

# CASERMA CESARE BATTISTI - PALAZZINA MUSSO

Via Cesare Battisti 6, Cuneo (CN)

Servizio di valutazione della sicurezza e rilievo BIM

dell'immobile "Caserma Cesare Battisti - Palazzina Musso"

Via Cesare Battisti 6, Cuneo (CN)

CIG: 6993304107

CUP: G21E16000360001

## 01\_QUADRO CONOSCITIVO E PIANO DELLE INDAGINI

### STAZIONE APPALTANTE



Agenzia del Demanio

Direzione Regionale Piemonte e Valle d'Aosta

Corso Bolzano, 30 - 10121 Torino

Responsabile unico del procedimento:

**Dott.ssa Mariagiovanna Alibrandi**

Contratto Prot. n. 2017/13700/DC-TO del 29/11/2017

### RTP

#### CAPOGRUPPO MANDATARIA



sede legale:

Via Giovanni da San Giovanni, 87

52027 San Giovanni Valdarno (AR)

sede operativa:

Via Leone X, 3 - 50129 Firenze (FI)

Coordinatore prestazioni specialistiche e progettista responsabile:

**Ing. Giovanni Cardinale**

Coordinatore del progetto:

**Ing. Valentina Cardinale**

BIM Manager:

**Arch. Luigi Dattilo**

Gruppo di lavoro:

**Arch. Matteo Spinelli**

**Arch. Francesca Millucci**

**Arch. Federico Salvini**

**Ing. Francesco Giannotta**

### MANDANTE



sede legale:

Via Galileo Galilei, 9 - 50064 Figline e Incisa Valdarno (FI)

Progettista responsabile:

**Geom. Riccardo Panichi**

Gruppo di lavoro:

**Geom. Daniele Nencioni**

**Geom. Tommaso Fischietti**

**Geom. Daniele Giusti**

REV.	DATA	ESEG.	CONTR.	APPR.	DESCRIZIONE
00	07/06/2018	FL	MM	GC	EMISSIONE

**commessa n. C17069**

**OGGETTO**

Relazione strutturale

**SCALA**

-

**COD.ELABORATO:**

**4.13.D**

NOME FILE: C17069\_4.13.D\_R0

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.1 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

## RELAZIONE STRUTTURALE

Rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale

### SOMMARIO

<b>1</b>	<b>OGGETTO DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA ESISTENTE .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>ANALISI STORICA DELLA STRUTTURA .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>PIANTE ELEMENTI STRUTTURALI.....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>ANALISI E CONOSCENZA DELLA STRUTTURA.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>IL PROCESSO CONOSCITIVO.....</b>	<b>10</b>
3.1.1	IDENTIFICAZIONE DELLA COSTRUZIONE .....	11
3.1.2	CARATTERIZZAZIONE FUNZIONALE DELL'EDIFICIO E DEI SUOI SPAZI .....	11
3.1.3	RILIEVO GEOMETRICO .....	11
3.1.4	RILIEVO MATERICO COSTRUTTIVO E LO STATO DI CONSERVAZIONE .....	11
3.1.5	LA CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI .....	11
<b>3.2</b>	<b>LIVELLO DI CONOSCENZA DELLE STRUTTURE ESISTENTI .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>.....</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>STATO DI PROGETTO ED INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>12</b>
<b>5.1</b>	<b>INTERVENTI DI CARATTERE PUNTUALE .....</b>	<b>12</b>
<b>5.2</b>	<b>INTERVENTI DI ADEGUAMENTO .....</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>INDICATORI DI RISCHIO .....</b>	<b>17</b>
<b>6.1</b>	<b>INDICATORI DI RISCHIO MODELLO A .....</b>	<b>17</b>
<b>6.2</b>	<b>INDICATORI DI RISCHIO MODELLO B.....</b>	<b>19</b>
<b>6.3</b>	<b>INDICATORI DI RISCHIO MODELLO C.....</b>	<b>21</b>
<b>6.4</b>	<b>ANALISI DEI RISULTATI E VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ MODELLO STATO DI FATTO .....</b>	<b>23</b>
6.4.1	CONCLUSIONI .....	23
<b>7</b>	<b>CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA E DEFINIZIONE DEI CRITERI DI PRIORITÀ ECONOMICA.....</b>	<b>24</b>
<b>8</b>	<b>VALUTAZIONE DELLA CLASSE SISMICA .....</b>	<b>26</b>

## 1 OGGETTO DELL'INTERVENTO

Il Complesso della caserma Cesare Battisti oggetto di analisi, nella proprietà dell'Agenzia del Demanio, è ubicato nella zona centrale del comune di Cuneo con accesso principale dalla Via

**GPA srl**

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b> Pag.2 di 27
		Revisione 00
		Data 07/06/2018

Cesare Battisti, civico 6. Sui rimanenti tre lati, l'edificio confina con l'immobile della Caserma Cantone a nord-ovest e con le strade di Via Pascal e Corso Soleri rispettivamente a nord-est ed a sud-ovest.



Figura 1 Inquadramento oggetto d'intervento

**GPA srl**

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)



 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.4 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

## 2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA ESISTENTE

La Caserma Cesare Battisti, già Caserma Vittorio Emanuele II, è formata da una serie di padiglioni contigui attualmente in uso al Nucleo del Comando e del Distaccamento Provinciale della Guardia di Finanza di Cuneo.

Il Complesso edilizio è costituito da sei corpi di fabbricati tra principali e secondari, disposti perimetralmente su quattro lati a formare una chiusura perimetrale continua. Al centro si trova la Piazza D'Armi, sulla quale si affaccia anche la Palazzina Musso, oggetto di questo intervento specifico.

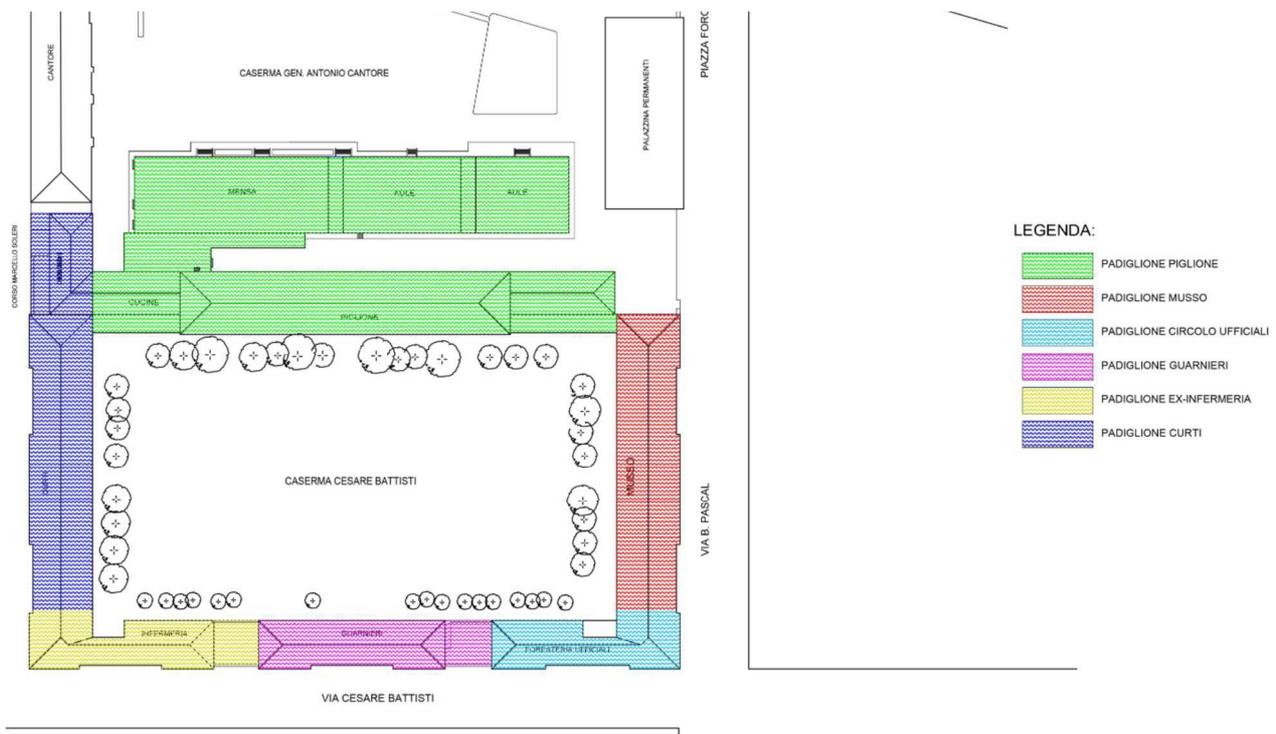


Figura 3 Padiglioni del complesso

La Palazzina Musso, edificata con il resto del complesso alla fine dell'800, si sviluppa su tre piani fuori terra, senza piani interrati, per una superficie complessiva di circa 3450 mq. Un sottotetto non abitabile completa l'impianto, con copertura classica a "capanna" oggi in disuso, a meno di una piccola porzione situata la Piano terreno.

L'immobile presenta la classica architettura di un edificio militare, con pianta regolare rettangolare, destinato originariamente ad ospitare le camerate per i militari.

Dalle informazioni che è stato possibile raccogliere in sede di sopralluogo visivo, l'impianto principale è in muratura portante di mattoni pieni mentre i solai di interpiano sono realizzati principalmente con sistemi di volte a botte o volte a crociera, anch'esse certamente in muratura.

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.5 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018



Figura 4 Foto degli ambienti interni



Figura 5 Foto degli ambienti interni

**GPA srl**

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.6 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

La copertura presenta l'orditura principale in legno, essenza non ancora indagata, in buone condizioni di salute, mentre è ben visibile come l'orditura secondaria sia stata in parte sostituita, probabilmente in concomitanza di un intervento di plausibile riqualifica energetica che ha visto la sostituzione degli elementi di tamponamento originali (tavole in legno o mezzane in laterizio) con elementi prefabbricati di recente fattura.



Figura 6 Foto sottotetto e copertura a struttura lignea

Il solaio di calpestio del sottotetto è riconducibile principalmente a due tipologie:

- Volte a botte nella fascia centrale del fabbricato, in muratura di mattoni pieni. Le volte sono state sottoposte ad un intervento di svuotamento della cappa, presumibilmente nell'ottica di alleggerirne il carico sui muri portanti. Il materiale di riempimento esistente è stato rimosso e sostituito con cemento alleggerito.
- Solai misti con longarine in acciaio ed alleggerimenti in laterizio, nelle due fasce laterali della palazzina.



Figura 7 Foto tipologie solai

Sempre a valle del sopralluogo visivo, non si registra la presenza di interventi pregressi di consolidamento strutturale né sulle murature, né tantomeno sugli orizzontamenti. Le condizioni generali del fabbricato sono buone e l'ammaloramento generalizzato è senza dubbio riconducibile

**GPA srl**

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaignegneria.com](mailto:info@pec.gpaignegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING <b>PARTNERS</b>	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.7 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

ad un cattivo stato manutentivo dei locali in disuso e a parziali e localizzati episodi di risalita capillare dell'umidità.

Le superfetazioni sono relative alla costruzione, susseguita negli anni, di elementi di partizione interna in laterizio oppure in cartongesso ed alla installazione di un controsoffitto ispezionabile a chiudere le volte.

## **2.1 ANALISI STORICA DELLA STRUTTURA**

Con lo scopo di collocare temporalmente la genesi del Complesso Caserma Cesare Battisti, si è condotta un'indagine sulle carte storiche della città di Cuneo, analizzando i seguenti documenti:

- Carta storica della città di Cuneo del 1874
- Piano Regolatore della città di Cuneo del 1898
- Piano generale della città di Cuneo del 1900

Gli estratti di seguito riportati mostrano come l'intero complesso sia stato edificato in un unico blocco, almeno per i padiglioni principali, negli anni a cavallo tra il 1898 ed il 1900.

Di successiva edificazione i locali del Padiglione Piglione che ospitano la mensa e le aule formative, dei quali non si rinviene traccia nelle carte storiche del 1900.

Come segnalato nei paragrafi precedenti, una lettura storica della complessità del fabbricato potrà essere effettuata più approfonditamente in seguito all'esecuzione della campagna di saggi conoscitivi e di analisi in situ e laboratorio la quale sarà utile, oltre che per indagare la caratterizzazione e le prestazioni dei materiali, anche per avallare le ipotesi di collocamento temporale e di eventuali interventi successivi operati sul fabbricato.

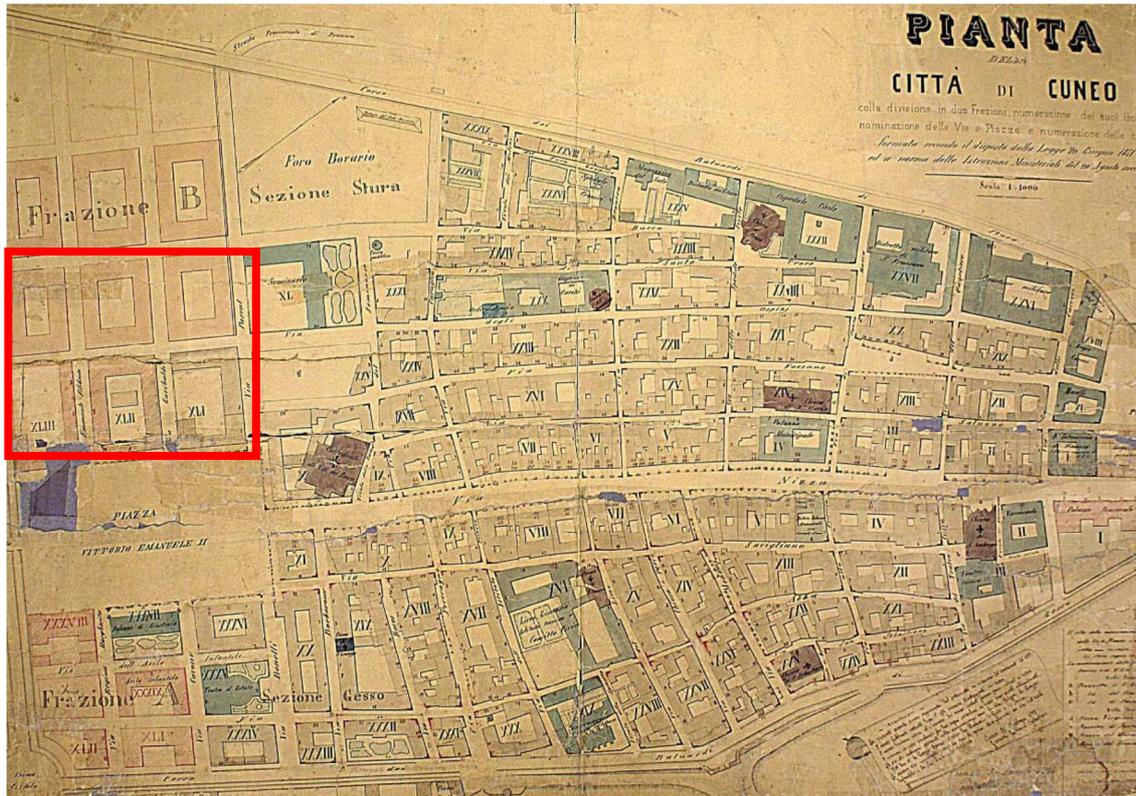


Figura 8 Pianta della città di Cuneo – 1874

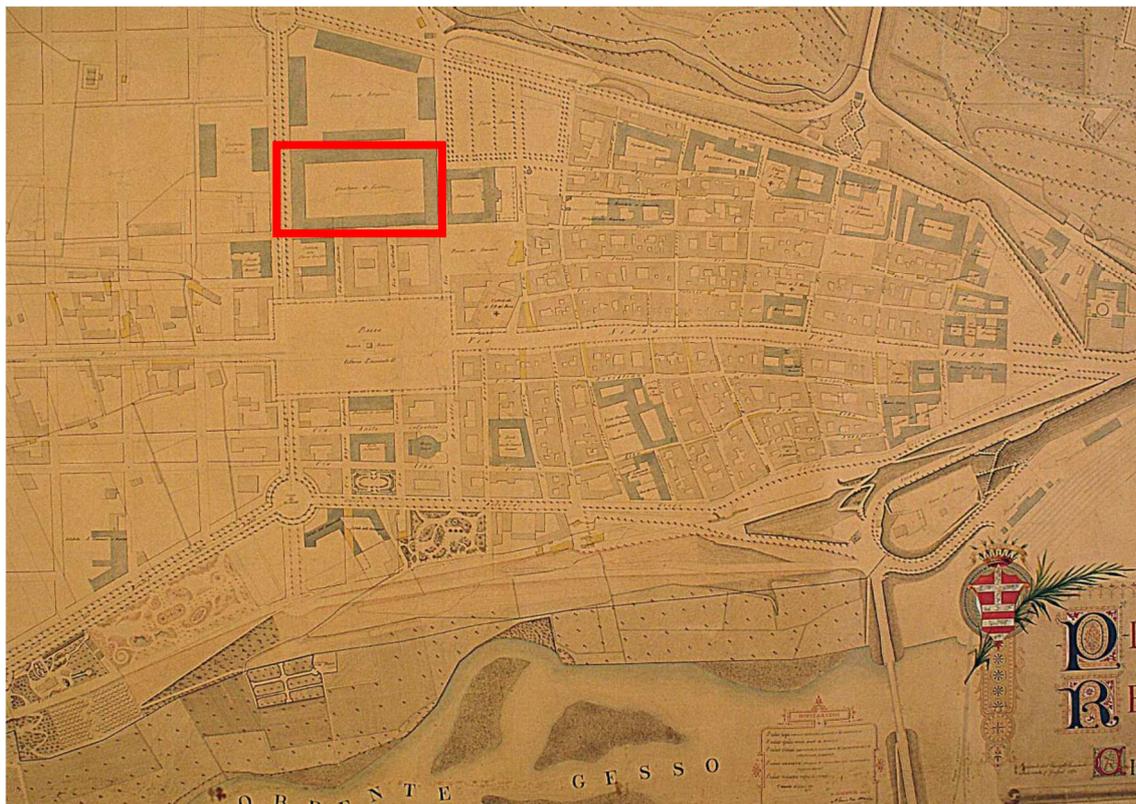


Figura 9 Pianta della città di Cuneo - 1898

## 2.2 PIANTE ELEMENTI STRUTTURALI

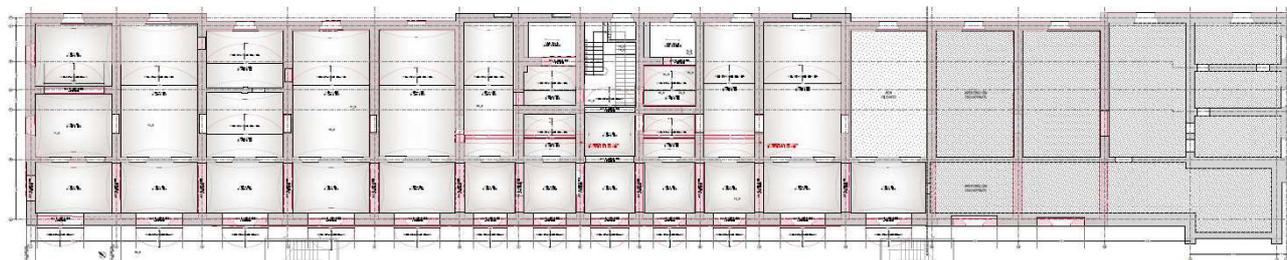


Figura 10 Pianta piano terra

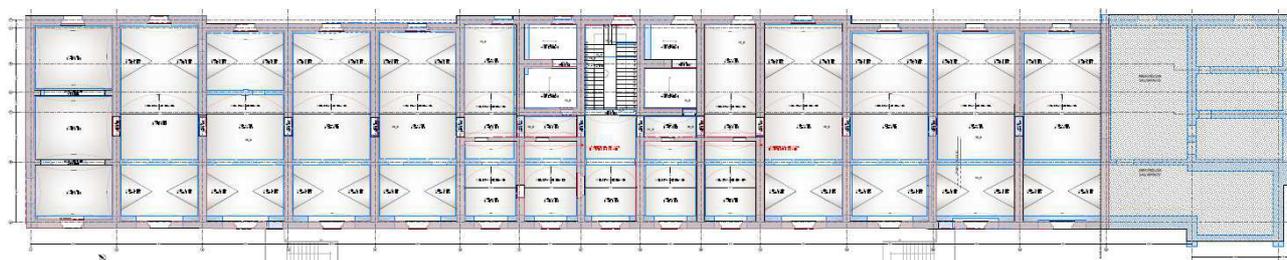


Figura 11 Pianta piano primo

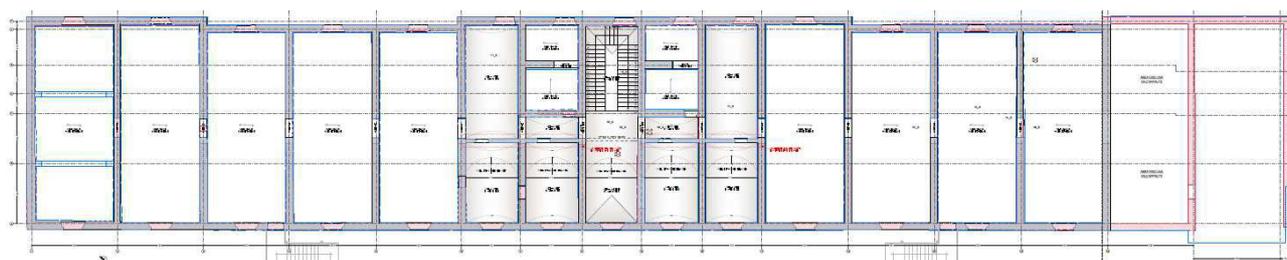


Figura 12 Pianta piano secondo

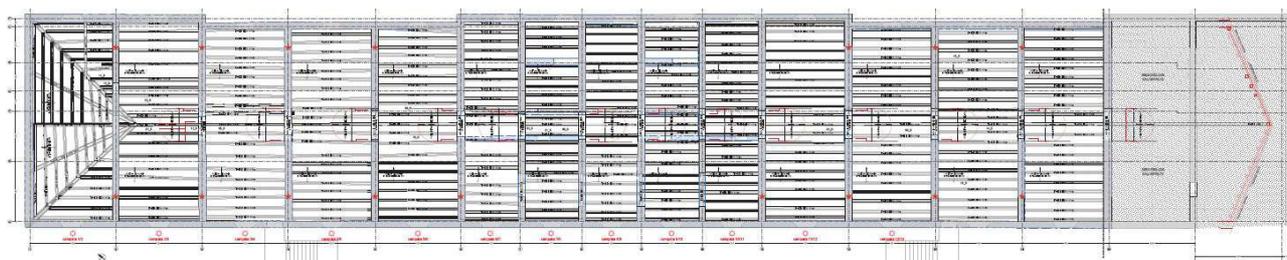


Figura 13 Pianta sottotetto

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.10 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

### **3 ANALISI E CONOSCENZA DELLA STRUTTURA**

L'approccio generale che viene adottato per acquisire una conoscenza approfondita delle costruzioni esistenti prevedere l'esplicarsi delle seguenti attività:

- Conoscenza storica;
- Conoscenza documentale;
- Conoscenza visiva diretta;
- Saggi conoscitivi in situ;
- Indagini diagnostiche in situ ed in laboratorio.

In riferimento all'opera oggetto di interesse, risulta di particolare rilievo la conoscenza storica e documentale.

Per la caratterizzazione tipologica e strutturale dell'opera è stata determinata una campagna di indagini conoscitive mirate ad indagare la natura geometrica e materica dei vari elementi, tuttavia al momento della redazione del presente documento non risultano presenti i risultati ottenuti dalla pianificazione delle indagini, si fa quindi riferimento alla conoscenza visiva diretta degli elementi.

#### **3.1 IL PROCESSO CONOSCITIVO**

La conoscenza delle costruzioni è un presupposto fondamentale sia ai fini di un'attendibile valutazione della sicurezza dello stato attuale sia per la scelta di un efficace intervento di miglioramento, adeguamento o rinforzo. Lo studio delle caratteristiche delle costruzioni esistenti è quindi teso alla definizione di un modello interpretativo che consenta, nelle diverse fasi della sua calibrazione, sia un'interpretazione qualitativa del funzionamento strutturale, sia l'analisi strutturale per una valutazione quantitativa.

Il percorso della conoscenza può essere ricondotto alle seguenti attività:

- rilievo geometrico approfondito della costruzione nello stato attuale, compresi gli eventuali fenomeni fessurativi e deformativi;
- individuazione della evoluzione dell'edifici, intesa come sequenza delle fasi di trasformazione edilizia, ed interventi di rinforzo;
- individuazione degli elementi costituenti l'organismo resistente;
- identificazione dei materiali, del loro stato di degrado;
- conoscenza del sottosuolo e delle strutture di fondazione, con riferimento anche alle variazioni avvenute nel tempo e ai relativi dissesti.

Le indagini conoscitive si concentrano prevalentemente sull'individuazione della storia del manufatto (specie in relazione agli interventi su di esso eseguiti), sulla geometria degli elementi strutturali, sulle tecniche costruttive e sui fenomeni di dissesto e di degrado.

D'altra parte, le difficoltà connesse con la conoscenza, anche in relazione alle risorse disponibili e all'invasività delle indagini da eseguire, rendono spesso necessario un confronto con modelli

**GPA srl**

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.11 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

interpretativi a posteriori, basati sull'osservazione e sul confronto dei risultati con gli elementi di controllo individuati.

### 3.1.1 Identificazione della costruzione

Il primo passo della conoscenza consiste nella corretta e completa identificazione dell'organismo e nella sua localizzazione sul territorio. Questa fase dell'analisi comprende anche un rilievo del manufatto, in grado di descriverne la consistenza di massima.

### 3.1.2 Caratterizzazione funzionale dell'edificio e dei suoi spazi

La conoscenza dell'opera si arricchisce dell'analisi dell'evoluzione funzionale dell'edificio e delle sue articolazioni, individuando quali interventi sono stati realizzati nel tempo.

### 3.1.3 Rilievo geometrico

È stato effettuato un rilievo generale e approfondito del complesso oggetto di intervento, che ha permesso di individuare la geometria dell'opera e le dimensioni degli elementi strutturali.

### 3.1.4 Rilievo materico costruttivo e lo stato di conservazione

Il rilievo materico costruttivo deve permettere di individuare completamente l'organismo resistente dell'edificio, tenendo anche presente la qualità e lo stato di conservazione dei materiali e degli elementi costitutivi. Tale riconoscimento richiede l'acquisizione di informazioni, che può essere eseguita grazie a ispezioni dirette debolmente distruttive (saggi, scrostamento di intonaci, piccoli scassi, carotaggi ecc.). Un aspetto rilevante è la scelta del numero, della tipologia e della localizzazione delle prove da effettuare.

### 3.1.5 La caratterizzazione dei materiali

Il rilievo visivo e i saggi conoscitivi in situ possono consentire di giungere ad una buona conoscenza e ad un giudizio sulla qualità dei materiali e del loro degrado. Tuttavia, per la modellazione del comportamento strutturale e per la valutazione della sicurezza dell'opera è richiesta la conoscenza dei parametri meccanici di deformabilità e resistenza dei materiali. La misura diretta dei parametri meccanici della muratura, in particolare di quelli di resistenza, non può essere eseguita, se non attraverso prove debolmente distruttive o distruttive, anche se su porzioni limitate. Le calibrazioni di prove non distruttive con prove distruttive possono essere utilizzate per ridurre l'invasività delle indagini di qualificazione. Mentre per le caratteristiche meccaniche degli elementi in cemento armato si utilizzano prove sclerometriche e pacometro che consentono di individuare le caratteristiche meccaniche senza grande invasività validando i risultati con carotaggi localizzati e limitati.

In caso contrario è possibile determinare le caratteristiche del materiale in relazioni alle indagini di carattere visivo, debolmente distruttive, supponendo dei materiali in linea con l'età dell'opera, e caratteristiche meccaniche opportunamente abbattute del corrispondente fattore di confidenza in base al livello di conoscenza raggiunto.

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.12 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

### 3.2 LIVELLO DI CONOSCENZA DELLE STRUTTURE ESISTENTI

Sulla base dei dati riscontrati, tenuto conto delle indicazioni presenti nel capitolo C8A.1.B della Circolare esplicativa n° 617 del 02.02.2009, si assume a seguito della campagna di indagini, un Livello di Conoscenza **LC3** e dunque Fattore di Confidenza pari a **FC = 1.00**.

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		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	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo	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	completo	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

## 4

## 5 STATO DI PROGETTO ED INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si raggruppano gli interventi relativi alla sicurezza strutturale in due categorie:

- Interventi di carattere puntuale, che interessano una singola parete, quali realizzazione di nuove aperture e traslazione delle esistenti.
- Interventi volti all'adeguamento sismico all'80% della struttura come riportato al §8.4.3 delle NTC-2018.

### 5.1 INTERVENTI DI CARATTERE PUNTUALE

Vista le modifiche del layout architettonico, sono presenti delle situazioni di traslazione delle aperture esistenti oppure realizzazioni di nuove aperture su pareti portanti in muratura.

**GPA srl**

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.4682915 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

 <b>ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING</b> PARTNERS	<b>Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)</b>	<b>MOD21</b>
		Pag.13 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

Nelle piante seguenti vengono identificate le traslazioni o le nuove realizzazioni delle aperture, con il conseguente inserimento di una nuova architrave metallica (in rosso). Oppure la realizzazione di telai di cerchiatura attorno alle aperture aventi dimensioni più elevate (in verde ed azzurro).



Figura 14 Piano terra

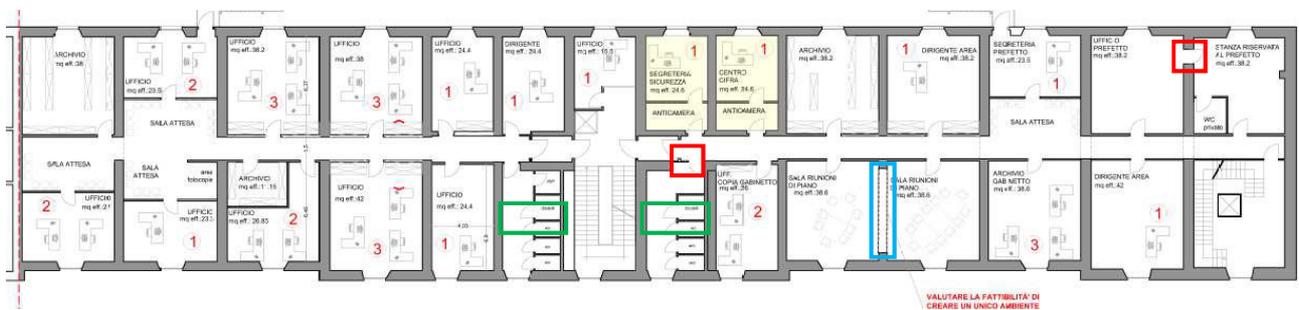


Figura 15 Piano primo

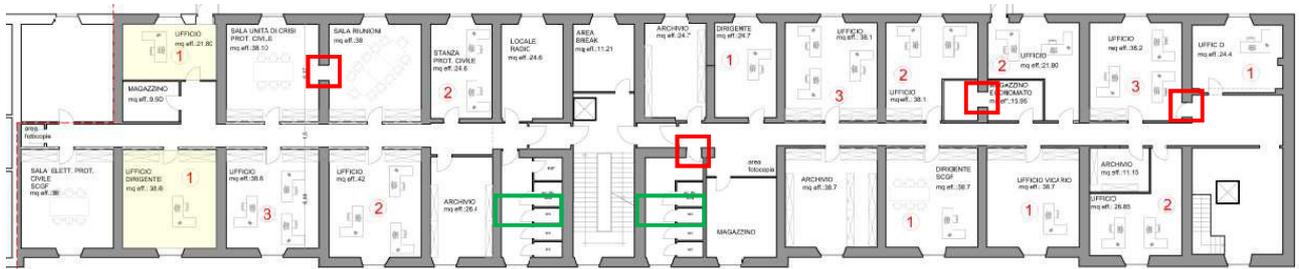


Figura 16 Piano secondo

 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.14 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

Livello	Codice apertura	Larghezza Apertura	Altezza Apertura	Spessore Muro	Architrave	Numero Architravi	Piedritto	Numero Piedritti	Tipologia cerchiatura	Verifica Resistenza Architrave	Verifica Def. Architrave	Variazione Rigidezza
		m	m	m	PROFILO	n°	PROFILO	n°	tipo	M <sub>Rd</sub> /M <sub>Ed</sub>	d <sub>Rd</sub> /d <sub>Ed</sub>	%
CERCHIATURA 1	01.C.01	4.70	3.50	0.60	HE 280 B	2.00	HE 240 B	4.00	C.1	1.67	1.00	11.15%
CERCHIATURA 2	01.C.02	3.70	3.00	0.60	HE 200 B	2.00	HE 200 B	4.00	C.2	2.60	1.39	8.68%
ARCHITRAVE	TIPO	1.10	2.50	0.60	HE 140 B	2.00			A.1	5.04	5.81	

Sono stati riportati i tre colori diversi per ciascuna tipologia di elemento strutturale come riassunti graficamente nelle piante in precedenza.

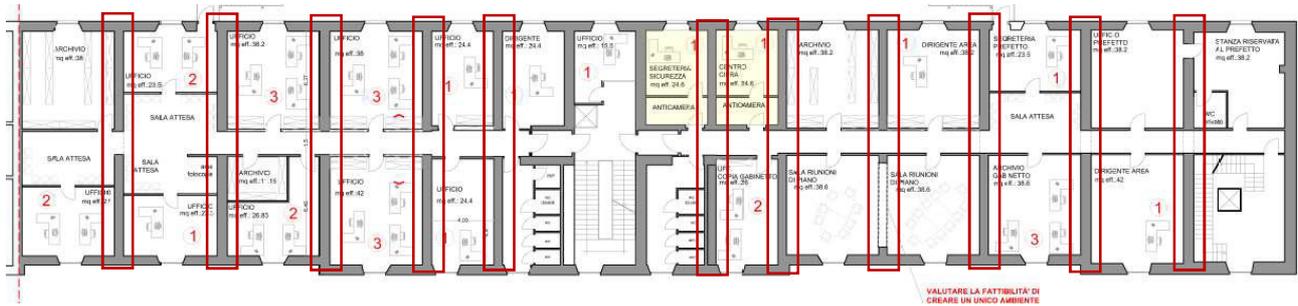
## 5.2 INTERVENTI DI ADEGUAMENTO

Per la determinazione degli interventi di adeguamento, si riportano di seguito le tabelle riassuntive degli indici di rischio per tre modelli.

I modelli di calcolo vengono così definiti:

- **Modello A:** modello dello stato di fatto valutato con i carichi attuali ed il layout architettonico odierno.
- **Modello B:** modello dello stato di progetto con layout modificato, valutato con i carichi incrementati in corrispondenza degli ambienti a destinati ad archivio o contenuti delle casseforti di peso elevato. In entrambi gli ambienti è stato considerato, a favore di sicurezza, un carico distribuito accidentale pari a 6 kN/m<sup>2</sup>.  
In questo modello sono inserite anche le nuove aperture opportunamente rinforzate con architravi o cerchiature come indicato nella precedente tabella.
- **Modello C:** modello dello stato di progetto con layout ottimizzato a seguito dello studio dei sistemi strutturali presenti; ed inserimento di rinforzi opportunamente posizionati al fine di ottenere un indice di vulnerabilità maggiore dell'80% come indicato al §8.4.3 delle NTC-2018.  
Al fine del raggiungimento della percentuale di vulnerabilità sismica indicata, si rinforzano le pareti interne con dei placcaggi di intonaco armato su entrambe le facce, incrementando la rigidezza degli elementi e riducendo le tensioni verticali sulla muratura.

Nella successiva immagine si rappresenta uno schema di inserimento dei placcaggi in cemento armato.



 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.16 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

Per quanto riguarda le caratteristiche del materiale considerato, secondo quanto riportato in tabella C8A.2.1 della circolare numero 617/2009. Si ha:

Tabella C8A.2.2 - Coefficienti correttivi dei parametri meccanici (indicati in Tabella C8A.2.1) da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone o ottime; giunti sottili; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; nucleo interno particolarmente scadente e/o ampio; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato.

Tipologia di muratura	Malta buona	Giunti sottili (<10 mm)	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Nucleo scadente e/o ampio	Iniezione di miscele leganti	Intonaco armato *
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	-	1,3	1,5	0,9	2	2,5
Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e	1,4	1,2	1,2	1,5	0,8	1,7	2
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	-	1,1	1,3	0,8	1,5	1,5
Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,5	-	1,5	0,9	1,7	2
Muratura a blocchi lapidei squadriati	1,2	1,2	-	1,2	0,7	1,2	1,2
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	1,5	1,5	-	1,3	0,7	1,5	1,5

\* Valori da ridurre convenientemente nel caso di pareti di notevole spessore (p.es. > 70 cm).

Si incrementano quindi i valori della muratura considerata del 50%.

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.17 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

## 6 INDICATORI DI RISCHIO

### 6.1 *INDICATORI DI RISCHIO MODELLO A*

Nel presente paragrafo viene riportata la tabella degli indicatori di rischio, opportunamente divisa in due per comodità di lettura, nella prima si riassumono gli indicatori di rischio in termini di PGA, nella seconda in termini di tempo di ritorno.

Legenda:

Evento: evento di crisi monitorato;

PGA: accelerazione al suolo;

$PGA_{CLO}/PGA_{DLO}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLO;

$PGA_{CLD}/PGA_{DLD}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLD;

$PGA_{CLV}/PGA_{DLV}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLV;

$PGA_{CLC}/PGA_{DLC}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLC.

Indicatori di rischio (PGA) (Modello A)

Evento	PGA	$PGA_{CLO}/PGA_{DLO}$	$PGA_{CLD}/PGA_{DLD}$	$PGA_{CLV}/PGA_{DLV}$	$PGA_{CLC}/PGA_{DLC}$	Analisi	Elemento
	g						
Rottura a taglio nella muratura	0.090	1.196	0.959	0.454	0.421	Pushover - 1.00Ex +0.30Ey Acc	Pannello 499
Rotazione limite nella muratura	0.101	1.343	1.077	0.510	0.473	Pushover -Y Acc - e	Pannello 298
Rotazione di snervamento in un'asta	0.213	2.842	2.278	1.079	1.000	Pushover +Y Massa - e	Asta 121
Rottura a flessione in un'asta	0.195	2.603	2.086	0.989	0.916	Pushover - 0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLD)	0.213	--	2.278	--	--	Pushover - 0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLV)	0.213	--	--	--	1.000	Pushover - 0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Analisi globale della vulnerabilità sismica in termini di forza	0.213	--	--	1.079	--		
- Direzione X	0.213	--	--	1.079	--	Pushover -X Acc	
- Direzione Y	0.213	--	--	1.079	--	Pushover -Y Acc + e	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLD)	0.0981	--	1.050	--	--		
- Direzione X	0.0981	--	1.050	--	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	0.162	--	1.735	--	--	Pushover -Y Massa + e	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLV)	0.103	--	--	0.523	--		
- Direzione X	0.103	--	--	0.523	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	0.192	--	--	0.974	--	Pushover -Y Massa - e	

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 - F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.4682915 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

 <b>ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING</b> PARTNERS	<b>Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)</b>	<b>MOD21</b>
		Pag.18 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

Legenda:

Evento: evento di crisi monitorato;

Tr: periodo di ritorno

(TRCLO/TRDLO)a: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLO;

(TRCLD/TRDLD)a: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLD;

(TRCLV/TRDLV)a: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLV;

(TRCLC/TRDLC)a: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLC;

a=0.41

#### Indicatori di rischio (Tr) (Modello A)

Evento	Tr anni	(TRCLO/TRDLO) <sup>a</sup>	(TRCLD/TRDLD) <sup>a</sup>	(TRCLV/TRDLV) <sup>a</sup>	(TRCLC/TRDLC) <sup>a</sup>	Analisi	Elemento
Rottura a taglio nella muratura	182	1.186	0.960	0.381	0.284	Pushover - 1.00Ex +0.30Ey Acc	Pannello 499
Rotazione limite nella muratura	245	1.340	1.085	0.431	0.320	Pushover -Y Acc - e	Pannello 298
Rotazione di snervamento in un'asta	2475	3.469	2.809	1.115	0.829	Pushover +Y Massa - e	Asta 121
Rottura a flessione in un'asta	1825	3.061	2.478	0.984	0.732	Pushover - 0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLD)	2475	--	1.000	--	--	Pushover - 0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLV)	2475	--	--	--	1.000	Pushover - 0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Analisi globale della vulnerabilità sismica in termini di forza	2475	--	--	1.115	--		
- Direzione X	2475	--	--	1.115	--	Pushover -X Acc	
- Direzione Y	2475	--	--	1.115	--	Pushover -Y Acc + e	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLD)	229.126	--	1.055	--	--		
- Direzione X	229.126	--	1.055	--	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	963.813	--	1.906	--	--	Pushover -Y Massa + e	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLV)	261.648	--	--	0.442	--		
- Direzione X	261.648	--	--	0.442	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	1732.6	--	--	0.963	--	Pushover -Y Massa - e	

**GPA srl**

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 - F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

 <b>ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING</b> PARTNERS	<b>Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)</b>	<b>MOD21</b>
		Pag.19 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

## 6.2 INDICATORI DI RISCHIO MODELLO B

Nel presente paragrafo viene riportata la tabella degli indicatori di rischio, opportunamente divisa in due per comodità di lettura, nella prima si riassumono gli indicatori di rischio in termini di PGA, nella seconda in termini di tempo di ritorno.

Legenda:

Evento: evento di crisi monitorato;

PGA: accelerazione al suolo;

$PGA_{CLO}/PGA_{DLO}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLO;

$PGA_{CLD}/PGA_{DLD}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLD;

$PGA_{CLV}/PGA_{DLV}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLV;

$PGA_{CLC}/PGA_{DLC}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLC.

Indicatori di rischio (PGA) (Modello B)

Evento	PGA	$PGA_{CLO}/PGA_{DLO}$	$PGA_{CLD}/PGA_{DLD}$	$PGA_{CLV}/PGA_{DLV}$	$PGA_{CLC}/PGA_{DLC}$	Analisi	Elemento
	g						
Rottura a taglio nella muratura	0.084	1.127	0.903	0.428	0.396	Pushover -X Acc	Pannello 499
Rotazione limite nella muratura	0.100	1.338	1.072	0.508	0.471	Pushover -Y Acc + e	Pannello 336
Rotazione di snervamento in un'asta	0.200	2.667	2.138	1.013	0.938	Pushover - 0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 152
Rottura a flessione in un'asta	0.213	2.842	2.278	1.079	1.000	Pushover +0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLD)	0.213	--	2.278	--	--	Pushover +0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLV)	0.213	--	--	--	1.000	Pushover +0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Analisi globale della vulnerabilità sismica in termini di forza	0.213	--	--	1.079	--		
- Direzione X	0.213	--	--	1.079	--	Pushover -X Acc	
- Direzione Y	0.213	--	--	1.079	--	Pushover -Y Acc	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLD)	0.0927	--	0.992	--	--		
- Direzione X	0.0927	--	0.992	--	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	0.18	--	1.931	--	--	Pushover -Y Massa + e	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLV)	0.0977	--	--	0.495	--		
- Direzione X	0.0977	--	--	0.495	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	0.213	--	--	1.079	--	Pushover -Y Massa - e	

GPA srl

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

 <b>ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING</b> PARTNERS	<b>Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)</b>	<b>MOD21</b>
		Pag.20 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

Legenda:

Evento: evento di crisi monitorato;

Tr: periodo di ritorno

(TRCLO/TRDLO)a: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLO;

(TRCLD/TRDLD)a: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLD;

(TRCLV/TRDLV)a: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLV;

(TRCLC/TRDLC)a: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLC;

a=0.41

### Indicatori di rischio (Tr) (Modello B)

Evento	Tr anni	(TRCLO/TRDLO) <sup>a</sup>	(TRCLD/TRDLD) <sup>a</sup>	(TRCLV/TRDLV) <sup>a</sup>	(TRCLC/TRDLC) <sup>a</sup>	Analisi	Elemento
Rottura a taglio nella muratura	159	1.121	0.907	0.360	0.268	Pushover -X Acc	Pannello 499
Rotazione limite nella muratura	242	1.333	1.080	0.429	0.319	Pushover -Y Acc + e	Pannello 336
Rotazione di snervamento in un'asta	1986	3.169	2.566	1.019	0.758	Pushover - 0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 152
Rottura a flessione in un'asta	2475	3.469	2.809	1.115	0.829	Pushover +0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLD)	2475	--	1.000	--	--	Pushover +0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLV)	2475	--	--	--	1.000	Pushover +0.30Ex +1.00Ey Massa	Asta 129
Analisi globale della vulnerabilità sismica in termini di forza	2475	--	--	1.115	--		
- Direzione X	2475	--	--	1.115	--	Pushover -X Acc	
- Direzione Y	2475	--	--	1.115	--	Pushover -Y Acc	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLD)	197.436	--	0.992	--	--		
- Direzione X	197.436	--	0.992	--	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	1394.66	--	2.219	--	--	Pushover -Y Massa + e	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLV)	226.537	--	--	0.417	--		
- Direzione X	226.537	--	--	0.417	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	2475	--	--	1.115	--	Pushover -Y Massa - e	

**GPA srl**

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

 <b>ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING</b> PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.21 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

### 6.3 INDICATORI DI RISCHIO MODELLO C

Nel presente paragrafo viene riportata la tabella degli indicatori di rischio, opportunamente divisa in due per comodità di lettura, nella prima si riassumono gli indicatori di rischio in termini di PGA, nella seconda in termini di tempo di ritorno.

Legenda:

Evento: evento di crisi monitorato;

PGA: accelerazione al suolo;

$PGA_{CLO}/PGA_{DLO}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLO;

$PGA_{CLD}/PGA_{DLD}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLD;

$PGA_{CLV}/PGA_{DLV}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLV;

$PGA_{CLC}/PGA_{DLC}$ : indicatore di rischio relativo al rapporto di PGA per lo SLC.

Indicatori di rischio (PGA) (Modello C)

Evento	PGA	$PGA_{CLO}/PGA_{DLO}$	$PGA_{CLD}/PGA_{DLD}$	$PGA_{CLV}/PGA_{DLV}$	$PGA_{CLC}/PGA_{DLC}$	Analisi	Elemento
	g						
Rottura a taglio nella muratura	0.090	1.205	0.965	0.458	0.424	Pushover +X Acc	Pannello 1467
Rotazione limite nella muratura	0.128	1.704	1.366	0.647	0.600	Pushover -Y Acc	Pannello 298
Rotazione di snervamento in un'asta	0.209	2.792	2.238	1.060	0.982	Pushover +Y Massa	Asta 152
Rottura a flessione in un'asta	0.213	2.842	2.278	1.079	1.000	Pushover +Y Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLD)	0.213	--	2.278	--	--	Pushover +Y Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLV)	0.213	--	--	--	1.000	Pushover +Y Massa	Asta 129
Analisi globale della vulnerabilità sismica in termini di forza	0.213	--	--	1.079	--		
- Direzione X	0.213	--	--	1.079	--	Pushover +X Acc	
- Direzione Y	0.213	--	--	1.079	--	Pushover -Y Acc	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLD)	0.18	--	1.928	--	--		
- Direzione X	0.18	--	1.928	--	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	0.189	--	2.020	--	--	Pushover -Y Massa + e	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLV)	0.184	--	--	0.932	--		
- Direzione X	0.184	--	--	0.932	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	0.213	--	--	1.079	--	Pushover -Y Massa	

 <b>ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING</b> PARTNERS	<b>Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)</b>	<b>MOD21</b>
		Pag.22 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

Legenda:

Evento: evento di crisi monitorato;

Tr: periodo di ritorno

(TRCLO/TRDLO)<sup>a</sup>: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLO;

(TRCLD/TRDLD)<sup>a</sup>: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLD;

(TRCLV/TRDLV)<sup>a</sup>: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLV;

(TRCLC/TRDLC)<sup>a</sup>: indicatore di rischio relativo al rapporto di Tr per lo SLC;

a=0.41

#### Indicatori di rischio (Tr) (Modello B)

Evento	Tr anni	(TRCLO/TRDLO) <sup>a</sup>	(TRCLD/TRDLD) <sup>a</sup>	(TRCLV/TRDLV) <sup>a</sup>	(TRCLC/TRDLC) <sup>a</sup>	Analisi	Elemento
Rottura a taglio nella muratura	185	1.194	0.967	0.384	0.285	Pushover +X Acc	Pannello 1467
Rotazione limite nella muratura	463	1.741	1.409	0.560	0.416	Pushover -Y Acc	Pannello 298
Rotazione di snervamento in un'asta	2327	3.383	2.739	1.087	0.809	Pushover +Y Massa	Asta 152
Rottura a flessione in un'asta	2475	3.469	2.809	1.115	0.829	Pushover +Y Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLD)	2475	--	1.000	--	--	Pushover +Y Massa	Asta 129
Crisi per ribaltamento fuori piano (SLV)	2475	--	--	--	1.000	Pushover +Y Massa	Asta 129
Analisi globale della vulnerabilità sismica in termini di forza	2475	--	--	1.115	--		
- Direzione X	2475	--	--	1.115	--	Pushover +X Acc	
- Direzione Y	2475	--	--	1.115	--	Pushover -Y Acc	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLD)	1389.09	--	2.215	--	--		
- Direzione X	1389.09	--	2.215	--	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	1630.69	--	2.366	--	--	Pushover -Y Massa + e	
Analisi globale della vulnerabilità sismica (SLV)	1485.93	--	--	0.904	--		
- Direzione X	1485.93	--	--	0.904	--	Pushover -X Massa	
- Direzione Y	2475	--	--	1.115	--	Pushover -Y Massa	

**GPA srl**

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 - F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

 ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.23 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

## 6.4 ANALISI DEI RISULTATI E VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ MODELLO STATO DI FATTO

Dopo aver riportato i risultati principali, si analizzano gli indici di rischio per l'analisi globale di vulnerabilità sismica allo stato limite SLV.

Gli indicatori di rischio in termini di PGA per un determinato stato limite si ottengono dal rapporto:

$$I_r = \frac{PGA_{Capacità}}{PGA_{Domanda}}$$

Quindi se tale valore risulta inferiore di 1 significa che la struttura dell'edificio non è in grado di resistere all'azione sismica calcolata secondo un determinato stato limite, resistendo invece fino alla percentuale indicata dal rapporto.

Nella seguente tabella si riassumono gli indici di rischio per ciascun modello:

Modello	Indice di vulnerabilità ( $PGA_{CLV}/PGA_{DLV}$ )	Indice di vulnerabilità ( $(TR_{CLV}/TR_{DLV})^a$ )
<b>A</b>	<b>0.523</b>	<b>0.442</b>
<b>B</b>	<b>0.495</b>	<b>0.417</b>
<b>C</b>	<b>0.932</b>	<b>0.904</b>

### 6.4.1 Conclusioni

Come si può osservare dalla precedente tabella, in riferimento all'indice di vulnerabilità in termini di PGA, si nota che:

- Il **modello A** allo stato di fatto ha un indice pari al 53.3%.
- Il **modello B**, a causa della redistribuzione delle aperture, ed a causa dell'incremento dei carichi, presenta un peggioramento della vulnerabilità sismica passando al 49.5%.
- Il **modello C**, con l'inserimento dei placcaggi presenta un indice di vulnerabilità del 93.2% che secondo quanto riportato al §8.4.3 delle NTC-2018 si può concludere che l'edificio risulta **adeguato sismicamente**.

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.24 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

## **7 CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA E DEFINIZIONE DEI CRITERI DI PRIORITÀ ECONOMICA**

Utilizzando i dati dimensionali degli elementi strutturali introdotti nel modello BIM per soddisfare alle richieste architettoniche del layout concordato con la stazione appaltante, è stata eseguita una stima dei lavori.

Sono state quindi calcolate le quantità relative alle seguenti lavorazioni:

- Rinforzo delle murature mediante betoncino in malta cementizia di classe R3 con spessore di 5cm armata con rete metallica o in materiale composito.
- Rinforzo di solai esistenti al fine dell'incremento della portata a carichi variabili di 6,00 kN/mq per le zone archivio.
- Esecuzione di aperture secondo il layout architettonico, mediante l'inserimento di cerchiature metalliche (la quantità dei profili risultanti dal modello BIM è stata incrementata del 10% per tenere di conto di piastre e bulloni).

Si riporta quindi di seguito una tabella con le quantità sopra descritte.

Rinforzi murature con betoncino armato	3139 mq
Rinforzi strutturali per i solai con carico variabile di progetto di 6,00 kN/mq	357 mq
Cerchiature metalliche per realizzazione di aperture (copresa incidenza piastre pari al 10%)	13367 kg

Considerando dei prezzi basati sulle informazioni ritrovate nei prezziari e sull'esperienza maturata in interventi simili si riporta di seguito una stima degli interventi.

Rinforzi murature con betoncino armato	3139 mq	25,00 €/mq	78.481,25 €
Rinforzi strutturali per i solai con carico variabile di progetto di 6,00 kN/mq	357 mq	70,00 €/mq	24.988,60 €
Cerchiature metalliche per realizzazione di aperture (copresa incidenza piastre pari al 10%)	13367 kg	3,50 €/kg	46.784,43 €
<b>Totale</b>			<b>150.254,28 €</b>

In merito alla scala di priorità con cui eseguire gli interventi sopra riportati è bene evidenziare che l'indice di vulnerabilità della struttura attuale non richiede interventi urgenti per quanto riguarda la

 <b>GPA</b> ARCHITECTURE ENGINEERING PROJECT MANAGEMENT CONSULTING PARTNERS	Relazione strutturale (rif. 4.13.D, 4.13.G e 4.14 del Capitolato Tecnico Prestazionale)	<b>MOD21</b>
		Pag.25 di 27
		Revisione 00 Data 07/06/2018

sicurezza statica dell'edificio. Tuttavia per poter raggiungere le prestazioni richieste dalla classe d'uso IV sarà necessario aver realizzato tutti gli interventi previsti nell'elenco sopra riportato.

---

**GPA srl**

Sede Legale e Amministrativa: Via G. da S. Giovanni, 87-52027 S. Giovanni V.no (AR) - T. 055.9139124 – F. 055.9110878 pec [info@pec.gpaingegneria.com](mailto:info@pec.gpaingegneria.com)

Sede Operativa: Via Leone X, 3 - 50129 Firenze - T. 055.468291 - F. 055.46829215 e-mail [info@gpapartners.com](mailto:info@gpapartners.com)

[www.gpapartners.com](http://www.gpapartners.com)

## 8 VALUTAZIONE DELLA CLASSE SISMICA

Si riporta il riassunto dei dati inerenti la valutazione della classe sismica dell'edificio allo stato di fatto (in precedenza denominato modello A):



Figura 17 Classificazione sismica Modello A

Si riporta il riassunto dei dati inerenti la valutazione della classe sismica dell'edificio allo stato di progetto contenente gli interventi di rinforzo (in precedenza denominato modello C):



Figura 18 Classificazione sismica Modello C

Si valuta quindi la data di scadenza dell'analisi strutturale relativa al modello allo stato di progetto (modello C) con la seguente formula:

$$T_{int} = -\frac{T_{rR}}{C_u} \ln(1 - P_{vr})$$

Si ottiene quindi  $T_{int} = 78$  anni, inteso come la data di scadenza dell'intervento di rinforzo.

Per la valutazione del tempo d'intervento dell'edificio allo stato di fatto si ottiene, applicando la medesima formula  $T_{int} = 13$  anni.