

**VILLA LETIZIA**

**MUNICIPALITÀ 6 COMUNE DI NAPOLI**

**VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA**

**STIMA DEI COSTI PER LE ATTIVITÀ**

**TECNICHE E INDAGINI**

# INDICE

|  |          |
|--|----------|
| <b>1. OGGETTO.....</b>   | <b>3</b> |
| <b>2. LIVELLO DI CONOSCENZA .....</b>  | <b>3</b> |
| <b>3. ATTIVITÀ TECNICHE.....</b>   | <b>4</b> |
| 3.1 RILIEVO GEOMETRICO .....   | 4        |
| 3.2 ANALISI STORICO CRITICA .....  | 4        |
| 3.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA .....  | 4        |
| <b>4. PIANO DI INDAGINI .....</b>  | <b>4</b> |
| 4.1 RILIEVO DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI .....   | 4        |
| 4.1.1 <i>Indagini sulla apparecchiatura muraria e connessioni tra paramenti.....</i> | <i>4</i> |
| 4.1.2 <i>Indagini sui cantonali e sui martelli murari.....</i>                       | <i>5</i> |
| 4.1.3 <i>Indagini sui collegamenti pareti-solai.....</i>                             | <i>5</i> |
| 4.1.4 <i>Indagini sugli orizzontamenti e scale.....</i>                              | <i>6</i> |
| 4.1.5 <i>Indagini sugli elementi secondari.....</i>                                  | <i>6</i> |
| 4.2 INDAGINI IN FONDAZIONE.....  | 6        |
| 4.3 RILIEVO DELLE CARATTERISITCHE DEI MATERIALI .....                                | 7        |
| 4.3.1 <i>Muratura.....</i>   | <i>7</i> |
| 4.3.2 <i>Caratterizzazione geologica e sismica dei terreni.....</i>                  | <i>7</i> |
| <b>5. ELABORATI .....</b>  | <b>8</b> |
| <b>6. COMPENSI .....</b>   | <b>8</b> |
| <b>7. ALLEGATI .....</b>   | <b>9</b> |

## 1. OGGETTO

Nell'ambito del progetto per "Lavori di adeguamento funzionale ed impiantistico per la realizzazione di una Stazione dei Carabinieri a Barra all'interno di alcuni locali di Villa Letizia", sita in via Gianbattista Vela n.110, nel presente documento si riporta l'elenco delle indagini finalizzate al processo di acquisizione della conoscenza strutturale con lo scopo di effettuare la verifica di sicurezza sismica dell'edificio.

Villa Letizia, è una delle ville vesuviane del Miglio d'oro, costruita nel XVIII secolo ed appartenne alle nobili famiglie Cantalupo e Nasti; mentre oggi, è di proprietà del Comune di Napoli. Ha subito modifiche architettoniche e strutturali nel XIX secolo in chiave neoclassica. Presenta una pianta a C con corte, il corpo di fabbrica centrale si sviluppa su tre livelli, i due bracci si articolano su un solo livello, nella parte del prospetto principale (lato via Gian Battista Vela), mentre sono su due livelli nella parte posteriore (verso il giardino della villa).

L'edificio è in muratura portante, dalle foto riportate nel Documento preliminare all'avvio della progettazione (DPP ex artt. 15 e 5 D.P.R. n. 207/2010), si evince la presenza di volte a crociera a sesto ribassato in alcune zone del piano terra.

## 2. LIVELLO DI CONOSCENZA

La valutazione della sicurezza dipende dalle caratteristiche dell'edificio e dalle eventuali criticità presenti per cui il risultato della stessa è strettamente legato al livello di conoscenza che si riesce a raggiungere in fase d'indagine. La conoscenza di una costruzione esistente dipende dalla quantità e qualità di indagini, distruttive e visive, che possono essere condotte in relazione all'uso ed alla tipologia della costruzione stessa. Le norme tecniche sulle costruzioni indicano tre livelli di conoscenza fissando i relativi coefficienti di confidenza, che tengono conto del grado di accuratezza relativo.

Il livello di conoscenza secondo le indicazioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (Capitolo 8 del D.M. Infra. del 17/01/2018 e C. S. LL. PP. n. 7 del 21/01/2019) è funzione dell'accuratezza del rilievo geometrico-strutturale, **geometria e dettagli costruttivi**, e della quantità di prove sui materiali per la determinazione delle **proprietà meccaniche dei materiali**.

Per quanto riguarda il rilievo geometrico-strutturale, per gli edifici in muratura (C.8.5.2.) riveste un ruolo rilevante la conoscenza della composizione degli elementi costruttivi e delle caratteristiche dei collegamenti, a partire dalla tipologia e disposizione dei materiali e della presenza di discontinuità (ad esempio la tipologia tessitura dei paramenti murari); fino alla verifica dell'efficacia dell'effetto di incatenamento degli orizzontamenti. A tale scopo le Norme tecniche sulle costruzioni prevedono che, indipendentemente dal Livello di conoscenza, si esegua il rilievo geometrico dettagliato delle parti strutturali. Per quanto attiene lo studio dei dettagli costruttivi la differenziazione tra le indagini minime per il livello di conoscenza 1 (con fattore di confidenza maggiore) e quelle del livello 2 (fattore di confidenza intermedio) è relativo alla esenzione delle indagini atte alla caratterizzazione della muratura sotto l'intonaco e nello spessore, il grado di ammorsamento tra le pareti ortogonali e le zone di appoggio dei solai, la presenza dei dispositivi di collegamento e di eliminazione delle spinte. Infine per la caratterizzazione meccanica della muratura, per i primi due livelli di conoscenza le NTC, non stabiliscono un numero minimo di prove distruttive di caratterizzazione meccanica, ma un numero idoneo alla definizione dei valori di letteratura.

**Premesso ciò si consiglia di procedere con le indagini necessarie a raggiungere una conoscenza media della struttura (livello di conoscenza 2), in modo da aumentare l'accuratezza della verifica ed ottimizzare l'efficacia degli interventi di adeguamento eventualmente necessari.**

### **3. ATTIVITÀ TECNICHE**

#### **3.1 RILIEVO GEOMETRICO**

Il rilievo geometrico consta delle seguenti fasi:

- 1) Rilievo geometrico strutturale dell'organismo resistente dell'edificio per ogni sua parte;
- 2) Restituzione grafica.

#### **3.2 ANALISI STORICO CRITICA**

Come stabilito al punto C.5.1 della circolare n.7/2019. l'analisi storica deve essere finalizzata a comprendere le vicende costruttive, i dissesti, i fenomeni di degrado, i cimenti subiti dall'edificio e, particolarmente frequenti nelle costruzioni in muratura, le trasformazioni operate dall'uomo che possono aver prodotto cambiamenti nell'assetto statico originario. In tal senso l'indagine storica diventa indagine critica e fonte, per eccellenza, di documentazione e conoscenza finalizzate all'interpretazione del comportamento strutturale.

L'analisi consiste nella ricerca documentale e l'accesso agli atti per reperire tutti i documenti disponibili sulle origini del fabbricato quali, ad esempio, elaborati e relazioni progettuali della prima realizzazione della costruzione e di eventuali successivi interventi, elaborati e rilievi già prodotti, eventuali relazioni di collaudo e riguarda.

Lo studio di tale documentazione unitamente al rilievo geometrico-strutturale e alle indagini distruttive e non eseguite deve dare conoscenza al verificatore in merito a:

- l'epoca di costruzione;
- le tecniche, le regole costruttive e, se esistenti, le norme tecniche dell'epoca di costruzione;
- la forma originaria e le successive modifiche;
- i traumi subiti e le alterazioni delle condizioni al contorno;
- le deformazioni, i dissesti e i quadri fessurativi, con indicazioni, ove possibile, della loro evoluzione nel tempo;
- gli interventi di consolidamento pregressi;
- gli aspetti urbanistici e storici che hanno regolato lo sviluppo dell'aggregato edilizio di cui l'edificio è parte.

#### **3.3 VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA**

Secondo quanto definito al paragrafo 8.3 la valutazione della sicurezza di una struttura esistente è un procedimento quantitativo, volto a determinare l'entità delle azioni che la struttura è in grado di sostenere con il livello di sicurezza minimo richiesto dalla presente normativa.

### **4. PIANO DI INDAGINI**

Il piano d'indagini necessarie per il livello di sicurezza, viene descritto nel seguito. Il totale delle prove da eseguire è pari a

#### **4.1 RILIEVO DEI DETTAGLI COSTRUTTIVI**

##### **4.1.1 Indagini sulla apparecchiatura muraria e connessioni tra paramenti**

La muratura deve essere messa a nudo mediante scrostature di intonaco sia all'esterno che all'interno, per un'estensione tale da poterne giudicare la tipologia sia in senso orizzontale che in

verticale, necessaria per appurare l'eventuale presenza di ricorsi in calcestruzzo o in mattoni. Nel caso in cui sia presente una muratura in pietrame listato il saggio dovrà estendersi almeno a due ricorsi tra loro consecutivi.

È richiesto almeno un saggio per ogni tipologia muraria presente e per ogni piano dell'edificio.

Controllare la presenza di eventuali diatoni di collegamento tra due fogli di muratura di uno stesso pannello murario; ciò verrà eseguito riscontrando la presenza di elementi lapidei continui da una faccia all'altra del paramento murario. In caso di diatoni composti da ricorsi in mattoni o fascioni in calcestruzzo è di fondamentale importanza capire, tramite indagini nello spessore murario, se tali elementi attraversano tutta la sezione muraria o meno.

#### **4.1.2 Indagini sui cantonali e sui martelli murari**

Nei cantonali vanno messi a nudo tramite scrostature d'intonaco gli spigoli significativi dell'edificio, sia esternamente che internamente; tale operazione si rende necessaria in quanto la maggior parte delle murature presenta una tipologia a doppio paramento, costituita perciò da due muri paralleli affiancati. Pertanto nasce la necessità di valutare se gli elementi in pietra o in laterizio disposti alternati lungo lo spigolo della parete siano tali da interessare tutto lo spessore murario o solamente il paramento esterno.

L'estensione della scrostatura dovrà essere tale da mettere a nudo gli elementi lapidei posti come cantonale nella loro interezza (per una prosecuzione di almeno 30 cm) e in tutte e due le direzioni dell'angolata, per un'altezza pari ad almeno 80 centimetri - 1 metro. Nel caso in cui sia presente una muratura in pietrame listato il saggio dovrà estendersi almeno a due ricorsi tra loro consecutivi.

Oltre alla fattura dei cantonali si dovrà porre attenzione anche alla qualità dei materiali costituenti (tipo di laterizio, ovvero di pietra e malta impiegata).

Anche nell'analisi dei martelli murari si dovrà analizzare con le stesse modalità descritte per i cantonali il tipo di collegamento tra le pareti e si dovrà verificare il grado di ingranamento tra gli elementi di confine posti a contatto tra le due pareti. Anche in questo caso bisogna porre molta attenzione alla qualità dei materiali costituenti.

#### **4.1.3 Indagini sui collegamenti pareti-solai**

Nelle indagini sui collegamenti tra le pareti e i solai (compreso quello di copertura) vanno ricercati ed indagati (se esistono) i presidi atti a garantire il collegamento tra le strutture verticali e gli orizzontamenti. Quindi vanno messe a nudo le zone di contatto e in prossimità di queste tra le pareti e i solai e, nel caso di pareti rivolte verso l'esterno, bisogna effettuare scrostature di intonaco a livello dell'orizzontamento.

Ove non possibile il saggio diretto, si provvede ad eseguire indagine con termocamera.

##### **4.1.3.1 Indagini sulla presenza di cordoli in cemento armato**

In caso di presenza di cordolo in cemento armato bisogna verificare l'effettiva armatura presente (disposizione e diametro dei ferri longitudinali e delle staffe, nonché il loro passo) tramite rimozione del copriferro, nonché della qualità del calcestruzzo.

I saggi dovranno estendersi anche sui muri di spina per una lunghezza pari ad almeno 2 volte lo spessore del muro ortogonale, per accertarsi che il cordolo sia continuo su tutte le murature d'ambito; bisogna altresì controllare che lo stesso sia esteso a tutto lo spessore murario o se insista soltanto su di un paramento. Inoltre va quantificato l'effettivo prolungamento del travetto all'interno del cordolo.

##### **4.1.3.2 Indagini sulla presenza di catene**

In caso di presenza di catene, vanno verificate le posizioni delle stesse e quindi il loro corretto alloggiamento; bisogna accertarsi che tali presidi siano in tensione e che non si ritrovino delle ampie frecce lungo il loro sviluppo. Rilevare la dimensione e la posizione del capochiave.

Va verificata anche la presenza di altri elementi di collegamento tipo reti elettrosaldate risvoltate o profilati in acciaio o di altro tipo di collegamento puntuale, valutandone l'effettiva estensione dello stesso e della sua presenza in tutte le murature d'ambito.

#### 4.1.3.3 *Indagini sulla presenza di spinte*

Altro aspetto da indagare, soprattutto a livello di copertura, è quello delle spinte; se sono presenti strutture spingenti (tipo tetti a padiglione, archi, strutture voltate, ecc.), è necessario accertarsi se esistono e se sono efficaci presidi atti ad eliminare tali spinte giudicati con gli stessi criteri sopra descritti per i collegamenti.

#### 4.1.4 **Indagini sugli orizzontamenti e scale**

Rimuovere porzioni di eventuali controsoffitti e/o l'intonaco per definirne la tipologia costruttiva, orditura e materiale.

Effettuare un saggio all'estradosso di ciascun orizzontamento per valutare l'altezza e la tipologia di materiali di riempimento (informazione per la definizione dei carichi). Tale saggio è necessario anche in presenza di volte.

Anche per le scale, mediante la rimozione dell'intonaco si deve valutare la tipologia strutturale, l'orditura e le caratteristiche dei materiali come per i solai.

Ove non possibile il saggio diretto, si provvede ad eseguire indagine con termocamera.

#### 4.1.5 **Indagini sugli elementi secondari**

##### 4.1.5.1 *Architravi e/o cerchiature*

In corrispondenza dei vani è necessario spicconare per verificare la presenza degli architravi e rilevarne la geometria e la tipologia strutturale (c.a.; acciaio, legno).

In corrispondenza di aperture, di grandi luci o non allineate con la scansione generale dei vani sul paramento murario, spicconare anche le spalle del vano per verificare la presenza di elementi verticali. Quindi se presente una cerchiatura, valutarne anche la geometria, la tipologia strutturale e il tipo di collegamento sul solaio di calpestio.

Ove non possibile il saggio diretto, si provvede ad eseguire indagine con termocamera.

##### 4.1.5.2 *Nicchie e cavedi*

Indagare sulla presenza di nicchie e cavedi nella muratura e valutarne le dimensioni.

**Per l'analisi di quanto esposto in questo paragrafo si prevedono le seguenti prova:**

- **N.2 Carotaggi, per ogni livello sui pannelli murari;**
- **N.2. Carotaggi, per ogni livello sugli orizzontamenti;**
- **N.6 Esami Endoscopici in ogni carota effettuata;**
- **Almeno 10 mq di battute con Pacometro magnetotermico per orizzontamenti e scale;**
- **Spicconature per esami visivi: almeno 4mq sui pannelli murari; almeno 16 mq sui cantonali e sui martelli murari, almeno 3 mq per cordoli e solaio;**
- **Indagine termografica.**

## 4.2 **INDAGINI IN FONDAZIONE**

Sono richiesti limitati saggi in numero sufficiente, mediante scavo, per stabilire il tipo e geometria della fondazione e se queste siano o meno realizzate tutte ad una stessa quota.

**Si prevede l'esecuzione di un saggio in fondazione**

### **4.3 RILIEVO DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

#### **4.3.1 Muratura**

##### **PROVA DI CARICO CON MARTINETTO PIATTO SINGOLO**

Per valutare e quantificare le tensioni d'esercizio di una muratura. Posizionamento di 4 coppie di basi di misura a cavallo di un ricorso orizzontale di malta. Misura delle distanze tra le coppie mediante deformometro millesimale. Realizzazione del taglio in corrispondenza del ricorso orizzontale di malta tra le coppie di basi, mediante mototroncatrice dotata di disco diamantato con diametro di 350 mm (14") e profondità di taglio 260 mm (10"). Inserimento all'interno del taglio di martinetto idraulico piatto semiovale (350mmx260mm) collegato ad un circuito idraulico e pressurizzato fino ad annullare le deformazioni provocate nella muratura per effetto dell'esecuzione del taglio. Lettura degli spostamenti con deformometro millesimale ad intervalli regolari di pressione al manometro digitale con risoluzione 0,1 bar. Elaborazione dati per la stima dello stato di sollecitazione presente nella struttura muraria, in funzione dell'area di taglio, della pressione applicata al martinetto e della sua costante di rigidità.

##### **PROVA DI CARICO CON MARTINETTI PIATTI DOPPI**

Per valutare la deformabilità, il modulo elastico e la resistenza a compressione del corpo murario attraverso la curva sforzi-deformazioni. Esecuzione di un secondo taglio, in corrispondenza di un ricorso orizzontale di malta a distanza di circa 43-50 cm dal primo, mediante mototroncatrice dotata di disco diamantato con diametro di 350 mm (14") e profondità di taglio 260 mm (10"). Posizionamento di 5 coppie di basi di misura, di cui una orizzontale, nell'elemento di muratura compreso tra i due tagli. Inserimento di martinetti idraulici piatti semiovali (350mmx260mm) collegati ad un circuito idraulico pressurizzato, generando uno stato di compressione della muratura. Lettura delle distanze tra le coppie mediante deformometro millesimale ad intervalli regolari di pressione al manometro digitale con ripetizione di più cicli di carico-scarico. Elaborazione dati per la stima del modulo elastico secante e della resistenza a compressione, in funzione delle aree di taglio, della pressione applicata ai martinetti e della loro costante di rigidità.

**Si prevede di eseguire una prova con martinetto piatto singolo e successivamente la prova con martinetti doppi su un paramento murario a livello per un totale di 2x3 prove.**

#### **4.3.2 Caratterizzazione geologica e sismica dei terreni.**

##### **PROVA PER LA CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA DEL SUOLO**

Prova penetrometrica statica con CPT eseguita con penetrometro statico modello olandese tipo GOUDA Prova penetrometrica (CPT) eseguita con penetrometro statico modello olandese tipo GOUDA o equivalente, con spinta non inferiore a 20 tonnellate, con lettura dello sforzo di penetrazione alla punta e dell'attrito laterale ogni 20 cm, fino al limite di resistenza.

##### **PROVA PER LA CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SUOLO**

Prospezioni sismiche con tecnica MASW Prospezione sismica con tecnica MASW (Multichannelanalysis of surfacewaves) utilizzando sismografi ad alta precisione ed a segnale incrementale, con energia di impulso fornita dall'impatto di massa battente e/o di esplosivo, con lunghezze di 23-46 metri o maggiore, utilizzando geofoni bassa frequenza (4,5 Hz) con almeno due registrazioni per ogni stendimento, comprensiva dell'interpretazione ed elaborazione dei dati con profilo verticale di velocità dell'onda "S", e determinazione del parametro Vs30.

**Si prevede di eseguire una prova Penetrometrica e una MASW, nella corte interna.**

## 5. ELABORATI

A seguito dello svolgimento di tutte le fasi sopra descritte saranno prodotti i seguenti elaborati:

- 1) Grafici strutturali dell'edificio allo stato attuale;
- 2) Certificati di prova e relazione sulle indagini visive;
- 3) Relazione Geologica;
- 4) Relazione di Valutazione della Sicurezza ai sensi del capitolo 8.3 delle NTC 2018 e relativi allegati.

## 6. COSTI E COMPENSI

Il **costo per le indagini**, necessarie al fine di ottenere un adeguata conoscenza delle condizioni dell'edificio, descritte al **punto 4** della presente, di cui in calce si allega computo metrico estimativo, sono pari a .....€. **18.688,19**

Per la determinazione **del compenso alle attività di cui al punto 3** si è proceduto alla determinazione del parametro relativo al costo di ristrutturazione di manufatti edilizi a metro quadro, secondo le indicazioni dell'OPCM 19 del 07/04/2017 e indicazioni fornite dall'ordine degli Ingegneri di Grosseto. Tale valore parametrico è utilizzato come stima dei costi per i futuri interventi di miglioramento sismica, che risulteranno necessari a valle della verifica di sicurezza, da cui secondo quanto previsto dal D.M. 143/2016 si procede con la determinazione del compenso.

L'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri OPCM n. 19 del 7/04/2017 *"Misure per il ripristino con miglioramento sismico e la ricostruzione di immobili ad uso abitativo gravemente danneggiati o distrutti dagli eventi sismici verificatisi a far data dal 24 agosto 2016"*, nell'allegato 1, riporta le indicazioni per definire il parametro del costo di intervento in funzione della vulnerabilità sismica degli immobili allo stato di fatto partendo dalla valutazione delle schede AeDes post sisma. In assenza di tale valutazione per il caso in esame si è fatto riferimento ad una condizione dello stato di vetustà dell'immobile minima per cui assimilabile alla condizione di danno tra "assenza di danno ad elementi strutturali" e "danno lieve agli elementi strutturali", per cui si può scegliere uno **stato di danno 2** (Tabella 2, Allegato 1 OPCM. 19/2017). Per quanto riguarda il grado di vulnerabilità si fa riferimento al grado di **vulnerabilità Basso** (Tabella 4, Allegato 1 OPCM. 19/2017) ipotizzando che nell'edificio non siano presenti carenze tali da inficiare la staticità dell'edificio e ci siano poche carenze di resistenza e rigidità alle azioni orizzontali. Per cui incrociando tali valori con la Tabella 5 dell'Allegato 1 OPCM. 19/2017 si determina un **livello operativo L1** a cui corrisponde un **costo parametrico finalizzato a raggiungere una resistenza alle azioni sismiche almeno pari al 60% di quello previsto per le nuove costruzioni**, per un edificio di superficie maggiore a 220mq, **pari a 650€/mq**. Tale valore deve essere maggiorato per tenere in conto dei seguenti parametri: incremento per amplificazione sismica (15%); edificio di interesse culturale ai sensi del d.lgs. 42/2004 (40%); interventi su impianti per efficientamento energetico decreto requisiti minimi (10%); demolizioni (10%); rimozione barriere architettoniche (3%); interventi su facciate di pregio storico-artistico (3%). A seguito delle amplificazioni si ottiene **1190 €/mq**.

Questo valore è perfettamente in linea, anche, con quanto indicato in una nota dell'Ordine degli Ingegneri di Grosseto che per una ristrutturazione pesante indicano nelle tabelle di riferimento elaborate nel 2014 un costo parametrico per interventi di Restauro/ristrutturazione di tipo medio **1237€/mq**.

Con il parametro così calcolato si ottiene una stima dei costi degli interventi di ristrutturazione/restauro di circa **3.650.850,00€**, di cui circa **1.095.255,00 €** (30%), si possono considerare relativi agli interventi strutturali di miglioramento sismico. Da quest'ultimo valore si

ottengono le parcelle, allegate in calce, sia per la relazione geologica che per la verifica di sicurezza, secondo le indicazioni del **DM 143/2016**.

## **7. ALLEGATI**

- 1) Corrispettivo per Relazione Geologica;
- 2) Corrispettivo per Rilievo e Valutazione della Sicurezza;
- 3) Computo metrico estimativo delle indagini.