



AGENZIA DEL DEMANIO DIREZIONE REGIONALE LIGURIA



OGGETTO:

RILIEVO GEOMETRICO, ARCHITETTONICO E STRUTTURALE COMPATIBILE BIM,
VERIFICA DELLE VULNERABILITÀ SISMICA COMPRENSIVA DI INDAGINI STRUTTURALI
NONCHÉ INDAGINI AMBIENTALI PER FIBRE CONTENENTI AMIANTO
DEL COMPENDIO IMMOBILIARE DENOMINATO "EX CASERMA MAR. DI. CHI." - COMUNE DI LA SPEZIA (SP)

IL PROGETTISTA

Ing. Tommaso Mariacci



DIRETTORE TECNICO

Ing. Giuseppe Caruso



PROGETTAZIONE

AZ SRL
SOCIETÀ DI
INGEGNERIA

AZ S.r.l. Consulting & Commercial Engineering

Sede Legale: Galleria delle Porte Contarine 4, 35137 Padova

Sede Operativa: via Zucchini 61, 44122 Ferrara

C.F. e Partita IVA 03243310285

Tel/Fax 0532 769188

info@azec.it - www.azec.it

RILIEVO, INDAGINI E VERIFICHE DI VULNERABILITÀ'

ELABORATO : RELAZIONE SULLE STRATEGIE DI INTERVENTO - FASE 3

Rev	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Codice Commessa
03						AZ:07/2021
02						Elaborato
01						REL-05
00	MAGGIO 2021	PRIMA EMISSIONE	M.D.V.	G.C.	G.C.	Scala

WBS	TE	SETTORE	FASE	NOME FILE
00	REL	ST	VER	REL-05-Relazione sulle strategie di intervento - Fase 3

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di. chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	--	--

Sommario

1	PREMESSA	1
2	SINTESI DELLA VALUTAZIONE DI VULNERABILITÀ SISMICA	2
2.1	Sintesi della pericolosità sismica di sito	2
2.2	Sintesi delle vulnerabilità riscontrate e relativi indici di rischio	2
3	LIVELLI DI SICUREZZA PERSEGUIBILI	4
3.1	Strategie di intervento	5
3.2	Scelta delle strategie di intervento	5
4	INTERVENTI.....	7
4.1	Ipotesi progettuale di miglioramento sismico	7
4.1.1	Sintesi degli interventi previsti.....	7
4.1.2	Demolizione dell'edificio n. 3.....	8
4.1.3	Realizzazione di giunti sismici	8
4.1.4	Realizzazione di nuove pareti in calcestruzzo	8
4.1.5	Interventi di scuci-cuci	8
4.1.6	Sostituzione e installazione di catene	9
4.1.7	Interventi sui solai.....	10
4.1.8	Rinforzo delle murature e dei pilastri interni esistenti	12
4.1.9	Interventi su pareti e tramezzature interne per azioni fuori piano	13
4.1.10	Realizzazione di strutture metalliche di sostegno delle pareti dell'edificio n. 4	14
4.2	Tempistiche realizzative previste	14
4.3	Importo lavori.....	14
4.3.1	Edificio 1.....	16
4.3.2	Edificio 2.....	18
4.3.3	Edificio 3.....	20
4.3.4	Edificio 4.....	22
5	RISPOSTA DELLE STRUTTURE POST-OPERAM.....	24
5.1	Analisi statica non lineare e a pressoflessione fuori piano – edifici 1 e 2	24
5.2	Analisi per le condizioni non sismiche (analisi ai carichi verticali) – edificio 2	24
5.3	Analisi per le azioni fuori dal piano (pressoflessione fuori piano) – edificio 2	24
5.4	Analisi dei meccanismi locali – edificio 2	24
5.5	Nuovi solai in legno – edificio 2.....	25
5.6	Struttura antiribaltamento in acciaio – edificio 4	26
6	DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RISCHIO POST-OPERAM	29
6.1	Classe di rischio sismico post operam	30

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di. chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	--	--

6.2	Scheda di sintesi di livello 2.....	31
7	CONCLUSIONI	32
7.1	Vulnerabilità statica	32
7.2	Vulnerabilità sismica	32
7.2.1	Classe di rischio sismico ante-operam	32
7.3	Interventi di miglioramento sismico e indici di rischio post-operam.....	33
7.3.1	Classe di rischio sismico post-operam	33

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	---	--

1 PREMESSA

Il presente documento è relativo alla **terza fase della valutazione di vulnerabilità sismica** del compendio di interesse e viene redatto al fine di riportare i contenuti relativi:

- 1) Alle ipotesi di intervento prevedibili: saranno valutati gli interventi necessari al raggiungimento del livello di sicurezza richiesto ($0,6 a_{g,SLV}$), con la conseguente determinazione dell'indice di rischio post-operam;
- 2) Alla scheda di sintesi della verifica sismica di livello 2.

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

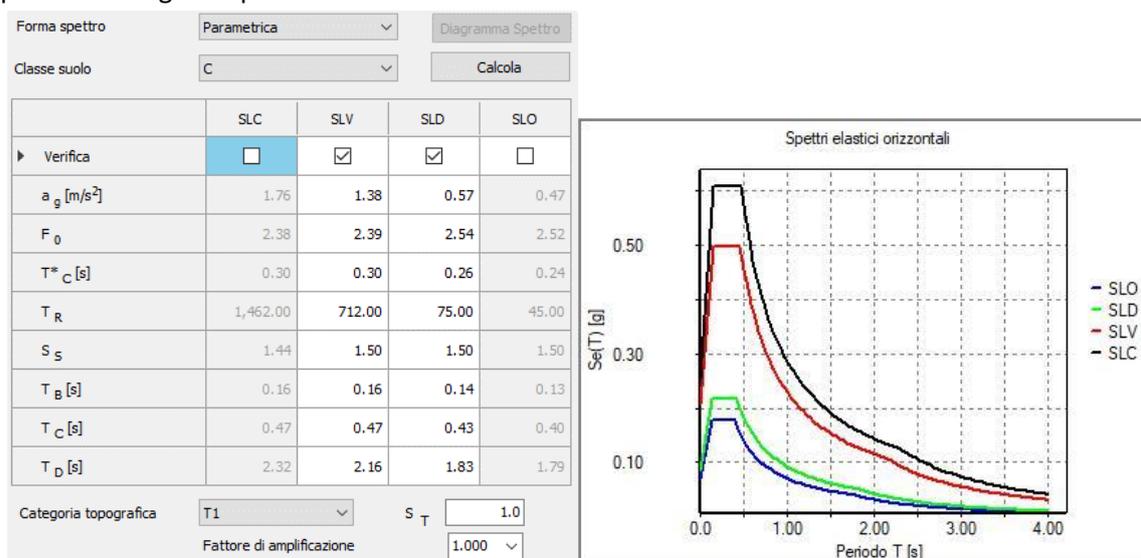
2 SINTESI DELLA VALUTAZIONE DI VULNERABILITÀ SISMICA

Nel presente capitolo si riporta la sintesi dei risultati relativi alla vulnerabilità allo stato di fatto del compendio in esame.

Per maggiori dettagli si veda l'elaborato "04_Relazione di vulnerabilità sismica - Fase 2".

2.1 Sintesi della pericolosità sismica di sito

Si riportano di seguito i parametri sismici del sito di interesse.



2.2 Sintesi delle vulnerabilità riscontrate e relativi indici di rischio

I risultati ottenuti, in termini di indice di rischio per i singoli edifici, sono i seguenti:

Tensione max [N/mm^2]	Tensione max [N/mm^2]	Tens. max/qlim
0.237	0.265	1,12

Tabella 1 Indice di rischio della capacità portante

	SOLAI $\zeta_{v,i}$	MURATURE (carichi statici) $\zeta_{v,i}$
Edificio 1	2,86	>1
Edificio 2	0	0.4
Edificio 3	0	>1
Edificio 4	Non determinabile	Non determinabile

Tabella 2 Indici di rischio globali

	DIREZ. X ζ_E	DIREZ. Y ζ_E	PRESSOFLESS. FUORI PIANO ζ_E
Edificio 1	0.306	0.422	0.307
Edificio 2	0.526	0.514	0.6
Edificio 3	0.447	0.359	0.360
Edificio 4	Non determinabile	Non determinabile	Non determinabile

Tabella 3 Indici di rischio sismici globali

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	---	--

EDIFICIO 1 – ANALISI CINEMATICA			
N. parete	PGA _{DLV} [g]	PGA _{CLV} [g]	PGA _{CLV} /PGA _{DLV}
1	0,206	0,123	0,600
2		0,171	0,832
3		0,211	1,027
4		0,182	0,866
5		0,206	1,002

Tabella 4 Indici di rischio per i meccanismi locali – Edificio 1

EDIFICIO 2 – ANALISI CINEMATICA			
N. parete	PGA _{DLV} [g]	PGA _{CLV} [g]	PGA _C /PGA _{sito}
7	0,206	0,057	0,27
7 bis		0,281	1,33
4		0,725	3,43
2		0,320	1,51
2 bis		0,152	0,72
1		0,168	0,80

Tabella 5 Indici di rischio per i meccanismi locali – Edificio 2

EDIFICIO 3 – ANALISI CINEMATICA			
N. parete	PGA _{DLV} [g]	PGA _{CLV} [g]	PGA _{CLV} /PGA _{DLV}
1	0,206	0,207	1,007
2		0,150	0,730
3		0,165	0,803
4		0,291	1,416
5		0,182	0,886

Tabella 6 Indici di rischio per i meccanismi locali – Edificio 3

EDIFICIO 4 – ANALISI CINEMATICA			
Parete	PGA _{DLV} [g]	PGA _{CLV} [g]	PGA _{CLV} /PGA _{DLV}
Longitudinale alta	0,206	0,049	0,17

Tabella 7 Indici di rischio per i meccanismi locali – Edificio 4

Pertanto:

SINTESI ANALISI SISMICHE			SISNTESI ANALISI STATICHE
Edificio	Indice di rischio sismico minimo	Analisi	Indice di rischio statico minimo
1	0,306	Globale X	>1
2	0,27	Meccanismi locali	0
3	0,359	Globale Y	0
4	0,17	Meccanismi locali	-

Nei capitoli che seguono, gli interventi vengono proposti in funzione del raggiungimento di un livello di sicurezza minimo pari a 0,6 a_{R,SLV} (miglioramento sismico). Pertanto, il valore minimo accettabile degli indici di rischio sismici è pari a 0,6.

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	---	--

3 LIVELLI DI SICUREZZA PERSEGUIBILI

Gli edifici in esame ricadono nei casi in cui sussistono oggettive difficoltà nella verifica dei requisiti di sicurezza tipici degli edifici di recente costruzione, a causa della **tipologia, della singolarità e dell'epoca costruttiva degli stessi**.

Pur nella consapevolezza che non sempre si possono applicare a edifici come quelli in argomento le prescrizioni di modellazione e verifica indicate per gli edifici progettati secondo i principi della tecnica delle costruzioni, **è comunque necessario calcolare i livelli delle azioni sismiche corrispondenti al raggiungimento dello stato limite previsto per la tipologia strutturale di interesse**, nella situazione precedente e nella situazione successiva all'eventuale intervento.

La **Direttiva 09 febbraio 2011** fornisce indicazioni per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale tutelato, con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni, **D.M.17 Gennaio 2018. Attualmente, le NTC e la relativa Circolare costituiscono il riferimento generale per l'attività di verifica sismica e verifica statica.**

Pertanto, in tale situazione, la **metodologia seguita nel servizio** è quella indicata dalla **Direttiva 9 febbraio 2011** con l'intento di specificare un percorso di conoscenza, valutazione del livello di sicurezza nei confronti delle azioni sismiche e progetto degli interventi, concettualmente analogo a quello previsto per le costruzioni non tutelate, ma opportunamente adattato alle esigenze e peculiarità del patrimonio culturale.

Per il recupero funzionale di edifici come quelli in esame è necessario attenersi ad **interventi di miglioramento, a riparazioni o ad interventi locali (punto 8.4 delle NTC)**. Con il termine di miglioramento si deve intendere l'esecuzione di opere in grado di far conseguire all'edificio un maggior grado di sicurezza rispetto alle condizioni attuali, con un livello di protezione sismica non necessariamente uguale a quello previsto per le nuove costruzioni. Riparazioni o interventi locali interessano invece **porzioni limitate** della costruzione, e devono **essere soggetti a verifiche locali; nel caso dei beni tutelati è comunque richiesta anche una valutazione della sicurezza complessiva (LV1), in forma semplificata, in modo da certificare che non siano peggiorate le condizioni di sicurezza preesistenti. Nel caso in oggetto si è comunque proceduto ad una valutazione della sicurezza di livello LV3.**

La valutazione della sicurezza sismica, **per la progettazione degli interventi**, viene effettuata tramite l'applicazione critica dei diversi livelli di analisi previsti da Normativa per gli edifici storici:

- il livello definito come "LV1" fornisce una stima della risposta sismica globale della struttura tramite l'applicazione di un **metodo meccanico semplificato**;
- il livello "LV2" fornisce la valutazione della sicurezza sismica nei riguardi della possibile attivazione di **meccanismi di collasso locale**;
- infine il livello "LV3" fornisce l'accurata valutazione del comportamento globale dell'edificio tramite un'analisi pushover applicata ad un opportuno **modello tridimensionale a telaio equivalente**.

L'esperienza maturata nell'applicazione dei diversi metodi ha messo in evidenza una notevole carenza degli edifici nei confronti dell'azione sismica, associata principalmente al comportamento globale della struttura. Il confronto critico delle diverse metodologie di analisi applicate ha evidenziato come l'analisi sismica di un edificio esistente in muratura non possa prescindere dall'analisi **LV1 del comportamento globale**, effettuata tramite un metodo semplificato che sia tuttavia in grado di **stimare l'indice di sicurezza sismico**, e dall'analisi **LV2 del comportamento locale**.

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	---	--

Per i casi in esame, sulla base dell'LC3 richiesto, secondo le NTC 2018 e il DPCM 09 febbraio 2011, è stato applicato il **livello di valutazione LV3** tramite il quale si va ad individuare e sviluppare il progetto di interventi di miglioramento per gli interi manufatti, **umentando il livello di sicurezza ottenuto allo stato di fatto.**

Le valutazioni riguardano, quindi, gli interi edifici e utilizzano **un modello tridimensionale**, con metodi di analisi globale previsti per il livello LV3 (pur tenendo presente che l'esperienza acquisita a seguito dei passati eventi sismici ha mostrato come, per gli edifici storici in muratura, il collasso sia raggiunto, nella maggior parte dei casi, per perdita di equilibrio di porzioni limitate della costruzione).

3.1 Strategie di intervento

Ai fini della definizione delle strategie di intervento che si considerano applicabili agli immobili in oggetto, occorre richiamare alcune considerazioni.

In primis l'obbligo in capo ad ogni proprietario di costruzione **di effettuare la verifica di sicurezza** nel caso in cui ricorra almeno una delle circostanze di seguito riportate:

1. Riduzione della capacità portante;
2. Gravi errori di progetto o costruzione;
3. Cambio di destinazione d'uso;
4. Riduzione della resistenza o modifiche della rigidità;
5. Edifici strategici.

Gli edifici in oggetto sono caratterizzati da uno stato di abbandono dal quale ne è derivato un avanzato stato di degrado diffuso e una conseguente riduzione della capacità portante degli elementi strutturali, come nel caso dei solai, per i quali si sono verificati parziali crolli. Pertanto le costruzioni sono state sottoposte a verifica di sicurezza nei confronti delle azioni sismiche.

Ulteriormente, si è operata una valutazione analitica sull'idoneità statica del complesso al fine di stabilire l'entità degli interventi statici di recupero.

L'esito delle analisi condotte ha evidenziato le risultanze sintetizzate nel capitolo 2.

Le NTC 2018 indicano in modo preciso il percorso di scelta e di programmazione sulla base di:

- Costo presunto d'intervento;
- Tempo di vita utile residuo (tempo minimo di intervento).

Pertanto l'approccio che si delinea con la presente relazione, è quello di adottare decisioni calibrate sulle singole situazioni, in relazione alla tipologia dell'inadeguatezza, alle relative conseguenze, alle disponibilità economiche e alle implicazioni in termini di pubblica incolumità.

3.2 Scelta delle strategie di intervento

Occorre definire la **fattibilità di intervento** su un complesso storico, realizzato seguendo i principi della "regola d'arte" e non secondo la moderna scienza delle costruzioni; pertanto **non è perseguibile l'obiettivo di un adeguamento sismico di una struttura quale quella in argomento.**

Per gli edifici del tipo in esame le NTC 2018 recitano quanto segue:

"La valutazione della sicurezza e il progetto di intervento dovranno essere estesi a tutte le parti della struttura potenzialmente interessate da modifiche di comportamento, nonché alla struttura nel suo insieme.

*Per la combinazione sismica delle azioni, il valore di ζ_E può essere minore dell'unità. **A meno di specifiche situazioni relative ai beni culturali**, per le costruzioni di classe III ad uso scolastico e di classe IV il valore di ζ_E , a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere comunque non minore di 0,6, mentre **per le***

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	---	--

rimanenti costruzioni di classe III e per quelle di classe II il valore di ζ_E , sempre a seguito degli interventi di miglioramento, deve essere incrementato di un valore comunque non minore di 0,1 [...].

Ai sensi del disposto del capitolo 8.4.2 delle NTC 2018 il proprietario ha la possibilità, garantendosi di fatto elasticità nella gestione degli interventi, di prevedere **interventi che consentano un incremento dell'indice di rischio pari almeno al 10%**.

Tale aspetto consente pertanto di poter programmare gli interventi di miglioramento all'interno dei necessari interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria che dovranno, gioco forza, essere eseguiti sul complesso.

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

4 INTERVENTI

Sulla base di quanto riportato nel capitolo 3 ed in accordo con il Capitolato Tecnico Prestazionale, si presenta di seguito l'ipotesi progettuale relativa al miglioramento sismico del compendio, suddividendo le valutazioni per ogni edificio.

Il livello minimo di sicurezza che si intende raggiungere è $\zeta_e \geq 0,6$, compatibilmente con la fattibilità di intervento su un complesso storico come quello in esame.

Relativamente ai carichi verticali, le strutture devono possedere in ogni caso un livello di sicurezza minimo pari a $\zeta_{v,i} \geq 1$, con $\zeta_{v,i}$ definito al capitolo 8.3 delle NTC 2018.

4.1 Ipotesi progettuale di miglioramento sismico

4.1.1 Sintesi degli interventi previsti

Gli interventi previsti sono sintetizzati nelle immagini seguenti, con descrizione di ognuno di essi nei capitoli che seguono.

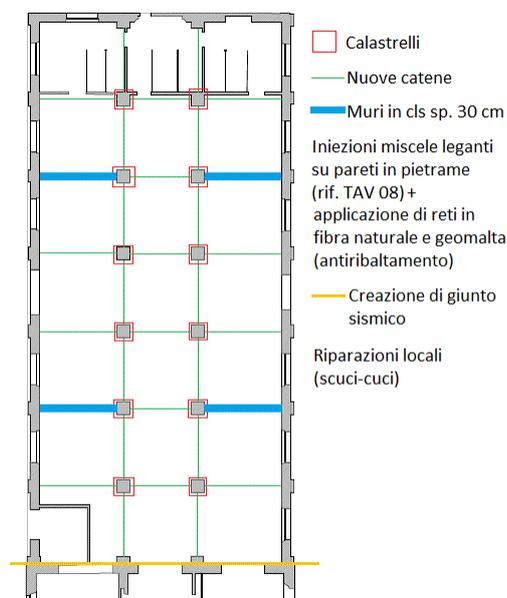


Figura 1 Sintesi interventi edificio 1

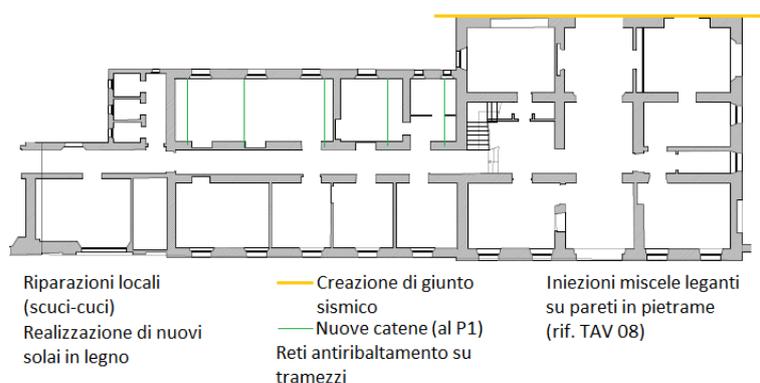


Figura 2 Sintesi interventi edificio 2

A tali interventi si aggiunge la completa demolizione dell'edificio n. 3 e la realizzazione di sostegni in acciaio per l'edificio n. 4.

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	---	--

4.1.2 Demolizione dell'edificio n. 3

L'edificio n. 3 presenta carenze strutturali allo stato di fatto (sia ai carichi statici che sismici) tali da non giustificare la convenienza di un intervento su di esso. Infatti, le problematiche riscontrate sono molteplici, a partire dagli indici di rischio, che assumono valori molto simili all'edificio n. 1, fino alla necessità di realizzare un giunto sismico in adiacenza all'edificio n. 2. A ciò si aggiunge:

- la presenza di una copertura in amianto, da rimuovere e sostituire con elementi idonei anche dal punto di vista salutare;
- la non verifica agli SLU delle capriate di copertura, che presenta problematiche relative all'instabilità di alcuni elementi che le compongono;
- lo stato dei solai esistenti, staticamente non adeguati. Infatti, alcune parti degli orizzontamenti hanno subito crolli, così come i controsoffitti.

Al capitolo 4.3.3 viene riportata una stima dell'importo dei lavori in caso di intervento, effettuando un confronto con l'edificio n. 1, avente analoghe problematiche. Da tale confronto si suggerirà, come soluzione economicamente più vantaggiosa, la **demolizione completa dell'edificio n. 3**.

4.1.3 Realizzazione di giunti sismici

Come riportato nell'elaborato "*REL_03_Relazione di vulnerabilità sismica - Fase 1*", è necessario un **giunto sismico** di 5 cm tra gli edifici n. 1 e 2. Ad oggi, i giunti risultano assenti e necessitano una loro realizzazione in conformità a quanto determinato nel suddetto elaborato. L'intervento consente la mitigazione del rischio di martellamento tra le parti di interesse. I giunti non vengono previsti in adiacenza all'edificio n. 3 in quanto oggetto di demolizione.

4.1.4 Realizzazione di nuove pareti in calcestruzzo

Relativamente all'edificio n. 1, caratterizzato da indici di rischio molto al di sotto del livello minimo di sicurezza richiesto (si veda l'elaborato "*REL_04_Relazione di vulnerabilità sismica - Fase 2*", si prevede di realizzare **pareti in calcestruzzo di spessore pari a 30 cm, a tutta altezza**, interposte tra alcuni dei pilastri esistenti (si veda il capitolo 4.1). I nuovi elementi in calcestruzzo fungono quindi da elementi con rigidità maggiore rispetto alle analoghe pareti perimetrali in muratura, potendo quindi dissipare una parte dell'azione sismica e scaricando, conseguentemente, la struttura esistente.

4.1.5 Interventi di scuci-cuci

Al fine di effettuare **riparazioni locali della tessitura muraria e** di realizzare gli **ammorsamenti** tra le pareti (ad oggi assenti), si prevede la realizzazione di interventi di scuci-cuci tra tutte le pareti perimetrali e tra le pareti perimetrali e quelle portanti interne.

Le operazioni prevedono le seguenti fasi:

1. Individuazione e delimitazione dell'area da cui iniziare i lavori e la direzione dello sviluppo degli stessi.
2. Procedere allo smontaggio della muratura nella zona interessata lasciando un contorno frastagliato per permettere la successiva ammorsatura tra la parte esistente e quella nuova.
3. Preparazione della superficie della cavità e dei mattoni utilizzati per la cucitura, con pulitura delle superfici di entrambi bagnandole, favorendo così l'adesione della malta.

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

4. Si inseriscono i nuovi elementi, utilizzando malte con caratteristiche meccaniche e spessori simili a quelli già esistenti.

Ripetendo l'operazione, si procede secondo la direzione prestabilita fino al completamento dell'intervento. Si procede quindi per sezioni successive in aree di limitata estensione, evitando l'indebolimento dell'involucro edilizio esistente.



Figura 3 Esempio di intervento di scuci cuci

Per il caso in esame, tale intervento consente il miglioramento del comportamento scatolare della costruzione in occasione delle azioni sollecitanti, in particolare quelle sismiche.

4.1.6 Sostituzione e installazione di catene

Relativamente all'edificio n. 1, sono presenti **catene** tra alcuni dei pilastri in muratura. Vista la distribuzione irregolare in pianta e l'eventuale allentamento della trazione subito nel tempo, **quelle presenti vengono rimosse e ne vengono installate di nuove tra tutti i pilastri** (anche dove assenti allo stato di fatto). Tale intervento è utile a contribuire al contrasto della spinta fornita dalla copertura inclinata. Analogamente, vengono previste catene per far fronte ai cinematismi rilevati per l'edificio n. 2. In particolare, per tutte le installazioni **vengono adottate catene in acciaio S275JR, diametro $\Phi 30$, con capochiave a paletto** (Figura 4) e forza di trazione impiegata pari a 4 kN.

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--



Figura 4 Esempio di catena con capochiave a paletto

4.1.7 Interventi sui solai

Come riportato nell'elaborato "REL_03_Relazione di vulnerabilità sismica - Fase 1", diversi elementi solaio non sono verificati ai carichi verticali e/o presentano marciscenze e degradi/dissesti vari. In alcuni casi le strutture sono caratterizzate da parziali crolli. Per maggiori dettagli relativi allo stato di fatto si veda il suddetto elaborato.

Gli interventi che si rendono necessari sui solai sono i seguenti:

- Edificio n. 1: la copertura risulta idonea ai carichi verticali allo stato di fatto. Tuttavia, si rende necessario il **ripristino degli elementi danneggiati e/o soggetti a marciscenze**, quantificati circa in un 30 % di quelli totali (in particolare in adiacenza all'edificio n. 2);
- Edificio n. 2: si prevede la **sostituzione di tutti i solai in laterocemento con solai in legno**, irrigiditi mediante una soletta in calcestruzzo alleggerito, solidarizzata alle travi mediante connettori (Figura 5). La stratigrafia e i carichi di progetto sono riportati nelle tabelle che seguono. **Anche i solai esistenti in legno** (danneggiati, ammalorati e parzialmente crollati) vengono sostituiti mediante la medesima tipologia di struttura. Si sottolinea che **i nuovi solai vengono ancorati alla muratura esistente mediante l'applicazione di connettori perimetrali in acciaio** (un esempio applicativo nella Figura 6) in corrispondenza della soletta in calcestruzzo;

Solaio interpiano in legno – SdP

		m	peso u.v. tot	
G1	Travi principali e secondarie		75	daN/m ²
	Tavolato	0.03	600	18 daN/m ²
	Cls alleggerito	0.06	1400	84 daN/m ²
G2	Pavimento	0.02	40	daN/m ²
	Sottofondo	0.07	46	daN/m ²
	Massetto	0.04	46	daN/m ²
	Tramezzature interne		40	daN/m ²

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

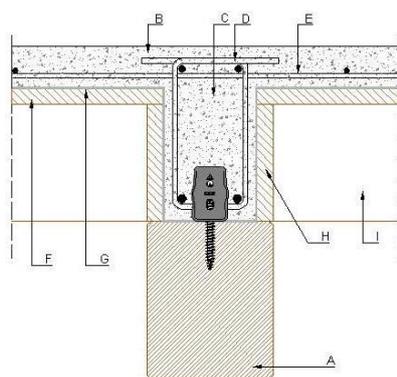
TOTALE PERMANENTI G1 ≈175 daN/m²
TOTALE PERMANENTI G2 ≈175 daN/m²

Solaio sottotetto in legno – SdP

		m	peso u.v.	tot	
G1	Travi		75		daN/m ²
	Tavolato	0.03	600	18	daN/m ²
G2	Controsoffitto in cartongesso		20		daN/m ²
			TOTALE PERMANENTI G1	≈95	daN/m²
			TOTALE PERMANENTI G2	20	daN/m²

Copertura in legno – SdP

		m	peso u.v.	tot	
G1	Travi principali e secondarie		75		daN/m ²
G2	Tavolato	0.04	30		daN/m ²
	Impermeabilizzazione		10		daN/m ²
	Coppi		80		daN/m ²
			TOTALE PERMANENTI G1	75	daN/m²
			TOTALE PERMANENTI G2	120	daN/m²



Connettore su trave. Travetti interrotti.

- A: trave in legno
- B: soletta in calcestruzzo
- C: connettore su trave
- D: armatura longitudinale corrente e staffe di tipo chiuso
- E: rete elettrosaldata
- F: tavolato o cassero in altri materiali
- G: telo protettivo
- H: cassero laterale
- I: travetto posato sulla trave

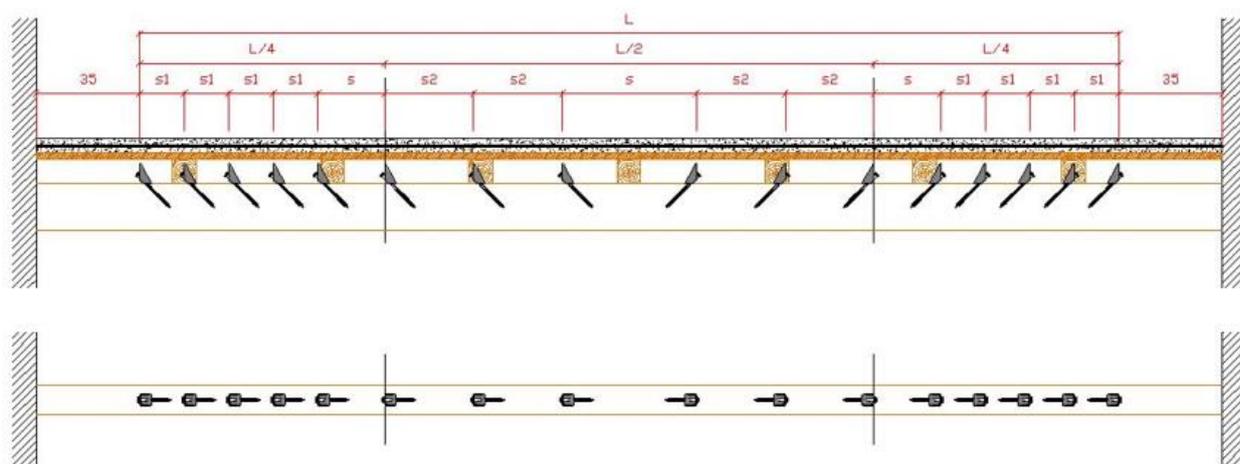


Figura 5 Solai in legno con soletta in calcestruzzo solidarizzata alle travi mediante connettori

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	---	--

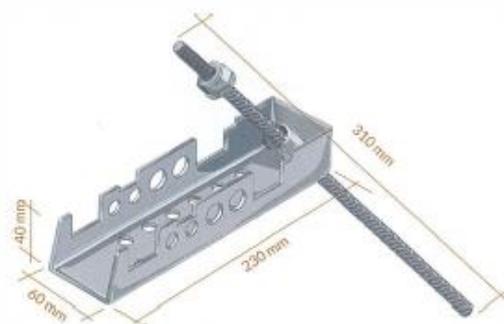


Figura 6 Esempio di connettore perimetrali

Gli interventi relativi all'edificio n. 2 consentono un irrigidimento dei piani, da cui ne deriva una maggiore ripartizione delle azioni sismiche tra gli elementi verticali, oltre che l'alleggerimento delle pareti esistenti, in alcuni casi non idonee a sopportare la totalità dei carichi agenti allo stato di fatto. Per quanto riguarda le coperture, gli interventi consentono il ripristino dello stato dell'arte in corrispondenza delle parti ammalorate.

4.1.8 Rinforzo delle murature e dei pilastri interni esistenti

Visti gli indici di rischio sismici determinati allo stato di fatto (si veda il capitolo 2), viene prevista **l'iniezione di miscele leganti nelle pareti degli edifici n. 1 e 2** (Figura 7). L'intervento consiste nelle seguenti fasi:

- realizzazione fori per una profondità di 2/3 dello spessore murario, fissaggio e sigillatura dei condotti di iniezione di diametro 3/4;
- sigillatura delle lesioni nelle murature e degli altri possibili punti di fuoriuscita della miscela;
- preiniezione di acqua su tutto il volume murario;
- iniezione di geomalta iperfluida, procedendo dal basso verso l'alto, tramite l'utilizzo di un serbatoio a pressione d'aria o manualmente a caduta. Si chiuderanno, quando saturi, i fori e si proseguirà il consolidamento rispettando il previsto piano di lavoro;
- asportazione gli ugelli e sigillatura dei fori con geomalta.



Figura 7 Esempio applicativo di iniezione di miscele leganti

Contestualmente agli interventi sulle pareti, per l'edificio n. 1 viene prevista la realizzazione di **calastrellature dei pilastri interni** (Figura 8). In particolare, vengono applicati angolari in acciaio (70 x 70

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	---	--

x 5 mm) fissati agli spigoli del pilastro mediante tasselli. Si collegano, quindi, gli angolari mediante calastrelli (sp. 5 mm, H 100 mm, passo 250 mm) da saldare agli angolari, previo riscaldamento preliminare dei calastrelli stessi al fine di indurre un maggior confinamento del pilastro successivamente al conseguente raffreddamento.



Figura 8 Esempio applicativo di calastrellature su pilastri

Gli interventi, così come descritti, consentono il miglioramento sismico dei manufatti. In particolare, ne consegue l'aumento degli indici di rischio sismico globali. Per maggiori dettagli si veda il capitolo 5.

4.1.9 Interventi su pareti e tramezzature interne per azioni fuori piano

Visti gli indici di rischio sismici relativi alla pressoflessione fuori piano dell'edificio n. 1 e a ribaltamento delle tramezzature interne (si veda l'elaborato "04_Relazione di vulnerabilità sismica - Fase 2"), viene prevista **l'applicazione di reti in fibra naturale di basalto e acciaio inox + geomalta nelle pareti** (Figura 9). L'intervento consiste nelle seguenti fasi:

- preparazione delle superfici da rinforzare mediante demolizione e rimozione dell'intonaco esistente, ripristino di eventuali lesioni mediante cucitura e/o consolidamento con iniezione di malta fluida e depolverizzazione finale mediante idrolavaggio a bassa pressione;
- realizzazione dei fori pilota per la successiva installazione mediante inserimento a secco di barre elicoidali in acciaio Inox in apposito foro pilota nell'elemento strutturale, fornite e poste in opera mediante apposito mandrino a percussione, con: carico di rottura a trazione > 16,2 kN; carico di rottura a taglio > 9,5 kN; modulo elastico > 150 GPa; deformazione ultima a rottura 3%; area nominale 15,50 mm²;
- stesura di un primo strato di geomalta, di spessore di circa 3 – 5 mm;
- con malta ancora fresca, procedere alla posa della rete, avendo cura di garantire una completa impregnazione del tessuto ed evitare la formazione di eventuali vuoti o bolle d'aria che possano compromettere l'adesione del tessuto alla matrice o al supporto;
- piegatura delle barre elicoidali o in alternativa inserimento dell'apposito tassello;
- esecuzione del secondo strato di geomalta, di spessore di circa 2 – 5 mm al fine di inglobare totalmente il tessuto di rinforzo e chiudere gli eventuali vuoti sottostanti;

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

- eventuale ripetizione delle fasi di stesura della geomalta e di posa della rete per tutti gli strati successivi di rinforzo previsti da progetto.



Figura 9 Esempio applicativo di reti e geomalta

L'intervento, così come descritto, consente il miglioramento sismico dei manufatti. Infatti, ne consegue l'aumento degli indici di rischio sismico dei cinematismi. Per maggiori dettagli si veda il capitolo 5.

4.1.10 Realizzazione di strutture metalliche di sostegno delle pareti dell'edificio n. 4

L'edificio n. 4 è composto dalle sole pareti (con fuori piombo) ed è privo di solai. L'intervento previsto consiste nella realizzazione di **strutture di sostegno antiribaltamento in acciaio**. In particolare, viene prevista la realizzazione di 4 cavalletti di controvento (Figura 10), aventi profili di sezione HE A 180 e acciaio tipo S355. Ogni cavalletto è largo 2 m, disposto a tutta altezza in adiacenza alle pareti esistenti e tassellato ad esse. L'intervento prevede la realizzazione di fondazioni in calcestruzzo per gli elementi contro terra, su cui ancorare i profili metallici mediante tirafondi. Si veda il capitolo 5.6 per le verifiche condotte.

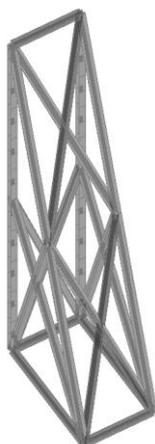


Figura 10 Cavalletti di controvento

4.2 Tempistiche realizzative previste

Le tempistiche realizzative, relative solamente agli interventi strutturali previsti, sono le seguenti:

- Edificio 1: tempistiche previste di 5 mesi;
- Edificio 2: tempistiche previste di 8 mesi;
- Edificio 3: tempistiche previste di 1 mese;
- Edificio 4: tempistiche previste di 5 mesi.

4.3 Importo lavori

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	---	--

Si riportano nel seguito l'importo lavori, al netto dell'IVA e delle somme a disposizione dell'amministrazione, e il quadro economico relativi agli interventi in progetto. Quanto determinato è relativo all'intero fabbricato.

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

4.3.1 Edificio 1

IMPORTO LAVORI RELATIVO ALL'INTERVENTO					
IMPORTO LAVORI					
Interventi			Q.	P.U. €	TOT. €
Iniezioni di consolidamento					
90.L10.A15.010	Consolidamento strutturale di murature eseguito con iniezioni di malta di calce idraulica naturale e sabbia fine di adeguata resistenza, comprese la realizzazione dei fori con sonda rotativa, la pulitura degli stessi con getto di aria compressa, l'applicazione di tubetti filettati con portagomma, la loro rimozione a fine lavoro e la stuccatura dei fori. Per muratura in pietrame	mc	150	542.83	81424.50
Rinforzo pareti fuori piano					
25.A05.E10.010	Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, esterno, su muratura di pietrame	mq	250	10.58	2645.00
25.A05.E10.020	interno, su muratura di mattoni, pietra o calcestruzzo	mq	250	7.06	1765.00
AP1	Rinforzo di maschi murari con placcaggio diffuso di rete in fibra di basalto e acciaio Inox, mediante l'utilizzo di sistema composito a matrice inorganica FRCM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), realizzato con tessuto biassiale bilanciato in fibra di basalto e acciaio Inox AISI 304, con speciale trattamento protettivo alcali-resistente con resina all'acqua priva di solventi. L'intervento si svolge nelle fasi di cui al presente elaborato. È compresa la fornitura e posa in opera di tutti i materiali sopra descritti e quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Sono esclusi: l'eventuale rimozione dell'intonaco esistente e la bonifica delle zone degradate e ripristino del substrato; le prove di accettazione del materiale; le indagini pre-e post-intervento; tutti i sussidi necessari per l'esecuzione dei lavori. Il prezzo è ad unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.	mq	500	155.85	77925.00
Calastrellature pilastri					
25.A37.A05.020	Carpenteria metallica per piccole strutture in acciaio, travi, pilastri, puntoni e simili in profilati L, T, U, Z, piatti e quadri (S235JR) in opera compreso il fissaggio a murature o l'unione saldata o imbullonata ad altre strutture metalliche ecc, esclusa la sola formazione delle sedi di appoggio murarie	kg	3500	5.30	18550.00
NP1	Opere accessorie per la realizzazione della calastrellatura metallica quali: scavo a sezione obbligatoria al piede dei pilastri, saldature in opera, collari metallici di ancoraggio al piede, resina per fissaggio profili ad L	corpo			3710.00

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

Catene					
90.L10.A61.005	Fornitura e posa in opera di catene in ferro a lavorazione standard compreso il trattamento antiossidante e la finitura con idonei prodotti, escluse le opere murarie preparatorie (carotaggi, asole, ecc..)	mq	800	23.42	18736.00
NP2	Opere accessorie per posa catene metalliche (carotaggi, tensionamenti, piastrame e successivi ripristini)	corpo			3747.20
Scuci cuci					
90.L10.A10.015	Consolidamento strutturale di murature eseguito con il metodo scuci e cuci, con elementi provenienti da demolizione e malta di calce idraulica naturale NHL5, a tratti non contigui, compresi il riempimento di vuoti al fine di ricostituire la continuita' della muratura, il calo e il carico dei materiali di risulta su qualsiasi mezzo di trasporto. Misurazione minima di 0,20 m³. Compresi i necessari ponteggi di servizio di altezza fino a 1,99 m	mc	50	680.45	34022.50
Nuove pareti in calcestruzzo					
25.A28.A15.010	Casseforme per getti in calcestruzzo semplice o armato per travi, pilastri, pareti anche sottili, solette piene, realizzate con tavole in legname di abete e pino	mq	250	57.24	14310.00
25.A28.C05.010	Getto in opera di calcestruzzo semplice o armato, per strutture di elevazione	mc	40	38.81	1552.40
25.A28.F05.005	Armature in acciaio per calcestruzzo armato ordinario, classe tecnica B450C	kg	2500	2.39	5975.00
Rimaneggiamento copertura					
B02055a RER	Rimontaggio e/o ripassatura di manto di copertura in coppi, tegole piane, marsigliesi o similari, con integrazione di elementi nuovi fino al 30%, comprese rimozione, pulizia e verifica dei coppi, spazzolatura del piano di posa sottostante, formazione di compluvi, displuvi e colmi, fornito e posto in opera con sovrapposizione di almeno 10 cm e fissaggio meccanico delle tegole e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a regola d'arte; esclusa la rimozione materiale di recupero	mq	650	20.56	13364.00
Giunti sismici e nuova parete in muratura					
B02029h RER	Formazione o adeguamento di giunto strutturale mediante taglio di superfici di qualsiasi materiale con seghe elettriche, elettroidrauliche o con motore a scoppio o pulegge e cavi elicoidali diamantati per la creazione di giunti strutturali, compresi la pulizia, le eventuali opere di protezione e puntellamento, la ripresa degli intonaci, la protezione, la sigillatura e/o impermeabilizzazione del giunto ed ogni altro onere, fornitura e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte:	m	15	335.18	5027.70
20.A23.A10.010	Muratura portante in laterizio, con giunti orizzontali e verticali in malta di classe di resistenza non inferiore a M5 (M10 per muratura armata) in mattoni comuni pressati	mc	65	549.77	35735.05
NP3	Fondazione nuova parete, inclusi scavi, armatura, armo e disarmo	corpo			4000.00

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

Oneri di conferimento a discarica			Q.	P.U. €	
NP4	Oneri per trasporto e conferimento rifiuti derivanti da demolizioni e scavi	corpo			3000.00
TOT LAVORI €					325,489.35
Oneri per la sicurezza			Q.	P.U. €	
	5% importo lavori	corpo			16274.47
TOT €					341,763.82
TOTALE IMPORTO arrotondato					342,000.00

4.3.2 Edificio 2

IMPORTO LAVORI RELATIVO ALL'INTERVENTO					
IMPORTO LAVORI					
			Q.	P.U. €	TOT. €
Iniezioni di consolidamento					
90.L10.A15.010	Consolidamento strutturale di murature eseguito con iniezioni di malta di calce idraulica naturale e sabbia fine di adeguata resistenza, comprese la realizzazione dei fori con sonda rotativa, la pulitura degli stessi con getto di aria compressa, l'applicazione di tubetti filettati con portagomma, la loro rimozione a fine lavoro e la stuccatura dei fori.	mc	560	542.83	303984.80
Rinforzo fuori piano tramezzature interne					
25.A05.E10.020	Scrostamento intonaco fino al vivo della muratura, interno, su muratura di mattoni, pietra o calcestruzzo	mq	500	7.06	3530.00
AP1	Rinforzo di maschi murari con placcaggio diffuso di rete in fibra di basalto e acciaio Inox, mediante l'utilizzo di sistema composito a matrice inorganica FRM (Fabric Reinforced Cementitious Matrix), realizzato con tessuto biassiale bilanciato in fibra di basalto e acciaio Inox AISI 304, con speciale trattamento protettivo alcali-resistente con resina all'acqua priva di solventi. L'intervento si svolge nelle fasi di cui al presente elaborato. È compresa la fornitura e posa in opera di tutti i materiali sopra descritti e quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Sono esclusi: l'eventuale rimozione dell'intonaco esistente e la bonifica delle zone degradate e ripristino del substrato; le prove di accettazione del materiale; le indagini pre-e post-intervento; tutti i sussidi necessari per l'esecuzione dei lavori. Il prezzo è ad unità di superficie di rinforzo effettivamente posto in opera comprese le sovrapposizioni.	mq	500	155.85	77925.00

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

Catene					
90.L10.A61.005	Fornitura e posa in opera di catene in ferro a lavorazione standard compreso il trattamento antiossidante e la finitura con idonei prodotti, escluse le opere murarie preparatorie (carotaggi, asole, ecc..)	m	125	23.42	2927.50
NP1	Opere accessorie per posa catene metalliche (carotaggi, tensionamenti, piastrame e successivi ripristini)	corpo			585.50
Scuci cuci					
90.L10.A10.015	Consolidamento strutturale di murature eseguito con il metodo scuci e cuci, con elementi provenienti da demolizione e malta di calce idraulica naturale NHL5, a tratti non contigui, compresi il riempimento di vuoti al fine di ricostituire la continuità della muratura, il calo e il carico dei materiali di risulta su qualsiasi mezzo di trasporto. Misurazione minima di 0,20 m³. Compresi i necessari ponteggi di servizio di altezza fino a 1,99 m	mc	80	680.45	54436.00
Sostituzione solai esistenti					
B03.136.080 RER	Puntellatura di sostegno con elementi elastici in legno o metallo e interposizione di strati ammortizzanti, nei casi di parti distaccate che rischiano il crollo. Inclusi gli oneri relativi alla preparazione della superficie prima dell'applicazione	corpo			4955.06
	Demolizione solai, escluso eventuale puntellamento, inclusa la rimozione dei pavimenti				
25.A05.A70.010	di legno o misti con orditura in NP e laterizi, fino a 35 cm di spessore	mq	680	51.12	34761.60
25.A05.A70.030	in cemento armato e laterizi fino a 30 cm di spessore	mq	230	64.30	14789.00
AP2	Trasporto a discarica o a centro di riciclaggio di materiali di risulta provenienti da scavi e/o demolizioni, misurato su autocarro in partenza, esclusi gli eventuali oneri di discarica o smaltimento	corpo			6000.00
	Legname per orditura di tetti e solai in abete o pino				
PR.A08.A30.025	Travi in pino o larice da 20 x 20 a 30 x 30 compreso trattamento antitarlo	mc	200	708.40	141680.00
90.G05.A15.010	Provvista e posa in opera di tavolato di legno grezzo, a larghezze variabili, esclusa la rimozione del tavolato preesistente, compresa la chioderia, misurato a superficie effettiva	mq	900	27.43	24687.00
	Calcestruzzo a prestazione garantita alleggerito con argilla espansa con classe di consistenza S5 a bocca di betoniera, diametro massimo degli aggregati di 16 mm. Quantità minima per singolo trasporto in cantiere, mediante betoniera, mc. 6,00				
AP3	massa volumica di 1400 kg/m³ e classe di resistenza a compressione minima C25/28	mc	60	193.55	11613.00

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

NP2	Connettori per solai in legno	cad	1400	3.00	4200.00
A04001a RER	Massetto isolante in conglomerato cementizio confezionato in cantiere con 250 kg di cemento tipo 32.5 ed inerti leggeri, dato in opera per lastrici, sottofondi, rinfianchi, ecc., battuto o spianato	mc	65	325.87	21181.55
AP4	Massetti per impianti, costituito da impasto cementizio dosato a 300 kg di cemento 32.5R per i primi 4 cm di spessore	mq	900	25.29	22761.00
Rimaneggiamento copertura					
B02055a RER	Rimontaggio e/o ripassatura di manto di copertura in coppi, tegole piane, marsigliesi o similari, con integrazione di elementi nuovi fino al 30%, comprese rimozione, pulizia e verifica dei coppi, spazzolatura del piano di posa sottostante, formazione di compluvi, displuvi e colmi, fornito e posto in opera con sovrapposizione di almeno 10 cm e fissaggio meccanico delle tegole e quanto altro occorre per dare il lavoro finito a regola d'arte; esclusa la rimozione materiale di recupero	mq	900	20.56	18504.00
NP3	Incremento del 50 % voce precedente per maggior numero di elementi danneggiati/degradati	corpo			9252.00
TOT LAVORI €					757,773.01
4) Oneri per la sicurezza			Q.	P.U. €	
	10% importo lavori	corpo			75777.30
TOT €					833,550.31
TOTALE IMPORTO arrotondato					834,000.00

4.3.3 Edificio 3

4.3.3.1 Intervento sull'edificio n. 3

I costi di intervento per l'edificio n. 3 vengono stimati allo scopo di effettuare un confronto con quelli dell'edificio n. 1, avente allo stato di fatto problematiche analoghe. A queste ultime si aggiungono ulteriori considerazioni, con particolare riguardo allo smaltimento dell'amianto (a tal proposito, per i dettagli si veda l'elaborato "REL_06_MCA - progetto esecutivo, analisi di laboratorio e mappatura").

Stima dei costi di intervento dell'edificio n. 3 e confronto con edificio n. 1:

CONFRONTO DEGLI IMPORTI DEI LAVORI RELATIVI AGLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI 1 E 3				
IMPORTO LAVORI			Edificio 1	Edificio 3
Interventi	Note		€	€
Iniezioni di consolidamento				
1	Consolidamento strutturale di murature eseguito con iniezioni di malta: come edificio 1.	Dimensioni edif 3 > edif 1. Maggiorazione in proporzione	81424.50	119449.74
Rinforzo pareti fuori piano				
	Scrostamento intonaco: come edificio 1	Dimensioni edif 3 > edif 1. Maggiorazione in proporzione		
2	esterno, su muratura di pietrame		2645.00	3880.22

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

3	interno, su muratura di mattoni, pietra o calcestruzzo		1765.00	2589.26
4	Rinforzo di maschi murari con placcaggio diffuso di rete: come edificio 1.	Dimensioni edif 3 > edif 1. Maggiorazione in proporzione	77925.00	114315.98
Calastrellature pilastri				
5	Carpenteria metallica: come edificio 1	Pilastri ed 3 più alti di edif 1	18550.00	20071.10
6	Opere accessorie: come edificio 1	Pilastri ed 3 più alti di edif 1	3710.00	4014.22
Catene				
7	Fornitura e posa in opera di catene in ferro: come edificio 1	Quantità analoghe	18736.00	18736.00
8	Opere accessorie: come edificio 1	Quantità analoghe	3747.20	3747.20
Scuci cucì				
9	Consolidamento strutturale di murature eseguito con il metodo scuci e cucì: come edificio 1	Dimensioni edif 3 > edif 1. Maggiorazione in proporzione	34022.50	49911.01
Nuove pareti in calcestruzzo				
10	Casseforme: come edificio 1	Lungh. pareti > per edif. 3. Maggiorazione in proporzione	14310.00	17787.33
11	Getto in opera di calcestruzzo: come edificio 1	Come sopra	1552.40	1929.63
12	Armature: come edificio 1	Come sopra	5975.00	7426.93
Rimaneggiamento (edif 1) e sostituzione (edif 3) copertura				
13	Vedere REL_06.	Vedere REL_06.	13364.00	167718.33
Giunti sismici e nuova parete in muratura				
14	Formazione o adeguamento di giunto strutturale: come edificio 1	Giunto sismico su 1 piano. Deduzione in proporzione	5027.70	4449.51
15	Muratura portante in laterizio: come edificio 1	Come sopra	35735.05	31625.52
16	Fondazione nuova parete: come edificio 1	Come sopra	4000.00	3540.00
Oneri di conferimento a discarica				
17	Oneri per trasporto e conferimento rifiuti derivanti da demolizioni e scavi	Dimensioni edif 3 > edif 1. Maggiorazione in proporzione	3000.00	4560.00
TOT LAVORI €			325489.35	575751.97
Oneri per la sicurezza			Q.	P.U. €
18	Oneri per la sicurezza		16274.47	57575.20
TOT €			341763.82	633327.16
MAGGIORAZIONE PER EDIFICIO 3 [%]				85.31%

Come si può osservare, l'edificio n. 3, avente problematiche aggiuntive rispetto all'edificio n. 1 (si veda il capitolo 4.1.2), presenta una **stima dei costi di intervento** nettamente superiore a quella dell'edificio n. 1, pur essendo caratterizzato da una morfologia simile. Il **confronto** dei costi di intervento, ovviamente, è stato effettuato solamente per le lavorazioni comuni ai due fabbricati e ne ha evidenziato un **incremento pari all'85,31 %**, quasi il doppio di quanto previsto per l'edificio n. 1. A questo si sommano i costi relativi agli interventi che interessano il solo edificio n. 3, quali la sostituzione delle capriate (non verificate allo

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

stato attuale) e l'adeguamento dei solai di interpiano presenti. Tali costi farebbero incrementare ulteriormente la spesa relativa all'edificio di interesse.

Nel complesso, quindi, risulta evidente che **l'intervento risulta economicamente vantaggioso nel caso dell'edificio n. 1 ma sicuramente non lo è per l'edificio n. 3, per il quale si consiglia la demolizione e l'eventuale ricostruzione.**

4.3.3.2 Demolizione dell'edificio n. 3

Nel seguito si riporta una stima relativa ai costi di demolizione dell'edificio n. 3.

IMPORTO LAVORI RELATIVO ALL'INTERVENTO					
IMPORTO LAVORI					
		Q.	P.U. €	TOT. €	
Rimozione copertura					
	Vedere REL_06.				167718.33
Demolizione fabbricato					
B01.001.005 RER	Demolizione totale di fabbricati civili, sia per la parte interrata che fuori terra, questa per qualsiasi altezza, compreso ogni onere e magistero per assicurare l'opera eseguita a regola d'arte secondo le normative esistenti, eseguita con mezzi meccanici e con intervento manuale ove occorrente, incluso il carico e trasporto del materiale di risulta a discarica controllata, con esclusione degli oneri di discarica. Per fabbricati in cemento armato e muratura, vuoto per pieno	mc	7700	17.02	131054.00
N.P.	Oneri di discarica	corpo			25000.00
TOT LAVORI €					323,772.33
4) Oneri per la sicurezza					
	10% importo lavori	corpo			32377.23
TOT €					356,149.56
TOTALE IMPORTO arrotondato					357,000.00

4.3.4 Edificio 4

IMPORTO LAVORI RELATIVO ALL'INTERVENTO					
IMPORTO LAVORI					
Interventi		Q.	P.U. €	TOT. €	
Struttura antiribaltamento in acciaio					
15.A10.A30.010	Scavo a sezione ristretta o a pozzo eseguito esclusivamente a mano, fino alla profondità di m 2.00	mc	310	162.59	50402.90
A03018a RER	Getto in opera di calcestruzzo semplice o armato, per strutture di fondazione	mc	310	157.31	48766.10
25.A37.A05.010	Carpenteria metallica per piccole strutture in acciaio, travi, pilastri, puntoni e simili in profilati NP, IPE, HE (S235JR) in opera compreso il fissaggio a murature o l'unione saldata o imbullonata ad altre strutture metalliche ecc, esclusa la sola formazione delle sedi di appoggio murarie.	kg	48000	5.34	256320.00
25.A90.Z10.010	Zincatura a caldo	kg	48000	1.90	91200.00

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

NP1	Opere accessorie per realizzazione nodi in acciaio (si considera un incremento del 10% della voce precedente)	corpo			25632.00
PR.A05.B30.010	Tirafondi in acciaio zincato	kg	600	1.26	756.00
B02.004.050 RER	Fornitura e posa in opera di tassello e/o barra filettata con ancoraggio chimico o malta cementizia espansiva per fissaggi o simili, diametro minimo 12 mm, compresa la formazione del foro e sua pulizia, di lunghezza fino a 60 cm	cad	650	22.77	14800.50
TOT LAVORI €					487,877.50
Oneri per la sicurezza			Q.	P.U. €	
	20% importo lavori (ponteggi, tiri in alto e cali in basso, noleggio gru)	corpo			97575.50
TOT €					585,453.00
TOTALE IMPORTO arrotondato					586,000.00

4.3.4.1 Tabella riassuntiva degli importi dei lavori

Si riporta di seguito una tabella che riassume l'importo lavori per gli interventi relativi all'intero compendio di interesse. Gli importi sulla colonna centrale fanno riferimento al caso di demolizione dell'edificio n. 3 mentre quelli sulla colonna di destra prendono in considerazione il caso di un intervento di miglioramento del suddetto edificio (quindi, senza demolizione).

	Importo lavori	
	Demoliz. Ed. 3	Recupero ed. 3
Edificio 1	342,000.00	342,000.00
Edificio 2	834,000.00	834,000.00
Edificio 3	357,000.00	633327.16
Edificio 4	586,000.00	586,000.00
TOTALE	2,119,000.00	2,395,327.16

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	---	--

5 RISPOSTA DELLE STRUTTURE POST-OPERAM

Gli **interventi**, così come proposti al capitolo 3, **consentono il raggiungimento del livello minimo di sicurezza** richiesto ($0,6a_{g,SLV}$). Per maggiori dettagli si vedano i capitoli che seguono.

5.1 Analisi statica non lineare e a pressoflessione fuori piano – edifici 1 e 2

Le analisi sono state condotte sugli edifici 1 e 2 in quanto, allo stato di fatto, il minor indice di rischio sismico è inferiore a 0,6. È stato quindi determinato il minor indice di rischio post-operam allo SLV, osservando quanto segue:

Dalle analisi condotte:

- Edificio n. 1: il **minor indice di rischio sismico** rilevato (pushover, pressoflessione fuori piano, ribaltamento tramezzature interne) è **pari a 0,6**.
- Edificio n. 2: **in direzione X** e **in direzione Y** indici di rischio rispettivamente pari a **0,709** e **0,653**.

In tutti i casi, quindi, viene raggiunto il livello minimo di sicurezza richiesto (**0,6 $a_{g,SLV}$**).

5.2 Analisi per le condizioni non sismiche (analisi ai carichi verticali) – edificio 2

Si riportano di seguito gli esiti dell'analisi ai carichi verticali post-operam.

Parete	Nd/Nr	Verifica
6	0.42	OK
2	0.43	OK
7	0.38	OK
16	0.63	OK
4	0.53	OK
15	0.57	OK
3	0.18	OK
5	0.45	OK

Parete	Nd/Nr	Verifica
9	0.3	OK
10	0.27	OK
11	0.26	OK
12	0.51	OK
13	0.45	OK
14	0.43	OK
8	0.3	OK
1	0.38	OK

Come si può osservare, dalla verifica post-operam si ottiene una completa verifica delle pareti ai carichi verticali per un valore di $\zeta_{v,i} > 1$.

Le pareti, quindi, risultano verificate ai carichi statici di progetto. L'Indice di rischio statico $\zeta_{v,i}$ è sempre > 1.

5.3 Analisi per le azioni fuori dal piano (pressoflessione fuori piano) – edificio 2

Le verifiche non soddisfatte, riportate nell'elaborato "REL_04_Relazione di vulnerabilità sismica - Fase 2", sono relative ad un'azione sismica pari al 100 % della massima prevista in situ. In tale condizione, **gli indici di rischio sono in tutti i casi > 0,6, raggiungendo quindi allo stato di fatto il livello minimo di sicurezza previsto (0,6 $a_{g,SLV}$)**.

5.4 Analisi dei meccanismi locali – edificio 2

Viene analizzato il solo meccanismo locale per cui, allo stato di fatto, è stato rilevato un indice di rischio sismico < 0,6.

Vengono applicati n. 5 tiranti, così come descritti al capitolo 4.1.6.

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

Cinematismo	Tipologia	PGA _{CLV} [g]	PGA _{DLV} [g]	α _{SLV}
7	Ribaltamento	0,088	0,141	0,62
Vincolo a terra La verifica NON è soddisfatta $a_{z,SLV} \ 1.8044 \ [m/s^2] < a_z(0) \ 2.0692 \ [m/s^2]$ $a_z(z=0) = S_e(T=0)$ Moltiplicatore attivazione (a0) 0.093 M* 5,116 [kg] e* 0.75 PGAc,SLV 0.86 [m/s ²] α _{s,SLV} 0.62		Vincolo in quota La verifica NON è soddisfatta $a_{z,SLV} \ 1.8044 \ [m/s^2] < a_z(z) \ 2.9079 \ [m/s^2]$ $a_z(z) = S_e(T_1, \xi) \gamma_1 \Psi_1(z) \sqrt{1 + 0.0004\xi^2}$		

Il valore di α_{SLV} esprime i valori di PGA considerando l'accelerazione su roccia. I valori delle corrispondenti accelerazione al suolo sono pari a:

- PGA_{DLV} [g] = 0,206;
- PGA_{CLV} [g] = 0,129.

Come si può osservare, il meccanismo analizzato possiede post-operam un indice di rischio sismico pari a 0,62 > 0,6 (livello minimo di sicurezza da raggiungere).

La verifica a snervamento del tirante è la seguente:

Φ	30	[mm]	T_tir	185129.6 [N]	185.1296 [kN]	$T_{tir} = f_y \cdot \frac{\Phi^2 \cdot \pi}{4}$
f _{yk}	275	[N/mm ²]				
γ _s	1.05					

5.5 Nuovi solai in legno – edificio 2

Si riporta nel seguito la verifica eseguita sui nuovi solai in legno e sui connettori tipo impiegati:

DATI DI INPUT							
Lavoro	Progetto	LaSpezia Ed 2					
	Progettista	Ing. Tommaso Mariacci					
Solaio	Tipo di solaio	Trave in doppia orditura				?	
	Soletta collaborante	Leca Cls 1400	Spessore	6.0	cm	?	
	Assito / tavolato	Tavolato di conifera	Spessore	3.0	cm		
	Trave principale	Abete Italia S2 - UNI11035:201(Interasse travi	45.0	cm		
			Base	20.0	cm	<input checked="" type="radio"/> Rettangolare	
			Altezza	20.0	cm	<input type="radio"/> Cicolare (eq)	
			Luce netta (muro - muro)	490	cm		
	Travetti secondari		Base	12.0	cm		
			Altezza	12.0	cm		
			Interasse travetti	30.0	cm		
		Distanza tra teste travetti	8.0	cm			

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

Carichi	massetto di finitura	Lecamix Fast	spessore	4	cm	0.46	kN/m ²	?	
	sottofondo	Sottofondo CentroStorico	spessore	7	cm	0.46	kN/m ²	?	
	altri permanenti (tipo tramezzature interne, pavimenti, etc.)						0.40	kN/m ²	?
	altri permanenti (tipo tramezzature interne, pavimenti, etc.)						0.40	kN/m ²	
	variabili						Ristoranti uffici	3.00	kN/m ²
Deformabilità	Utente	a $T_0 < L / 300$		=	17.2	mm		?	
		a $T_{inf} < L / 200$		=	25.7	mm		?	
Fissaggio connettore	su trave con travetti interrotti	Spaziatura:		<input checked="" type="radio"/>	variabile	<input type="radio"/>	costante	?	
<input checked="" type="checkbox"/> Solaio puntellato o tirantato									

VERIFICHE DI CALCOLO

Solaio puntellato o tirantato
 Carico SLU = 4.64 kN/m MEd = 15.37 kNm
 Carico SLS = 3.25 kN/m VEd = 11.95 kN

Verifica SLU	T_0	T_{inf}	
Legno - tensioflessione =	0.26	0.30	≤ 1
Legno - taglio =	0.28	0.32	≤ 2.13 N/mm ²
Cls - Compressione sup =	2.80	2.34	≤ 11.33 N/mm ²
Cls - Trazione inf =	-1.14	-1.08	≤ 0.8 N/mm ²
Verifiche connettore =	7413	8247	≤ 8267 N
Armatura trasversale soletta =	-	0.48	cm ² /m
Staffe raccordo =	-	Non serve staffare, cls suff.	

Verifiche SLS	T_0	T_{inf}	
Deformabilità =	3.4	5.5	mm

RISULTATI CALCOLO DI DIMENSIONAMENTO

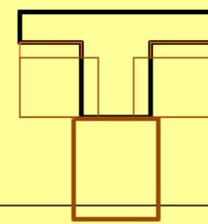
Connettore con altezza = 6.5 cm

Distanza connettori = **25.2 / 50 / 25.2** cm

Distanza muro - 1° connettore = 35 cm

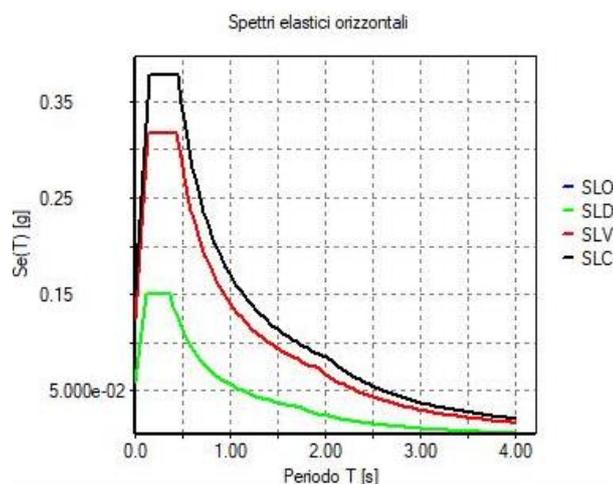
Numero di connettori per trave = **14**

n° connettori / m² = 6.3



5.6 Struttura antiribaltamento in acciaio – edificio 4

Di seguito si riporta il dimensionamento degli elementi in progetto di cui al capitolo 4.1.10. Si fa riferimento al **60 % della massima azione sismica** attesa in situ. Di conseguenza, lo spettro elastico è il seguente:



Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

	Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c
SLV	31	203	0.0832	2.533	0.280

Determinazione delle azioni:

È stata condotta un'analisi di dettaglio, nella quale sono state determinate le sollecitazioni agenti su ciascun cavalletto in funzione della porzione di fascia di parete muraria sostenuta (1/4 per ogni struttura – si veda la Figura 11).

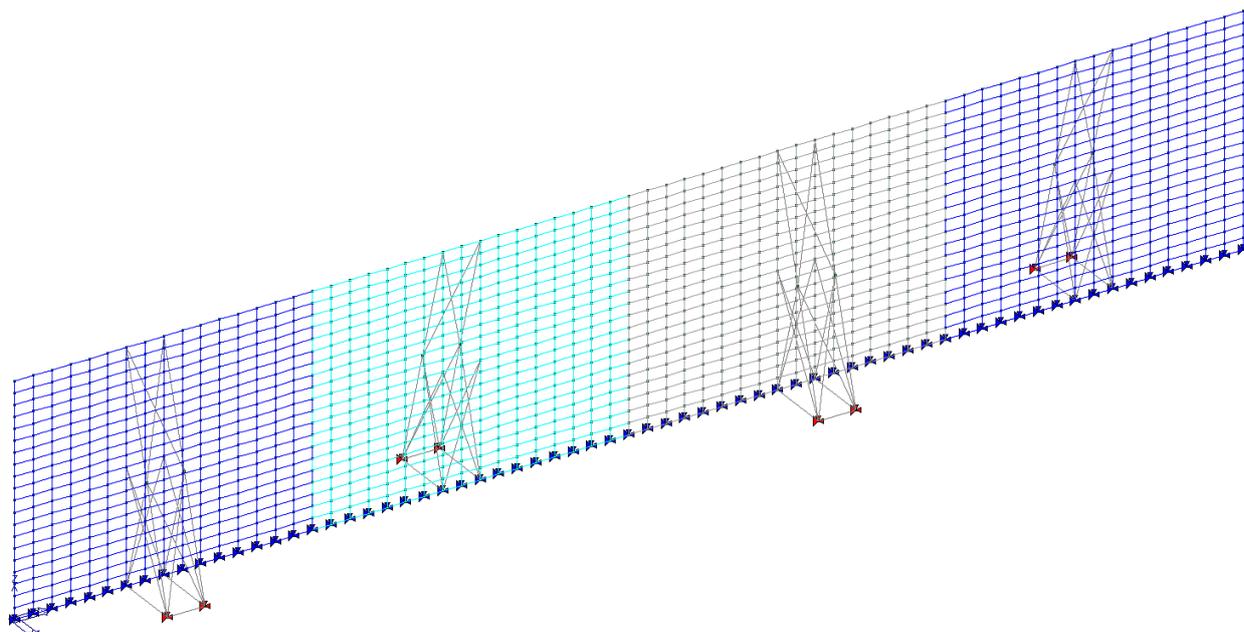


Figura 11 Sistemi di cavalletti e porzioni di parete sostenute (evidenziate con colori diversi)

Si mostra di seguito l'involuppo delle azioni normali e flettenti.

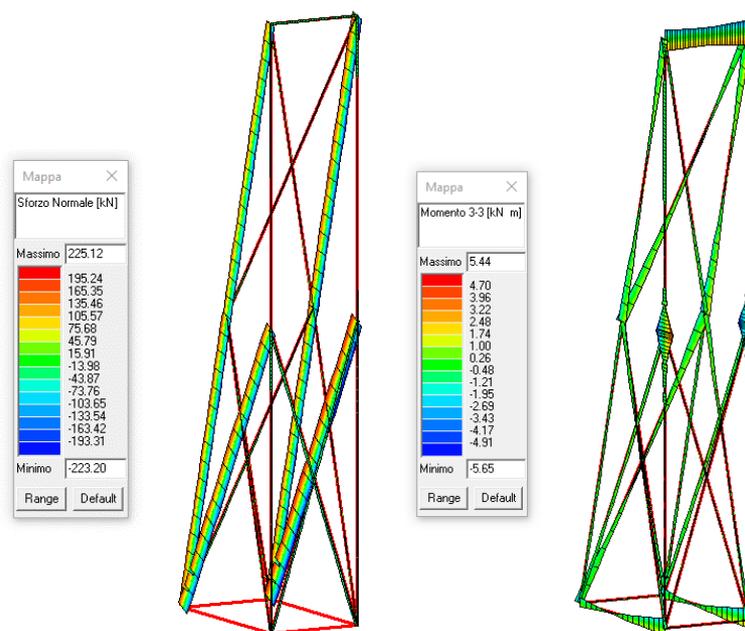


Figura 12 Involuppo delle azioni normali (a sinistra) e flettenti (a destra)

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
--	---	--

Stato di verifica:

Si riporta di seguito lo stato di verifica degli elementi in acciaio.

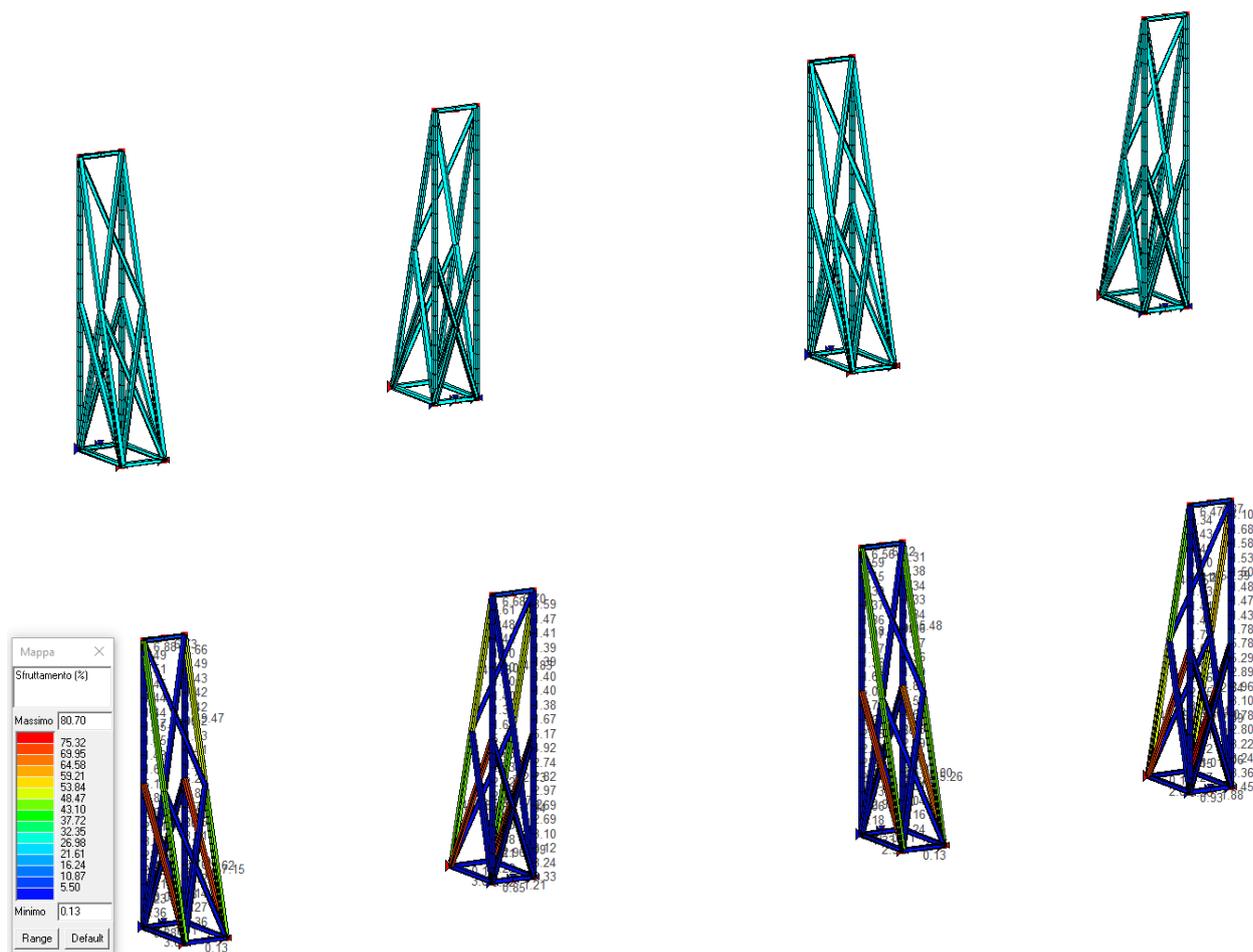


Figura 13 Stato di verifica degli elementi in acciaio (sopra) e relativo sfruttamento (sotto)

Come si può osservare, tutti gli elementi risultano verificati (colore ciano), con sfruttamento massimo pari all'80,7%. Pertanto, l'indice di rischio sismico relativo allo stato di progetto è pari a 0,60.

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

6 DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI RISCHIO POST-OPERAM

Nel presente capitolo vengono determinati gli indici di rischio caratterizzanti le strutture in seguito all'esecuzione degli interventi.

Come riportato nei capitoli precedenti, le attuali Norme Tecniche prevedono la definizione di due diversi indici di rischio: un indice di rischio sismico ζ_E , definito come il rapporto tra l'azione sismica massima sopportabile da una struttura e la corrispondente azione sismica di progetto, e un indice di rischio statico $\zeta_{v,i}$, definito come il rapporto fra il carico variabile sopportabile dalla struttura e il carico variabile di progetto di un nuovo edificio.

Gli **indici di rischio sismico che si possono ritenere accettabili** nel caso di miglioramento sismico sono quelli di valore $\zeta_E > 0.6$.

Gli **indici di rischio statico devono risultare ≥ 1** (rif. Paragrafo C8.3 Circolare esplicativa).

I risultati ottenuti dalle analisi in seguito agli interventi in progetto, in termini di indice di rischio, sono i seguenti (in verde i valori $\geq 0,6$):

	SOLAI E COPERTURE $\zeta_{v,i}$	MURATURE (carichi statici) $\zeta_{v,i}$
Edificio 1	2,86	>1
Edificio 2	>1	>1

Tabella 8 Indici di rischio globali

	PUSHOVER ζ_E	PRESSOFLESS. FUORI PIANO ζ_E
Edificio 1	0.6	0.6
Edificio 2	0.653	0.6

EDIFICIO 2 – ANALISI CINEMATICA			
N. parete	PGA _{DLV} [g]	PGA _{CLV} [g]	PGA _C /PGA _{sito}
7	0,206	0,129	0,62
7 bis		0,281	1,33
4		0,725	3,43
2		0,320	1,51
2 bis		0,152	0,72
1		0,168	0,80

Tabella 9 Indici di rischio per i meccanismi locali – Edificio 2

EDIFICIO 4 – ANALISI CINEMATICA			
Parete	PGA _{DLV} [g]	PGA _{CLV} [g]	PGA _{CLV} /PGA _{DLV}
Longitudinale alta	0,206	0,166	0,60

Tabella 10 Indici di rischio per i meccanismi locali – Edificio 4

Pertanto:

SINTESI ANALISI		
Edificio	Indice di rischio sismico minimo	Indice di rischio statico minimo
1	0.6	>1
2	0,6	>1
4	0,6	-

Come si può osservare:

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

- a seguito degli interventi di miglioramento sismico previsti:
 - il minore Indice di rischio statico $\zeta_{v,i}$ è superiore a 1 e la struttura risulta verificata ai carichi statici;
 - il minore Indice di rischio sismico ζ_E è pari a 0,6. Ciò significa che, allo stato in progetto, le strutture sono in grado di sostenere un sisma massimo pari al 60 % del sisma previsto per la zona sismica in esame.

6.1 Classe di rischio sismico post operam

La classe di rischio sismico viene attribuita in accordo con il D.M. 58/2017 e ss.mm.ii..

Per gli edifici n. 1 e 2, nel caso di miglioramento sismico si ha:

- 1) Come da analisi, la $PGAC(SLV)$ su roccia è pari a $0,83 \text{ m/s}^2$ mentre la $PGAC(SLD)$ è pari a $0,39 \text{ m/s}^2$. Conseguentemente, le corrispondenti PGA al suolo sono pari, rispettivamente, a $1,25 \text{ m/s}^2$ e $0,59 \text{ m/s}^2$;

- 2) I corrispondenti periodi di ritorno sono i seguenti:

$$SLV \rightarrow T_{rc(SLV)} = T_{rd(SLV)} (PGAC(SLV)/PGAD(SLV))^{0,41} = 712 * (1,25/2,06)^{0,41} = 580 \text{ anni}$$

$$SLD \rightarrow T_{rc(SLD)} = T_{rd(SLD)} (PGAC(SLD)/PGAD(SLD))^{0,41} = 75 * (0,59 / 0,86)^{0,41} = 64 \text{ anni} < T_{rc(SLV)}$$

- 3) Frequenza media annua di superamento $\lambda = 1/T_{rc}$:

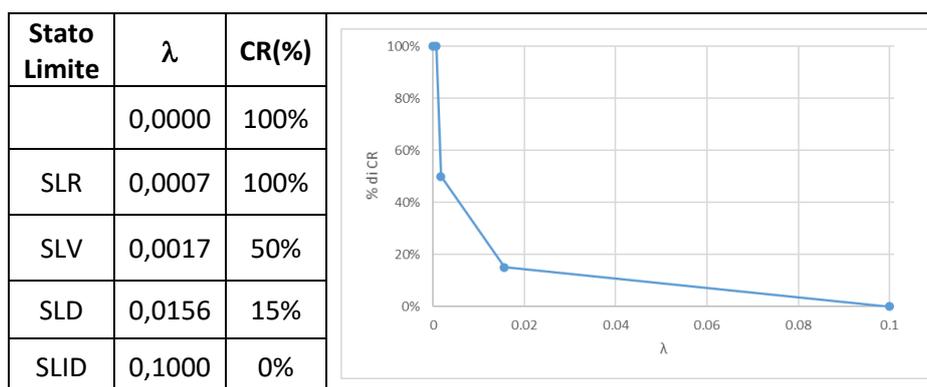
$$SLV \rightarrow \lambda_{(SLV)} = 1/T_{rc(SLV)} = 1/580 = 0,0017$$

$$SLD \rightarrow \lambda_{(SLD)} = 1/T_{rc(SLD)} = 1/64 = 0,0156$$

- 4) $T_{rc(SLID)} = 10 \text{ anni}$; $\lambda_{(SLID)} = 0,1$;

- 5) $T_{rc(SLR)} = 1462 \text{ anni}$; $\lambda_{(SLR)} = 0,0007$;

- 6) Associazione del valore della percentuale di costo di ricostruzione al corrispondente valore di λ :



- 7) Valutazione del PAM (calcolo dell'area sottesa):

$$PAM = 100 * 0.0007 + (100 + 50) * (0.0017 - 0.0007) / 2 + (50 + 15) * (0.0156 - 0.0017) / 2 + (15 + 0) * (0.1000 - 0.0156) / 2 = 0.01230 = 1,230\%$$

- 8) Vista la PAM calcolata, la Classe PAM associata è la B_{PAM} ;

- 9) L'indice di sicurezza per la vita IS-V è pari a 0,6 (si veda il capitolo 6);

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

10) Visto l'indice pari a 0,6, la Classe IS-V associata è la **B_{IS-V}**;

11) Pertanto, la Classe di Rischio della costruzione è la **B**.

6.2 Scheda di sintesi di livello 2

Si riporta in allegato la scheda di sintesi di livello 2 relativa ai fabbricati in esame.

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

7 CONCLUSIONI

7.1 Vulnerabilità statica

Le verifiche eseguite hanno evidenziato che allo stato attuale le strutture **NON sono idonee a supportare i carichi statici** (si veda l'elaborato "04_Relazione di vulnerabilità sismica - Fase 2").

Pertanto, il livello minimo di sicurezza prescritto dalla normativa vigente relativamente ai carichi statici NON è raggiunto allo stato di fatto.

In sintesi:

SISNTESI ANALISI STATICHE	
Edificio	Indice di rischio statico minimo
1	0,23
2	0
3	0
4	-

7.2 Vulnerabilità sismica

Relativamente ai **carichi sismici**, l'analisi allo stato di fatto della parte del compendio oggetto di valutazione ha portato alle seguenti considerazioni:

I manufatti risultano possedere un **livello di sicurezza inferiore al minimo** richiesto dalle NTC 2018 per non necessitare di interventi di miglioramento sismico ($0,6 a_g$). In sintesi, **allo SLV**:

SINTESI ANALISI SISMICHE		
Edificio	Indice di rischio sismico minimo	Analisi
1	0.306	Globale X
2	0,27	Meccanismi locali
3	0,359	Globale Y
4	0,17	Meccanismi locali

Pertanto, sottoposte la struttura ad una analisi statica non lineare, **allo stato di fatto l'azione sismica massima sopportabile allo SLV è pari al 81,9 % di quella massima di sito.**

In accordo con le attuali normative, è necessario **intervenire nel caso di Indici di rischio sismico < 0,6**. Nel caso in esame **sono necessari interventi di miglioramento sismico in quanto il livello minimo di sicurezza previsto dalla normativa vigente (rispettivamente $0,6 a_{g,SLV}$) non viene raggiunto allo stato di fatto.**

7.2.1 Classe di rischio sismico ante-operam

In accordo con il D.M. 58/2017 e ss.mm.ii., è stata determinata la classe di rischio sismico ante-operam. In particolare, allo stato di fatto si ha:

Edificio	Classe di rischio sismico
1	D
2	E
3	D

Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Liguria	Rilievo 20/30 geometrico, architettonico e struttura/e compatibile BIM, verifica delle vulnerabilità sismica comprensiva di indagini strutturali nonché indagini ambientali per fibre contenenti amianto del Compendio Immobiliare denominato "Ex Caserma Mar. di chi." – Comune di La Spezia (SP)	REL_05_Relazione sulle strategie di intervento proposte – Fase 3
---	--	--

7.3 Interventi di miglioramento sismico e indici di rischio post-operam

Sono stati previsti le seguenti lavorazioni:

- Edificio n. 1: calastrellature dei pilastri interni, installazione di nuove catene tra i pilastri stessi, realizzazione di muri di calcestruzzo di spessore pari a 30 cm, iniezione di miscele leganti nelle pareti in pietrame e applicazione sulle stesse di reti antiribaltamento. Infine, riparazioni locali sulla muratura con interventi di scuci-cuci;
- Edificio n. 2: realizzazione di nuovi solai in legno (in sostituzione di quelli esistenti), iniezione di miscele leganti nelle pareti in pietrame, installazione di catene antiribaltamento (per la riduzione del rischio di cinematismi) e di reti antiribaltamento per le tramezzature interne. Infine, riparazioni locali sulla muratura con interventi di scuci-cuci;
- Edificio n. 3: demolizione completa del fabbricato;
- Edificio n. 4: realizzazione di strutture metalliche di sostegno delle pareti esistenti (per la riduzione del rischio di cinematismi).

Inoltre, si prevede la realizzazione di un nuovo giunto sismico di spessore pari a 5 cm tra gli edifici n. 1 e 2.

Sono stati quindi determinati gli indici di rischio in seguito all'esecuzione degli interventi:

SINTESI ANALISI		
Edificio	Indice di rischio sismico minimo	Indice di rischio statico minimo
1	0.6	>1
2	0,6	>1
4	0,6	-

Si osserva quanto segue:

- il minore Indice di rischio statico $c_{v,i}$ è superiore a 1 e la struttura risulta verificata ai carichi statici;
- il minore Indice di rischio sismico c_E è pari a 0,6. Ciò significa che, allo stato in progetto, le strutture sono in grado di sostenere un sisma massimo pari al 60 % del sisma previsto per la zona sismica in esame.

È stata quindi stimata la spesa complessiva di intervento (si veda il capitolo 4.3).

7.3.1 Classe di rischio sismico post-operam

In accordo con il D.M. 58/2017 e ss.mm.ii., è stata determinata la classe di rischio sismico post-operam. In particolare, allo stato di progetto:

Edificio	Classe di rischio sismico
1	B
2	B

RIFERIMENTI PER LA STESURA DELLA RELAZIONE TECNICA

- Cap 10 NTC (DM18);
- Circolare 7/2019.

ALLEGATO
SCHEMA DI SINTESI EDIFICIO N. 1



SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA DI EDIFICI STRATEGICI AI FINI DELLA PROTEZIONE CIVILE O RILEVANTI IN CASO DI COLLASSO A SEGUITO DI EVENTO SISMICO

(Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4, DM 14/01/2008)

1) Identificazione dell'edificio	Spazio riservato DPC		
Regione LIGURIA Codice Istat 07	Codice DPCM N° progressivo intervento		
Provincia LA SPEZIA Codice Istat 011	Scheda n° Data		
	Complesso edilizio composto da edifici		
Comune LA SPEZIA Codice Istat 011015	Codice identificativo		
Frazione/Località La Spezia	Dati Catastali	Foglio	Allegato
Indirizzo	Posizione edificio 1 <input type="radio"/> Isolato 2 <input type="radio"/> Interno 3 <input checked="" type="radio"/> D'estremità 4 <input type="radio"/> D'angolo		
Via XV Giugno, 4, 19123 La Spezia (SP)	Coordinate geografiche (ED50 – UTM fuso 32-33)		
Num. Civico C.A.P. 19123	E	9.808	Fuso
	N	44.108	32

Denominazione edificio	Ex Caserma Mar.Di.Chi.
Proprietario	Agenzia del Demanio
Utilizzatore	---

2) Dati dimensionali ed età costruzione/ristrutturazione												
N° Piani totali con interrati	Altezza media di piano [m]		Superficie media di piano [m²]		Volume oggetto di verifica [m³]		D	Anno di progettazione				
A 1	B 9	C 606	H 5454	E	Anno di ultimazione della costruzione							
F	<input checked="" type="checkbox"/> Nessun intervento eseguito sulla struttura dopo la costruzione											
G	Anno di progettazione ultimo intervento eseguito sulla struttura						G1	<input type="radio"/> Adeg.	G2	<input type="radio"/> Miglior.	G3	<input type="radio"/> Altro

3) Materiale strutturale principale della struttura verticale																
Cemento armato	Acciaio	Acciaio-calcestruzzo	Muratura	Legno	Misto (Muratura e c.a.)	Prefabbricati in c.a. o c.a.p.	Altro (specificare)									
A	<input type="radio"/>	B	<input type="radio"/>	C	<input type="radio"/>	D	<input checked="" type="radio"/>	E	<input type="radio"/>	F	<input type="radio"/>	G	<input type="radio"/>	H	Edificio 1 in muratura portante e copertura in legno	

4) Dati di esposizione
Numero di persone mediamente presenti durante la fruizione ordinaria dell'edificio
--

5) Dati geomorfologici									
Morfologia del sito					Fenomeni franosi				
A <input type="radio"/>	B <input type="radio"/>	C <input type="radio"/>	D <input checked="" type="radio"/>	E <input checked="" type="radio"/>	F <input type="radio"/>				
Cresta/Dirupo	Pendio Forte	Pendio leggero	Pianura	Assenti	Presenti				

6) Destinazione d'uso	
A	Originaria
B	Attuale

7) Descrizione degli eventuali interventi strutturali eseguiti		
A	Sopraelevazione	<input type="checkbox"/>
B	Ampliamento	<input type="checkbox"/>
C	Variazione di destinazione che ha comportato un incremento dei carichi originari al singolo piano superiore al 20%	<input type="checkbox"/>
D	Interventi strutturali volti a trasformare l'edificio mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.	<input type="checkbox"/>
E	Interventi strutturali rivolti ad eseguire opere e modifiche, rinnovare e sostituire parti strutturali dell'edificio, allorché detti interventi implicino sostanziali alterazioni del comportamento globale dell'edificio stesso.	<input type="checkbox"/>
F	Interventi di miglioramento sismico.	<input type="checkbox"/>
G	Interventi di sola riparazione dei danni strutturali.	<input type="checkbox"/>
H	Interventi di consolidamento delle strutture esistenti eseguiti in assenza di normative sismiche specifiche.	<input type="checkbox"/>

8) Eventi significativi subiti dalla struttura			9) Perimetrazione ai sensi del D.L. 180/1998		
Tipo evento	Data	Tipologia Intervento	SI <input type="checkbox"/> 0 – NO <input checked="" type="checkbox"/> 1 NB: In caso affermativo compilare la matrice sottostante		
1) Codice evento	1903	T		Area R4	Area R3
2) Codice evento			1) Frana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Codice evento			2) Alluvione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (cemento armato)		11) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (acciaio)	
1) Struttura a telai in c.a. in due direzioni	<input type="checkbox"/>	1) Struttura intelaiata	<input type="checkbox"/>
2) Struttura a telai in c.a. in una sola direzione	<input type="checkbox"/>	2) Struttura con controventi reticolari concentrici	<input type="checkbox"/>
3) Struttura a pareti in c.a. in due direzioni	<input type="checkbox"/>	3) Struttura con controventi eccentrici	<input type="checkbox"/>
4) Struttura a pareti in c.a. in una sola direzione	<input type="checkbox"/>	4) Struttura a mensola o a pendolo invertito	<input type="checkbox"/>
5) Struttura mista telaio-pareti	<input type="checkbox"/>	5) Struttura intelaiata controventata	<input type="checkbox"/>
6) Struttura a nucleo	<input type="checkbox"/>	6) Altro	<input type="checkbox"/>
7) Altro	<input type="checkbox"/>		

12) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (muratura)						
	Tipologia base	Eventuali caratteristiche migliorative				
		Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezioni di malta	Intonaco armato
		1	2	3	4	5
1) Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Muratura a blocchi lapidei squadri	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Muratura in mattoni pieni e malta di calce	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) Muratura in blocchi laterizi forati (percentuale di foratura < 45%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) Muratura in blocchi laterizi forati, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) Muratura in blocchi di calcestruzzo (percentuale di foratura tra 45% e 65%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12) Altro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13) Diaframmi orizzontali (cemento armato, acciaio, muratura)		14) Copertura (cemento armato, acciaio, muratura)	
1) Volte senza catene	<input type="checkbox"/>	1) Copertura spingente pesante	<input type="radio"/>
2) Volte con catene	<input type="checkbox"/>	2) Copertura non spingente pesante	<input type="radio"/>
3) Diaframmi flessibili (travi in legno con semplice tavolato, travi e voltine,...)	<input type="checkbox"/>	3) Copertura spingente leggera	<input checked="" type="radio"/>
4) Diaframmi semirigidi (travi in legno con doppio tavolato, travi e tavelloni,...)	<input type="checkbox"/>	4) Copertura non spingente leggera	<input type="radio"/>
5) Diaframmi rigidi (solai di c.a., travi ben collegate a solette di c.a., lamiera grecata con soletta in c.a.,)	<input type="checkbox"/>	5) Altro	<input type="radio"/>
6) Altro	<input type="checkbox"/>		

15) Distribuzione tamponature (cemento armato ed acciaio)		16) Fondazioni	
1) Distribuzione irregolare delle tamponature in pianta	<input type="checkbox"/>	1) Plinti isolati	<input type="checkbox"/>
2) Distribuzione irregolare delle tamponature sull'altezza dell'edificio	<input type="checkbox"/>	2) Plinti collegati	<input type="checkbox"/>
3) Tamponature tali da individuare pilastri corti	<input type="checkbox"/>	3) Travi rovesce	<input checked="" type="radio"/>
4) Tamponature senza misure a contrasto di collassi fragili ed espulsione in direzione perpendicolare al pannello	<input type="checkbox"/>	4) Platea	<input type="checkbox"/>
5) Altro	<input type="checkbox"/>	5) Fondazioni profonde	<input type="checkbox"/>
		6) Fondazioni a quote diverse	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1

17) Periodo di riferimento														
A	VR = 75 anni	<input checked="" type="radio"/>	B	VR = 100 anni	<input type="radio"/>	C	VR = 150 anni	<input type="radio"/>	D	VR = 200 anni	<input type="radio"/>	E	Altro	<input type="radio"/>

18) Classificazione sismica				
Parametro relativo a suolo rigido e con superficie topografica orizzontale (di categoria A)	STATI LIMITE (P_{VR})			
	SLO (81%)	SLD (63%)	SLV (10%)	SLC (5%)
1) Valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g (g)	0.047	0.058	0.141	0.179
2) Fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, F_0	2.52	2.54	2.39	2.38
3) Periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro T_c (sec.)	0.24	0.26	0.30	0.30

19) Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche			
1	Base dati per l'attribuzione della categoria di sottosuolo	1) Carte geologiche disponibili	<input type="checkbox"/>
		2) Indagini esistenti	<input type="checkbox"/>
		3) Prove in situ effettuate appositamente	<input checked="" type="radio"/>
2	Descrizione indagini effettuate o già disponibili	1) Sondaggi	<input type="checkbox"/>
		2) Prova Standard Penetration Test (SPT) o Cone Penetration Test (CPT)	<input checked="" type="radio"/>
		3) Prospezione sismica in foro (Down-Hole o Cross-Hole)	<input type="checkbox"/>
		4) Prova sismica superficiale a rifrazione	<input type="checkbox"/>
		5) Analisi granulometrica	<input checked="" type="radio"/>
		6) Prove triassiali	<input type="checkbox"/>
		7) Prove di taglio diretto	<input type="checkbox"/>
		8) Altro – INDAGINI MASW	<input checked="" type="radio"/>

3	Eventuali anomalie	1) Presenza di cavità			SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1	
		2) Presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa			SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1	
4	Velocità equivalente onde di taglio V_{s30} 264 e 279 m/s	5	Numero di colpi equivalente $N_{SPT,30}$ colpi		Coesione non drenata equivalente $c_{u,30}$ kPa	
8	Susceptibilità alla liquefazione SI $19S-1$ 0 – <input checked="" type="radio"/> NO $19S0$ 1 NB: In caso affermativo compilare la parte destra	1) Profondità della falda da piano di campagna			Z_w -	
		2) Profondità della fondazione rispetto al piano di campagna			Z_g -	
		3) Presenza di terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità:			SI <input type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1	
			densità	sciolte	medie	dense
			Spessore			
			3.1) Sabbie fini m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
			3.2) Sabbie medie m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	3.3) Sabbie grosse m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		
9	Categoria di sottosuolo C (NTC, Tabb. 3.2.II e 3.2.III)	10	Coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) e periodo T_c (sec.)			
			STATI LIMITE (P_{VR})			
			SLO (81%)	SLD (63%)	SLV (10%)	SLC (5%)
	S_s		1.500	1.500	1.500	1.44
	T_b		0.13	0.14	0.16	0.16
	T_c	0.40	0.43	0.47	0.47	
	T_d	1.79	1.83	2.16	2.32	
11	Coefficiente di amplificazione topografica S_T 1 (NTC: Tabb. 3.2.IV, 3.2.VI)	Categoria Topografica	T1	h/H 0.00	12	Valori di S_s , T_c ed S_T dedotti da studi di RSL SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1

20) Regolarità dell'edificio

A	La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze ?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
B	Qual è il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui l'edificio risulta inscritto ?	2.08
C	Qual è il massimo valore di rientri o sporgenze espresso in % della dimensione totale dell'edificio nella corrispondente direzione?	0 %
D	I solai possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
E	Qual è la minima estensione verticale di un elemento resistente dell'edificio (quali telai o pareti) espressa in % dell'altezza dell'edificio?	100 %
F	Quali sono le massime variazioni da un piano all'altro di massa e rigidezza espresse in % della massa e della rigidezza del piano contiguo con valori più elevati?	/ %
G	Quali sono i massimi restringimenti della sezione orizzontale dell'edificio, in % alla dimensione corrispondente al primo piano ed a quella corrispondente al piano immediatamente sottostante. Nel calcolo può essere escluso l'ultimo piano di edifici di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.	/ % (p. 1°) / % (p. T)
H	Sono presenti elementi non strutturali particolarmente vulnerabili o in grado di influire negativamente sulla risposta della struttura (es. tamponamenti rigidi distribuiti in modo irregolare in pianta o in elevazione, camini o parapetti di grandi dimensioni in muratura, controsoffitti pesanti)?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
I	Giudizio finale sulla regolarità dell'edificio, ottenuto in relazione alle risposte fornite dal punto A al punto H	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1

21) Fattore di confidenza

A	Determinato secondo le tabelle dell'appendice C.8.A. alla Circolare	<input type="radio"/>
B	Determinato secondo la Direttiva PCM 12/10/2007	<input type="radio"/>
C	Valore assunto per le analisi	1

22) Livello di conoscenza			
A	Indicare il livello di conoscenza raggiunto solo se il fattore di confidenza è stato determinato secondo le tabelle dell'Appendice C.8.A della Circolare alle NTC 2008	LC1: Conoscenza Limitata (FC 1.35)	<input type="radio"/>
B		LC2: Conoscenza Adeguata (FC 1.20)	<input type="radio"/>
C		LC3: Conoscenza Accurata (FC 1.00)	<input checked="" type="radio"/>
D	Geometria (Carpenteria) (cemento armato, acciaio)	1) Disegni originali con rilievo visivo a campione	<input type="radio"/>
		2) Rilievo ex-novo completo	<input type="radio"/>
E	Dettagli strutturali (cemento armato, acciaio)	1) Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e limitate verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		2) Disegni costruttivi incompleti con limitate verifiche in situ	<input type="radio"/>
		3) Estese verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		4) Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ	<input type="radio"/>
		5) Esaustive verifiche in-situ	<input type="radio"/>
F	Proprietà dei materiali (cemento armato, acciaio)	1) Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e limitate prove in-situ	<input type="radio"/>
		2) Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con limitate prove in-situ	<input type="radio"/>
		3) Estese prove in-situ	<input type="radio"/>
		4) Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ	<input type="radio"/>
		5) Esaustive prove in-situ	<input type="radio"/>
G	Quantità di rilievi dei dettagli costruttivi (cemento armato)	1) Elemento primario trave	%
		2) Elemento primario pilastro	%
		3) Elemento primario parete	%
		4) Elemento primario nodo	%
		5) Elemento primario altro (specificare)	%
H	Quantità prove svolte sui materiali (cemento armato)	1) Elemento primario trave	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		2) Elemento primario pilastro	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		3) Elemento primario parete	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		4) Elemento primario nodo	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		5) Elemento primario altro (specificare)	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		6) Eventuali prove non distruttive svolte (elencare): a) b) c)	
I	Quantità di rilievi dei collegamenti (acciaio)	1) Elemento primario trave	%
		2) Elemento primario pilastro	%
		3) Elemento primario nodo	%
		4) Elemento primario altro (specificare)	%
L	Quantità prove svolte sui materiali (acciaio)	1) Elemento primario trave	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		2) Elemento primario pilastro	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		4) Elemento primario nodo	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		5) Elemento primario altro (specificare)	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
M	Geometria (Carpenteria) (muratura)	1) Disegni originali con rilievo visivo a campione per ciascun piano; rilievi forniti dalla committenza e verificati in sito	<input type="radio"/>
		2) Rilievo strutturale	<input checked="" type="radio"/>
		3) Rilievo del quadro fessurativo	<input checked="" type="radio"/>

N	Dettagli strutturali (muratura)	1) Limitate verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		2) Estese ed esaustive verifiche in-situ	<input checked="" type="radio"/>
		3) Buona qualità del collegamento tra pareti verticali ?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
		4) Buona qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti ?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
		5) Presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento ?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
		6) Esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
		7) Presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti ?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
		8) Presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità ?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
O	Proprietà dei materiali (muratura)	1) Limitate indagini in-situ	<input type="radio"/>
		2) Estese indagini in-situ	<input type="radio"/>
		3) Esaustive indagini in-situ	<input checked="" type="radio"/>
P	Edificio semplice	1) Rispondenza alla definizione DM 14-01-2008 par. 7.8.1.9	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1

23) Resistenza dei materiali (valori medi utilizzati nell'analisi)

		1	2	3	4	5	6	7	8
		Cls fondazione	Cls elevazione	Acciaio in barre	Acciaio profilati	Bulloni chiodi	Muratura 1	Muratura 2	Altro
A	Resistenza a Compressione (N/mm ²)						1,522		
B	Resistenza a Trazione (N/mm ²)								
C	Resistenza a taglio (N/mm ²)						0,025		
D	Modulo di elasticità Normale (GPa)						1,153		
E	Modulo di elasticità Tangenziale (GPa)						0,290		

24) Metodo di analisi

A	Analisi statica lineare	<input type="radio"/>	E	Fattore di struttura $q = 1$	
B	Analisi dinamica lineare	<input type="radio"/>			
C	Analisi statica non lineare	<input checked="" type="radio"/>	F	Sono state effettuate analisi cinematiche	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
D	Analisi dinamica non lineare	<input type="radio"/>			

25) Modellazione della struttura

A	Due modelli piani separati, uno per ciascuna direzione principale, considerando l'eccentricità accidentale			<input type="radio"/>
B	Modello tridimensionale con combinazione dei valori massimi			<input checked="" type="radio"/>
C	Periodi fondamentali	Direzione X 0.41	Direzione Y 0.271	
D	Masse partecipanti	Direzione X >60%	Direzione Y >60%	

Rigidezza flessionale ed a taglio		1	2		3
		Non fessurata	Fessurata	con una riduzione del	determinata dal legame costitutivo utilizzato
E	Elementi trave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
F	Elementi pilastro	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
G	Muratura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
H	Altro elem. 1(specificare)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
I	Altro elem. 2(specificare)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	%	<input type="radio"/>

26) Risultati dell'analisi: capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno per diversi SL

		Tipo di rottura								Tutti
		cemento armato, acciaio				muratura				
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Verifiche a taglio	Verifiche dei nodi	Verifiche di deformazione o di resistenza a flessione o pressoflessione	Capacità limite del terreno di fondazione	Capacità limite fondazioni	Verifiche di deformazione nel piano o globali per analisi statica non lineare	Verifiche fuori dal piano	Verifiche di resistenza nel piano	Deformazione di danno
A	PGA _{CLC}									
B	PGA _{CLV}						0.043g			
C	PGA _{CLD}									
D	PGA _{CLO}									
E	T _{RCLC}									
F	T _{RCLV}						37			
G	T _{RCLD}									
H	T _{RCLO}									

27) Domanda: valori di riferimento delle accelerazioni e dei periodi di ritorno dell'azione sismica

Stato limite	Accelerazione (g)	TRD (anni)
A Stato limite di collasso (SLC)	PGA _{DLC}	TR _{DLC}
B Stato limite di salvaguardia (SLV)	PGA _{DLV} 0.141g	TR _{DLV} 712
C Stato limite di danno (SLD)	PGA _{DLD}	TR _{DLD}
D Stato limite di operatività (SLO)	PGA _{DLO}	TR _{DLO}

28) Indicatori di rischio

Stato limite	Rapporto fra le accelerazioni	Rapporto fra i periodi di ritorno elevato ad a
B di collasso (α_{uc})	$= (PGA_{CLC} / PGA_{DLC})$	$= (TR_{CLC} / TR_{DLC})^a$
C per la vita (α_{uv})	0.306 $= (PGA_{CLV} / PGA_{DLV})$	0.298 $= (TR_{CLV} / TR_{DLV})^a$
D di inagibilità (α_{ed})	$= (PGA_{CLD} / PGA_{DLD})$	$= (TR_{CLD} / TR_{DLD})^a$
E per l'operatività (α_{eo})	$= (PGA_{CLO} / PGA_{DLO})$	$= (TR_{CLO} / TR_{DLO})^a$

29) Previsione di massima di possibili interventi di miglioramento

A	Criticità che condizionano maggiormente la capacità	1 <input type="checkbox"/> fondazioni 2 <input type="checkbox"/> travi 3 <input checked="" type="checkbox"/> pilastri	4 <input type="checkbox"/> setti 5 <input checked="" type="checkbox"/> murature 6 <input type="checkbox"/> solai	7 <input checked="" type="checkbox"/> coperture 8 <input type="checkbox"/> scale 9 <input type="checkbox"/> altro
B	Interventi migliorativi prevedibili	1 <input type="checkbox"/> interventi in fondazione 2 <input type="checkbox"/> aumento resist./dutt. sezioni 3 <input type="checkbox"/> nodi/collegamenti telai	4 <input checked="" type="checkbox"/> aumento resistenza muri 5 <input checked="" type="checkbox"/> tiranti, cordoli, catene 6 <input checked="" type="checkbox"/> solai o coperture	7 <input checked="" type="checkbox"/> eliminazione spinte 8 <input checked="" type="checkbox"/> Ripristino copertura 9 <input checked="" type="checkbox"/> Riparazione muratura
C	Stima dell'estensione degli interventi in relazione alla volumetria totale della struttura	Codice intervento 1 - % percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento Codice intervento 2 - % percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento Codice intervento 3 - % percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento		
D	Stima dell'incremento di capacità conseguibile con gli interventi	1 <input type="checkbox"/> SLC 2 <input checked="" type="checkbox"/> SLV 3 <input type="checkbox"/> SLD	Codice intervento 1 PGA1 /0.085g Codice intervento 2 PGA2 / Codice intervento 3 PGA3 /	approssimazione \pm / approssimazione \pm / approssimazione \pm /

30) Note

La capacità sismica dell'edificio è condizionata principalmente dall'analisi globale in direzione trasversale.

Beneficiario finanziamento Codice fiscale	Firma _____	Timbro
Tecnico incarico della verifica sismica Ing. Tommaso Mariacci	Firma _____	Timbro



Tommaso Mariacci

ALLEGATO
SCHEMA DI SINTESI EDIFICIO N. 2



SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA DI EDIFICI STRATEGICI AI FINI DELLA PROTEZIONE CIVILE O RILEVANTI IN CASO DI COLLASSO A SEGUITO DI EVENTO SISMICO

(Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4, DM 14/01/2008)

1) Identificazione dell'edificio	Spazio riservato DPC		
Regione LIGURIA Codice Istat 07	Codice DPCM N° progressivo intervento		
Provincia LA SPEZIA Codice Istat 011	Scheda n° Data		
	Complesso edilizio composto da edifici		
Comune LA SPEZIA Codice Istat 011015	Codice identificativo		
Frazione/Località La Spezia	Dati Catastali	Foglio	Allegato
Indirizzo	Particelle		
Via XV Giugno, 4, 19123 La Spezia (SP)	Posizione edificio 1 <input type="radio"/> Isolato 2 <input checked="" type="radio"/> Interno 3 <input type="radio"/> D'estremità 4 <input type="radio"/> D'angolo		
	Coordinate geografiche (ED50 – UTM fuso 32-33)		
	E	9.808	Fuso
Num. Civico C.A.P. 19123	N	44.108	32

Denominazione edificio	Ex Caserma Mar.Di.Chi.
Proprietario	Agenzia del Demanio
Utilizzatore	---

2) Dati dimensionali ed età costruzione/ristrutturazione												
N° Piani totali con interrati	Altezza media di piano [m]		Superficie media di piano [m²]		Volume oggetto di verifica [m³]		D	Anno di progettazione				
A 2	B 4.65	C 463	H 4306	E	Anno di ultimazione della costruzione							
F	<input checked="" type="checkbox"/> Nessun intervento eseguito sulla struttura dopo la costruzione											
G	Anno di progettazione ultimo intervento eseguito sulla struttura						G1	<input type="radio"/> Adeg.	G2	<input type="radio"/> Miglior.	G3	<input type="radio"/> Altro

3) Materiale strutturale principale della struttura verticale																			
Cemento armato	Acciaio	Acciaio-calcestruzzo	Muratura	Legno	Misto (Muratura e c.a.)	Prefabbricati in c.a. o c.a.p.	Altro (specificare)												
A	<input type="radio"/>	B	<input type="radio"/>	C	<input type="radio"/>	D	<input checked="" type="radio"/>	E	<input type="radio"/>	F	<input type="radio"/>	G	<input type="radio"/>	H	Edificio 2 in muratura portante. Solai in laterocemento e legno. Copertura in legno				

4) Dati di esposizione
Numero di persone mediamente presenti durante la fruizione ordinaria dell'edificio
--

5) Dati geomorfologici									
Morfologia del sito					Fenomeni franosi				
A <input type="radio"/>	B <input type="radio"/>	C <input type="radio"/>	D <input checked="" type="radio"/>	E <input checked="" type="radio"/>	F <input type="radio"/>				
Cresta/Dirupo	Pendio Forte	Pendio leggero	Pianura	Assenti	Presenti				

6) Destinazione d'uso	
A	Originaria
B	Attuale

7) Descrizione degli eventuali interventi strutturali eseguiti	
A	Sopraelevazione
B	Ampliamento
C	Variazione di destinazione che ha comportato un incremento dei carichi originari al singolo piano superiore al 20%
D	Interventi strutturali volti a trasformare l'edificio mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.
E	Interventi strutturali rivolti ad eseguire opere e modifiche, rinnovare e sostituire parti strutturali dell'edificio, allorché detti interventi implicino sostanziali alterazioni del comportamento globale dell'edificio stesso.
F	Interventi di miglioramento sismico.
G	Interventi di sola riparazione dei danni strutturali.
H	Interventi di consolidamento delle strutture esistenti eseguiti in assenza di normative sismiche specifiche.

8) Eventi significativi subiti dalla struttura			9) Perimetrazione ai sensi del D.L. 180/1998		
Tipo evento	Data	Tipologia Intervento	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1 NB: In caso affermativo compilare la matrice sottostante		
1) Codice evento	1903	T		Area R4	Area R3
2) Codice evento			1) Frana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Codice evento			2) Alluvione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (cemento armato)		11) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (acciaio)	
1) Struttura a telai in c.a. in due direzioni	<input type="radio"/>	1) Struttura intelaiata	<input type="radio"/>
2) Struttura a telai in c.a. in una sola direzione	<input type="radio"/>	2) Struttura con controventi reticolari concentrici	<input type="radio"/>
3) Struttura a pareti in c.a. in due direzioni	<input type="radio"/>	3) Struttura con controventi eccentrici	<input type="radio"/>
4) Struttura a pareti in c.a. in una sola direzione	<input type="radio"/>	4) Struttura a mensola o a pendolo invertito	<input type="radio"/>
5) Struttura mista telaio-pareti	<input type="radio"/>	5) Struttura intelaiata controventata	<input type="radio"/>
6) Struttura a nucleo	<input type="radio"/>	6) Altro	<input type="radio"/>
7) Altro	<input type="radio"/>		

12) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (muratura)						
	Tipologia base	Eventuali caratteristiche migliorative				
		Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezioni di malta	Intonaco armato
		1	2	3	4	5
1) Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Muratura a blocchi lapidei squadriati	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Muratura in mattoni pieni e malta di calce	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) Muratura in blocchi laterizi forati (percentuale di foratura < 45%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) Muratura in blocchi laterizi forati, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) Muratura in blocchi di calcestruzzo (percentuale di foratura tra 45% e 65%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12) Altro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13) Diaframmi orizzontali (cemento armato, acciaio, muratura)		14) Copertura (cemento armato, acciaio, muratura)	
1) Volte senza catene	<input type="checkbox"/>	1) Copertura spingente pesante	<input type="radio"/>
2) Volte con catene	<input type="checkbox"/>	2) Copertura non spingente pesante	<input type="radio"/>
3) Diaframmi flessibili (travi in legno con semplice tavolato, travi e voltine,...)	<input checked="" type="checkbox"/>	3) Copertura spingente leggera	<input checked="" type="checkbox"/>
4) Diaframmi semirigidi (travi in legno con doppio tavolato, travi e tavelloni,...)	<input type="checkbox"/>	4) Copertura non spingente leggera	<input type="radio"/>
5) Diaframmi rigidi (solai di c.a., travi ben collegate a solette di c.a., lamiera grecata con soletta in c.a.,)	<input type="checkbox"/>	5) Altro	<input type="radio"/>
6) Altro solai in laterocemento senza soletta	<input checked="" type="checkbox"/>		

15) Distribuzione tamponature (cemento armato ed acciaio)		16) Fondazioni	
1) Distribuzione irregolare delle tamponature in pianta	<input type="checkbox"/>	1) Plinti isolati	<input type="checkbox"/>
2) Distribuzione irregolare delle tamponature sull'altezza dell'edificio	<input type="checkbox"/>	2) Plinti collegati	<input type="checkbox"/>
3) Tamponature tali da individuare pilastri corti	<input type="checkbox"/>	3) Travi rovesce	<input checked="" type="checkbox"/>
4) Tamponature senza misure a contrasto di collassi fragili ed espulsione in direzione perpendicolare al pannello	<input type="checkbox"/>	4) Platea	<input type="checkbox"/>
5) Altro	<input type="checkbox"/>	5) Fondazioni profonde	<input type="checkbox"/>
		6) Fondazioni a quote diverse	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="checkbox"/> 1

17) Periodo di riferimento														
A	VR = 75 anni	<input checked="" type="checkbox"/>	B	VR = 100 anni	<input type="radio"/>	C	VR = 150 anni	<input type="radio"/>	D	VR = 200 anni	<input type="radio"/>	E	Altro	<input type="radio"/>

18) Classificazione sismica				
	STATI LIMITE (P_{VR})			
Parametro relativo a suolo rigido e con superficie topografica orizzontale (di categoria A)	SLO (81%)	SLD (63%)	SLV (10%)	SLC (5%)
1) Valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g (g)	0.047	0.058	0.141	0.179
2) Fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, F_0	2.52	2.54	2.39	2.38
3) Periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro T_c (sec.)	0.24	0.26	0.30	0.30

19) Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche			
1	Base dati per l'attribuzione della categoria di sottosuolo	1) Carte geologiche disponibili	<input type="checkbox"/>
		2) Indagini esistenti	<input type="checkbox"/>
		3) Prove in situ effettuate appositamente	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Descrizione indagini effettuate o già disponibili	1) Sondaggi	<input type="checkbox"/>
		2) Prova Standard Penetration Test (SPT) o Cone Penetration Test (CPT)	<input checked="" type="checkbox"/>
		3) Prospezione sismica in foro (Down-Hole o Cross-Hole)	<input type="checkbox"/>
		4) Prova sismica superficiale a rifrazione	<input type="checkbox"/>
		5) Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>
		6) Prove triassiali	<input type="checkbox"/>
		7) Prove di taglio diretto	<input type="checkbox"/>
		8) Altro – INDAGINI MASW	<input checked="" type="checkbox"/>

3	Eventuali anomalie	1) Presenza di cavità			SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1		
		2) Presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa			SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1		
4	Velocità equivalente onde di taglio V_{s30} 264 e 279 m/s	5	Numero di colpi equivalente $N_{SPT,30}$ colpi		Coesione non drenata equivalente $c_{u,30}$ kPa		
8	Susceptibilità alla liquefazione SI $19S-1$ 0 – <input checked="" type="radio"/> NO $19S0$ 1 NB: In caso affermativo compilare la parte destra	1) Profondità della falda da piano di campagna			Z_w -		
		2) Profondità della fondazione rispetto al piano di campagna			Z_g -		
		3) Presenza di terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità:			SI <input type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1		
			densità	sciolte	medie	dense	
			Spessore				
			3.1) Sabbie fini m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
			3.2) Sabbie medie m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	3.3) Sabbie grosse m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
9	Categoria di sottosuolo C (NTC, Tabb. 3.2.II e 3.2.III)	10	Coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) e periodo T_c (sec.)				
			STATI LIMITE (P_{VR})				
				SLO (81%)	SLD (63%)	SLV (10%)	SLC (5%)
			S_s	1.500	1.500	1.500	1.44
			T_b	0.13	0.14	0.16	0.16
	T_c	0.40	0.43	0.47	0.47		
	T_d	1.79	1.83	2.16	2.32		
11	Coefficiente di amplificazione topografica S_T 1 (NTC: Tabb. 3.2.IV, 3.2.VI)	Categoria Topografica	T1	h/H 0.00	12	Valori di S_s , T_c ed S_T dedotti da studi di RSL SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1	

20) Regolarità dell'edificio

A	La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze ?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
B	Qual è il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui l'edificio risulta inscritto ?	2.92
C	Qual è il massimo valore di rientri o sporgenze espresso in % della dimensione totale dell'edificio nella corrispondente direzione?	59 %
D	I solai possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
E	Qual è la minima estensione verticale di un elemento resistente dell'edificio (quali telai o pareti) espressa in % dell'altezza dell'edificio?	40 %
F	Quali sono le massime variazioni da un piano all'altro di massa e rigidezza espresse in % della massa e della rigidezza del piano contiguo con valori più elevati?	%
G	Quali sono i massimi restringimenti della sezione orizzontale dell'edificio, in % alla dimensione corrispondente al primo piano ed a quella corrispondente al piano immediatamente sottostante. Nel calcolo può essere escluso l'ultimo piano di edifici di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.	% (p. 1°) 10 % (p. T)
H	Sono presenti elementi non strutturali particolarmente vulnerabili o in grado di influire negativamente sulla risposta della struttura (es. tamponamenti rigidi distribuiti in modo irregolare in pianta o in elevazione, camini o parapetti di grandi dimensioni in muratura, controsoffitti pesanti)?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
I	Giudizio finale sulla regolarità dell'edificio, ottenuto in relazione alle risposte fornite dal punto A al punto H	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1

21) Fattore di confidenza

A	Determinato secondo le tabelle dell'appendice C.8.A. alla Circolare	<input type="radio"/>
B	Determinato secondo la Direttiva PCM 12/10/2007	<input type="radio"/>
C	Valore assunto per le analisi	1

22) Livello di conoscenza			
A	Indicare il livello di conoscenza raggiunto solo se il fattore di confidenza è stato determinato secondo le tabelle dell'Appendice C.8.A della Circolare alle NTC 2008	LC1: Conoscenza Limitata (FC 1.35)	<input type="radio"/>
B		LC2: Conoscenza Adeguata (FC 1.20)	<input type="radio"/>
C		LC3: Conoscenza Accurata (FC 1.00)	<input checked="" type="radio"/>
D	Geometria (Carpenteria) (cemento armato, acciaio)	1) Disegni originali con rilievo visivo a campione	<input type="radio"/>
		2) Rilievo ex-novo completo	<input type="radio"/>
E	Dettagli strutturali (cemento armato, acciaio)	1) Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e limitate verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		2) Disegni costruttivi incompleti con limitate verifiche in situ	<input type="radio"/>
		3) Estese verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		4) Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ	<input type="radio"/>
		5) Esaustive verifiche in-situ	<input type="radio"/>
F	Proprietà dei materiali (cemento armato, acciaio)	1) Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e limitate prove in-situ	<input type="radio"/>
		2) Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con limitate prove in-situ	<input type="radio"/>
		3) Estese prove in-situ	<input type="radio"/>
		4) Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ	<input type="radio"/>
		5) Esaustive prove in-situ	<input type="radio"/>
G	Quantità di rilievi dei dettagli costruttivi (cemento armato)	1) Elemento primario trave	%
		2) Elemento primario pilastro	%
		3) Elemento primario parete	%
		4) Elemento primario nodo	%
		5) Elemento primario altro (specificare)	%
H	Quantità prove svolte sui materiali (cemento armato)	1) Elemento primario trave	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		2) Elemento primario pilastro	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		3) Elemento primario parete	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		4) Elemento primario nodo	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		5) Elemento primario altro (specificare)	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		6) Eventuali prove non distruttive svolte (elencare): a) b) c)	
I	Quantità di rilievi dei collegamenti (acciaio)	1) Elemento primario trave	%
		2) Elemento primario pilastro	%
		3) Elemento primario nodo	%
		4) Elemento primario altro (specificare)	%
L	Quantità prove svolte sui materiali (acciaio)	1) Elemento primario trave	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		2) Elemento primario pilastro	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		4) Elemento primario nodo	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		5) Elemento primario altro (specificare)	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
M	Geometria (Carpenteria) (muratura)	1) Disegni originali con rilievo visivo a campione per ciascun piano; rilievi forniti dalla committenza e verificati in sito	<input type="radio"/>
		2) Rilievo strutturale	<input checked="" type="radio"/>
		3) Rilievo del quadro fessurativo	<input checked="" type="radio"/>

N	Dettagli strutturali (muratura)	1) Limitate verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		2) Estese ed esaustive verifiche in-situ	<input checked="" type="radio"/>
		3) Buona qualità del collegamento tra pareti verticali ?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
		4) Buona qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti ?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
		5) Presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento ?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
		6) Esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
		7) Presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti ?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
		8) Presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità ?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
O	Proprietà dei materiali (muratura)	1) Limitate indagini in-situ	<input type="radio"/>
		2) Estese indagini in-situ	<input type="radio"/>
		3) Esaustive indagini in-situ	<input checked="" type="radio"/>
P	Edificio semplice	1) Rispondenza alla definizione DM 14-01-2008 par. 7.8.1.9	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1

23) Resistenza dei materiali (valori medi utilizzati nell'analisi)

		1	2	3	4	5	6	7	8
		Cls fondazione	Cls elevazione	Acciaio in barre	Acciaio profilati	Bulloni chiodi	Muratura 1	Muratura 2	Altro
A	Resistenza a Compressione (N/mm ²)						1,522		
B	Resistenza a Trazione (N/mm ²)								
C	Resistenza a taglio (N/mm ²)						0,025		
D	Modulo di elasticità Normale (GPa)						1,153		
E	Modulo di elasticità Tangenziale (GPa)						0,290		

24) Metodo di analisi

A	Analisi statica lineare	<input type="radio"/>	E	Fattore di struttura $q = 1$	
B	Analisi dinamica lineare	<input type="radio"/>			
C	Analisi statica non lineare	<input checked="" type="radio"/>	F	Sono state effettuate analisi cinematiche	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
D	Analisi dinamica non lineare	<input type="radio"/>			

25) Modellazione della struttura

A	Due modelli piani separati, uno per ciascuna direzione principale, considerando l'eccentricità accidentale			<input type="radio"/>
B	Modello tridimensionale con combinazione dei valori massimi			<input checked="" type="radio"/>
C	Periodi fondamentali	Direzione X 0.249	Direzione Y 0.387	
D	Masse partecipanti	Direzione X >60%	Direzione Y >60%	

Rigidezza flessionale ed a taglio		1	2		3
		Non fessurata	Fessurata	con una riduzione del	determinata dal legame costitutivo utilizzato
E	Elementi trave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
F	Elementi pilastro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
G	Muratura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
H	Altro elem. 1(specificare)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
I	Altro elem. 2(specificare)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	%	<input type="radio"/>

26) Risultati dell'analisi: capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno per diversi SL

		Tipo di rottura								
		cemento armato, acciaio				muratura				Tutti
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Verifiche a taglio	Verifiche dei nodi	Verifiche di deformazione o di resistenza a flessione o pressoflessione	Capacità limite del terreno di fondazione	Capacità limite fondazioni	Verifiche di deformazione nel piano o globali per analisi statica non lineare	Verifiche fuori dal piano	Verifiche di resistenza nel piano	Deformazione di danno
A	PGA _{CLC}									
B	PGA _{CLV}						0.038g			
C	PGA _{CLD}									
D	PGA _{CLO}									
E	T _{RCLC}									
F	T _{RCLV}						<37			
G	T _{RCLD}									
H	T _{RCLO}									

27) Domanda: valori di riferimento delle accelerazioni e dei periodi di ritorno dell'azione sismica

Stato limite	Accelerazione (g)	TRD (anni)
A Stato limite di collasso (SLC)	PGA _{DLC}	TR _{DLC}
B Stato limite di salvaguardia (SLV)	PGA _{DLV} 0.141g	TR _{DLV} 712
C Stato limite di danno (SLD)	PGA _{DLD}	TR _{DLD}
D Stato limite di operatività (SLO)	PGA _{DLO}	TR _{DLO}

28) Indicatori di rischio

Stato limite	Rapporto fra le accelerazioni	Rapporto fra i periodi di ritorno elevato ad a
B di collasso (α_{uc})	$= (PGA_{CLC} / PGA_{DLC})$	$= (TR_{CLC} / TR_{DLC})^a$
C per la vita (α_{lv})	0.27 $= (PGA_{CLV} / PGA_{DLV})$	<0.298 $= (TR_{CLV} / TR_{DLV})^a$
D di inagibilità (α_{ed})	$= (PGA_{CLD} / PGA_{DLD})$	$= (TR_{CLD} / TR_{DLD})^a$
E per l'operatività (α_{eo})	$= (PGA_{CLO} / PGA_{DLO})$	$= (TR_{CLO} / TR_{DLO})^a$

29) Previsione di massima di possibili interventi di miglioramento

A Criticità che condizionano maggiormente la capacità	1 <input type="checkbox"/> fondazioni 2 <input type="checkbox"/> travi 3 <input type="checkbox"/> pilastri	4 <input type="checkbox"/> setti 5 <input checked="" type="checkbox"/> murature 6 <input checked="" type="checkbox"/> solai	7 <input checked="" type="checkbox"/> coperture 8 <input type="checkbox"/> scale 9 <input type="checkbox"/> altro
B Interventi migliorativi prevedibili	1 <input type="checkbox"/> interventi in fondazione 2 <input type="checkbox"/> aumento resist./dutt. sezioni 3 <input type="checkbox"/> nodi/collegamenti telai	4 <input checked="" type="checkbox"/> aumento resistenza muri 5 <input checked="" type="checkbox"/> tiranti, cordoli, catene 6 <input checked="" type="checkbox"/> solai o coperture	7 <input type="checkbox"/> eliminazione spinte 8 <input checked="" type="checkbox"/> Ripristino copertura 9 <input checked="" type="checkbox"/> Riparazione muratura
C Stima dell'estensione degli interventi in relazione alla volumetria totale della struttura	Codice intervento 1 - Codice intervento 2 - Codice intervento 3 -	- % percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento - % percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento - % percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento	
D Stima dell'incremento di capacità conseguibile con gli interventi	1 <input type="checkbox"/> SLC 2 <input checked="" type="checkbox"/> SLV 3 <input type="checkbox"/> SLD	Codice intervento 1 Codice intervento 2 Codice intervento 3	PGA1 /0.085g approssimazione \pm / PGA2 / approssimazione \pm / PGA3 / approssimazione \pm /

30) Note

La struttura non raggiunge il livello minimo di sicurezza ai carichi verticali (degrado solai, murature);
La struttura non raggiunge il livello minimo di sicurezza ai carichi sismici (meccanismi locali).

Beneficiario finanziamento Codice fiscale	Firma _____	Timbro
Tecnico incarico della verifica sismica Ing. Tommaso Mariacci	Firma _____	Timbro



Tommaso Mariacci

ALLEGATO
SCHEMA DI SINTESI EDIFICIO N. 3



SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA DI EDIFICI STRATEGICI AI FINI DELLA PROTEZIONE CIVILE O RILEVANTI IN CASO DI COLLASSO A SEGUITO DI EVENTO SISMICO

(Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4, DM 14/01/2008)

1) Identificazione dell'edificio	Spazio riservato DPC		
Regione LIGURIA Codice Istat 07	Codice DPCM N° progressivo intervento		
Provincia LA SPEZIA Codice Istat 011	Scheda n° Data		
	Complesso edilizio composto da edifici		
Comune LA SPEZIA Codice Istat 011015	Codice identificativo		
Frazione/Località La Spezia	Dati Catastali	Foglio	Allegato
Indirizzo	Particelle		
Via XV Giugno, 4, 19123 La Spezia (SP)	Posizione edificio 1 <input type="radio"/> Isolato 2 <input type="radio"/> Interno 3 <input checked="" type="radio"/> D'estremità 4 <input type="radio"/> D'angolo		
	Coordinate geografiche (ED50 – UTM fuso 32-33)		
	E	9.808	Fuso
Num. Civico C.A.P. 19123	N	44.108	32

Denominazione edificio	Ex Caserma Mar.Di.Chi.
Proprietario	Agenzia del Demanio
Utilizzatore	---

2) Dati dimensionali ed età costruzione/ristrutturazione												
N° Piani totali con interrati	Altezza media di piano [m]		Superficie media di piano [m²]		Volume oggetto di verifica [m³]		D	Anno di progettazione				
A	1	B	8.15	C	900	H	7335	E	Anno di ultimazione della costruzione			
F	<input checked="" type="checkbox"/> Nessun intervento eseguito sulla struttura dopo la costruzione											
G	Anno di progettazione ultimo intervento eseguito sulla struttura						G1	<input type="radio"/> Adeg.	G2	<input type="radio"/> Miglior.	G3	<input type="radio"/> Altro

3) Materiale strutturale principale della struttura verticale																			
Cemento armato	Acciaio	Acciaio-calcestruzzo	Muratura	Legno	Misto (Muratura e c.a.)	Prefabbricati in c.a. o c.a.p.	Altro (specificare)												
A	<input type="radio"/>	B	<input type="radio"/>	C	<input type="radio"/>	D	<input checked="" type="radio"/>	E	<input type="radio"/>	F	<input type="radio"/>	G	<input type="radio"/>	H	Edificio 3 in muratura portante. Copertura in eternit				

4) Dati di esposizione
Numero di persone mediamente presenti durante la fruizione ordinaria dell'edificio
--

5) Dati geomorfologici									
Morfologia del sito					Fenomeni franosi				
A <input type="radio"/>	B <input type="radio"/>	C <input type="radio"/>	D <input checked="" type="radio"/>	E <input checked="" type="radio"/>	F <input type="radio"/>				
Cresta/Dirupo	Pendio Forte	Pendio leggero	Pianura	Assenti	Presenti				

6) Destinazione d'uso	
A	Originaria
B	Attuale

7) Descrizione degli eventuali interventi strutturali eseguiti		
A	Sopraelevazione	<input type="checkbox"/>
B	Ampliamento	<input type="checkbox"/>
C	Variazione di destinazione che ha comportato un incremento dei carichi originari al singolo piano superiore al 20%	<input type="checkbox"/>
D	Interventi strutturali volti a trasformare l'edificio mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo edilizio diverso dal precedente.	<input type="checkbox"/>
E	Interventi strutturali rivolti ad eseguire opere e modifiche, rinnovare e sostituire parti strutturali dell'edificio, allorché detti interventi implicino sostanziali alterazioni del comportamento globale dell'edificio stesso.	<input type="checkbox"/>
F	Interventi di miglioramento sismico.	<input type="checkbox"/>
G	Interventi di sola riparazione dei danni strutturali.	<input type="checkbox"/>
H	Interventi di consolidamento delle strutture esistenti eseguiti in assenza di normative sismiche specifiche.	<input type="checkbox"/>

8) Eventi significativi subiti dalla struttura			9) Perimetrazione ai sensi del D.L. 180/1998		
Tipo evento	Data	Tipologia Intervento	SI <input type="checkbox"/> 0 – NO <input checked="" type="checkbox"/> 1 NB: In caso affermativo compilare la matrice sottostante		
1) Codice evento	1903	T		Area R4	Area R3
2) Codice evento			1) Frana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Codice evento			2) Alluvione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (cemento armato)		11) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (acciaio)	
1) Struttura a telai in c.a. in due direzioni	<input type="checkbox"/>	1) Struttura intelaiata	<input type="checkbox"/>
2) Struttura a telai in c.a. in una sola direzione	<input type="checkbox"/>	2) Struttura con controventi reticolari concentrici	<input type="checkbox"/>
3) Struttura a pareti in c.a. in due direzioni	<input type="checkbox"/>	3) Struttura con controventi eccentrici	<input type="checkbox"/>
4) Struttura a pareti in c.a. in una sola direzione	<input type="checkbox"/>	4) Struttura a mensola o a pendolo invertito	<input type="checkbox"/>
5) Struttura mista telaio-pareti	<input type="checkbox"/>	5) Struttura intelaiata controventata	<input type="checkbox"/>
6) Struttura a nucleo	<input type="checkbox"/>	6) Altro	<input type="checkbox"/>
7) Altro	<input type="checkbox"/>		

12) Tipologia ed organizzazione del sistema resistente (muratura)						
	Tipologia base	Eventuali caratteristiche migliorative				
		Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezioni di malta	Intonaco armato
	1	2	3	4	5	6
1) Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Muratura a conci sbozzati, con paramento di limitato spessore e nucleo interno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Muratura a conci di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Muratura a blocchi lapidei squadri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) Muratura in mattoni pieni e malta di calce	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) Muratura in blocchi laterizi forati (percentuale di foratura < 45%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) Muratura in blocchi laterizi forati, con giunti verticali a secco (perc. foratura < 45%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) Muratura in blocchi di calcestruzzo (percentuale di foratura tra 45% e 65%)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11) Muratura in blocchi di calcestruzzo semipieni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12) Altro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13) Diaframmi orizzontali (cemento armato, acciaio, muratura)		14) Copertura (cemento armato, acciaio, muratura)	
1) Volte senza catene	<input type="checkbox"/>	1) Copertura spingente pesante	<input type="radio"/>
2) Volte con catene	<input type="checkbox"/>	2) Copertura non spingente pesante	<input type="radio"/>
3) Diaframmi flessibili (travi in legno con semplice tavolato, travi e voltine,...)	<input checked="" type="checkbox"/>	3) Copertura spingente leggera	<input checked="" type="checkbox"/>
4) Diaframmi semirigidi (travi in legno con doppio tavolato, travi e tavelloni,...)	<input type="checkbox"/>	4) Copertura non spingente leggera	<input type="radio"/>
5) Diaframmi rigidi (solai di c.a., travi ben collegate a solette di c.a., lamiera grecata con soletta in c.a.,)	<input type="checkbox"/>	5) Altro	<input type="radio"/>
6) Altro solai in laterocemento senza soletta	<input checked="" type="checkbox"/>		

15) Distribuzione tamponature (cemento armato ed acciaio)		16) Fondazioni	
1) Distribuzione irregolare delle tamponature in pianta	<input type="checkbox"/>	1) Plinti isolati	<input type="checkbox"/>
2) Distribuzione irregolare delle tamponature sull'altezza dell'edificio	<input type="checkbox"/>	2) Plinti collegati	<input type="checkbox"/>
3) Tamponature tali da individuare pilastri corti	<input type="checkbox"/>	3) Travi rovesce	<input checked="" type="checkbox"/>
4) Tamponature senza misure a contrasto di collassi fragili ed espulsione in direzione perpendicolare al pannello	<input type="checkbox"/>	4) Platea	<input type="checkbox"/>
5) Altro	<input type="checkbox"/>	5) Fondazioni profonde	<input type="checkbox"/>
		6) Fondazioni a quote diverse	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="checkbox"/> 1

17) Periodo di riferimento														
A	VR = 75 anni	<input checked="" type="checkbox"/>	B	VR = 100 anni	<input type="radio"/>	C	VR = 150 anni	<input type="radio"/>	D	VR = 200 anni	<input type="radio"/>	E	Altro	<input type="radio"/>

18) Classificazione sismica				
	STATI LIMITE (P_{VR})			
Parametro relativo a suolo rigido e con superficie topografica orizzontale (di categoria A)	SLO (81%)	SLD (63%)	SLV (10%)	SLC (5%)
1) Valore dell'accelerazione orizzontale massima a_g (g)	0.047	0.058	0.141	0.179
2) Fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, F_0	2.52	2.54	2.39	2.38
3) Periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro T_c (sec.)	0.24	0.26	0.30	0.30

19) Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche			
1	Base dati per l'attribuzione della categoria di sottosuolo	1) Carte geologiche disponibili	<input type="checkbox"/>
		2) Indagini esistenti	<input type="checkbox"/>
		3) Prove in situ effettuate appositamente	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Descrizione indagini effettuate o già disponibili	1) Sondaggi	<input type="checkbox"/>
		2) Prova Standard Penetration Test (SPT) o Cone Penetration Test (CPT)	<input checked="" type="checkbox"/>
		3) Prospezione sismica in foro (Down-Hole o Cross-Hole)	<input type="checkbox"/>
		4) Prova sismica superficiale a rifrazione	<input type="checkbox"/>
		5) Analisi granulometrica	<input checked="" type="checkbox"/>
		6) Prove triassiali	<input type="checkbox"/>
		7) Prove di taglio diretto	<input type="checkbox"/>
		8) Altro – INDAGINI MASW	<input checked="" type="checkbox"/>

3	Eventuali anomalie	1) Presenza di cavità			SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1		
		2) Presenza di terreni di fondazione di natura significativamente diversa			SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1		
4	Velocità equivalente onde di taglio V_{s30} 264 e 279 m/s	5	Numero di colpi equivalente $N_{SPT,30}$ colpi		Coesione non drenata equivalente $c_{u,30}$ kPa		
8	Susceptibilità alla liquefazione SI $19S-1$ 0 – <input checked="" type="radio"/> NO $19S0$ 1 NB: In caso affermativo compilare la parte destra	1) Profondità della falda da piano di campagna			Z_w -		
		2) Profondità della fondazione rispetto al piano di campagna			Z_g -		
		3) Presenza di terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità:			SI <input type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1		
			densità	sciolte	medie	dense	
			Spessore				
			3.1) Sabbie fini m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
			3.2) Sabbie medie m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	3.3) Sabbie grosse m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>			
9	Categoria di sottosuolo C (NTC, Tabb. 3.2.II e 3.2.III)	10	Coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) e periodo T_c (sec.)				
			STATI LIMITE (P_{VR})				
				SLO (81%)	SLD (63%)	SLV (10%)	SLC (5%)
			S_s	1.500	1.500	1.500	1.44
			T_b	0.13	0.14	0.16	0.16
	T_c	0.40	0.43	0.47	0.47		
	T_d	1.79	1.83	2.16	2.32		
11	Coefficiente di amplificazione topografica S_T 1 (NTC: Tabb. 3.2.IV, 3.2.VI)	Categoria Topografica	T1	h/H 0.00	12	Valori di S_s , T_c ed S_T dedotti da studi di RSL SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1	

20) Regolarità dell'edificio

A	La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze ?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
B	Qual è il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui l'edificio risulta inscritto ?	2.00
C	Qual è il massimo valore di rientri o sporgenze espresso in % della dimensione totale dell'edificio nella corrispondente direzione?	00 %
D	I solai possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
E	Qual è la minima estensione verticale di un elemento resistente dell'edificio (quali telai o pareti) espressa in % dell'altezza dell'edificio?	39 %
F	Quali sono le massime variazioni da un piano all'altro di massa e rigidezza espresse in % della massa e della rigidezza del piano contiguo con valori più elevati?	%
G	Quali sono i massimi restringimenti della sezione orizzontale dell'edificio, in % alla dimensione corrispondente al primo piano ed a quella corrispondente al piano immediatamente sottostante. Nel calcolo può essere escluso l'ultimo piano di edifici di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.	/ % (p. 1°) / % (p. T)
H	Sono presenti elementi non strutturali particolarmente vulnerabili o in grado di influire negativamente sulla risposta della struttura (es. tamponamenti rigidi distribuiti in modo irregolare in pianta o in elevazione, camini o parapetti di grandi dimensioni in muratura, controsoffitti pesanti)?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
I	Giudizio finale sulla regolarità dell'edificio, ottenuto in relazione alle risposte fornite dal punto A al punto H	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1

21) Fattore di confidenza

A	Determinato secondo le tabelle dell'appendice C.8.A. alla Circolare	<input type="radio"/>
B	Determinato secondo la Direttiva PCM 12/10/2007	<input type="radio"/>
C	Valore assunto per le analisi	1

22) Livello di conoscenza			
A	Indicare il livello di conoscenza raggiunto solo se il fattore di confidenza è stato determinato secondo le tabelle dell'Appendice C.8.A della Circolare alle NTC 2008	LC1: Conoscenza Limitata (FC 1.35)	<input type="radio"/>
B		LC2: Conoscenza Adeguata (FC 1.20)	<input type="radio"/>
C		LC3: Conoscenza Accurata (FC 1.00)	<input checked="" type="radio"/>
D	Geometria (Carpenteria) (cemento armato, acciaio)	1) Disegni originali con rilievo visivo a campione	<input type="radio"/>
		2) Rilievo ex-novo completo	<input type="radio"/>
E	Dettagli strutturali (cemento armato, acciaio)	1) Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e limitate verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		2) Disegni costruttivi incompleti con limitate verifiche in situ	<input type="radio"/>
		3) Estese verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		4) Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ	<input type="radio"/>
		5) Esaustive verifiche in-situ	<input type="radio"/>
F	Proprietà dei materiali (cemento armato, acciaio)	1) Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e limitate prove in-situ	<input type="radio"/>
		2) Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con limitate prove in-situ	<input type="radio"/>
		3) Estese prove in-situ	<input type="radio"/>
		4) Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ	<input type="radio"/>
		5) Esaustive prove in-situ	<input type="radio"/>
G	Quantità di rilievi dei dettagli costruttivi (cemento armato)	1) Elemento primario trave	%
		2) Elemento primario pilastro	%
		3) Elemento primario parete	%
		4) Elemento primario nodo	%
		5) Elemento primario altro (specificare)	%
H	Quantità prove svolte sui materiali (cemento armato)	1) Elemento primario trave	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		2) Elemento primario pilastro	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		3) Elemento primario parete	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		4) Elemento primario nodo	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		5) Elemento primario altro (specificare)	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		6) Eventuali prove non distruttive svolte (elencare): a) b) c)	
I	Quantità di rilievi dei collegamenti (acciaio)	1) Elemento primario trave	%
		2) Elemento primario pilastro	%
		3) Elemento primario nodo	%
		4) Elemento primario altro (specificare)	%
L	Quantità prove svolte sui materiali (acciaio)	1) Elemento primario trave	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		2) Elemento primario pilastro	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		4) Elemento primario nodo	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		5) Elemento primario altro (specificare)	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
M	Geometria (Carpenteria) (muratura)	1) Disegni originali con rilievo visivo a campione per ciascun piano; rilievi forniti dalla committenza e verificati in sito	<input type="radio"/>
		2) Rilievo strutturale	<input checked="" type="radio"/>
		3) Rilievo del quadro fessurativo	<input checked="" type="radio"/>

N	Dettagli strutturali (muratura)	1) Limitate verifiche in-situ	<input type="radio"/>
		2) Estese ed esaustive verifiche in-situ	<input checked="" type="radio"/>
		3) Buona qualità del collegamento tra pareti verticali ?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
		4) Buona qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti ?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
		5) Presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento ?	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1
		6) Esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
		7) Presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti ?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
		8) Presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità ?	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
O	Proprietà dei materiali (muratura)	1) Limitate indagini in-situ	<input type="radio"/>
		2) Estese indagini in-situ	<input type="radio"/>
		3) Esaustive indagini in-situ	<input checked="" type="radio"/>
P	Edificio semplice	1) Rispondenza alla definizione DM 14-01-2008 par. 7.8.1.9	SI <input type="radio"/> 0 – NO <input checked="" type="radio"/> 1

23) Resistenza dei materiali (valori medi utilizzati nell'analisi)

		1	2	3	4	5	6	7	8
		Cls fondazione	Cls elevazione	Acciaio in barre	Acciaio profilati	Bulloni chiodi	Muratura 1	Muratura 2	Altro
A	Resistenza a Compressione (N/mm ²)						1,522		
B	Resistenza a Trazione (N/mm ²)								
C	Resistenza a taglio (N/mm ²)						0,025		
D	Modulo di elasticità Normale (GPa)						1,153		
E	Modulo di elasticità Tangenziale (GPa)						0,290		

24) Metodo di analisi

A	Analisi statica lineare	<input type="radio"/>	E	Fattore di struttura $q = 1$	
B	Analisi dinamica lineare	<input type="radio"/>			
C	Analisi statica non lineare	<input checked="" type="radio"/>	F	Sono state effettuate analisi cinematiche	SI <input checked="" type="radio"/> 0 – NO <input type="radio"/> 1
D	Analisi dinamica non lineare	<input type="radio"/>			

25) Modellazione della struttura

A	Due modelli piani separati, uno per ciascuna direzione principale, considerando l'eccentricità accidentale			<input type="radio"/>
B	Modello tridimensionale con combinazione dei valori massimi			<input checked="" type="radio"/>
C	Periodi fondamentali	Direzione X 0.306	Direzione Y 0.291	
D	Masse partecipanti	Direzione X >60%	Direzione Y >60%	

Rigidezza flessionale ed a taglio		1	2		3
		Non fessurata	Fessurata	con una riduzione del	determinata dal legame costitutivo utilizzato
E	Elementi trave	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
F	Elementi pilastro	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
G	Muratura	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
H	Altro elem. 1(specificare)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	%	<input type="radio"/>
I	Altro elem. 2(specificare)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	%	<input type="radio"/>

26) Risultati dell'analisi: capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno per diversi SL

		Tipo di rottura								Tutti
		cemento armato, acciaio				muratura				
		1	2	3	4	5	6	7	8	
		Verifiche a taglio	Verifiche dei nodi	Verifiche di deformazione o di resistenza a flessione o pressoflessione	Capacità limite del terreno di fondazione	Capacità limite fondazioni	Verifiche di deformazione nel piano o globali per analisi statica non lineare	Verifiche fuori dal piano	Verifiche di resistenza nel piano	Deformazione di danno
A	PGA _{CLC}									
B	PGA _{CLV}						0.074g			
C	PGA _{CLD}									
D	PGA _{CLO}									
E	T _{RCLC}									
F	T _{RCLV}						51			
G	T _{RCLD}									
H	T _{RCLO}									

27) Domanda: valori di riferimento delle accelerazioni e dei periodi di ritorno dell'azione sismica

Stato limite	Accelerazione (g)	TRD (anni)
A Stato limite di collasso (SLC)	PGA _{DLC}	TR _{DLC}
B Stato limite di salvaguardia (SLV)	PGA _{DLV} 0.141g	TR _{DLV} 712
C Stato limite di danno (SLD)	PGA _{DLD}	TR _{DLD}
D Stato limite di operatività (SLO)	PGA _{DLO}	TR _{DLO}

28) Indicatori di rischio

Stato limite	Rapporto fra le accelerazioni	Rapporto fra i periodi di ritorno elevato ad a
B di collasso (α_{uc})	$= (PGA_{CLC} / PGA_{DLC})$	$= (TR_{CLC} / TR_{DLC})^a$
C per la vita (α_{uv})	0.359 $= (PGA_{CLV} / PGA_{DLV})$	0.339 $= (TR_{CLV} / TR_{DLV})^a$
D di inagibilità (α_{ed})	$= (PGA_{CLD} / PGA_{DLD})$	$= (TR_{CLD} / TR_{DLD})^a$
E per l'operatività (α_{eo})	$= (PGA_{CLO} / PGA_{DLO})$	$= (TR_{CLO} / TR_{DLO})^a$

29) Previsione di massima di possibili interventi di miglioramento

A	Criticità che condizionano maggiormente la capacità	1 <input type="checkbox"/> fondazioni 2 <input type="checkbox"/> travi 3 <input checked="" type="checkbox"/> pilastri	4 <input type="checkbox"/> setti 5 <input checked="" type="checkbox"/> murature 6 <input checked="" type="checkbox"/> solai	7 <input checked="" type="checkbox"/> coperture 8 <input type="checkbox"/> scale 9 <input type="checkbox"/> altro
B	Interventi migliorativi prevedibili	1 <input type="checkbox"/> interventi in fondazione 2 <input type="checkbox"/> aumento resist./dutt. sezioni 3 <input type="checkbox"/> nodi/collegamenti telai	4 <input type="checkbox"/> aumento resistenza muri 5 <input type="checkbox"/> tiranti, cordoli, catene 6 <input type="checkbox"/> solai o coperture	7 <input type="checkbox"/> eliminazione spinte 8 <input type="checkbox"/> Ripristino copertura 9 <input type="checkbox"/> Riparazione muratura
C	Stima dell'estensione degli interventi in relazione alla volumetria totale della struttura	Codice intervento 1 - % percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento Codice intervento 2 - % percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento Codice intervento 3 - % percentuale volumetrica dell'edificio interessata dall'intervento		
D	Stima dell'incremento di capacità conseguibile con gli interventi	1 <input type="checkbox"/> SLC 2 <input type="checkbox"/> SLV 3 <input type="checkbox"/> SLD	Codice intervento 1 PGA1 / Codice intervento 2 PGA2 / Codice intervento 3 PGA3 /	approssimazione \pm / approssimazione \pm / approssimazione \pm /

30) Note

La struttura non raggiunge il livello minimo di sicurezza ai carichi verticali (degrado solai, instabilità capriate). La copertura è realizzata con lastre di eternit;
La struttura non raggiunge il livello minimo di sicurezza ai carichi sismici (analisi globale).
Nel complesso, un intervento non risulta economicamente vantaggioso. Si consiglia la demolizione e l'eventuale ricostruzione.

Beneficiario finanziamento Codice fiscale	Firma _____	Timbro
Tecnico incarico della verifica sismica Ing. Tommaso Mariacci	Firma _____	Timbro



Tommaso Mariacci