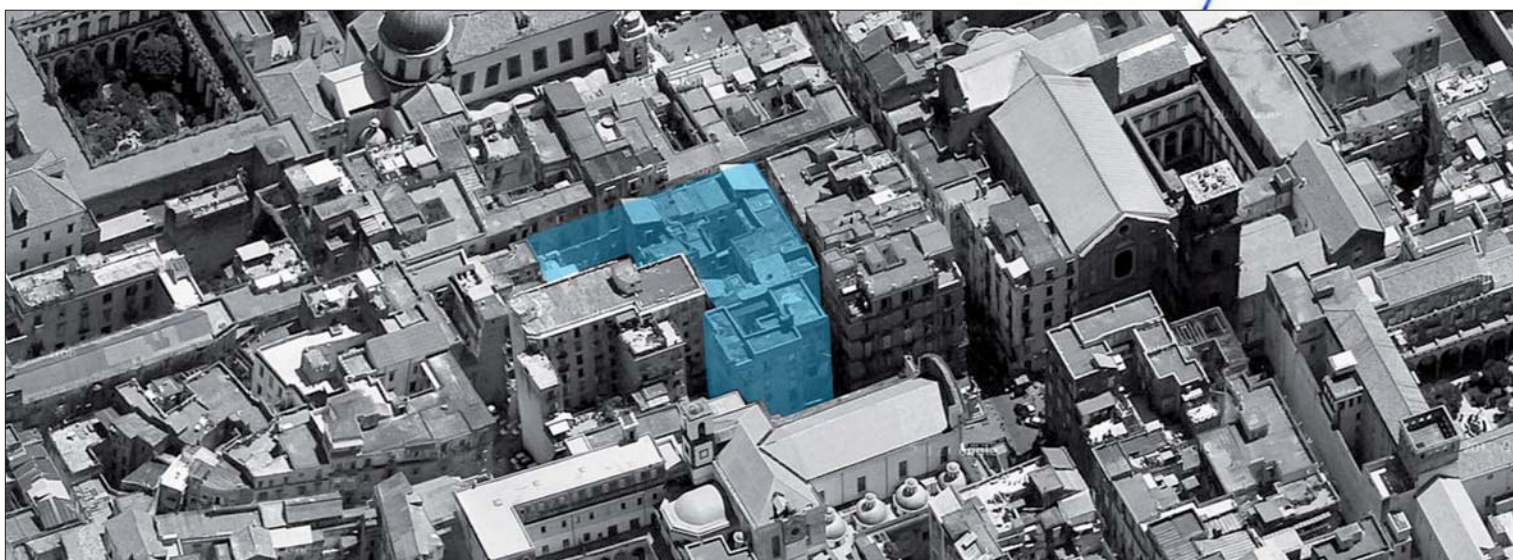


Procedura per l'affidamento dei servizi di architettura ed ingegneria per la **progettazione definitiva strutturale dell'intero intervento di cui al progetto generale, la progettazione definitiva edile e impiantistica dei lavori di lotto A**, il coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione dei lavori di lotto A, la direzione lavori e l'assistenza al collaudo dei lavori di lotto A, il coordinamento per la sicurezza in fase di esecuzione dei lavori di lotto A, il tutto relativamente all'intervento denominato **"Tempio della Scorziata. Recupero e rifunzionalizzazione"**, ricadente nell'ambito del Grande Progetto "Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del Sito UNESCO", sulla scorta del progetto preliminare redatto dal Comune di Napoli - Direzione Centrale Pianificazione e Gestione del Territorio - Sito Unesco (C.F.01207650639) con sede in Largo Torretta, 19 - 80122 NAPOLI. Programma Operativo Regionale FESR Campania 2007-2013. Asse VI Sviluppo urbano e qualità della vita. Obiettivo Operativo 6.2. Napoli e Area metropolitana. Grande Progetto Centro Storico di Napoli Valorizzazione del sito UNESCO.

PROGETTO DEFINITIVO

Responsabile del Procedimento
Arch. Luca D'Angelo



R.T.P.:

Progettazione architettonica, strutturale, restauro, CSP e Coordinamento prestazioni specialistiche

corvino + multari

via ponti rossi, n°117b - 80131 napoli tel +39.081.7441678 fax +39.081.7441900
organizzazione con sistema di gestione conforme alla norma UNI EN ISO 9001:2008

Progettazione impiantistica e CSP

Arbolino Ingg. Associati

Piazzale Tecchio 49F - 80125 Napoli

Geologia

Dott. Geol. Gavino Acierno

via Unione Sovietica, 53 - 58100 Grosseto

Reatauratrice

Deborah De Vincenzo

Corso Vittorio Emanuele, 578 - 80135 Napoli

Giovane Professionista

Arch. Giovanna Tedeschi

via Nicola Sala, n.29 - 82100 - Benevento



Oggetto:

PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

tavola:

0_D_STR_PCAR

scala:

rev.:	descrizione:	controllato da:	approvato da:	formato:	data:
00	prima emissione				19 gennaio 2018
01	revisione ed integrazione				14 ottobre 2018

INDICE

Premessa	2
Normative di riferimento	3
Indagini conoscitive preliminari	4
Procedure di indagine per la diagnosi.....	8
Prove di caratterizzazione proposte	19

PREMESSA

Facendo seguito all'incarico conferitoci, in qualità di Progettisti in RTP, per poter sviluppare qualsiasi analisi tesa alla definizione dei possibili interventi di miglioramento sismico e ripristino strutturale/funzionale da applicare sull'immobile in parola interessato dalla valutazione della vulnerabilità sismica, ovvero del complesso "La Scorziata" di Napoli, si è proceduto in prima analisi a rilevare l'intero immobile rilevando per esso l'attuale stato di conservazione.

Dovendo procedere ad individuare l'attuale "livello di sicurezza" del sistema strutturale, nasce l'esigenza di effettuare una serie di attività studio del manufatto, che in particolare riguarderanno rilievi e prove del tipo distruttivo e non, di seguito elencate, all'interno di una campagna di indagine conoscitiva.

Il fabbricato, stando alle risultanze costitutive, presenta una genesi articolata in epoche costruttive differenti, presentando l'ultimo livello un sistema portante differente da quelli sottostanti, in ragione chiaramente di una sopraelevazione del manufatto storico, per cui risulta estremamente rilevante la valutazione degli effetti delle mutue interazioni tra le due componenti del sistema e quindi della connessione tra gli stessi.

Per assolvere in maniera adeguata all'incarico assunto è necessario predisporre un piano di caratterizzazione finalizzato allo studio della struttura in oggetto, così come indicato precedentemente, al fine precipuo ed fondamentale di acquisire **tutti gli elementi conoscitivi della fabbrica portante**, necessari e sufficienti a supporto delle analisi successive di vulnerabilità mirati alla individuazione del grado di sicurezza sismica e statica dell'edificio, oltre a poter predisporre eventualmente gli interventi di miglioramento sismico e/o di riparazione locale che si dovesse rendere indispensabili.

Quanto sviluppato nel presente testo ottempera puntualmente alla procedura di analisi conoscitiva prevista dalla normativa vigente quale DM Infrastrutture del 14.01.2008 (NTC 2008) e relativa Circolare esplicativa n°617 del 2.02.2009. In particolare trattandosi, come rilevato da una prima analisi sommaria, di edifici in muratura portante si farà pedissequo riferimento ai capitoli 8.5 / 8.6 / 8.7 delle NTC 2008 che espongono procedure puntuali per le attività conoscitive sulle costruzioni esistenti.

Nondimeno le regole di riferimento riportate nella norma debbono essere adeguatamente specializzate e definite per il caso in esame onde consentire al progettista di supportare scientificamente ed in maniera esaustiva le ipotesi a base della analisi di vulnerabilità da cui è condizionata l'affidabilità del risultato finale in merito al grado di sicurezza sismica statisticamente attendibile della costruzione.

Il piano di caratterizzazione pertanto rappresenta un documento che pur nel rispetto delle procedure standardizzate previste dalla norma, sia in grado di predisporre indagini mirate e specifiche, direzionate da una prima valutazione oggettiva sulle condizioni specifiche della struttura e delle sue caratteristiche costruttive e di tutti gli elementi costruttivi che condizionano, sostanzialmente, il comportamento strutturale complessivo e locale dell'edificio, in quanto un piano di caratterizzazione efficace deve fondarsi, non su una ridondanza e generalizzazione di informazioni, "acriticamente" acquisite per estensione di procedure e metodologie standardizzate e normate, ma deve innestarsi su un'attenta e mirata disamina delle caratteristiche strutturali, in grado di caratterizzare e condizionare, con attendibile grado di certezza, il livello di sicurezza statica e sismica dell'edificio esistente.

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- **Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 "NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI E CIRCOLARE ESPLICATIVA"**

Nuovo Testo unico per le Costruzioni pubblicato su S.O. n°30 alla G.U. del 4 Febbraio 2008, n°29 – Circolare 02 Febbraio 2009 n° 617/C.S.LL.PP.

Sicurezza (cap.2), Azioni sulle costruzioni (cap.3), Progettazione geotecnica (cap.6), Progettazione per azioni sismiche (cap.7), Costruzioni esistenti (cap.8), Riferimenti tecnici (cap.12).

- **Eurocode 2:**

Design of concrete structures – Part 1-1 general rules and rules for buildings

- **Eurocode3:**

Design of steel structures – Part 1-1 general rules and rules for buildings

- **Eurocode4:**

Design of composite steel and concrete structures – Part 1-1 general rules and rules for buildings

- **Eurocode 8:**

Design of structures for earthquake resistance -Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings

INDAGINI CONOSCITIVE PRELIMINARI

Le operazioni rivolte alla conoscenza dell'impianto strutturale, finalizzato alla corretta ed opportuna analisi di vulnerabilità sismica ante operam ai fini della individuazione del grado di sicurezza sismica, così come da obiettivi dell'amministrazione ed in ottemperanza a quanto riportato nelle NTC 2008 (cap. 8.5), si esplicitano secondo il seguente protocollo di indagine:

- Indagine storica (8.5.1 NTC 2008)

Le vicende di edificazione, la vita della struttura e le scelte progettuali, perizie e realizzative intervenute eventualmente in variazione al progetto durante il corso dell'opera, non è stato possibile il loro reperimento pur costituendo questi tutti elementi di estremo interesse per configurare, in modo più completo un quadro di base necessario per caratterizzare il comportamento globale della struttura.

In particolare va riscontrata l'età di costruzione verosimile del corpo di fabbrica e la successiva epoca di sopraelevazione, in quanto tale informazioni oltre a collocare in uno specifico scenario storico l'edificato, consente di individuare le tecniche costruttive utilizzate, sia per la realizzazione principale che per la superfetazione. Tale informazione è essenziale ai fini del preliminare inquadramento delle tipologie murarie, degli orizzontamenti, etc., e di escludere che l'edificio oggetto di valutazione abbia avuto modifiche e/o aggiunte (superfetazioni, ampliamenti, etc.), oltre quanto si evince da una prima analisi sommaria, riscontrando l'effettiva omogeneità materica e costruttiva del corpo di fabbrica.

Tale condizione determina anche una verosimile presenza di un'unica tipologia muraria ai vari tronchi di piano (tufo giallo napoletano con eventuali listature di mattoni pieni), desumibile e da confermare mediante i saggi previsti, nonché verosimilmente la presenza di soluzioni coerenti ed omogenee relative agli impalcati di solaio ai vari piani presenti, agli architravi dei vani porte e finestre, etc., tutte condizioni essenziali ai fini di una corretta analisi "ante operam".

Allo stato delle analisi preliminari sembra ritrovarsi come unico elemento di disomogeneità alla fabbrica originaria la presenza della scala in acciaio di sicurezza, di più recente costruzione nonché la compartimentazione del sistema a ballatoio dei corridoi di connettivi mediante finestrature leggere. Entrambi gli elementi rilevati, dallo stato delle prime osservazioni, pur essendo estranei alla originaria organizzazione dell'impianto portante, non prefigurano significative interferenze e condizionamento nel comportamento meccanico globale della struttura. Per quanto detto, resta essenziale incrociare il dato di costruzione storica dell'edificio con le tecniche costruttive rilevate,

riscontrare tale dato con le risultanze dei saggi sulle apparecchiature murarie e sulle tipologie di impalcato presenti, ed evidenziare tutte le singolarità ad esso associabili. In particolare il dato storico va interpretato nella prefigurazione delle tipologie murarie presenti, verosimilmente in tufo giallo napoletano con l'eventuale irrigidimento ai piani bassi nonché alle angolate ed ai martelli murari mediante listature e/o sistema a mattoni pieni. La data di costruzione dell'edificio e le potenziali informazioni storiche sulla sua evoluzione risultano anche essenziali nell'inquadrare tutte le vicissitudini e gli eventi più o meno lesivi dell'impianto portante quali terremoti storici subiti, eventuali o potenziali bombardamenti bellici, etc., al fine di appurare il comportamento del sistema strutturale in relazione agli stessi e rispetto al quadro di manutenzione strutturale e relativo ammaloramento ad oggi presente sulla fabbrica. Quanto detto tende ad inquadrare nell'ottica di informazioni storiche tutte le vicissitudini, le potenziali modifiche anche locali e circoscritte che ha subito l'edificio oggetto di analisi. Le vicende di edificazione, la vita della struttura, precedenti interventi di restauro, perizie e giudizi sul comportamento strutturale, costituiscono ulteriori elementi da appurare di estremo interesse per configurare un quadro di base, dal quale partire per caratterizzare il comportamento globale della struttura. Quanto affermato risulta in stretta correlazione ai contenuti del punto C8.5.1 della Circolare esplicativa delle NTC 2008.

- Rilievo geometrico – strutturale (8.5.2 NTC 2008)

Il rilievo strutturale sviluppato ha costituito una delle prime operazioni conoscitive del manufatto. Con esso sono state rilevate: le geometria dei tipi costruttivi, gli elementi geometrici fondamentali (fili verticali ed orizzontali, allineamenti delle murature portanti, le sezioni dei maschi murari, con il riscontro delle riseghe il posizionamento di eventuali travi e loro sezioni, etc.), le orditure di copertura e dei solai, la tipologia di elementi voltati, la tessitura delle murature, il quadro fessurativo strutturale presente, il quadro fessurativo e danni alle parti non strutturali, etc..

Il rilievo consente di ottenere un panorama di informazioni di grandissima utilità, anche relativamente all'accumulo nel tempo di degradi e danneggiamenti, strutturali e non, che hanno interessato l'opera da analizzare. Il rilievo geometrico è un elemento essenziale nelle operazioni diagnostiche, perché fornisce dettagli strutturali ed identifica gli elementi e le componenti strutturali sulle quali concentrare indagini più accurate.

In particolare, facendo riferimento ai grafici allegati al presente lavoro, sono state individuate una serie di verifiche e riscontri, ritenute necessarie, da effettuare mediante analisi dimensionali e tipologiche su tutti gli elementi interessati, che condizioneranno il comportamento ante operam della struttura, confluite in una tabella di note alle indagini riportata nei grafici di supporto al piano di caratterizzazione.

Si riporta di seguito una sintesi delle note e degli aspetti salienti del rilievo, in riferimento alle singole componenti strutturali.

Strutture portanti verticali

- Rilievo piano per piano, di tutti gli elementi in muratura, incluse eventuali nicchie, cavità, canne fumarie, ed eventuali singolarità da segnalare.
 - Spessori muratura portante al netto dei rivestimenti, sia per i pannelli murari perimetrali che per i muri di spina.
- In relazione allo sviluppo verticale vanno individuati per ciascun allineamento murario le eventuali rastremazioni di spessore.
- Verifica delle misure delle aperture dei vani sia in riferimento a quelli esterni che a quelli interni, al netto degli elementi non strutturali.
- Riscontro degli allineamenti e/o dei disassamenti.

Strutture portanti orizzontali

- Tipologia, orditura e spessore (da ricavare per analogia attraverso eventuali fasce marcapiano, spessore balconi o altri elementi orizzontali da cui è possibile ricavare tale informazione se non possibile procedere a foratura e/o endoscopia per individuare strati e spessori pacchetti di solaio presenti).
- Elementi singolari quali fori, sfalsamenti, etc. per essi ricavare informazioni geometriche esaurienti.
- Individuare in via preliminare elementi atti a prefigurare la presenza di cordoli di aggancio dei solai ed eventuali incatenamenti di piano.

Scale

- Tipologia strutturale, orditura, sistema dei rampanti e spessore.
- Geometria complessiva in merito ad ampiezze dei pianerottoli di arrivo e di riposo, dei gradini, oltre alle dimensioni di alzata e pedata degli stessi, rilevando l'eventuale variabilità tra i vari tronchi della costruzione.
- Eventuali singolarità.

Volte

- Tipologia, spessore e profilo (laddove se ne riscontri la presenza).
- Eventuali singolarità.

Copertura

- Tipologia e dimensioni principali delle strutture portanti, con orditura delle stesse.
- Eventuali particolarità di falda.
- Eventuali singolarità.
- Tipo di organizzazione elementi strutturali (spingenti o no spingenti)

Fondazioni

- Tipologia e dimensioni principali delle strutture del sistema fondale, quote di imposta dell'apparato fondale.
- Eventuali rastremazioni e particolari discontinuità con spiccato di elevazione.
- Eventuali singolarità.

I dati come rilevati saranno riportati nei grafici a corredo del presente lavoro quale lista di controllo dell'attuazione del piano di indagine previsto ed apparati grafici di base per le conseguenti analisi e modellazione strutturale.

Va precisato, che secondo quanto definito al punto C8.5.2 Circolare esplicativa delle NTC 2008, che per le analisi associate alla indagine storico critica ed al rilievo geometrico strutturale va posto in essere un approfondimento di pari estensione e dettaglio comune a tutti i livelli di conoscenza previsti dalla normativa. Solo per l'analisi dei dettagli costruttivi e le proprietà dei materiali che si predispongono crescenti livelli di approfondimenti di indagine atti a caratterizzare il livello di conoscenza previsto (LC1/LC2/LC3). Per le informazioni storiche e la geometria dell'edificio si richiede sempre un livello di indagine completo e dettagliato, ai fini di consentire la definizione di un modello strutturale necessario e sufficiente per la valutazione della sicurezza per le azioni prese in esame. In ultimo la rappresentazione di quanto richiesto sarà effettuata, come previsto dalla norma di riferimento, mediante piante, prospetti e sezioni significative oltre che con particolari costruttivi.

Di seguito si riportano a titolo di Procedure di indagine per la diagnosi tutte le informazioni atte a specificare il livello di conoscenza richiesto.

PROCEDURE DI INDAGINE PER LA DIAGNOSI

Tutte le analisi che saranno svolte per l'edificio di che trattasi, sia esse rivolte alla definizione degli interventi di "Miglioramento Sismico" quanto di "Riparazione Locale", dovranno tener conto di quanto prescritto dal Nuovo Testo Unico sulle Costruzioni in zona sismica, di cui al D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008. È bene precisare che i valori ottenuti delle resistenze dei materiali attraverso le prove effettuate sulla struttura, prescindano dalle classi previste nelle norme per le nuove costruzioni.

I riferimenti normativi dell'NTC 2008 sono di seguito brevemente rappresentati:

- Costruzioni in muratura: geometria

La conoscenza della geometria strutturale dei vari corpi di fabbrica esistenti in muratura deriva di regola dalle operazioni di rilievo. Tali operazioni comprendono il rilievo, piano per piano, di tutti gli elementi in muratura, incluse eventuali nicchie, cavità, canne fumarie, il rilievo delle volte (spessore e profilo), dei solai e della copertura (tipologia e orditura), delle scale (tipologia strutturale), la individuazione dei carichi gravanti su ogni elemento di parete e la tipologia delle fondazioni. La rappresentazione dei risultati del rilievo viene effettuata attraverso piante, alzati e sezioni.

Viene inoltre rilevato e rappresentato l'eventuale quadro fessurativo, classificando possibilmente ciascuna lesione secondo la tipologia del meccanismo associato (distacco, rotazione, scorrimento, spostamenti fuori del piano, etc.), e deformativo (evidenti fuori piombo, rigonfiamenti, depressioni nelle volte, etc.). La finalità è di consentire, nella successiva fase diagnostica, l'individuazione dell'origine e delle possibili evoluzioni delle problematiche strutturali dell'edificio.

- Costruzioni in muratura: dettagli costruttivi

I dettagli costruttivi da esaminare sono relativi ai seguenti elementi:

- a) qualità del collegamento tra pareti verticali;
- b) qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti ed eventuale presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento;
- c) esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture;
- d) presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti;
- e) presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità;
- f) tipologia della muratura (a un paramento, a due o più paramenti, con o senza riempimento a sacco, con o senza collegamenti trasversali, etc.), e sue

caratteristiche costruttive (eseguita in mattoni o in pietra, regolare, irregolare, con listature o non, etc.).

Si distinguono:

- ✓ **Verifiche in-situ limitate:** sono basate su rilievi di tipo visivo effettuati ricorrendo, generalmente, a rimozione dell'intonaco e saggi nella muratura che consentano di esaminarne le caratteristiche sia in superficie che nello spessore murario, e di ammorsamento tra muri ortogonali e dei solai nelle pareti. I dettagli costruttivi di cui ai punti a) e b) possono essere valutati anche sulla base di una conoscenza appropriata delle tipologie dei solai e della muratura. In assenza di un rilievo diretto, o di dati sufficientemente attendibili, è opportuno assumere, nelle successive fasi di modellazione, analisi e verifiche, le ipotesi più cautelative.
- ✓ **Verifiche in-situ estese ed esaustive:** sono basate su rilievi di tipo visivo, effettuati ricorrendo, generalmente, a saggi nella muratura che consentano di esaminarne le caratteristiche sia in superficie che nello spessore murario, e di ammorsamento tra muri ortogonali e dei solai nelle pareti. L'esame degli elementi di cui ai punti da a) ad f) è opportuno sia esteso in modo sistematico all'intero edificio.

- Costruzioni in muratura: proprietà dei materiali

Particolare attenzione è riservata alla valutazione della qualità muraria, con riferimento agli aspetti legati al rispetto o meno della "regola dell'arte".

L'esame della qualità muraria e l'eventuale valutazione sperimentale delle caratteristiche meccaniche hanno come finalità principale quella di stabilire se la muratura in esame è capace di un comportamento strutturale idoneo a sostenere le azioni statiche e dinamiche prevedibili per l'edificio in oggetto, tenuto conto delle categorie di suolo, opportunamente identificate, secondo quanto indicato al §3.2.2 delle NTC del 2008.

Di particolare importanza risulta la presenza o meno di elementi di collegamento trasversali (es. diatoni), la forma, tipologia e dimensione degli elementi, la tessitura, l'orizzontalità delle giaciture, il regolare sfalsamento dei giunti, la qualità e consistenza della malta.

Di rilievo risulta anche la caratterizzazione di malte (tipo di legante, tipo di aggregato, rapporto legante/aggregato, livello di carbonatazione), e di pietre e/o mattoni (caratteristiche fisiche e meccaniche) mediante prove sperimentali. Malte e pietre sono prelevate in situ, avendo cura di prelevare le malte all'interno (ad almeno 5-6 cm di profondità nello spessore murario).

Si distinguono:

- ✓ **Indagini in-situ limitate:** servono a completare le informazioni sulle proprietà dei materiali ottenute dalla letteratura, o dalle regole in vigore all'epoca della costruzione, e per individuare la tipologia della muratura (in Tabella C8A.2.1 sono riportate alcune tipologie più ricorrenti). Sono basate su esami visivi della superficie muraria. Tali esami visivi sono condotti dopo la rimozione di una zona di intonaco di almeno 1m x 1m, al fine di individuare forma e dimensione dei blocchi di cui è costituita, eseguita preferibilmente in corrispondenza degli angoli, al fine di verificare anche le ammorsature tra le pareti murarie. E' da valutare, anche in maniera approssimata, la compattezza della malta. Importante è anche valutare la capacità degli elementi murari di assumere un comportamento monolitico in presenza delle azioni, tenendo conto della qualità della connessione interna e trasversale attraverso saggi localizzati, che interessino lo spessore murario.
- ✓ **Indagini in-situ estese:** le indagini di cui al punto precedente sono effettuate in maniera estesa e sistematica, con saggi superficiali ed interni per ogni tipo di muratura presente. Prove con martinetto piatto doppio e prove di caratterizzazione della malta (tipo di legante, tipo di aggregato, rapporto legante/aggregato, etc.), e eventualmente di pietre e/o mattoni (caratteristiche fisiche e meccaniche) consentono di individuare la tipologia della muratura (si veda la Tabella C8A.2.1 per le tipologie più ricorrenti). È opportuna una prova per ogni tipo di muratura presente. Metodi di prova non distruttivi (prove soniche, prove sclerometriche, penetrometriche per la malta, etc.) possono essere impiegati a complemento delle prove richieste. Qualora esista una chiara, comprovata corrispondenza tipologica per materiali, pezzatura dei conci, dettagli costruttivi, in sostituzione delle prove sulla costruzione oggetto di studio possono essere utilizzate prove eseguite su altre costruzioni presenti nella stessa zona. Le Regioni potranno, tenendo conto delle specificità costruttive del proprio territorio, definire zone omogenee a cui riferirsi a tal fine.
- ✓ **Indagini in-situ esaustive:** servono per ottenere informazioni quantitative sulla resistenza del materiale. In aggiunta alle verifiche visive, ai saggi interni ed alle prove di cui ai punti precedenti, si effettua una ulteriore serie di prove sperimentali che, per numero e qualità, siano tali da consentire di valutare le caratteristiche meccaniche della muratura. La misura delle caratteristiche meccaniche della muratura si ottiene mediante esecuzione di prove, in situ o in laboratorio (su elementi non disturbati prelevati dalle strutture dell'edificio). Le prove possono in generale comprendere prove di compressione diagonale su pannelli o prove combinate di compressione verticale e taglio. Metodi di prova non distruttivi

possono essere impiegati in combinazione, ma non in completa sostituzione di quelli sopra descritti.

Qualora esista una chiara, comprovata corrispondenza tipologica per materiali, pezzatura dei conci, dettagli costruttivi, in sostituzione delle prove sulla costruzione oggetto di studio possono essere utilizzate prove eseguite su altre costruzioni presenti nella stessa zona. Le Regioni potranno, tenendo conto delle specificità costruttive del proprio territorio, definire zone omogenee a cui riferirsi a tal fine.

I risultati delle prove sono esaminati e considerati nell'ambito di un quadro di riferimento tipologico generale, che tenga conto dei risultati delle prove sperimentali disponibili in letteratura sino a quel momento per le tipologie murarie in oggetto e che consenta di valutare, anche in termini statistici, la effettiva rappresentatività dei valori trovati. I risultati delle prove sono utilizzati in combinazione con quanto riportato nella Tabella C8A.2.1, secondo quanto riportato al §C8A.1.A.4 e riassunto in tabella C8A.1.1.

- Costruzioni in muratura: livelli di conoscenza

Con riferimento al livello di conoscenza acquisito, si possono definire i valori medi dei parametri meccanici ed i fattori di confidenza secondo quanto segue:

- il livello di conoscenza LC3 si intende raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ estese ed esaustive sui dettagli costruttivi, indagini in situ esaustive sulle proprietà dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1$;
- il livello di conoscenza LC2 si intende raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ estese ed esaustive sui dettagli costruttivi ed indagini in situ estese sulle proprietà dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1.2$;
- il livello di conoscenza LC1 si intende raggiunto quando siano stati effettuati il rilievo geometrico, verifiche in situ limitate sui dettagli costruttivi ed indagini in situ limitate sulle proprietà dei materiali; il corrispondente fattore di confidenza è $FC=1.35$.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva della definizione del livello di conoscenza, in rapporto alle tre componenti di indagine, con la corrispondenza al fattore di confidenza associato, estrapolata dalla Circolare Esplicativa delle NTC 617/C.S.LL.PP..

Tabella C8A.1.1 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti valori dei fattori di confidenza per edifici in muratura

Livello di Conoscenza	Geometria	Dettagli costruttivi	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Rilievo muratura, volte, solai, scale. Individuazione carichi gravanti su ogni elemento di parete Individuazione tipologia fondazioni. Rilievo eventuale quadro fessurativo e deformativo	verifiche in situ limitate	Indagini in situ limitate Resistenza: valore minimo di Tabella C8A.2.1 Modulo elastico: valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1	Tutti	1.35
LC2		verifiche in situ estese ed esaustive	Indagini in situ estese Resistenza: valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1 Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1		1.20
LC3			Indagini in situ esaustive -caso a) (disponibili 3 o più valori sperimentali di resistenza) Resistenza: media dei risultati delle prove Modulo elastico: media delle prove o valore medio intervallo di Tabella C8A.2.1 -caso b) (disponibili 2 valori sperimentali di resistenza) Resistenza: se valore medio sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, valore medio dell'intervallo di Tabella C8A.2.1; se valore medio sperimentale maggiore di estremo superiore intervallo, quest'ultimo; se valore medio sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore medio sperimentale. Modulo elastico: come LC3 – caso a). -caso c) (disponibile 1 valore sperimentale di resistenza) Resistenza: se valore sperimentale compreso in intervallo di Tabella C8A.2.1, oppure superiore, valore medio dell'intervallo; se valore sperimentale inferiore al minimo dell'intervallo, valore sperimentale. Modulo elastico: come LC3 – caso a).		1.00

- Costruzioni in c.a.: geometria

Disegni originali di carpenteria: descrivono la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettono di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali.

Disegni costruttivi o esecutivi: descrivono la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettono di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali. In aggiunta essi contengono la descrizione della quantità, disposizione e dettagli costruttivi di tutte le armature, nonché le caratteristiche nominali dei materiali usati.

Rilievo visivo: serve a controllare la corrispondenza tra l'effettiva geometria della struttura e i disegni originali di carpenteria disponibili. Comprende il rilievo a campione della geometria di alcuni elementi. Nel caso di modifiche non documentate intervenute durante o dopo la costruzione, sarà eseguito un rilievo completo descritto al punto seguente.

Rilievo completo: serve a produrre disegni completi di carpenteria nel caso in cui quelli originali siano mancanti o si sia riscontrata una non corrispondenza tra questi ultimi e l'effettiva geometria della struttura. I disegni prodotti dovranno descrivere la geometria della struttura, gli elementi strutturali e le loro dimensioni, e permettere di individuare l'organismo strutturale resistente alle azioni orizzontali e verticali con lo stesso grado di dettaglio proprio di disegni originali.

Per l'identificazione della geometria, i dati raccolti includono i seguenti:

- a) identificazione del sistema resistente alle forze orizzontali in entrambe le direzioni;
- b) tessitura dei solai;
- c) dimensioni geometriche di travi, pilastri e pareti;
- d) larghezza delle ali di travi a T;
- e) possibili eccentricità fra travi e pilastri ai nodi.

- Costruzioni in c.a.: dettagli costruttivi

Per l'identificazione dei dettagli costruttivi, i dati raccolti devono includere i seguenti:

- a) quantità di armatura longitudinale in travi, pilastri e pareti;
- b) quantità e dettagli di armatura trasversale nelle zone critiche e nei nodi trave-pilastro;
- c) quantità di armatura longitudinale nei solai che contribuisce al momento negativo di travi a T;
- d) lunghezze di appoggio e condizioni di vincolo degli elementi orizzontali;
- e) spessore del copriferro;
- f) lunghezza delle zone di sovrapposizione delle barre.

La definizione dei dettagli costruttivi, ai fini della modellizzazione di calcolo di una struttura esistente in c.a., può essere ricondotta a quattro casistiche di dati disponibili, che comportano altrettanti livelli di definizione delle informazioni a disposizione, ovvero:

- ✓ **Progetto simulato**: serve, in mancanza dei disegni costruttivi originali, a definire la quantità e la disposizione dell'armatura in tutti gli elementi con funzione strutturale o le caratteristiche dei collegamenti. E' eseguito sulla base delle norme tecniche in vigore e della pratica costruttiva caratteristica all'epoca della costruzione.

- ✓ **Verifiche in-situ limitate:** servono per verificare la corrispondenza tra le armature o le caratteristiche dei collegamenti effettivamente presenti e quelle riportate nei disegni costruttivi, oppure ottenute mediante il progetto simulato.
- ✓ **Verifiche in-situ estese:** servono quando non sono disponibili i disegni costruttivi originali come alternativa al progetto simulato seguito da verifiche limitate, oppure quando i disegni costruttivi originali sono incompleti.
- ✓ **Verifiche in-situ esaustive:** servono quando non sono disponibili i disegni costruttivi originali e si desidera un livello di conoscenza accurata (LC3).

Le verifiche in-situ sono effettuate su un'opportuna percentuale degli elementi strutturali primari per ciascuna tipologia di elemento (travi, pilastri, pareti...), come indicato nella Tabella C8A.1.3, privilegiando comunque gli elementi che svolgono un ruolo più critico nella struttura, quali generalmente i pilastri.

- Costruzioni in c.a.: Proprietà dei materiali

Calcestruzzo: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove di compressione fino a rottura.

Acciaio: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e della resistenza e deformazione ultima, salvo nel caso in cui siano disponibili certificati di prova di entità conforme a quanto richiesto per le nuove costruzioni, nella normativa dell'epoca.

Unioni di elementi in acciaio: la misura delle caratteristiche meccaniche si ottiene mediante estrazione di campioni ed esecuzione di prove a trazione fino a rottura con determinazione della resistenza a snervamento e della resistenza e deformazione ultima.

Metodi di prova non distruttivi: Sono ammessi metodi di indagine non distruttiva di documentata affidabilità, che non possono essere impiegati in completa sostituzione di quelli sopra descritti, ma sono consigliati a loro integrazione, purché i risultati siano tarati su quelli ottenuti con prove distruttive. Nel caso del calcestruzzo, è importante adottare metodi di prova che limitino l'influenza della carbonatazione degli strati superficiali sui valori di resistenza.

- ✓ **Prove in-situ limitate:** servono a completare le informazioni sulle proprietà dei materiali ottenute o dalle normative in vigore all'epoca della costruzione, o dalle caratteristiche nominali riportate sui disegni costruttivi, o da certificati originali di prova.
- ✓ **Prove in-situ estese:** servono per ottenere informazioni in mancanza sia dei disegni costruttivi, che dei certificati originali di prova, oppure quando i valori

ottenuti dalle prove limitate risultano inferiori a quelli riportati nei disegni o certificati originali.

- ✓ **Prove in-situ esaustive:** servono per ottenere informazioni in mancanza sia dei disegni costruttivi, che dei certificati originali di prova, oppure quando i valori ottenuti dalle prove limitate risultano inferiori a quelli riportati nei disegni o certificati originali, e si desidera un livello di conoscenza accurata (LC3).

Per l'identificazione dei materiali, i dati raccolti includono i seguenti:

- a) resistenza del calcestruzzo;
- b) resistenza a snervamento, di rottura e deformazione ultima dell'acciaio.

Le prove opportune nei diversi casi sono indicate nella Tabella C8A.1.3.

Tabella C8A.1.3a – Definizione orientativa dei livelli di rilievo e prove per edifici in c.a.

	Rilievo (dei dettagli costruttivi)(a)	Prove (sui materiali) (b)(c)
	Per ogni tipo di elemento "primario" (trave, pilastro...)	
Verifiche limitate	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 15% degli elementi	1 provino di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio
Verifiche estese	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 35% degli elementi	2 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio
Verifiche esaustive	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il 50% degli elementi	3 provini di cls. per 300 m2 di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio

Le percentuali di elementi da verificare ed il numero di provini da estrarre e sottoporre a prove di resistenza riportati nella Tabella C8A.1.3 hanno valore indicativo e vanno adattati ai singoli casi, tenendo conto dei seguenti aspetti:

- a) Nel controllo del raggiungimento delle percentuali di elementi indagati ai fini del rilievo dei dettagli costruttivi si tiene conto delle eventuali situazioni ripetitive, che consentano di estendere ad una più ampia percentuale i controlli effettuati su alcuni elementi strutturali facenti parte di una serie con evidenti caratteristiche di ripetibilità, per uguale geometria e ruolo nello schema strutturale.
- b) Le prove sugli acciai sono finalizzate all'identificazione della classe dell'acciaio utilizzata con riferimento alla normativa vigente all'epoca di costruzione. Ai fini del

raggiungimento del numero di prove sull'acciaio necessario per il livello di conoscenza è opportuno tener conto dei diametri (nelle strutture in c.a.) o dei profili (nelle strutture in acciaio) di più diffuso impiego negli elementi principali con esclusione delle staffe.

- c) Ai fini delle prove sui materiali è consentito sostituire alcune prove distruttive, non più del 50%, con un più ampio numero, almeno il triplo, di prove non distruttive, singole o combinate, tarate su quelle distruttive.
- d) Il numero di provini riportato nelle tabelle 8A.3a e 8A.3b può esser variato, in aumento o in diminuzione, in relazione alle caratteristiche di omogeneità del materiale. Nel caso del calcestruzzo in opera tali caratteristiche sono spesso legate alle modalità costruttive tipiche dell'epoca di costruzione e del tipo di manufatto, di cui occorrerà tener conto nel pianificare l'indagine. Sarà opportuno, in tal senso, prevedere l'effettuazione di una seconda campagna di prove integrative, nel caso in cui i risultati della prima risultino fortemente disomogenei.

- Costruzioni in calcestruzzo armato: livelli di confidenza

Ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di confidenza, richiamati in C8.7.2.1, si distinguono i tre livelli di conoscenza seguenti:

- LC1: Conoscenza Limitata;
- LC2: Conoscenza Adeguata;
- LC3: Conoscenza Accurata.

Gli aspetti che definiscono i livelli di conoscenza sono:

- geometria, ossia le caratteristiche geometriche degli elementi strutturali;
- dettagli strutturali, ossia la quantità e disposizione delle armature, compreso il passo delle staffe e la loro chiusura, per il c.a., i collegamenti per l'acciaio, i collegamenti tra elementi strutturali diversi, la consistenza degli elementi non strutturali collaboranti;
- materiali, ossia le proprietà meccaniche dei materiali.

Il livello di conoscenza acquisito determina il metodo di analisi e i fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali. Le procedure per ottenere i dati richiesti sulla base dei disegni di progetto e/o di prove in-situ sono descritte nel seguito per gli edifici in c.a. e acciaio.

La relazione tra livelli di conoscenza, metodi di analisi e fattori di confidenza è illustrata nella Tabella C8A.1.2 La definizione dei termini "visivo", "completo", "limitato", "estensivo", "esaustivo", contenuti nella tabella è fornita nel seguito.

Tabella C8A.1.2 – Livelli di conoscenza in funzione dell'informazione disponibile e conseguenti metodi di analisi ammessi e valori dei fattori di confidenza per edifici in calcestruzzo armato o in acciaio

Livello di Conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate</i> verifiche in-situ	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate</i> prove in-situ	Analisi lineare statica o dinamica	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure estese verifiche in-situ	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con <i>limitate</i> prove in-situ oppure estese prove in-situ	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi con <i>limitate</i> verifiche in situ oppure esaustive verifiche in-situ	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ oppure esaustive prove in-situ	Tutti	1.00

I Fattori di Confidenza indicati nella Tabella possono essere utilizzati, in assenza di valutazioni più approfondite, per definire le resistenze dei materiali da utilizzare nelle formule di capacità degli elementi. Le resistenze medie, ottenute dalle prove in situ e dalle informazioni aggiuntive, sono divise per i Fattori di Confidenza. Nel caso di progettazione in presenza di azioni sismiche, i Fattori di Confidenza sono utilizzati anche per gli scopi di cui al § 8.7.2.4.

I Fattori di Confidenza possono anche essere valutati in modo differenziato per i diversi materiali, sulla base di considerazioni statistiche condotte su un insieme di dati significativo per gli elementi in esame e di metodi di valutazione di comprovata validità.

- Scelta del fattore di confidenza

La valutazione della sicurezza del complesso sarà svolta effettuando sia l'analisi per carichi gravitazionali (vulnerabilità statica dell'edificio) che considerando l'effetto delle azioni sismiche previste dalla normativa vigente per il sito in esame (vulnerabilità sismica dell'edificio). In particolare la valutazione delle effettive prestazioni sismiche sarà condotta secondo le prescrizioni della normativa vigente (Ordinanza n.3790/09, D.M. Infrastrutture del 14 gennaio 2008, Circolare Esplicativa delle Norme Tecniche per le Costruzioni n.617 del 02 Febbraio 2009). Trattandosi di una struttura di dimensioni non trascurabili destinata a funzioni pubbliche si definisce di seguito la scelta del fattore di confidenza mediante il livello di conoscenza.

Per la definizione della fase di diagnostica occorre dunque definire:

- la conoscenza delle proprietà meccaniche dei materiali in senso certo e ciò solo attraverso indagini specifiche da effettuare in situ e attraverso prove di rottura in laboratorio di campioni prelevati in sito;

Saranno poi applicati metodi di analisi dipendenti:

- dalla completezza e dall'affidabilità dell'informazione disponibile;
- dall'uso, nelle verifiche di sicurezza, di adeguati "fattori di confidenza" che modificano i parametri di capacità in funzione del livello di conoscenza relativo a geometria, dettagli costruttivi e materiali.

Dovendo poi le indagini essere motivate per tipo e quantità, i livelli di conoscenza saranno dunque determinati sulla base degli approfondimenti effettuati nelle fasi conoscitive sopra riportate. La quantità e qualità dei dati da acquisire determina:

- il metodo di analisi
- i fattori di confidenza da applicare alle proprietà dei materiali da adoperare nelle verifiche di sicurezza

Ai fini della scelta del tipo di analisi e dei valori dei fattori di confidenza si distinguono i tre livelli di conoscenza seguenti:

LC1: Conoscenza Limitata

LC2: Conoscenza Adeguata

LC3: Conoscenza Accurata

Al fine di definire correttamente il livello di conoscenza proposto si richiamano le Tabelle C8A.1.1 e C8A.1.2 della Circolare Esplicativa delle NTC n°617 del 02 febbraio 2009, nelle quali sono correlati e definiti i suddetti livelli alle informazioni disponibili, per gli edifici in muratura ed in c.a., oltre alla correlazione con i fattori di confidenza, questi ultimi fondamentali per la caratterizzazione meccanica dei modelli di calcolo, ovvero per l'imputazione dei parametri meccanici dei materiali nelle elaborazioni.

PROVE DI CARATTERIZZAZIONE PROPOSTE

Il rilievo visivo ed alcune indagini debolmente distruttive possono consentire di giungere ad una buona conoscenza e ad un giudizio sulla qualità dei materiali e del loro degrado. Tuttavia, in alcuni casi la modellazione del comportamento strutturale, specie nei riguardi dell'azione sismica, richiede la conoscenza di parametri meccanici di deformabilità e resistenza dei materiali, ed in particolare nel caso di una struttura mista, ovvero in muratura e c.a., non si può prescindere dalla conoscenza degli stessi.

Le tecniche diagnostiche non distruttive di tipo indiretto, quali prove soniche ed ultrasoniche, consentono di valutare l'omogeneità dei parametri meccanici nelle diverse parti della costruzione, ma non forniscono stime quantitative attendibili dei loro valori, in quanto essi vengono desunti dalla misura di altre grandezze (ad esempio, la velocità di propagazione di onde di volume).

La misura dei parametri meccanici della muratura, in particolare di quelli di resistenza, non può essere eseguita se non attraverso prove distruttive, anche se su porzioni limitate. La caratterizzazione degli elementi costituenti (malta, mattoni, elementi lapidei) può essere eseguita in sito o su campioni di piccole dimensioni, prelevati e successivamente analizzati in laboratorio.

Per quanto riguarda le malte possono essere eseguite, tra le altre:

- a) prove sclerometriche e penetrometriche;
- b) analisi chimiche, su campioni prelevati in profondità in modo da non essere soggetti al degrado superficiale, per la determinazione del tipo di legante, del rapporto legante/aggregato, del livello di carbonatazione.

Sui mattoni, oltre a determinarne le caratteristiche fisiche, è possibile valutare il modulo elastico e le resistenze a trazione e compressione attraverso prove meccaniche in laboratorio, di compressione e flessione. Per quanto riguarda gli elementi lapidei, possono essere eseguite una classificazione litologica e valutate le proprietà fisiche.

Negli altri casi, è possibile far ricorso alle seguenti metodologie di prova in sito per la determinazione del modulo di elasticità normale e della resistenza a compressione:

- **martinetti piatti doppi e singoli** (tecnica debolmente distruttiva, in quanto eseguita su una porzione limitata di un paramento murario);

per la determinazione della resistenza e del modulo a taglio:

- **martinetti piatti doppi e singoli** (tecnica debolmente distruttiva, in quanto eseguita su una porzione limitata di un paramento murario);

È evidente che, dato il carattere distruttivo delle succitate prove, esse andranno impiegate solo se ben motivate e giustificate non solo dall'uso dei relativi risultati

nella modellazione della struttura, ma anche dal fatto di essere discriminanti nei confronti della valutazione o della scelta dell'intervento.

La misura dei parametri meccanici del calcestruzzo armato, ovvero di entrambe le sue componenti, si ottiene attraverso la definizione delle proprietà meccaniche del calcestruzzo e dell'acciaio utilizzato per le barre di armature, oltre che del livello di degrado peculiare ai materiali e delle caratteristiche delle barre, per cui si procede ad una serie di prelievi di campioni da sottoporre a prove di rottura in laboratorio, oltre che ad altre prove non distruttive e a disamina tecnica.

La caratterizzazione del cls avviene mediante prelevamento di carote di materiale, direttamente dagli elementi strutturali, che successivamente vengono sottoposte a prove di rottura per schiacciamento, in laboratori autorizzati e certificati, mentre per le barre i campioni consistono in spezzoni di barre estrapolati anch'essi dalle componenti della struttura in esame, con lunghezza minima sufficiente all'esecuzione delle prove di rottura a trazione e di piegamento in laboratorio, successivamente reintegrati con barre di caratteristiche analoghe alle originali.

Nell'individuazione di possibili zone di sacrificio ove realizzare eventuali analisi distruttive si potrà tener conto degli esiti della ricerca storica, dello stato di conservazione dei materiali e del rilievo delle superfici di pregio. L'identificazione delle caratteristiche meccaniche potrà anche essere ottenuta per analogia con murature simili, tenendo conto, per quanto possibile, anche dei fenomeni di degrado.

In rapporto a quanto sopra evidenziato si propongono, in **numero strettamente sufficiente a determinare il livello di conoscenza LC3 e compatibile con lo scenario e le attività presenti nell'edificio oggetto di indagine**, la tipologia e localizzazione delle seguenti indagini:

➤ **Saggi visivi**

Consiste nella realizzazione di un sondaggio mediante l'eliminazione di una porzione di intonaco di almeno 1 mq atta a mettere a nudo la tipologia muraria. Va puntualizzato che al fine di ridurre al minimo l'onere ed il disagio derivante dalle suindicate prove, verranno scandagliate con particolare cura le parti già scrostate della struttura nonché verranno utilizzate ai fini della caratterizzazione delle apparecchiature murarie la prova con martinetto prevista. Tale condizione oltre a limitare il disagio delle prove sulle funzioni didattiche in corso, risultano supportate da evidenti elementi di analogia e di conoscenza strutturale "a priori" dati dalla datazione della fabbrica, la tecnica costruttiva omogenea e la regolarità e reiterazione riscontrata dei sistemi portanti è possibile limitare allo stretto necessario. In tal modo non viene in ogni caso esclusa la sistematicità delle prove e saggi visivi al fine di ottenere un LC2. Nella seconda parte del presente documento, quando

verranno illustrate le risultanze di caratterizzazione e prova, si illustrerà nel dettaglio il riscontro di conoscenza visivo ottenuto sull'intera fabbrica mediante la "ragionata" esplicitazione del report fotografico acquisito nei molteplici e mirati sopralluoghi effettuati. Essi avvaloreranno il criterio di individuare il massimo numero di zone indagate con il minimo impatto e disagio sulla struttura e le funzioni esistenti, al fine di una sistematica conoscenza della struttura per il corretto supporto alle analisi precipue al presente lavoro.

➤ **Prove non distruttive**

Esse riferite alle valutazioni e informazioni desumibili dai saggi vanno effettuate per la caratterizzazione della resistenza media della muratura esistente e per la determinazione secondo la tab. C8A.2.1. della tipologia muraria presente. Va specificato che il numero previsto è funzione di una prevedibile presenza di limitata varietà tipologica e quindi strettamente necessario e sufficiente a caratterizzarne dal punto di vista meccanico la tipologia muraria. Tale considerazione è supportata dalla verosimile genesi univoca della costruzione e quindi dall'uso di tecnica che prevede di base la stessa muratura e tecnologia costruttiva la cui variazione può essere solo legata alla collocazione piano altimetrica della muratura. Di fatti è prevedibile come in uso alle maestranze dell'epoca l'uso di muratura a tufo listata con mattoni pieni nei piani bassi mentre ai piani alti senza listature con unica tipologia di blocchi murari (tufo o mattoni pieni). Quanto detto nell'affermare che la genesi costruttiva unica relazionata a tecnica costruttiva nota e riferita a blocchi di tufo con listature o meno fa presagire un unico riferimento tipologico non prevedendo la presenza di blocchi murari di differente natura. Di fatti la stessa presenza di listatura non è classificata dalla NTC 2008 in riferimento ai valori medi delle caratteristiche meccaniche riportati nella tabella di riferimento C8A.2.1. come differente tipologia muraria se riferita agli stessi blocchi lapidei di base (tufo) ma come elemento di miglioramento delle caratteristiche meccaniche in ambito di una medesima tipologia muraria secondo quanto riportato in tabella C8A.2.2. In ogni caso si prescrive che le prove con martinetti piatti verranno eseguite a valle dei saggi visivi, a conferma della sufficienza delle stesse nel riferimento ad un'unica tipologia muraria (tufo) di differente consistenza ed apparecchiatura (potenziale presenza di listature).

- Prove a compressione con il doppio martinetto piatto;
- Prove a taglio con il doppio martinetto piatto.

La posizione delle prove con martinetti tiene conto delle condizioni di massimo cimento statico della muratura e quindi su allineamenti murari di piano terra non condizionati da condizioni di discontinuità (vicinanza aperture o incroci murari) e preferibilmente individuata dove sono presenti i massimi scarichi statici dei solai a i vari piani. Tale condizione è necessaria a qualificare le caratteristiche meccaniche della muratura su una

condizione di esercizio di alto cimento statico prossima a condizione limiti tensionali mai fini di una correlazione con le previsioni di stato limite ultimo previste nelle analisi di vulnerabilità sismica da eseguirsi a valle del presente. In tal modo è individuata univocamente la posizione della prova con martinetto piatto da eseguirsi su parete muraria portante al tronco di piano terra.

Si prevede inoltre un'ulteriore prova con martinetti ai piani superiori, in particolare al tronco intermedio onde consentire una correlazione tra caratteristiche meccaniche di muratura prevista ai piani bassi con un'analoga prevista ai piani intermedi / alti. In tale contesto che va verificato con ausilio dei saggi visivi l'eventuale differenziazione tipologica tra muratura di piano terra e muratura di piano intermedio. La prova come definita deve rispettare medesime prerogative di posizione della prova di piano terra, ma ai fini di maggiore estensione dei risultati è posizionabile in un diverso allineamento. Entrambe le prove devono essere posizionate tenendo conto del minimo disagio delle attività in corso, prediligendo locali non adibiti a funzione didattica. Per una corretta individuazione delle prove indicate va fatto riferimento ai grafici ad integrazione del presente lavoro. Si distinguono due diverse indagini che fanno uso della medesima strumentazione: prova con martinetto singolo o con martinetto doppio. La prima consente la determinazione della tensione verticale media presente nella parete mentre la seconda permette la determinazione in situ delle caratteristiche di deformabilità della muratura.

Tale metodologia è poco invasiva, occorrendo solo l'esecuzione di uno o due tagli, lungo i corsi di malta, per l'inserimento dei martinetti. La preparazione ed il ripristino interessano solo la finitura che va rimossa nell'area oggetto della prova.

L'esecuzione della prova con martinetto singolo prevede l'individuazione di coppie di punti (applicando appositi dischetti di riferimento) sopra e sotto la linea del taglio, la lettura della distanza su dette basi prima del taglio con strumenti aventi precisione di 0,001 mm, l'esecuzione di un taglio orizzontale e l'inserimento del martinetto al suo interno, l'applicazione attraverso il martinetto (procedendo per passi a controllo di spostamento) della pressione necessaria per riportare gli spostamenti delle basi ai valori precedenti al taglio. La suddetta pressione, opportunamente corretta a mezzo di coefficienti che tengono conto della effettiva geometria del sistema, è la tensione nella muratura prima dell'esecuzione del taglio.

L'esecuzione della prova con martinetto doppio prevede, l'esecuzione di due tagli orizzontali e distanti 50/100 cm e l'inserimento al loro interno dei martinetti (collegati fra loro in basi parallelo), l'individuazione di coppie di punti (basi di misura) all'interno della porzione di muratura compresa fra i martinetti, l'esecuzione di una prova di carico in situ nella quale il carico viene applicato a mezzo dei martinetti e le deformazioni vengono lette

sulle basi di misura. I risultati della prova consentono di tracciare i diagrammi tensione-deformazione caratteristici del solido murario compreso fra i due martinetti e quindi di determinarne le caratteristiche meccaniche. Le due prove, eseguite in successione, consentono di determinare l'effettivo coefficiente di sicurezza della muratura per carichi verticali presenti. Specifichiamo che nel caso analizzato l'edificio è riconducibile ad un'unica tipologia muraria, essendo prevalentemente caratterizzato il nucleo portante dei maschi murari da muratura in tufo giallo napoletano, e quindi risulta necessaria e sufficiente la presenza di un'unica prova con martinetto doppio, onde consentire il riscontro non solo tensionale ma anche deformativo meccanico ai fini di orientare in maniera inequivocabile l'individuazione delle caratteristiche fisico meccaniche della muratura analizzata secondo quanto previsto dalla normativa vigente per LC3.

➤ **Endoscopia**

L'indagine endoscopica consiste in una tecnica lievemente distruttiva applicata principalmente per la determinazione dello stato e della tipologia di strutture murarie. Viene eseguita mediante l'effettuazione di fori del diametro di circa 2-3 cm opportunamente "puliti", all'interno dei quali viene inserito un endoscopio che permette di individuare la composizione della muratura, lo stato della malta, eventuali cavità, fessurazioni interne, percorsi seguiti dalle miscele cementizie iniettate ecc.

Gli endoscopi possono essere rigidi (oroscopi con asta metallica di lunghezza variabile) o flessibili. A seconda che la fonte di illuminazione sia posta all'estremità dell'obiettivo (lampada alogena) o sulla punta dell'endoscopio si definisce strumento a luce calda o a luce fredda. L'endoscopio consente il collegamento ad apparecchi video e/o fotografici per la caratterizzazione della stratigrafia della massa muraria e dello stato degli elementi resistenti e della malta.

Una variante a tale sistema è il video-endoscopio caratterizzato da un a videocamera miniaturizzata collegata direttamente ad un dispositivo di registrazione delle immagini.

Le principali applicazioni associate a questa tecnica di indagine sono riconducibili a:

- Individuazione stratigrafica;
- Individuazione linee di frattura e distacchi;
- Infiltrazioni di umidità;
- Stato della malta di collegamento;
- Individuazione cavità interne;

mentre i principali vantaggi, della stessa, sono riconducibili alle seguenti caratteristiche:

- Tecnica lievemente invasiva
- Valutazione qualitativa immediata dello stato dei materiali

Questa tecnica consente di acquisire dati fondamentali sulla effettiva geometria e sullo stato di conservazione di luoghi non ispezionabili direttamente. Può per esempio essere utile per conoscere più in dettaglio una muratura, integrando così le informazioni desunte dai carotaggi inserendo l'endoscopio all'interno dei fori praticati. In questo modo è possibile ricostruire nei particolari la stratigrafia dei paramenti murari, conoscerne la tecnica costruttiva e valutare qualitativamente lo stato fisico in cui versa.

Utilizzando un endoscopio con diametro di pochi mm è possibile ridurre l'invasività di tale prova effettuando un foro con un semplice trapano rendendo anche particolarmente economica l'indagine.

Verranno eseguite prove endoscopiche, come riportato nei grafici allegati, opportunamente posizionate, onde consentire la massima utilità delle stesse nella individuazione della stratigrafia portante e della tipologia di apparecchiatura muraria in merito soprattutto al tipo di tessitura ed al grado di conservazione e compattezza delle malte interne. Nel caso specifico dalle analisi preliminari scaturenti dai sopralluoghi eseguiti. Risulta essenziale rilevare mediante endoscopie non solo la stratificazione delle pareti murarie portanti ma soprattutto la presenza o meno di nucleo interno di diversa fattura. Di fatti a fronte della significativa consistenza muraria di spessori importanti presenti fino all'ultimo piano con rastremazioni dell'ordine dei 10 cm al crescere dei piani fuori terra (100/90/80/70), accertarsi della presenza di una tessitura e di un apparecchiatura muraria a tutto spessore senza soluzioni di continuità, risulta elemento che garantisce qualitativamente non solo ampi margini di rigidità e resistenza intrinseca agli allineamenti murari ma un significativo livello di risorse portante ai fini delle valutazioni ante operam che ci si accinge a sviluppare.

Tale condizione, avvalorata anche da un quadro fessurativo sulle pareti portanti del tutto trascurabile, trasferisce, se avvalorata dalle indagini endoscopiche, alle sole connessioni tra solai e sistema verticale portante le maggiori criticità strutturali e gli elementi da cui far derivare qualitativamente gli elementi di massima vulnerabilità sismica.



Esempio di endoscopia

➤ **Indagini per l'individuazione della fondazione**

In tale fase dovranno essere eseguite opportuni riscontri al fine di definire ed individuare la tipologia fondale e la quota di attestazione della stessa. Tale condizione viene condotta sfruttando condizioni di sito, se possibile da ricercare in prossimità di una parete portante di allineamento più significativo, per individuare le seguenti caratteristiche delle fondazioni:

- tipologia di fondazione
- materiali componenti l'elemento fondazionale
- altezza e larghezza della fondazione
- quota di affondamento del piano di posa della fondazione.

Tale tipo di riscontro sarà effettuato al fine di limitare il disagio conseguente ad operazioni di saggio invasive per le attività in corso e supportando lo stesso con le evidenti assenze, nel quadro dello stato di fatto, di segnali palesi di cedimenti fondali in atto e/o condizioni fessurative in grado di far presagire una contingente e potenziale precarietà statica e sismica delle strutture di fondazione. Non appare banale inoltre evidenziare che per la tipologia specifica dell'edificio esaminato la struttura fondale si presenta come totalmente solidale e non scorporabile con l'elevazione, quale naturale ed intima prosecuzione al terreno della stessa. Tale condizione viene supportata mediante accurata indagine dello stato di fatto volta ad avvalorarne la previsione, mediante rilievi e riscontri sulla base della minima invasività possibile.

➤ **Indagini per la caratterizzazione geologica e sismica del sito**

Le indagini verranno poi integrate con la caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica del sito attraverso i seguenti ulteriori temi:

- ***Indagini geologiche e geotecniche***
- ***Indagini georadar al suolo***
- ***Caratterizzazione Sismica del sito***

Per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo sono necessarie una serie di prove in sito idonee alla definizione delle sequenze di materiali che compongono il substrato sottostante all'opera in oggetto, quali prove penetrometriche e/o carotaggi geognostici, finalizzati alla definizione dei parametri meccanici dei terreni.

Per l'individuazione di eventuali cavità nel sottosuolo sono necessarie delle prospezioni georadar, ovvero attraverso una metodologia non invasiva utilizzata in geofisica, nello studio del primo sottosuolo, che si basa sull'analisi delle riflessioni di onde elettromagnetiche trasmesse nel terreno. Tale metodo fornisce, a partire da una profondità di alcuni metri fino al limite di alcune decine di metri, una "sezione" del terreno indagato dalla superficie.

Per individuare sperimentalmente i parametri sismici necessari alla progettazione degli interventi strutturali, è necessario effettuare indagini dedicate consistenti in prove sismiche tipo Down Hole o sismica di superficie tipo MASW; entrambe consentono di individuare le V_{s30} che richiede la normativa.

La prima (Down Hole) viene effettuata in un sondaggio appositamente attrezzato, dalla lunghezza minima pari a 30 ml. Il secondo metodo di indagine (MASW) consente di individuare gli stessi parametri, utilizzando speciali attrezzature e geofoni con frequenza pari a 4 Hz (al posto dei tradizionali 10 - 14 Hz).

È una indagine più speditiva, meno onerosa ed egualmente efficace ma necessita di una stratigrafia di riferimento ed è quindi serenamente utilizzabile, se esistono sondaggi geognostici attendibili nei dintorni.

➤ **Prove soniche/ultrasoniche sulla muratura**

Queste indagini consistono nel misurare ed analizzare le caratteristiche di propagazione delle onde elastiche all'interno dei solidi murari. Scopo delle prove è:

- Verificare l'omogeneità di un elemento strutturale;
- Valutare qualsiasi mutamento delle proprietà dei materiali a causa di fenomeni di degrado;
- Esaminare i difetti in elementi strutturali (cavità, fessurazioni, strati superficiali danneggiati);
- Stimare l'ordine di grandezza della resistenza dei materiali utilizzati.

La strumentazione di prova è costituita da:

- una sorgente di emissione di onde elastiche (martello strumentato, vibrodina elettromagnetica o ad aria compressa);
- un captatore dell'energia sonica (velocimetro, accelerometro);
- un'apparecchiatura di rilevazione e registrazione dei segnali. Le prove soniche sono basate sulla misura del tempo di propagazione di un impulso meccanico tra la sonda trasmettitore e la sonda ricevente. Tale velocità dipende dall'elasticità e dalla resistenza del materiale: maggiore è la velocità, maggiore sarà il modulo elastico e quindi la resistenza, essendo infatti causa di un ritardo del segnale la presenza di vuoti o eterogeneità del materiale in esame.

Nel suo propagarsi l'onda elastica perde energia, e ciò è dovuto ad una diminuzione dell'intensità legata alla legge di propagazione dell'onda di tipo sferico, mentre un'altra diminuzione avviene all'interfaccia tra discontinuità, dove l'energia viene in parte riflessa ed in parte rifratta. È così possibile misurare il tempo di propagazione dell'onda (e nel contempo verificare frequenze ed attenuazioni), calcolare la velocità conoscendo la

distanza reciproca tra la sonda trasmittente e la sonda ricevente, e risalire quindi al modulo elastico dinamico.

Sperimentazioni condotte su edifici in pietra hanno fornito valori della velocità variabili entro ampi limiti: da 1200 m/s per l'inferiore a 2500 m/s per il superiore, con medie intorno ai 1700 m/s. Il valore di 1400 m/s viene poi considerato come soglia al di sotto della quale si è in presenza di un fenomeno di degrado delle murature. Queste misure vengono solitamente eseguite per trasparenza (ossia con emettitore e captatore posizionati su due punti speculari delle facce della muratura), secondo una maglia regolare.

I moduli elastici dinamici che si ricavano da questa relazione sono di valore superiore a quelli ottenibili con prove statiche, e si discostano sempre più man mano che si passa da un mezzo perfettamente omogeneo ed isotropo, ad uno disomogeneo ed anisotropo.

Utilizzo: Il principale utilizzo del metodo consiste nella possibilità di estendere, mediante misure di confronto, le valutazioni ottenute con le prove di tipo statico, ricavando informazioni qualitative sulle variazioni delle caratteristiche elastiche.

Un secondo utilizzo consiste nel valutare l'incremento di densità della muratura durante un intervento di consolidamento, potendo quindi formulare un giudizio sulla riuscita o meno dello stesso. Un ultimo utilizzo è legato alla stima della resistenza a compressione delle murature, applicando la seguente formula:

$$R_{compressione} = E_d / 1250$$

la quale fornirebbe valori approssimati del 10÷15%.

Limiti: I limiti della metodologia sono sostanzialmente legati alla variabilità di valori che si ottengono nelle strutture in muratura a causa dell'estrema varietà mineralogica, tipologica e tecnologica presente in esse. Una ulteriore causa di indeterminatezza è poi legata alla possibile alterazione della misura indotta dalla presenza di alte percentuali di umidità nel materiale.

Tali cause consentono quindi solo una valutazione di tipo qualitativo dei parametri meccanici: notevoli errori possono essere infatti compiuti qualora si pretenda di utilizzare le sole misure soniche per una valutazione quantitativa di detti parametri.

➤ **Indagini sclerometriche sulla muratura**

Scopo della prova è la valutazione della resistenza locale e della qualità superficiale della muratura. Pur non avendo nel campo delle indagini su edifici in muratura l'importanza che rivestono nelle strutture in c.a., le indagini sclerometriche forniscono utili elementi di conoscenza.

Lo sclerometro è essenzialmente costituito da una massa in acciaio che viene lanciata, (grazie ad una molla posta in tensione), contro la superficie da investigare. La massa rimbalzando, trasporta con sé un indicatore che scorre su una scala graduata. Il valore di

rimbalzo risulta essere in relazione con l'elasticità del materiale ed implicitamente con la sua resistenza.

Utilizzo: Tali indagini forniscono l'indice di durezza della superficie di muratura, che risulta essere indicativo del degrado superficiale e della bontà del legame tra i conci e la malta. Si utilizza quindi l'indagine sclerometrica per procedere velocemente alla mappatura delle zone di distacco tra i materiali, e, nei paramenti a sacco, per verificare l'unione tra muratura esterna e riempimento, o per stimare, tramite curva di taratura dello strumento, la resistenza.

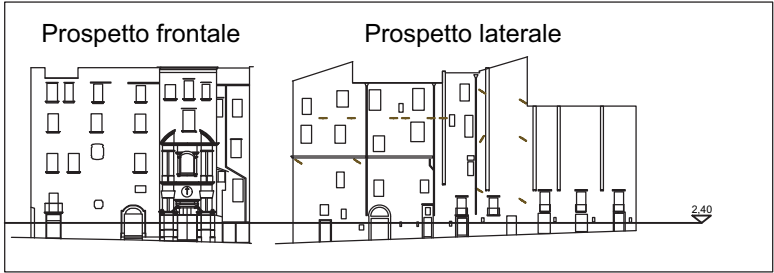
Limiti: Sono sostanzialmente legati alla limitata profondità d'indagine che riguarda solo gli strati superficiali.

Per ottenere dei valori significativi è poi necessario provvedere preventivamente alla rimozione degli intonaci ed alla regolarizzazione superficiale delle zone di prova.

Si riporta una tabella riassuntiva delle indagini previste.

Indagini Proposte		Livello costruzione										Fronte	Tot.
Descrizione indagine	Sigla	1	2	3	4	5	6	7	8	9	S-O		
Indagine Termografica	T	1	-	2	1	-	-	-	-	-	1		5
Indagini sugli intonaci	SI	3	-	3	1	-	2	-	-	-	-		9
Martinetto piatto doppio	MPD	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-		3
Indagini Endoscopiche	EN	4	-	-	-	2	2	1	-	-	-		9
Individuazione morfologie del degrado	DM	4	3	5	2	2	5	5	-	-	-		26
Saggio visivo	SV	5	2	1	4	-	-	4	-	-	-		16
Saggio fondale	SF	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-		2
Prospezione Georadar	GPR	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-		5
Indagine visivo strumentale	IVS	10	1	8	7	9	8	6	-	-	-		49
Carotaggio Verticale	CV	5	2	2	1	4	1	1	-	-	-		16
Ispezione visiva	IVL	1	1	1	4	1	3	4	-	-	-		15
Analisi resistografica	R	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-		1
Indagini di Laboratorio	LABL	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-		1
Verifica delle incartate	INC	1	-	-	1	-	1	-	-	-	-		3
Indagini in sito su affreschi e muri	SS	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-		3
Indagini in laboratorio su affreschi e muri	SL	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-		2
Campionamento intonaco in laboratorio	CAM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1		1

Pianta livello 1: +2.40 m



NAVIGATORE
(Scala 1:500)



PIANTA LIVELLO 1 (+2.80)

LEGENDA

INDAGINI SULLE MURATURE

- T Indagine termografica**
Verifica dell'eventuale presenza di umidità nelle muratura, oltre che la presenza di vani tamponati.
- SI Indagini sugli intonaci**
Saggi stratigrafici, prove colorimetriche, verifica dello stato di coesione degli apparati decorativi ai paramenti murari.
- MPD Prova con martinetto piatto doppio**
Determinazione dello stato tensionale, della resistenza compressione e del modulo elastico della muratura.
- EN Indagini endoscopiche**
Determinazione della stratigrafia muraria, per mezzo di videoispezione mediante microtelecamera all'interno di un foro di carotaggio passante de diametro 20-30 mm.
- DM Individuazione delle morfologie di degrado**
Analisi e valutazione dello stato di conservazione e delle tipologie di degrado in atto, mediante analisi visiva, e restituzione materica.
- SV Saggio visivo**
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare su qualsiasi tipologia di elemento strutturale al fine di accertare, mediante rimozione degli strati finitura (verticali e/o orizzontali) con scassi e spicconature, le caratteristiche costitutive e costruttive, oltre a definire correttamente i particolari costruttivi.
- SF Saggio fondale**
Indagine finalizzata all'individuazione della tipologia fondale ed la quota di attestazione della stessa, attraverso uno scavo a mano (con restituzione grafica dello schema).
- GPR Prospezione Georadar**
Indagine finalizzata all'individuazione della presenza di eventuali cavità nel sottosuolo e delle dimensioni delle stessa, attraverso tecnica strumentale non invasiva (con restituzione grafica).

INDAGINI SUGLI ORIZZONTAMENTI

- IVS Indagine visivo strumentale**
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare all'intradosso del solaio e/o di una soletta, che sia orizzontale o rampante, per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), eseguita affiancando le letture strumentali (pacometriche e/o GPR) al rilievo visivo.
- CV Carotaggio verticale**
L'indagine di tipo semi distruttiva per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, per il rilievo, armature, etc.), mediante un foro verticale eseguito con carotatrice.

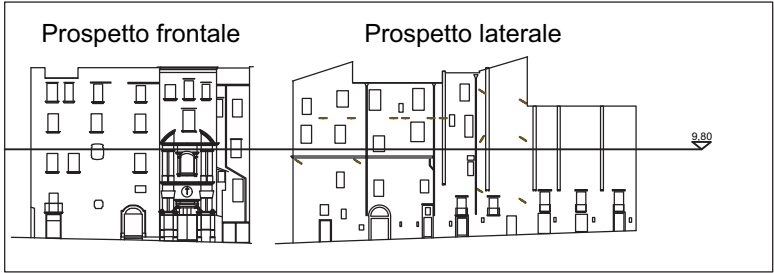
INDAGINI SUGLI ELEMENTI LIGNEI

- IVL Ispezione visiva**
Indagine basata secondo metodologie prestabilite, sia su dati di monitoraggio strumentale sui principali "nodi" critici dei componenti al fine di individuare fenomeni di degrado, quali cipollatura, attacchi da insetti xilofagi, marcescenza delle teste, fessurazioni, sfogliature, ecc.
- R Analisi resistografica**
Verifica dello stato di conservazione e della resistenza meccanica della trave
- LABL Indagini in laboratorio**
Verifica dello stato generale di conservazione della trave lignea tramite: identificazione dell'essenza lignea, misura del contenuto di umidità.

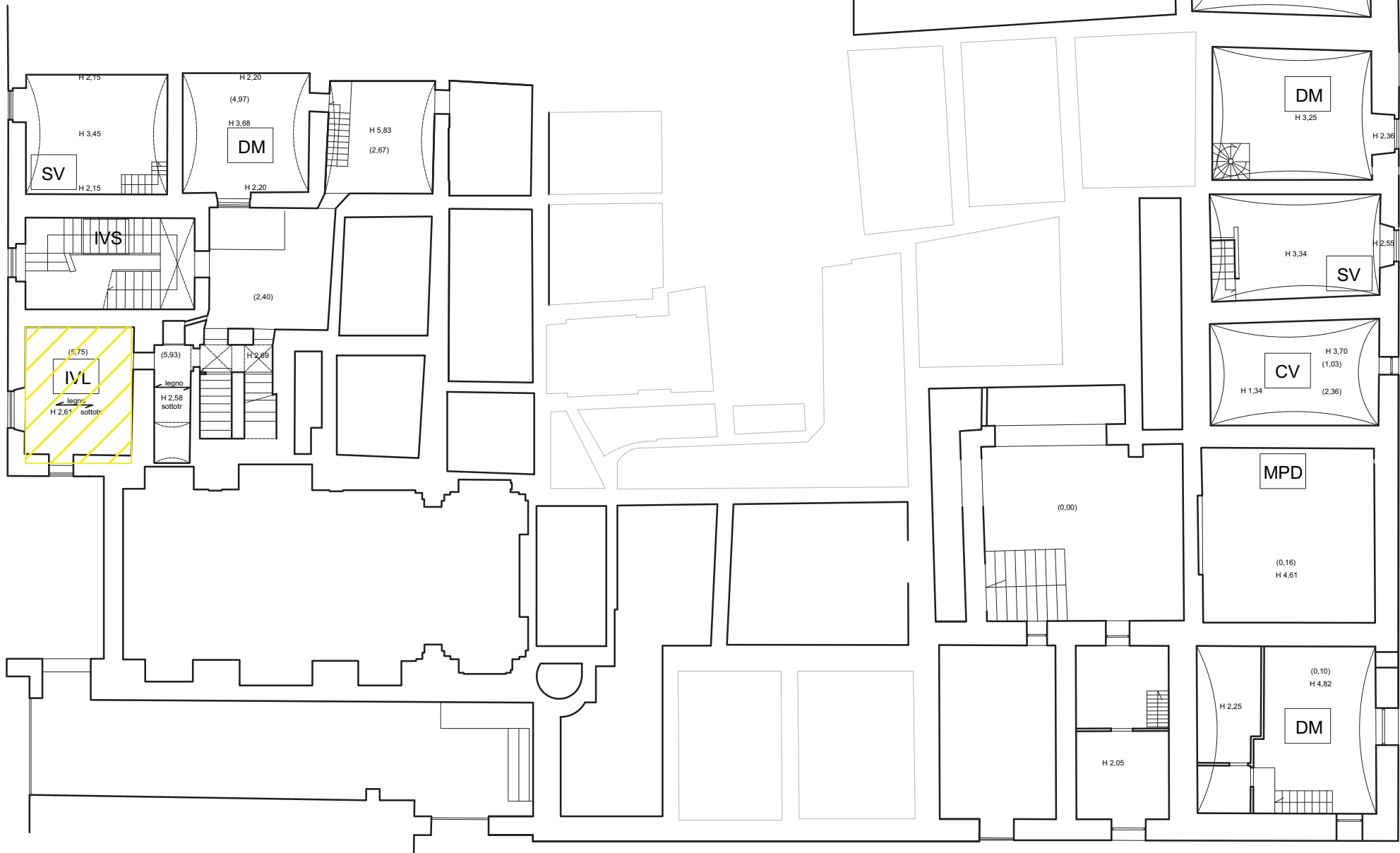
INDAGINI SU SUPERFICI STORICHE E APPARATI DECORATIVI

- INC Verifica delle "incartate"**
Verifica dello stato di conservazione delle "incartate" storiche mediante analisi visiva, prelievo di campioni per analisi in laboratorio.
- SS Indagini in sito sugli affreschi e sul supporto murario**
Fotografia in luce normale e in fluorescenza UV, misura dell'umidità
- SL Indagini in laboratorio sugli affreschi e sul supporto murario**
Microscopia ottica (analisi stratigrafica), microscopia SEM-EDS, Spettrofotometria FT-IR
- CAM Campionamento intonaco in laboratorio**
Campionamento di intonaco previo prelievi di materiale.

Pianta livello 2: +9.80 m



NAVIGATORE
(Scala 1:500)



PIANTA LIVELLO 2 (+9.80)

LEGENDA

INDAGINI SULLE MURATURE

- T** **Indagine termografica**
Verifica dell'eventuale presenza di umidità nelle muratura, oltre che la presenza di vani tamponati.
- SI** **Indagini sugli intonaci**
Saggi stratigrafici, prove colorimetriche, verifica dello stato di coesione degli apparati decorativi ai paramenti murari.
- MPD** **Prova con martinetto piatto doppio**
Determinazione dello stato tensionale, della resistenza compressione e del modulo elastico della muratura.
- EN** **Indagini endoscopiche**
Determinazione della stratigrafia muraria, per mezzo di videoispezione mediante microtelecamera all'interno di un foro di carotaggio passante de diametro 20-30 mm.
- DM** **Individuazione delle morfologie di degrado**
Analisi e valutazione dello stato di conservazione e delle tipologie di degrado in atto, mediante analisi visiva, e restituzione materica.
- SV** **Saggio visivo**
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare su qualsiasi tipologia di elemento strutturale al fine di accertare, mediante rimozione degli strati finitura (verticali e/o orizzontali) con scassi e spicconature, le caratteristiche costitutive e costruttive, oltre a definire correttamente i particolari costruttivi.
- SF** **Saggio fondale**
Indagine finalizzata all'individuazione della tipologia fondale ed la quota di attestazione della stessa, attraverso uno scavo a mano (con restituzione grafica dello schema).
- GPR** **Prospezione Georadar**
Indagine finalizzata all'individuazione della presenza di eventuali cavità nel sottosuolo e delle dimensioni delle stessa, attraverso tecnica strumentale non invasiva (con restituzione grafica).

INDAGINI SUGLI ORIZZONTAMENTI

- IVS** **Indagine visivo strumentale**
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare all'intradosso del solaio e/o di una soletta, che sia orizzontale o rampante, per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), eseguita affiancando le letture strumentali (pacometriche e/o GPR) al rilievo visivo.
- CV** **Carotaggio verticale**
L'indagine di tipo semi distruttiva per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), mediante un foro verticale eseguito con carotatrice.

INDAGINI SUGLI ELEMENTI LIGNEI

- IVL** **Ispezione visiva**
Indagine basata secondo metodologie prestabilite, sia su dati di monitoraggio strumentale sui principali "nodi" critici dei componenti al fine di individuare fenomeni di degrado, quali cipollatura, attacchi da insetti xilofagi, marcescenza delle teste, fessurazioni, sfogliature, ecc.
- R** **Analisi resistografica**
Verifica dello stato di conservazione e della resistenza meccanica della trave
- LABL** **Indagini in laboratorio**
Verifica dello stato generale di conservazione della trave lignea tramite: identificazione dell'essenza lignea, misura del contenuto di umidità.

INDAGINI SU SUPERFICI STORICHE E APPARATI DECORATIVI

- INC** **Verifica delle "incartate"**
Verifica dello stato di conservazione delle "incartate" storiche mediante analisi visiva, prelievo di campioni per analisi in laboratorio.
- SS** **Indagini in sito sugli affreschi e sul supporto murario**
Fotografia in luce normale e in fluorescenza UV, misura dell'umidità
- SL** **Indagini in laboratorio sugli affreschi e sul supporto murario**
Microscopia ottica (analisi stratigrafica), microscopia SEM-EDS, Spettrofotometria FT-IR
- CAM** **Campionamento intonaco in laboratorio**
Campionamento di intonaco previo prelievi di materiale.

Prospetto frontale

Prospetto laterale

13.80

[illegible]

LEGENDA

Indagine termografica
Verifica dell'eventuale presenza di umidità nelle muratura, oltre che la presenza di vani tamponati.

Indagini sugli intonaci
Saggi stratigrafici, prove colorimetriche, verifica dello stato di coesione degli apparati decorativi ai paramenti murari.

MPD Prova con martinetto piatto doppio
 Determinazione dello stato tensionale, della resistenza a compressione e del modulo elastico della muratura.

EN Indagini endoscopiche
Determinazione della stratigrafia muraria, per mezzo di videoispezione mediante microtelecamera all'interno di un foro di carotaggio passante di diametro 20-30 mm.

Individuazione delle morfologie di degrado
 Analisi e valutazione dello stato di conservazione e delle tipologie di degrado in atto, mediante analisi visiva, e restituzione materica.

SV Saggio visivo
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare su qualsiasi tipologia di elemento strutturale al fine di accertare, mediante rimozione degli strati finitura (verticali e/o orizzontali) con scassi e spicconature, le caratteristiche costitutive e costruttive, oltre a definire correttamente i particolari costruttivi.

Saggio fondale
 Indagine finalizzata all'individuazione della tipologia fondale ed alla quota di attestazione della stessa, attraverso uno scavo a mano (con restituzione grafica dello schema).

GPR **Prospezione Georadar**
Indagine finalizzata all'individuazione della presenza di eventuali cavità nel sottosuolo e delle dimensioni delle stessa, attraverso tecnica strumentale non invasiva (con restituzione grafica).

Indagine visivo strumentale
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare all'intradosso del solaio e/o di una soletta, che sia orizzontale o rampante, per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interesse, armature, etc.), eseguita affiancando le letture strumentali (pacometriche e/o GPR) al rilievo visivo.

CV Carotaggio verticale
L'indagine di tipo semi distruttiva per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), mediante un foro verticale eseguito con carotatrice.

IVL **Ispezione visiva**
 Indagine basata secondo metodologie prestabilite, sia su dati di monitoraggio strumentale sui principali "nodi" critici dei componenti al fine di individuare fenomeni di degrado, quali cipollatura, attacchi da insetti xilofagi, marcescenza delle teste, fessurazioni, sfogliature, ecc.

R **Analisi resistografica**
Verifica dello stato di conservazione e della resistenza meccanica della trave

Indagini in laboratorio
 Verifica dello stato generale di conservazione della trave lignea tramite: identificazione dell'essenza lignea, misura del contenuto di umidità.

Verifica delle "incartate"
 Verifica dello stato di conservazione delle "incartate" storiche mediante analisi visiva, prelievo di campioni per analisi in laboratorio.

SS Indagini in sito sugli affreschi e sul supporto murario
Fotografia in luce normale e in fluorescenza UV, misura dell'umidità

SL **Indagini in laboratorio sugli affreschi e sul supporto murario**
Microscopia ottica (analisi stratigrafica), microscopia SEM-EDS, Spettrofotometria FT-IR

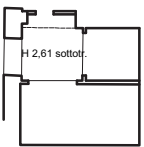
CAM **Campionamento intonaco in laboratorio**
Campionamento di intonaco previo prelievi di materiale.

Prospetto frontale

Prospetto laterale

The image contains two architectural drawings. The left drawing, titled 'Prospetto frontale' (Front Elevation), shows a symmetrical building facade with a central entrance featuring a small porch and a semi-circular arch. The facade is divided into several vertical sections with various window shapes and sizes. The right drawing, titled 'Prospetto laterale' (Side Elevation), shows the side profile of the building, highlighting its irregular roofline and the arrangement of windows and doors. A horizontal line with an arrow pointing right and the number '16.00' is drawn across the middle of both drawings, indicating a specific elevation or level.

DA CONSERVARE-SE POSSSIBILE



CAM	Campionamento intonaco in laboratorio Campionamento di intonaco previo prelievi di materiale.
-----	---

Prospetto frontale

Prospetto laterale

16.70

[illegible]

LEGENDA

T Indagine termografica
Verifica dell'eventuale presenza di umidità nelle muratura, oltre che la presenza di vani tamponati.

MPD Prova con martinetto piatto doppio Determinazione dello stato tensionale, della resistenza a compressione e del modulo elastico della muratura.

DM	Individuazione delle morfologie di degrado Analisi e valutazione dello stato di conservazione e delle tipologie di degrado in atto, mediante analisi visiva, e restituzione materica.
----	---

SF Saggio fondale
Indagine finalizzata all'individuazione della tipologia fondale ed alla quota di attestazione della stessa, attraverso uno scavo a mano (con restituzione grafica dello schema).

INDAGINI SUGLI ORIZZONTAMENTI

CV Carotaggio verticale
L'indagine di tipo semi distruttiva per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), mediante un foro verticale eseguito con carotatrice.

IVL **Ispezione visiva**
 Indagine basata secondo metodologie prestabilite, sia su dati di monitoraggio strumentale sui principali "nodi" critici dei componenti al fine di individuare fenomeni di degrado, quali: cipollatura, attacchi da insetti xilofagi, marcescenza delle teste, fessurazioni, sfogliature, ecc.

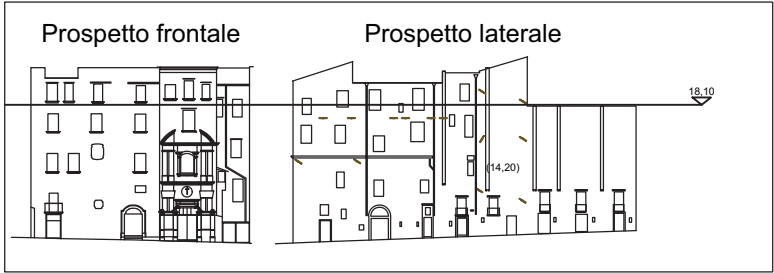
Indagini in laboratorio
 Verifica dello stato generale di conservazione della trave lignea tramite: identificazione dell'essenza lignea, misura del contenuto di umidità.

Verifica delle "incartate"
 Verifica dello stato di conservazione delle "incartate" storiche mediante analisi visiva, prelievo di campioni per analisi in laboratorio.

SL **Indagini in laboratorio sugli affreschi e sul supporto murario**
Microscopia ottica (analisi stratigrafica), microscopia SEM-EDS, Spettrofotometria FT-IR

CAM **Campionamento intonaco in laboratorio**
Campionamento di intonaco previo prelievi di materiale.

Pianta livello 6: +18.10 m



NAVIGATORE
(Scala 1:500)



PIANTA LIVELLO 6 (+18.10)

LEGENDA

INDAGINI SULLE MURATURE

- T Indagine termografica**
Verifica dell'eventuale presenza di umidità nelle muratura, oltre che la presenza di vani tamponati.
- SI Indagini sugli intonaci**
Saggi stratigrafici, prove colorimetriche, verifica dello stato di coesione degli apparati decorativi ai paramenti murari.
- MPD Prova con martinetto piatto doppio**
Determinazione dello stato tensionale, della resistenza compressione e del modulo elastico della muratura.
- EN Indagini endoscopiche**
Determinazione della stratigrafia muraria, per mezzo di videoispezione mediante microtelecamera all'interno di un foro di carotaggio passante de diametro 20-30 mm.
- DM Individuazione delle morfologie di degrado**
Analisi e valutazione dello stato di conservazione e delle tipologie di degrado in atto, mediante analisi visiva, e restituzione materica.
- SV Saggio visivo**
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare su qualsiasi tipologia di elemento strutturale al fine di accertare, mediante rimozione degli strati finitura (verticali e/o orizzontali) con scassi e spicconature, le caratteristiche costitutive e costruttive, oltre a definire correttamente i particolari costruttivi.
- SF Saggio fondale**
Indagine finalizzata all'individuazione della tipologia fondale ed la quota di attestazione della stessa, attraverso uno scavo a mano (con restituzione grafica dello schema).
- GPR Prospezione Georadar**
Indagine finalizzata all'individuazione della presenza di eventuali cavità nel sottosuolo e delle dimensioni della stessa, attraverso tecnica strumentale non invasiva (con restituzione grafica).

INDAGINI SUGLI ORIZZONTAMENTI

- IVS Indagine visivo strumentale**
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare all'intradosso del solaio e/o di una soletta, che sia orizzontale o rampante, per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interesse, armature, etc.), eseguita affiancando le letture strumentali (pacometriche e/o GPR) al rilievo visivo.
- CV Carotaggio verticale**
L'indagine di tipo semi distruttiva per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interesse, armature, etc.), mediante un foro verticale eseguito con carotatrice.

INDAGINI SUGLI ELEMENTI LIGNEI

- IVL Ispezione visiva**
Indagine basata secondo metodologie prestabilite, sia su dati di monitoraggio strumentale sui principali "nodi" critici dei componenti al fine di individuare fenomeni di degrado, quali cipollatura, attacchi da insetti xilofagi, marcescenza delle teste, fessurazioni, sfogliature, ecc.
- R Analisi resistografica**
Verifica dello stato di conservazione e della resistenza meccanica della trave
- LABL Indagini in laboratorio**
Verifica dello stato generale di conservazione della trave lignea tramite: identificazione dell'essenza lignea, misura del contenuto di umidità.

INDAGINI SU SUPERFICI STORICHE E APPARATI DECORATIVI

- INC Verifica delle "incartate"**
Verifica dello stato di conservazione delle "incartate" storiche mediante analisi visiva, prelievo di campioni per analisi in laboratorio.
- SS Indagini in sito sugli affreschi e sul supporto murario**
Fotografia in luce normale e in fluorescenza UV, misura dell'umidità
- SL Indagini in laboratorio sugli affreschi e sul supporto murario**
Microscopia ottica (analisi stratigrafica), microscopia SEM-EDS, Spettrofotometria FT-IR
- CAM Campionamento intonaco in laboratorio**
Campionamento di intonaco previo prelievi di materiale.

Prospetto frontale

Prospetto laterale

The image contains two architectural drawings. The left drawing, labeled 'Prospetto frontale' (Front Elevation), shows a symmetrical building facade with a central entrance featuring a small porch and a balcony above it. The building has multiple windows of various sizes. The right drawing, labeled 'Prospetto laterale' (Side Elevation), shows the side profile of the building, highlighting its depth and the arrangement of windows and doors along the side. A scale bar indicating 19.50 is located to the right of the side elevation drawing.

[illegible]

LEGENDA

Indagine termografica
Verifica dell'eventuale presenza di umidità nelle muratura, oltre che la presenza di vani tamponati.

MPD **Prova con martinetto piatto doppio**
 Determinazione dello stato tensionale, della resistenza a compressione e del modulo elastico della muratura.

Individuazione delle morfologie di degrado
 Analisi e valutazione dello stato di conservazione e delle tipologie di degrado in atto, mediante analisi visiva, e restituzione materica.

Saggio fondale
Indagine finalizzata all'individuazione della tipologia fondale ed la quota di attestazione della stessa, attraverso uno scavo a mano (con restituzione grafica dello schema).

INDAGINI SUGLI ORIZZONTAMENTI

CV Carotaggio verticale
L'indagine di tipo semi distruttiva per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), mediante un foro verticale eseguito con carotatrice.

IVL **Ispezione visiva**
 Indagine basata secondo metodologie prestabilite, sia su dati di monitoraggio strumentale sui principali "nodi" critici dei componenti al fine di individuare fenomeni di degrado, quali cipollatura, attacchi da insetti xilofagi, marcescenza delle teste, fessurazioni, sfogliature, ecc.

Indagini in laboratorio
 Verifica dello stato generale di conservazione della trave lignea tramite: identificazione dell'essenza lignea, misura del contenuto di umidità.

Verifica delle "incartate"
 Verifica dello stato di conservazione delle "incartate" storiche mediante analisi visiva, prelievo di campioni per analisi in laboratorio.

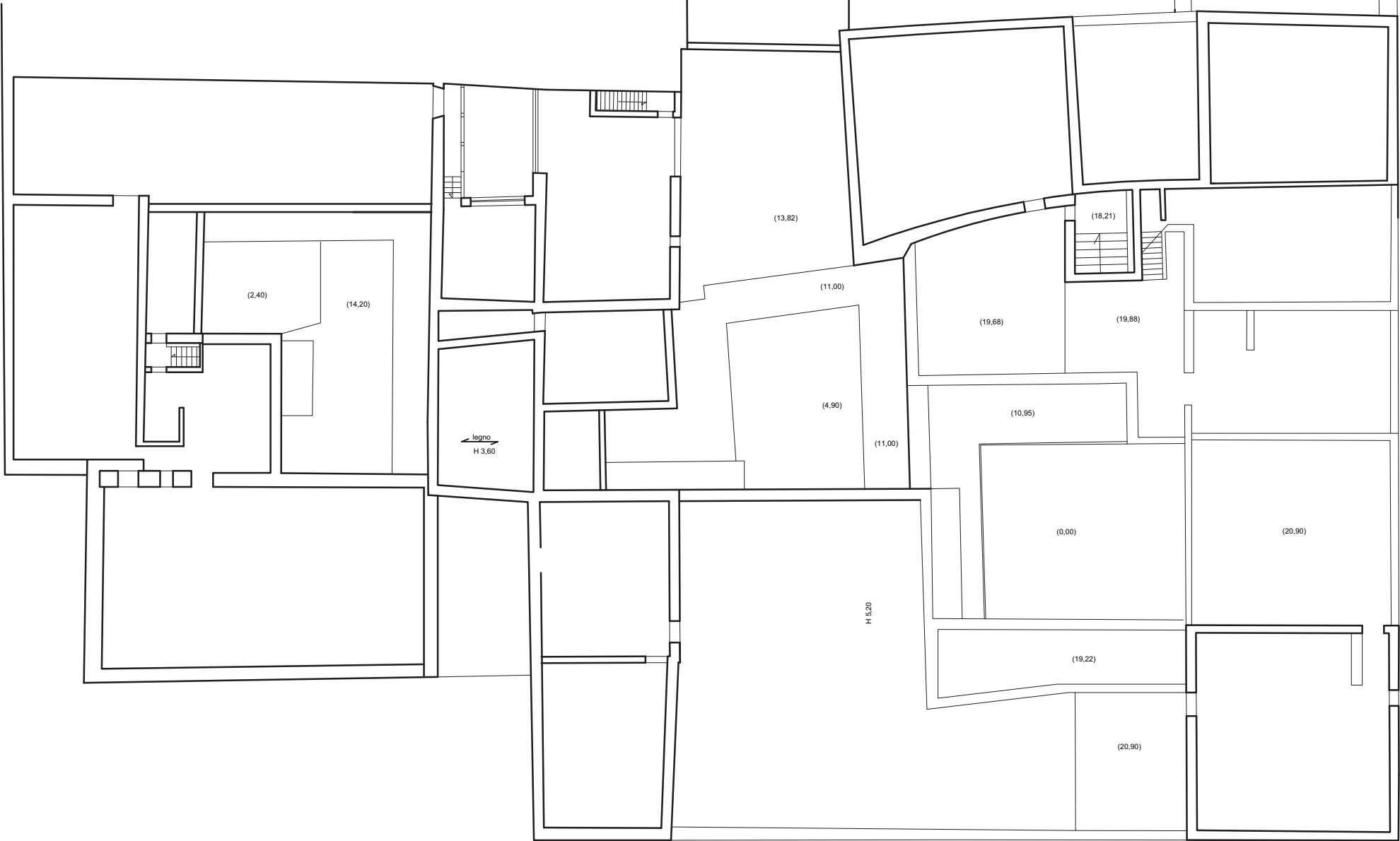
SL Indagini in laboratorio sugli affreschi e sul supporto murario
Microscopia ottica (analisi stratigrafica), microscopia SEM-EDS,
Spettrofotometria FT-IR

CAM **Campionamento intonaco in laboratorio**
Campionamento di intonaco previo prelievi di materiale.

Pianta livello 8 (sottotetti): +21.40 m



NAVIGATORE
(Scala 1:500)



PIANTA LIVELLO 8 (+21.40)

LEGENDA

INDAGINI SULLE MURATURE

- T

Indagine termografica
Verifica dell'eventuale presenza di umidità nelle muratura, oltre che la presenza di vani tamponati.
- SI

Indagini sugli intonaci
Saggi stratigrafici, prove colorimetriche, verifica dello stato di coesione degli apparati decorativi ai paramenti murari.
- MPD

Prova con martinetto piatto doppio
Determinazione dello stato tensionale, della resistenza compressione e del modulo elastico della muratura.
- EN

Indagini endoscopiche
Determinazione della stratigrafia muraria, per mezzo di videoispezione mediante microtelecamera all'interno di un foro di carotaggio passante de diametro 20-30 mm.
- DM

Individuazione delle morfologie di degrado
Analisi e valutazione dello stato di conservazione e delle tipologie di degrado in atto, mediante analisi visiva, e restituzione materica.
- SV

Saggio visivo
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare su qualsiasi tipologia di elemento strutturale al fine di accertare, mediante rimozione degli strati finitura (verticali e/o orizzontali) con scassi e spicconature, le caratteristiche costitutive e costruttive, oltre a definire correttamente i particolari costruttivi.
- SF

Saggio fondale
Indagine finalizzata all'individuazione della tipologia fondale ed la quota di attestazione della stessa, attraverso uno scavo a mano (con restituzione grafica dello schema).
- GPR

Prospezione Georadar
Indagine finalizzata all'individuazione della presenza di eventuali cavità nel sottosuolo e delle dimensioni delle stessa, attraverso tecnica strumentale non invasiva (con restituzione grafica).

INDAGINI SUGLI ORIZZONTAMENTI

- IVS

Indagine visivo strumentale
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare all'intradosso del solaio e/o di una soletta, che sia orizzontale o rampante, per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), eseguita affiancando le letture strumentali (pacometriche e/o GPR) al rilievo visivo.
- CV

Carotaggio verticale
L'indagine di tipo semi distruttiva per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), mediante un foro verticale eseguito con carotatrice.

INDAGINI SUGLI ELEMENTI LIGNEI

- IVL

Ispezione visiva
Indagine basata secondo metodologie prestabilite, sia su dati di monitoraggio strumentale sui principali "nodi" critici dei componenti al fine di individuare fenomeni di degrado, quali cipollatura, attacchi da insetti xilofagi, marcescenza delle teste, fessurazioni, sfogliature, ecc.
- R

Analisi resistografica
Verifica dello stato di conservazione e della resistenza meccanica della trave
- LABL

Indagini in laboratorio
Verifica dello stato generale di conservazione della trave lignea tramite: identificazione dell'essenza lignea, misura del contenuto di umidità.

INDAGINI SU SUPERFICI STORICHE E APPARATI DECORATIVI

- INC

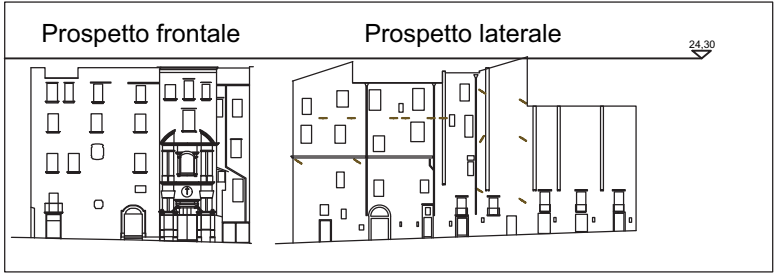
Verifica delle "incartate"
Verifica dello stato di conservazione delle "incartate" storiche mediante analisi visiva, prelievo di campioni per analisi in laboratorio.
- SS

Indagini in sito sugli affreschi e sul supporto murario
Fotografia in luce normale e in fluorescenza UV, misura dell'umidità
- SL

Indagini in laboratorio sugli affreschi e sul supporto murario
Microscopia ottica (analisi stratigrafica), microscopia SEM-EDS, Spettrofotometria FT-IR
- CAM

Campionamento intonaco in laboratorio
Campionamento di intonaco previo prelievi di materiale.

Pianta livello 9 (coperture): +24.30 m



NAVIGATORE
(Scala 1:500)



PIANTA LIVELLO 9 (+24.30)

LEGENDA

INDAGINI SULLE MURATURE

- T Indagine termografica**
Verifica dell'eventuale presenza di umidità nelle muratura, oltre che la presenza di vani tamponati.
- SI Indagini sugli intonaci**
Saggi stratigrafici, prove colorimetriche, verifica dello stato di coesione degli apparati decorativi ai paramenti murari.
- MPD Prova con martinetto piatto doppio**
Determinazione dello stato tensionale, della resistenza compressione e del modulo elastico della muratura.
- EN Indagini endoscopiche**
Determinazione della stratigrafia muraria, per mezzo di videoispezione mediante microtelecamera all'interno di un foro di carotaggio passante de diametro 20-30 mm.
- DM Individuazione delle morfologie di degrado**
Analisi e valutazione dello stato di conservazione e delle tipologie di degrado in atto, mediante analisi visiva, e restituzione materica.
- SV Saggio visivo**
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare su qualsiasi tipologia di elemento strutturale al fine di accertare, mediante rimozione degli strati finitura (verticali e/o orizzontali) con scassi e spicconature, le caratteristiche costitutive e costruttive, oltre a definire correttamente i particolari costruttivi.
- SF Saggio fondale**
Indagine finalizzata all'individuazione della tipologia fondale ed la quota di attestazione della stessa, attraverso uno scavo a mano (con restituzione grafica dello schema).
- GPR Prospezione Georadar**
Indagine finalizzata all'individuazione della presenza di eventuali cavità nel sottosuolo e delle dimensioni delle stessa, attraverso tecnica strumentale non invasiva (con restituzione grafica).

INDAGINI SUGLI ORIZZONTAMENTI

- IVS Indagine visivo strumentale**
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare all'intradosso del solaio e/o di una soletta, che sia orizzontale o rampante, per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), eseguita affiancando le letture strumentali (pacometriche e/o GPR) al rilievo visivo.
- CV Carotaggio verticale**
L'indagine di tipo semi distruttiva per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), mediante un foro verticale eseguito con carotatrice.

INDAGINI SUGLI ELEMENTI LIGNEI

- IVL Ispezione visiva**
Indagine basata secondo metodologie prestabilite, sia su dati di monitoraggio strumentale sui principali "nodi" critici dei componenti al fine di individuare fenomeni di degrado, quali cipollatura, attacchi da insetti xilofagi, marcescenza delle teste, fessurazioni, sfogliature, ecc.
- R Analisi resistografica**
Verifica dello stato di conservazione e della resistenza meccanica della trave
- LABL Indagini in laboratorio**
Verifica dello stato generale di conservazione della trave lignea tramite: identificazione dell'essenza lignea, misura del contenuto di umidità.

INDAGINI SU SUPERFICI STORICHE E APPARATI DECORATIVI

- INC Verifica delle "incartate"**
Verifica dello stato di conservazione delle "incartate" storiche mediante analisi visiva, prelievo di campioni per analisi in laboratorio.
- SS Indagini in sito sugli affreschi e sul supporto murario**
Fotografia in luce normale e in fluorescenza UV, misura dell'umidità
- SL Indagini in laboratorio sugli affreschi e sul supporto murario**
Microscopia ottica (analisi stratigrafica), microscopia SEM-EDS, Spettrofotometria FT-IR
- CAM Campionamento intonaco in laboratorio**
Campionamento di intonaco previo prelievi di materiale.

LEGENDA

INDAGINI SULLE MURATURE

- T

Indagine termografica
Verifica dell'eventuale presenza di umidità nelle muratura, oltre che la presenza di vani tamponati.
- SI

Indagini sugli intonaci
Saggi stratigrafici, prove colorimetriche, verifica dello stato di coesione degli apparati decorativi ai paramenti murari.
- MPD

Prova con martinetto piatto doppio
Determinazione dello stato tensionale, della resistenza compressione e del modulo elastico della muratura.
- EN

Indagini endoscopiche
Determinazione della stratigrafia muraria, per mezzo di videoispezione mediante microtelecamera all'interno di un foro di carotaggio passante de diametro 20-30 mm.
- DM

Individuazione delle morfologie di degrado
Analisi e valutazione dello stato di conservazione e delle tipologie di degrado in atto, mediante analisi visiva, e restituzione materica.
- SV

Saggio visivo
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare su qualsiasi tipologia di elemento strutturale al fine di accertare, mediante rimozione degli strati finitura (verticali e/o orizzontali) con scassi e spicconature, le caratteristiche costitutive e costruttive, oltre a definire correttamente i particolari costruttivi.
- SF

Saggio fondale
Indagine finalizzata all'individuazione della tipologia fondale ed la quota di attestazione della stessa, attraverso uno scavo a mano (con restituzione grafica dello schema).
- GPR

Prospezione Georadar
Indagine finalizzata all'individuazione della presenza di eventuali cavità nel sottosuolo e delle dimensioni delle stessa, attraverso tecnica strumentale non invasiva (con restituzione grafica).

INDAGINI SUGLI ORIZZONTAMENTI

- IVS

Indagine visivo strumentale
L'indagine di tipo non distruttiva da effettuare all'intradosso del solaio e/o di una soletta, che sia orizzontale o rampante, per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), eseguita affiancando le letture strumentali (pacometriche e/o GPR) al rilievo visivo.
- CV

Carotaggio verticale
L'indagine di tipo semi distruttiva per il rilievo delle caratteristiche (stratigrafia, orditura, tipologia, interasse, armature, etc.), mediante un foro verticale eseguito con carotatrice.

INDAGINI SUGLI ELEMENTI LIGNEI

- IVL

Ispezione visiva
Indagine basata secondo metodologie prestabilite, sia su dati di monitoraggio strumentale sui principali "nodi" critici dei componenti al fine di individuare fenomeni di degrado, quali cipollatura, attacchi da insetti xilofagi, marcescenza delle teste, fessurazioni, sfogliature, ecc.
- R

Analisi resistografica
Verifica dello stato di conservazione e della resistenza meccanica della trave
- LABL

Indagini in laboratorio
Verifica dello stato generale di conservazione della trave lignea tramite: identificazione dell'essenza lignea, misura del contenuto di umidità.

INDAGINI SU SUPERFICI STORICHE E APPARATI DECORATIVI

- INC

Verifica delle "incartate"
Verifica dello stato di conservazione delle "incartate" storiche mediante analisi visiva, prelievo di campioni per analisi in laboratorio.
- SS

Indagini in sito sugli affreschi e sul supporto murario
Fotografia in luce normale e in fluorescenza UV, misura dell'umidità
- SL

Indagini in laboratorio sugli affreschi e sul supporto murario
Microscopia ottica (analisi stratigrafica), microscopia SEM-EDS, Spettrofotometria FT-IR
- CAM

Campionamento intonaco in laboratorio
Campionamento di intonaco previo prelievi di materiale.

NOTE ALLE INDAGINI

Riscontri essenziali da accertare nelle indagini:

- verifica della rispondenza geometrica strutturale al rilievo;
- verifica e riscontro allineamenti murari;
- verifica e riscontro allineamenti vani aperture;
- verifica tipologia muraria ai vari piani;
- verifica tessitura muraria e spessore;
- riscontro del grado di ammorsamento tra maschi murari;
- verifica e riscontro quote di interpiano;
- verifica e riscontro dimensioni vani a campione;
- verifica e riscontro dell'eventuale sfalsamento tra i livelli;
- verifica e riscontro della tipologia degli impalcati;
- verifica e riscontro dell'orditura dei solai;
- verifica del tipo vincolo dei solai ai maschi murari;
- verifica e riscontro delle caratteristiche delle strutture delle scale;
- verifica presenza caldana/equivalente strato irrigidente dei solai;
- verifica presenza di catene e/o sistema equivalente;
- verifica e riscontro della tipologia fondale;
- verifica e riscontro di eventuali quadri fessurativo derivante da possibili cedimenti fondazionali e/o da altre motivazioni;
- verifica quota di imposta della fondazione;
- verifica e riscontro degli eventuali elementi di giunzione.



prospetto su vico Cinquesanti