, prevalentemente costituito da granuli carbonatici e pochi granuli di origine vulcanica (tra questi si osservano, quarzo e frammenti lavici quali piccole pomice, lapilli pozzolanici e alcuni minerali di composizione femica). La granulometria dell'aggregato è prevalentemente di tipo arenaceo (< 2 mm) con dimensioni massime di 2 mm; i granuli hanno sfericità media, forma sub-arrotondata e classazione non selezionata. Essi sono distribuiti all'interno del legante in modo omogeneo e casuale, senza orientazione preferenziale. Si stima un rapporto legante/aggregato pari a 1/3.
- Strato 3) è un arriccio con matrice di colore grigio-bruno. È composto da aggregato misto prevalentemente costituito da granuli di origine vulcanica (tra questi si osservano frammenti lavici, pozzolana, pomice, lapilli, cristalli di quarzo e alcuni minerali di composizione femica, quali anfiboli). La granulometria dell'aggregato è prevalentemente di tipo conglomeratico fine (2 - 4 mm) con dimensioni massime di 3 mm. I granuli hanno sfericità medio-bassa, forma sub-arrotondata e classazione non selezionata. Essi sono distribuiti all'interno del legante in modo omogeneo e casuale, senza orientazione preferenziale. Si stima un rapporto legante/aggregato pari a 1/3.

Tale strato è stato oggetto di analisi mineralogica mediante analisi per Diffrazione a Raggi X.

## ANALISI IN DIFFRATTOMETRIA A RAGGI X (XRD)



### Resoconto dell'analisi XRD

L'analisi mediante Diffrazione a Raggi X eseguita per il campione C1 ha permesso di individuare la composizione mineralogica dell'intonaco.

Si riscontra la presenza di carbonato di calcio, come mostrato dai riflessi relativi alla calcite (Ca, in verde) a  $2\theta \approx 29.5^\circ, 36.1^\circ, 39.5^\circ, 43.2^\circ, 47.6^\circ, 48.6^\circ, 57.5^\circ$ . Sono stati osservati, inoltre, la Portlandite (Po, in arancio) e i minerali C-S-H (in rosso), rispettivamente a  $2\theta \approx 17.9^\circ, 34.5^\circ$  e  $16.0^\circ, 25.0^\circ, 28.7^\circ$ , i quali sono minerali tipicamente presenti come prodotti di idratazione dei leganti cementizi moderni: ciò è sicuramente indice di utilizzo di intonaci a matrice cementizia. Ad avvalorare tale ipotesi, la presenza di gesso (Gy, in blu), composto generalmente aggiunto come regolatore di presa, è chiaramente visibile a  $2\theta \approx 20.7^\circ, 23.3^\circ, 31.2^\circ, 33.5^\circ$ .

Infine, sono state osservate discrete quantità di dolomite (Do, in azzurro) ed aragonite (Ar, in arancio) le quali, trattandosi di rocce carbonatiche e magnesiache, sono probabilmente aggiunte come materia prima nella frazione legante.

Rapporto di prova n. RdP20220126\_C2

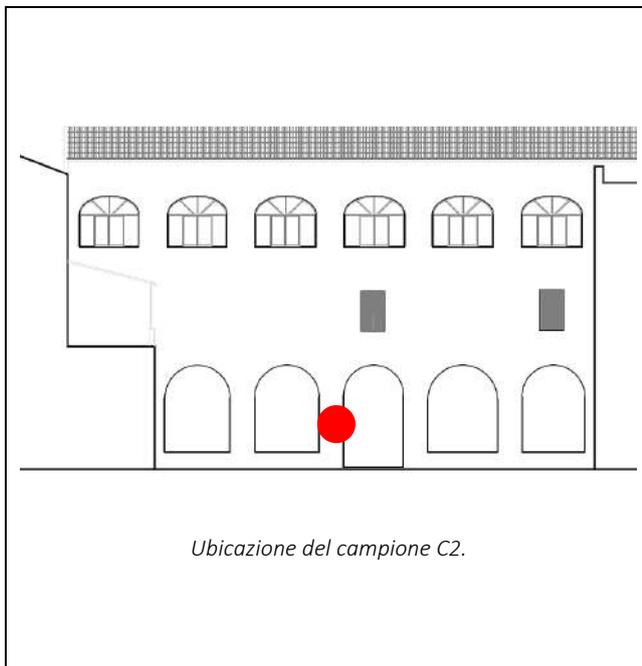
N. identificazione del campione in accettazione: 20220126\_C2

<b>Sigla Campione</b>	<b>C2</b>
<b>Descrizione del campione</b>	Campione di intonaco di colore bianco e coesione tenace (si frammenta senza sbriciolarsi).
<b>Sito di campionamento</b>	Ex Convento dei Cappuccini – Maddaloni (CE)
<b>Ubicazione del prelievo</b>	Prelevato in corrispondenza del Saggio stratigrafico 2, eseguito nella corte interna, parete Nord (prospetto P3) – h ≈ 1.80 m

<b>Operatore che ha effettuato il prelievo</b>	Dott.ssa Chiara Gallo (Istemi s.r.l.)	<b>Tipologia di confezionamento</b>	Bustina portacampione
<b>Temperatura durante il prelievo</b>	≈ 10 °C	<b>Temperatura all'arrivo in laboratorio</b>	≈ 10 °C
<b>Data di prelievo</b>	12/12/2022	<b>Luogo delle prove</b>	Laboratorio Istemi s.r.l.
<b>Metodi di prova</b>	Osservazione microscopica in luce riflessa e ultravioletta su sezioni lucide Analisi mediante Diffrattometria a Raggi X (XRD)		
<b>Preparazione del campione</b>	Inglobamento in resina epossidica ed allestimento di sezioni lucide (Normal 14/83) Polverizzazione con mortaio ad agata e vagliatura mediante setacci (fino a 63 μm)		
<b>Data inizio prove</b>	13/12/2022	<b>Data fine prove</b>	23/12/2022
<b>Note</b>			

CLAUSOLE: il presente documento si riferisce solamente al campione o materiale sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta della Istemi s.r.l.

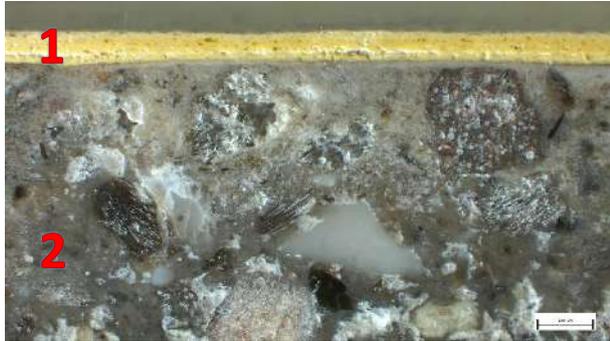
## FOTO DEL CAMPIONAMENTO



## FOTO MACROSCOPICHE DEL CAMPIONE



## MICROSCOPIA OTTICA IN LUCE RIFLESSA SU SEZIONE LUCIDA



Campione C2 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Stratigrafia dell'intonaco costituita dalla successione di strati di tinteggio di colore giallo (1) e lo strato di intonachino (2) con la frazione inerte composta prevalentemente da granuli di origine vulcanica.



Campione C2 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Distribuzione dell'aggregato nell'intonaco: sono visibili i frammenti vulcanici quali pozzolana, pomici e lapilli. Si notano, inoltre, minerali femici e sporadici granuli carbonatici.



Campione C2 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Dettaglio di un lapillo vulcanico con porosità direzionata, presenta dimensione pari a circa 5 mm.



Campione C2 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Pomici e lapilli all'interno della matrice dell'intonaco.



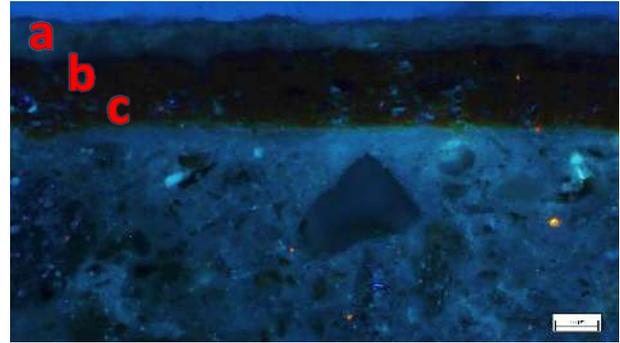
Campione C2 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Particolare di un granulo di quarzo immerso nella matrice dell'intonaco. si osserva, inoltre, un frammento di laterizio frantumato (indicato dalla freccia).



Campione C2 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 50x (scala 200  $\mu\text{m}$ ). Granulo di composizione femica, presumibilmente un anfibolo, immerso nella matrice dell'arriccio.



*Campione C2 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 100x (scala 100  $\mu$ m). Ingrandimento della stratigrafia superficiale dell'intonaco, composto da una successione di strati di colore giallo, con aggregati quarzosi all'interno.*



*Campione C2 - in sezione lucida, luce ultravioletta, ingrandimento 100x (scala 100  $\mu$ m). Attraverso la luce UV è possibile apprezzare la successione di tinteggi superficiale, composta da più strati di colore e composizione differente.*

## Resoconto dell'osservazione microscopica

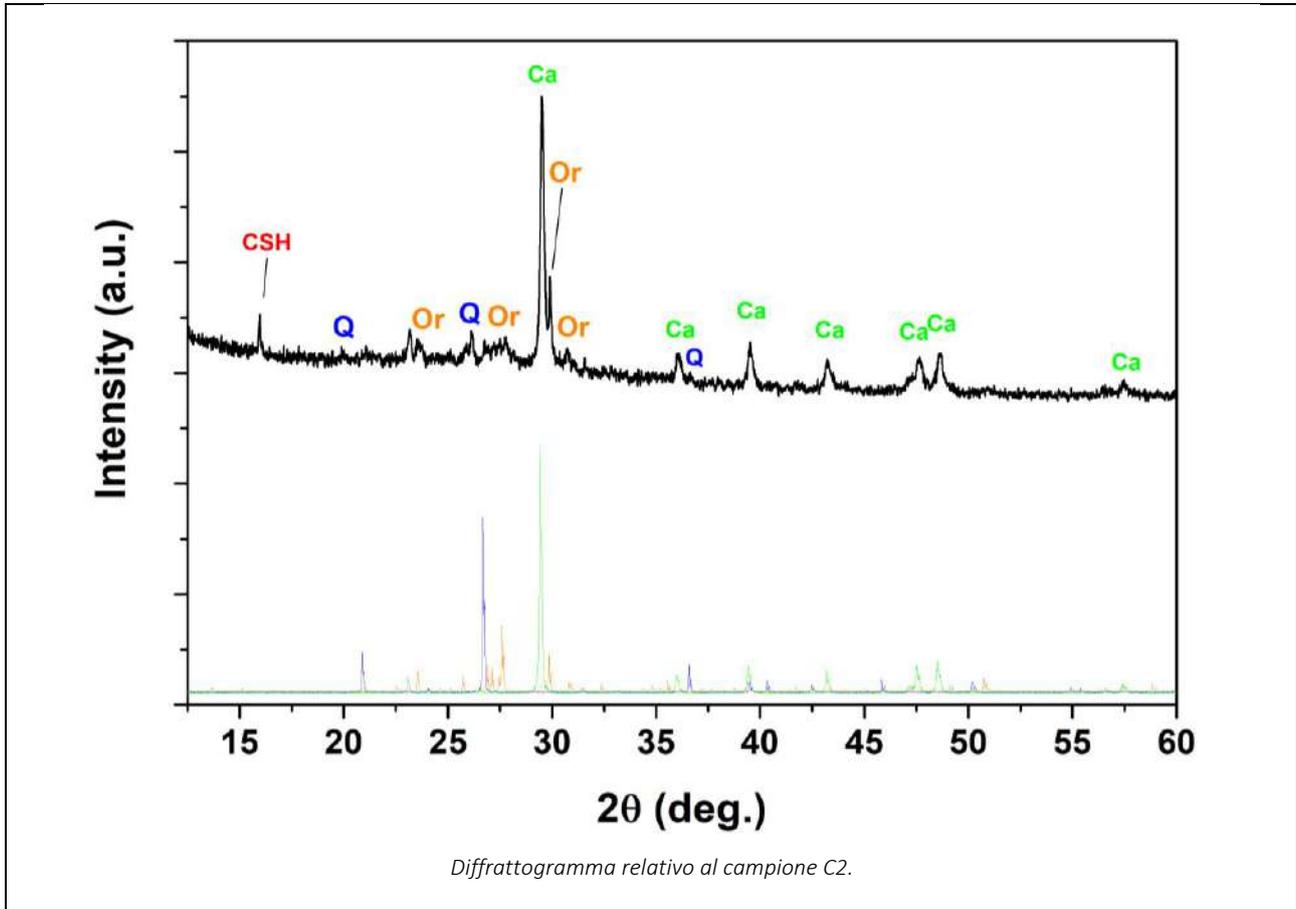
L'osservazione microscopica in luce riflessa su sezione lucida eseguita sul campione C2 ha permesso di identificare una stratigrafia composta da due strati.

Si osservano, in particolare:

- Strato 1) consiste in una successione di strati di tinteggio di colore giallo. Sono stati identificati tre strati (a, b e c) i quali presentano medesima colorazione e tipologia di aggregato, ma con diversa composizione chimica del legante, individuata dall'osservazione in luce ultravioletta. Gli strati hanno uno spessore di circa 100  $\mu$ m. Si presentano omogenei e regolari, e sono composti da una matrice di fondo nella quale sono immersi dei piccoli cristalli di quarzo, aventi dimensioni che arrivano a circa 100  $\mu$ m. I cristalli hanno forma sub-angolosa e sfericità medio-bassa.
- Strato 2) è un arriccio con matrice di colore grigio-bruna. È composta da aggregato misto prevalentemente costituito da granuli di origine vulcanica (tra questi si osservano frammenti lavici, pozzolana, pomici, lapilli, cristalli di quarzo, minerali di composizione femica, quali anfiboli e sporadici granuli carbonatici). La granulometria dell'aggregato è prevalentemente di tipo conglomeratico grossolano (> 4 mm) con dimensioni massime di 5 mm. I granuli hanno sfericità bassa, forma sub-arrotondata e classazione non selezionata. Essi sono distribuiti all'interno del legante in modo omogeneo e casuale, senza orientazione preferenziale. Si stima un rapporto legante/aggregato pari a 1/3.

Tale strato è stato oggetto di analisi mineralogica mediante analisi per Diffrazione a Raggi X.

## ANALISI IN DIFFRATTOMETRIA A RAGGI X (XRD)



### Resoconto dell'analisi XRD

L'analisi mediante Diffrazione a Raggi X eseguita per il campione C2 ha permesso di individuare la composizione mineralogica dell'intonaco.

Si riscontra la presenza di carbonato di calcio, come mostrato dai riflessi relativi alla calcite (Ca, in verde) a  $2\theta \approx 29.5^\circ, 36.1^\circ, 39.5^\circ, 43.2^\circ, 47.6^\circ, 48.6^\circ, 57.5^\circ$ . È stato osservato, inoltre, un riflesso a  $2\theta \approx 16.0^\circ$ , relativo ai minerali C-S-H (in rosso), i quali sono prodotti di idratazione tipicamente presenti nelle malte idrauliche naturali (quali, ad esempio, nelle malte pozzolaniche) oppure nei leganti cementizi moderni. L'assenza di prodotti quali la Portlandite (tipicamente cementizia) così come la presenza di abbondante quantità di pozzolana nella frazione aggregata potrebbe indicare, pertanto, l'impiego di un intonaco pozzolanico.

Infine, sono state osservate discrete quantità di quarzo (Q, in blu) ed ortoclasio (Or, in arancio), probabilmente derivanti dalla frazione aggregata residua nel campione analizzato (passante a  $63 \mu\text{m}$ ).

Rapporto di prova n. RdP20220126\_C3

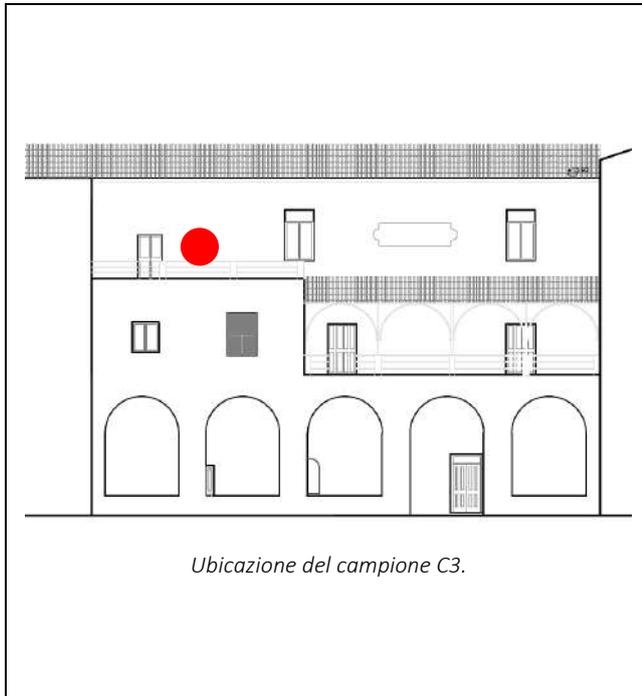
N. identificazione del campione in accettazione: 20220126\_C3

<b>Sigla Campione</b>	<b>C3</b>
<b>Descrizione del campione</b>	Campione di intonaco di colore grigio-bruno e coesione friabile (si sbriciola con la pressione delle dita).
<b>Sito di campionamento</b>	Ex Convento dei Cappuccini – Maddaloni (CE)
<b>Ubicazione del prelievo</b>	Prelevato in corrispondenza del Saggio stratigrafico 3, eseguito nella corte interna, parete Ovest (prospetto P5) – h ≈ 1.60 m

<b>Operatore che ha effettuato il prelievo</b>	Dott.ssa Chiara Gallo (Istemi s.r.l.)	<b>Tipologia di confezionamento</b>	Bustina portacampione
<b>Temperatura durante il prelievo</b>	≈ 10 °C	<b>Temperatura all'arrivo in laboratorio</b>	≈ 10 °C
<b>Data di prelievo</b>	12/12/2022	<b>Luogo delle prove</b>	Laboratorio Istemi s.r.l.
<b>Metodi di prova</b>	Osservazione microscopica in luce riflessa e ultravioletta su sezioni lucide Analisi mediante Diffrattometria a Raggi X (XRD)		
<b>Preparazione del campione</b>	Inglobamento in resina epossidica ed allestimento di sezioni lucide (Normal 14/83) Polverizzazione con mortaio ad agata e vagliatura mediante setacci (fino a 63 µm)		
<b>Data inizio prove</b>	13/12/2022	<b>Data fine prove</b>	23/12/2022
<b>Note</b>			

CLAUSOLE: il presente documento si riferisce solamente al campione o materiale sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta della Istemi s.r.l.

## FOTO DEL CAMPIONAMENTO



*Punto di prelievo del campione C3.*

## FOTO MACROSCOPICHE DEL CAMPIONE



## MICROSCOPIA OTTICA IN LUCE RIFLESSA SU SEZIONE LUCIDA



Campione C3 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Stratigrafia dell'intonaco costituita dallo strato di tinteggio superficiale di colore giallo (1) e lo strato di intonachino (2) con aggregato misto composto da granuli carbonatici e minerali di origine vulcanica.



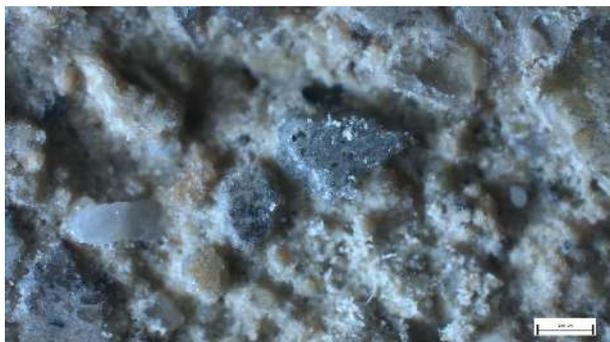
Campione C3 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Distribuzione dell'aggregato nello strato di intonachino, composto da granuli carbonatici e minerali di origine vulcanica.



Campione C3 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Strato di arriccio (3) e distribuzione dell'aggregato nella matrice. Sono presenti granuli carbonatici e minerali di origine vulcanica.



Campione C3 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Cristalli di quarzo immersi nella matrice dell'arriccio.



Campione C3 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Granuli vulcanici, cristalli di quarzo e granuli carbonatici immersi nella matrice dell'arriccio.



Campione C3 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 50x (scala 200  $\mu\text{m}$ ). Particolare di un lapillo pozzolanico con orlo di reazione immerso nella matrice dell'arriccio.



*Campione C3 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 50x (scala 200 µm). Dettaglio di un cristallo di calcite con delle microfratture formatesi lungo i tipici piani di sfaldatura a 60°.*



*Campione C3 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 200x (scala 100 µm). Particolare dello strato di tinteggio superficiale, con i cristalli di quarzo immersi nella matrice.*

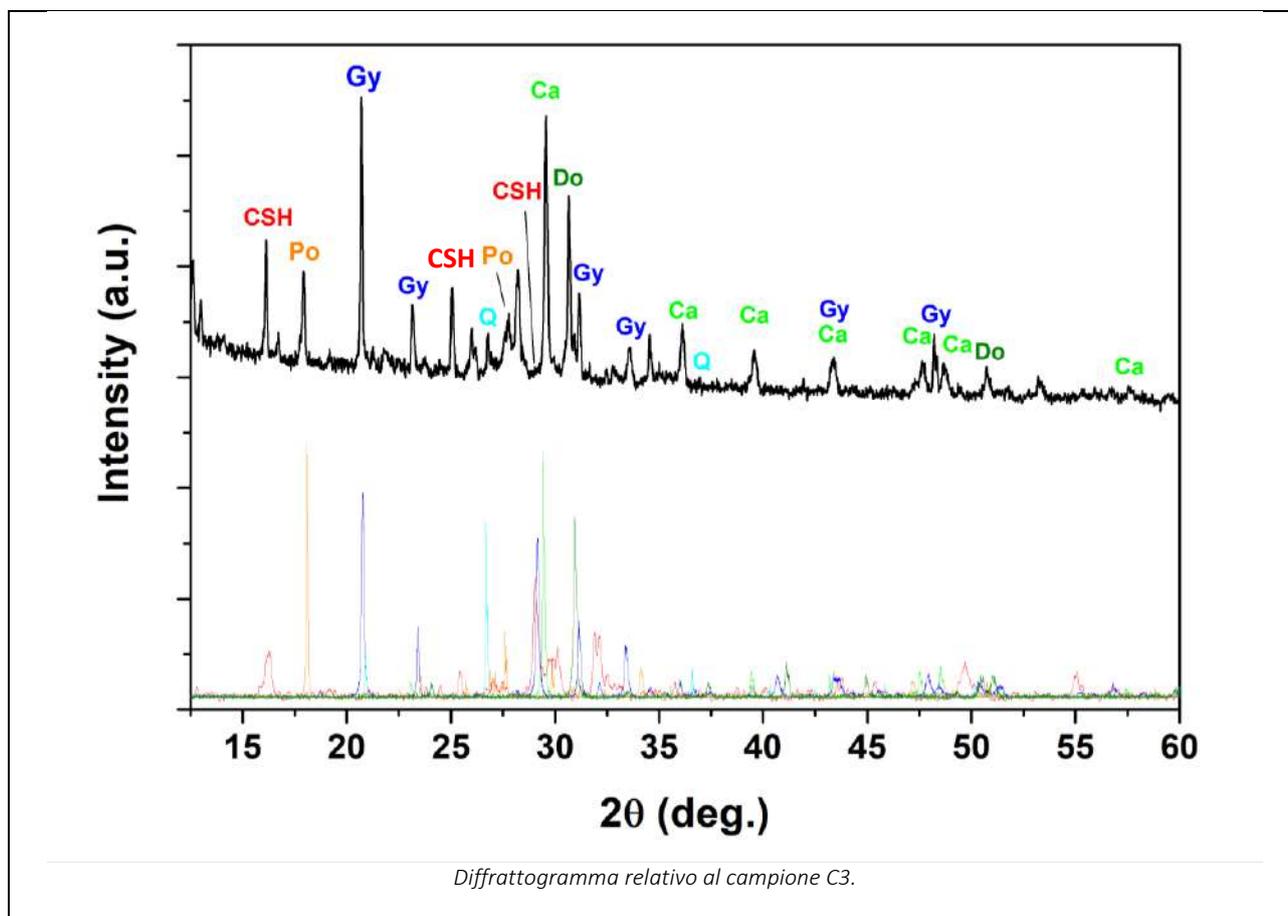
## Resoconto dell'osservazione microscopica

L'osservazione microscopica in luce riflessa su sezione lucida eseguita sul campione C3 ha permesso di identificare una stratigrafia composta da tre strati.

Si osservano, in particolare:

- Strato 1) consiste in uno strato di tinteggio superficiale di colore giallo. Rappresenta la colorazione attualmente visibile, ed ha uno spessore che arriva fino a 400 µm. Lo strato si presenta omogeneo e con superficie irregolare. È composto da una matrice di fondo nella quale sono immersi dei cristalli di quarzo aventi dimensione fino a 100 µm. I cristalli hanno forma sub-angolosa e sfericità bassa.
- Strato 2) è un intonachino con matrice di colore bianco-grigiastro, con spessore di circa 4 mm. È composto da aggregato misto, prevalentemente costituito da granuli carbonatici e granuli di origine vulcanica (tra questi si osservano quarzo, granuli carbonatici, frammenti vulcanici ed altri minerali di composizione femica). La granulometria dell'aggregato è prevalentemente di tipo arenaceo (< 2 mm) con dimensioni massime di 2 mm; i granuli hanno sfericità bassa, forma sub-angolosa e classazione poco selezionata. Essi sono distribuiti all'interno del legante in modo omogeneo e casuale, senza orientazione preferenziale. Si stima un rapporto legante/aggregato pari a 1/3.
- Strato 3) è un arriccio con matrice di colore grigio-bruno. È composto da aggregato misto prevalentemente costituito da granuli carbonatici, granuli di origine vulcanica (tra questi, frammenti lavici, pozzolana, lapilli, cristalli di quarzo e minerali di composizione femica). La granulometria dell'aggregato è prevalentemente di tipo conglomeratico fine (2 - 4 mm) con dimensioni massime di 4 mm. I granuli hanno sfericità media, forma sub-arrotondata e classazione non selezionata. Essi sono distribuiti all'interno del legante in modo omogeneo e casuale, senza orientazione preferenziale. Si stima un rapporto legante/aggregato pari a 1/3. Tale strato è stato oggetto di analisi mineralogica mediante analisi per Diffrazione a Raggi X.

## ANALISI IN DIFFRATTOMETRIA A RAGGI X (XRD)



### Resoconto dell'analisi XRD

L'analisi mediante Diffrazione a Raggi X eseguita per il campione C3 ha permesso di individuare la composizione mineralogica dell'intonaco.

Si riscontra la presenza di carbonato di calcio, come mostrato dai riflessi relativi alla calcite (Ca, in verde) a  $2\theta \approx 29.5^\circ, 36.1^\circ, 39.5^\circ, 43.2^\circ, 47.6^\circ, 48.6^\circ, 57.5^\circ$ . Sono stati osservati, inoltre, la Portlandite (Po, in arancio) e i minerali C-S-H (in rosso), rispettivamente a  $2\theta \approx 17.9^\circ, 34.5^\circ$  e  $16.0^\circ, 25.0^\circ, 28.7^\circ$ , i quali sono minerali tipicamente presenti come prodotti di idratazione dei leganti cementizi moderni: ciò è sicuramente indice di utilizzo di intonaci a matrice cementizia. Ad avvalorare tale ipotesi, la presenza di gesso (Gy, in blu), composto generalmente aggiunto come regolatore di presa, è chiaramente visibile a  $2\theta \approx 20.7^\circ, 23.3^\circ, 31.2^\circ, 33.5^\circ, 43.5^\circ, 48.0^\circ$ .

Infine, sono state osservate discrete quantità di dolomite (Do, in verde) e quarzo (Q, in azzurro). La prima, trattandosi di roccia carbonatico-magnesiaca, è generalmente aggiunta come materia prima nella frazione legante, mentre il secondo è probabilmente derivante dalla frazione aggregato residua nel campione analizzato (passante a  $63 \mu\text{m}$ ).

Rapporto di prova n. RdP20220126\_C4

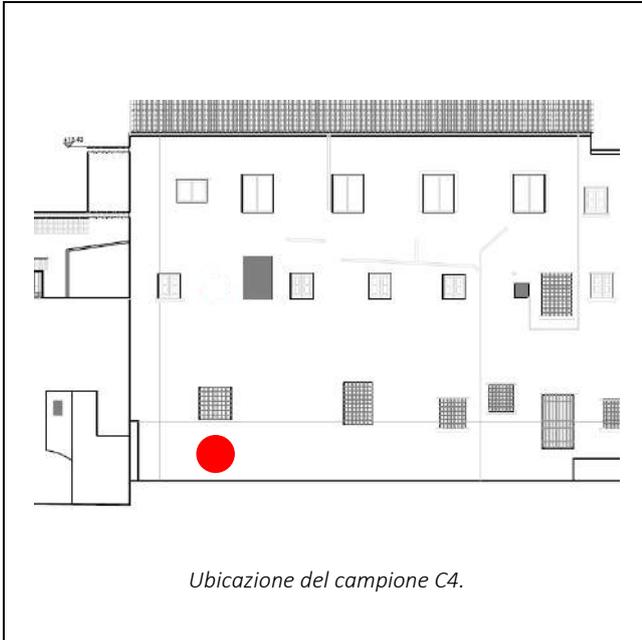
N. identificazione del campione in accettazione: 20220126\_C4

<b>Sigla Campione</b>	<b>C4</b>
<b>Descrizione del campione</b>	Campione di intonaco di colore grigio e coesione tenace (si frammenta senza sbriciolarsi).
<b>Sito di campionamento</b>	Ex Convento dei Cappuccini – Maddaloni (CE)
<b>Ubicazione del prelievo</b>	Prelevato in corrispondenza del Saggio stratigrafico 1, eseguito nella corte interna, parete Sud esposta su Via Mercorio (prospetto P!) – h ≈ 1.60 m

<b>Operatore che ha effettuato il prelievo</b>	Dott.ssa Chiara Gallo (Istemi s.r.l.)	<b>Tipologia di confezionamento</b>	Bustina portacampione
<b>Temperatura durante il prelievo</b>	≈ 10 °C	<b>Temperatura all'arrivo in laboratorio</b>	≈ 10 °C
<b>Data di prelievo</b>	12/12/2022	<b>Luogo delle prove</b>	Laboratorio Istemi s.r.l.
<b>Metodi di prova</b>	Osservazione microscopica in luce riflessa e ultravioletta su sezioni lucide Analisi mediante Diffrattometria a Raggi X (XRD)		
<b>Preparazione del campione</b>	Inglobamento in resina epossidica ed allestimento di sezioni lucide (Normal 14/83) Polverizzazione con mortaio ad agata e vagliatura mediante setacci (fino a 63 μm)		
<b>Data inizio prove</b>	13/12/2022	<b>Data fine prove</b>	23/12/2022
<b>Note</b>			

CLAUSOLE: il presente documento si riferisce solamente al campione o materiale sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta della Istemi s.r.l.

## FOTO DEL CAMPIONAMENTO



## FOTO MACROSCOPICHE DEL CAMPIONE



## MICROSCOPIA OTTICA IN LUCE RIFLESSA SU SEZIONE LUCIDA



Campione C4 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Stratigrafia dell'intonaco costituita dallo strato di tinteggio superficiale di colore rosato (1) e lo strato di intonachino (2), con inerti composti da granuli carbonatici.



Campione C4 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Stratigrafia dell'intonaco: al di sotto dell'intonachino è presente lo strato di arriccio (3), con frazione inerte composta da granuli carbonatici.



Campione C4 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Distribuzione dell'aggregato all'interno della matrice dell'arriccio. Sono visibili i granuli carbonatici, moderatamente classati, ed una discreta quantità di piccoli grani di colore scuro e dimensioni micrometriche.



Campione C4 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Un'elevata porosità caratterizza la matrice dell'intonaco (sia nell'arriccio che nell'intonachino) che, in alcuni casi, presenta dimensioni millimetriche.



Campione C4 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 50x (scala 200  $\mu\text{m}$ ). Particolare di un granulo carbonatico con tipiche venature scure dovute a ricristallizzazione del carbonato di calcio.



Campione C4 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 100x (scala 100  $\mu\text{m}$ ). Dettaglio della successione stratigrafica superficiale: attraverso maggiori ingrandimenti si possono riconoscere due strati, di cui uno giallo (a) e uno rosato (b), quest'ultimo caratterizzato da elevata porosità.



*Campione C4 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 200x (scala 100 µm). Particolare della successione stratigrafica superficiale.*



*Campione C4 - in sezione lucida, luce ultravioletta, ingrandimento 200x (scala 100 µm). Dettaglio di un cristallo di calcite che mostra un perfetto abito cristallino romboedrico.*

## Resoconto dell'osservazione microscopica

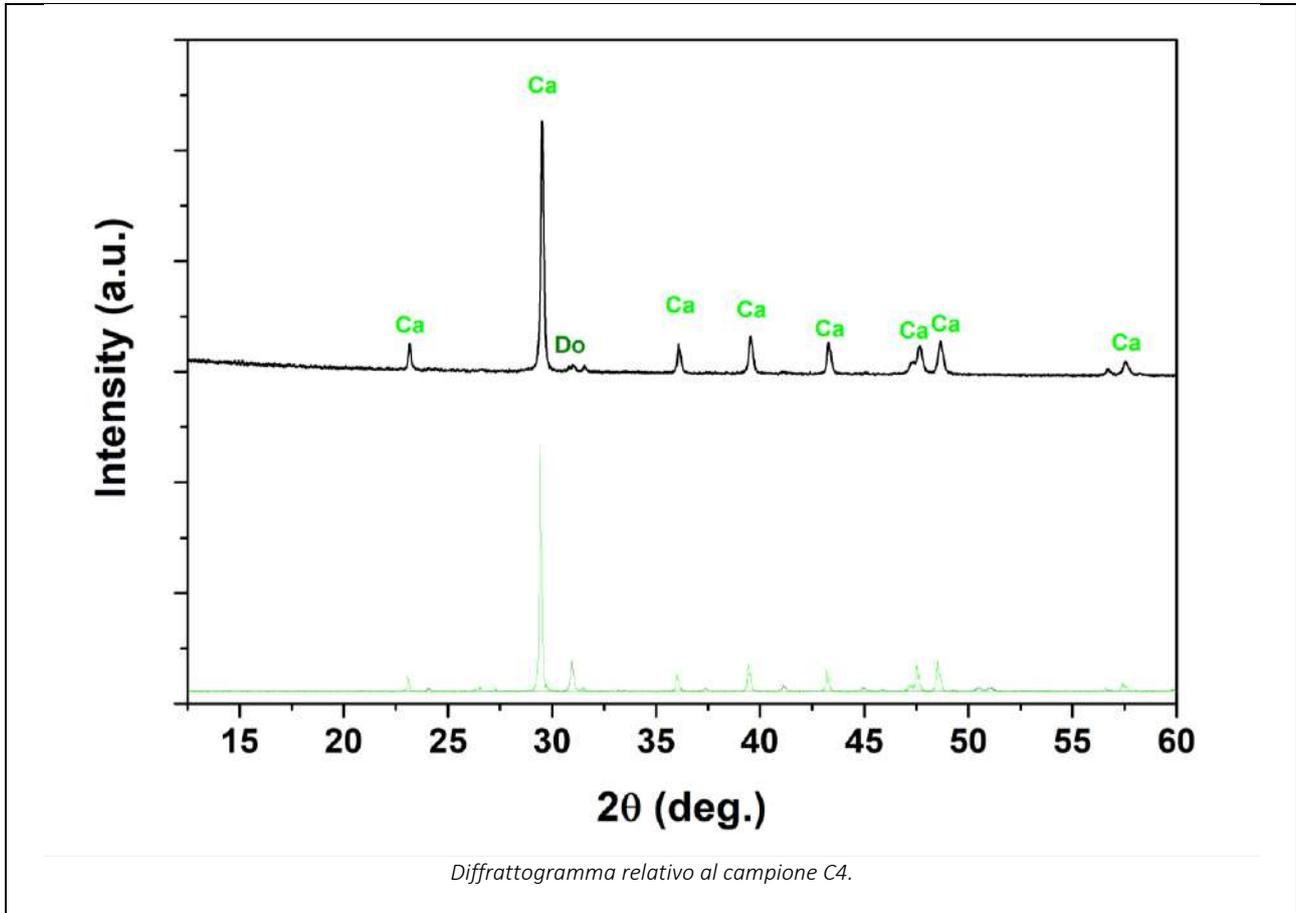
L'osservazione microscopica in luce riflessa su sezione lucida eseguita sul campione C4 ha permesso di identificare una stratigrafia composta da tre strati.

Si osservano, in particolare:

- Strato 1) consiste in una successione di strati di tinteggio superficiale, di cui il primo (a), più esterno, è di colore giallo e consiste nella colorazione attualmente visibile, mentre il secondo (b) è di colore rosato. Entrambi presentano medesimo spessore e tipologia di aggregato. Inoltre, lo strato rosato (b) presenta un'elevata porosità. Gli strati hanno uno spessore che arriva, in alcuni punti, a circa 200 µm, sono composti da una matrice di fondo nella quale sono immersi dei piccoli cristalli di quarzo, aventi dimensioni che non superano i 50 µm. I cristalli hanno forma sub-angolosa e sfericità medio-bassa.
- Strato 2) è un intonachino con matrice di colore bianco, con spessore di circa 3 mm. È composto da aggregato prevalentemente costituito da granuli carbonatici. La granulometria dell'aggregato è prevalentemente di tipo arenaceo (< 2 mm) con dimensioni massime di 2 mm; i granuli hanno sfericità media, forma sub-angolosa e classazione moderatamente selezionata. Essi sono distribuiti all'interno del legante in modo omogeneo e casuale, senza orientazione preferenziale. Si è osservata, inoltre, una elevata porosità presente in maniera omogenea in tutta la porzione di campione analizzato, nonché una discreta quantità di piccoli grani di colore scuro e dimensioni micrometriche. Si stima un rapporto legante/aggregato pari a 1/3.
- Strato 3) è un arriccio con matrice di colore bianco. È composto da aggregato prevalentemente costituito da granuli carbonatici. La granulometria dell'aggregato è prevalentemente di tipo arenaceo (< 2 mm) con dimensioni massime di 2 mm; i granuli hanno sfericità media, forma sub-angolosa e classazione moderatamente selezionata. Essi sono distribuiti all'interno del legante in modo omogeneo e casuale, senza orientazione preferenziale. Si è osservata, inoltre, una elevata porosità presente in maniera omogenea in tutta la porzione di campione analizzato, nonché una discreta quantità di piccoli grani di colore scuro e dimensioni micrometriche. Si stima un rapporto legante/aggregato pari a 1/3.

Tale strato è stato oggetto di analisi mineralogica mediante analisi per Diffrazione a Raggi X.

## ANALISI IN DIFFRATTOMETRIA A RAGGI X (XRD)



### Resoconto dell'analisi XRD

L'analisi mediante Diffrazione a Raggi X eseguita per il campione C4 ha permesso di individuare la composizione mineralogica dell'intonaco.

Si riscontra la abbondante presenza di carbonato di calcio, come mostrato dai riflessi relativi alla calcite (Ca, in verde) a  $2\theta \approx 23.1^\circ, 29.5^\circ, 36.1^\circ, 39.5^\circ, 43.2^\circ, 47.6^\circ, 48.6^\circ, 57.5^\circ$ .

È importante notare che, sebbene non siano stati osservati materiali riconducibili a leganti cementizi, non è escluso che possa trattarsi di intonaco realizzato con tale tipologia di legante: infatti, un forte degrado del materiale dovuto a carbonatazione, causa la totale conversione della Portlandite in carbonato di calcio per reazione con la  $\text{CO}_2$  atmosferica. Per confutare tale risultato, si rendono necessarie delle analisi aggiuntive in grado di analizzare il campione sotto tutti gli aspetti chimico-fisici (ad es., spettroscopia FT-IR, analisi termogravimetrica).

Infine, è stata osservata una debole quantità di dolomite (Do, in verde) la quale, trattandosi di roccia carbonatico-magnesiaca, è generalmente aggiunta come materia prima nella frazione legante.

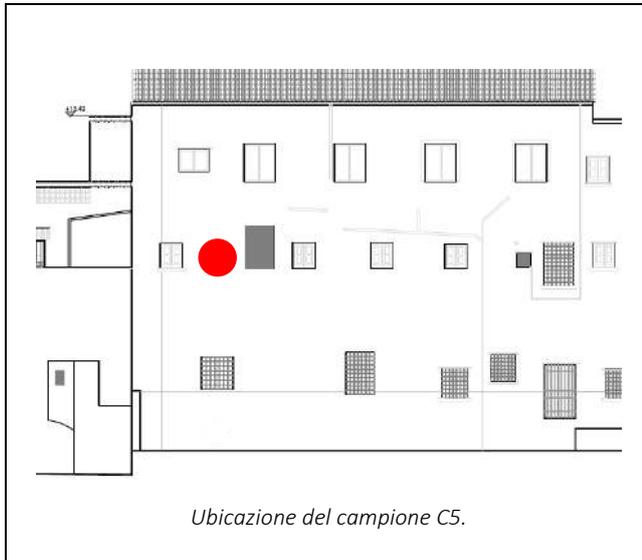
Rapporto di prova n. RdP20220126\_C5

N. identificazione del campione in accettazione: 20220126\_C5

<b>Sigla Campione</b>	<b>C5</b>
<b>Descrizione del campione</b>	Campione di intonaco di colore grigio-bruno e coesione friabile (si sbriciola con la pressione delle dita).
<b>Sito di campionamento</b>	Ex Convento dei Cappuccini – Maddaloni (CE)
<b>Ubicazione del prelievo</b>	Prelevato in corrispondenza della facciata esterna esposta a Sud, su Via Mercurio (prospetto P1) – h ≈ 5 m

<b>Operatore che ha effettuato il prelievo</b>	Dott.ssa Chiara Gallo (Istemi s.r.l.)	<b>Tipologia di confezionamento</b>	Bustina portacampione
<b>Temperatura durante il prelievo</b>	≈ 10 °C	<b>Temperatura all'arrivo in laboratorio</b>	≈ 10 °C
<b>Data di prelievo</b>	12/12/2022	<b>Luogo delle prove</b>	Laboratorio Istemi s.r.l.
<b>Metodi di prova</b>	Osservazione microscopica in luce riflessa e ultravioletta su sezioni lucide Analisi mediante Diffrattometria a Raggi X (XRD)		
<b>Preparazione del campione</b>	Inglobamento in resina epossidica ed allestimento di sezioni lucide (Normal 14/83) Polverizzazione con mortaio ad agata e vagliatura mediante setacci (fino a 63 μm)		
<b>Data inizio prove</b>	13/12/2022	<b>Data fine prove</b>	23/12/2022
<b>Note</b>			

## FOTO DEL CAMPIONAMENTO



## FOTO MACROSCOPICHE DEL CAMPIONE



## MICROSCOPIA OTTICA IN LUCE RIFLESSA SU SEZIONE LUCIDA



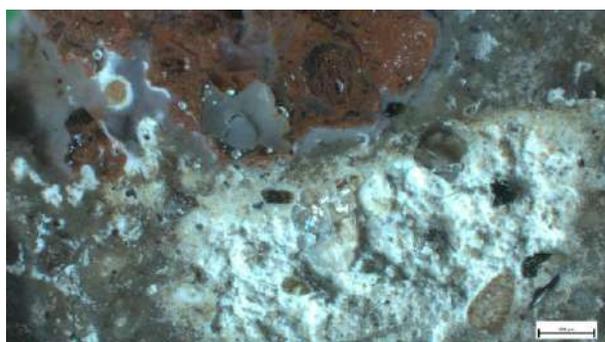
Campione C5 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Distribuzione dell'aggregato all'interno della matrice del campione. Si osservano numerosi frammenti lavici e altri granuli di origine vulcanica.



Campione C5 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Un granulo composto da inclusioni cristalline (di colore giallo) e altri minerali di origine vulcanica (femici e frammenti lavici, di colore scuro).



Campione C5 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Distribuzione dell'aggregato all'interno della matrice del campione. Si osservano cristalli di quarzo, frammenti lavici e altri granuli di origine vulcanica.



Campione C5 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Granulo carbonatico che presenta al suo interno inclusioni di vari minerali, quale calcite, quarzo ed altri minerali di origine vulcanica.



Campione C5 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 25x (scala 500  $\mu\text{m}$ ). Particolare di un grosso grumo di calce incotta o stracotta all'interno della matrice, indice di tecnologia tradizionale di produzione della malta.



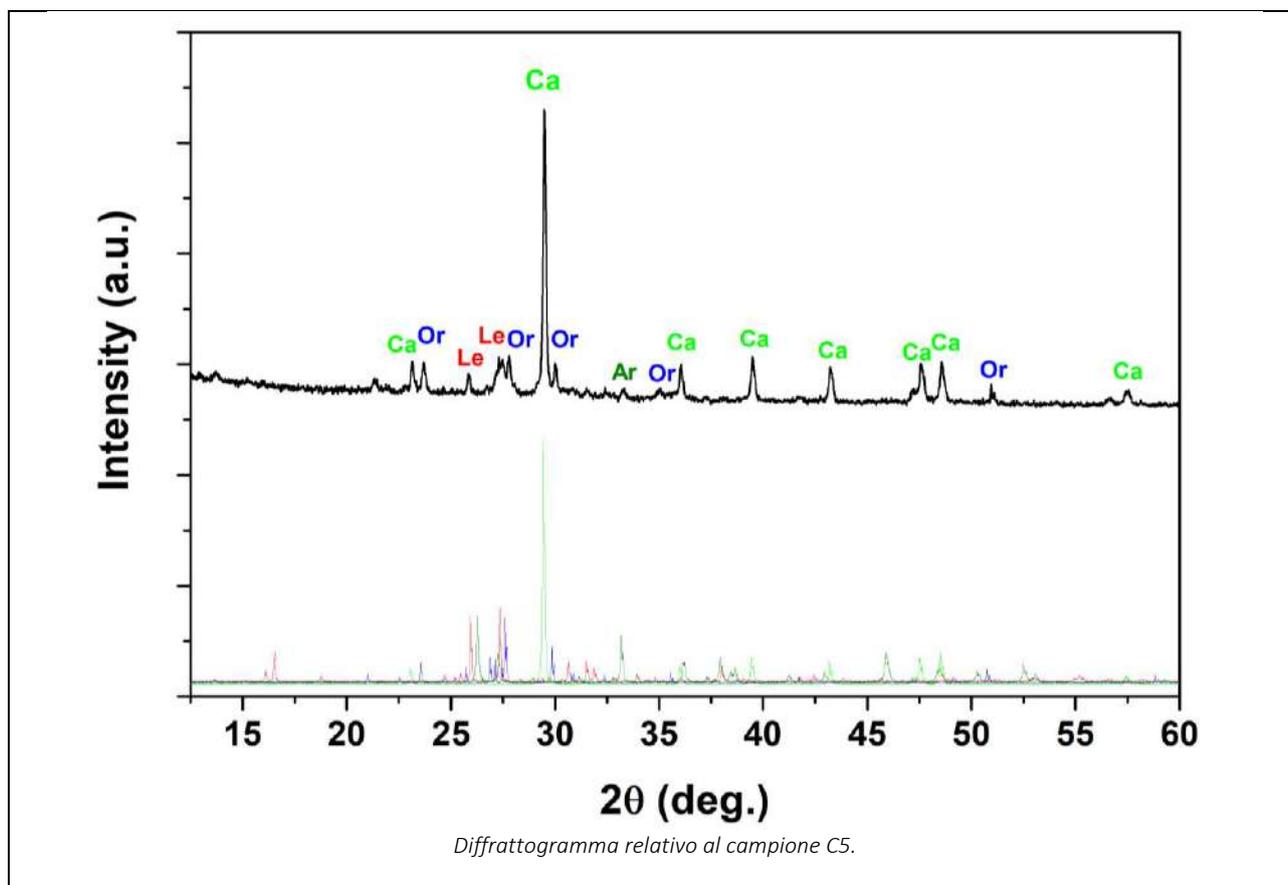
Campione C5 - in sezione lucida, luce riflessa, ingrandimento 50x (scala 200  $\mu\text{m}$ ). Particolare di un frammento di laterizio all'interno della matrice del campione.

## Resoconto dell'osservazione microscopica

L'osservazione microscopica in luce riflessa su sezione lucida eseguita sul campione C5 ha permesso di identificare una matrice dell'arriccio di colore grigio-bruno. È composto da aggregato misto prevalentemente costituito da granuli di origine vulcanica (tra questi si osservano frammenti lavici, pozzolana, pomici, lapilli, cristalli di quarzo e alcuni minerali di composizione femica). Sono visibili, inoltre, frammenti di laterizio, nonché grumi (incotti o stracotti) di calce, riferibili a tecnologia tradizionale di produzione della malta. La granulometria dell'aggregato è prevalentemente di tipo conglomeratico grossolano (> 4 mm) con dimensioni massime di 5 mm. I granuli hanno sfericità bassa, forma sub-arrotondata e classazione non selezionata. Essi sono distribuiti all'interno del legante in modo omogeneo e casuale, senza orientazione preferenziale. Si stima un rapporto legante/aggregato pari a 1/3.

Il campione è stato oggetto di analisi mineralogica mediante analisi per Diffrazione a Raggi X.

## ANALISI IN DIFFRATTOMETRIA A RAGGI X (XRD)



### Resoconto dell'analisi XRD

L'analisi mediante Diffrazione a Raggi X eseguita per il campione C5 ha permesso di individuare la composizione mineralogica dell'intonaco.

Si riscontra la presenza di carbonato di calcio, come mostrato dai riflessi relativi alla calcite (Ca, in verde) a  $2\theta \approx 23.1^\circ, 29.5^\circ, 36.1^\circ, 39.5^\circ, 43.2^\circ, 47.6^\circ, 48.6^\circ, 57.5^\circ$ .

È importante notare che, sebbene non siano stati osservati materiali riconducibili a leganti cementizi, non è escluso che possa trattarsi di intonaco realizzato con tale tipologia di legante: infatti, un forte degrado del materiale dovuto a carbonatazione causa la totale conversione della Portlandite in carbonato di calcio per reazione con la  $CO_2$  atmosferica. Per confutare tale risultato, si rendono necessarie delle analisi aggiuntive in grado di analizzare il campione sotto tutti gli aspetti chimico-fisici (ad es., spettroscopia FT-IR, analisi termogravimetrica).

Infine, è stata osservata una debole quantità di aragonite (Ar, in verde), ed un discreto contenuto di ortoclasio (Or, in blu) e leucite (Le, in rosso). La prima, trattandosi di roccia carbonatica, è generalmente aggiunta come materia prima nella frazione legante, mentre il secondo è probabilmente derivante dalla frazione aggregato residua nel campione analizzato (passante a  $63 \mu m$ ).