



AGENZIA DEL DEMANIO DIREZIONE REGIONALE SICILIA



Verifiche della vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la
Caserma Masotto, sita nel Comune di Messina.
CIG: 71212999D5



R01 Relazione generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

R.T.P.

Raggruppamento
Temporaneo
Professionale



Rev.	Descrizione	Data	Redatto	Verificato	Approvato
0	Prima Emissione	Settembre 2018	Sud Progetti-ABGroup	Ing. F. Aggiato	Ing. F. Aggiato
1	Seconda Emissione				
2	Terza Emissione				
3	Quarta Emissione				

ing. Francesco Aggiato

Professionisti

ing. Matteo Accardi



Matteo Accardi

Responsabile Unico del Procedimento
Dott. Federico Citarda

R01 – RELAZIONE GENERALE SULLA VERIFICA DELLA VULNERABILITÀ SISMICA

Sommario

1. PREMESSE E FINALITÀ DEL SERVIZIO.....	2
2. GENERALITÀ E DESCRIZIONE DEI MANUFATTI	3
2.1 Introduzione	3
2.2 Descrizione del sito.....	4
2.3 Breve descrizione del complesso immobiliare	6
3. DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	8
3.1 Orizzontamenti.....	9
3.2 Elementi Verticali	9
3.3 Fondazioni	11
4. NORMATIVA E TESTI DI RIFERIMENTO	12
5. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	12
6. PERCORSO DI CONOSCENZA E F.C.....	13
7. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO	14
8. AZIONI DI CALCOLO	15
8.1 Carichi Permanenti (par. 3.1.2 e 3.1.3 D.M. 17/01/2018).....	15
8.2 Carichi variabili (par. 3.1.4 D.M. 17/01/2008).....	15
8.3 Azione della neve (par. 3.4 D.M. 17/01/2008).....	16
8.4 Azione sismica	16
9. COMBINAZIONI DI AZIONI.....	19
10. ANALISI STRUTTURALI E VERIFICHE DI SICUREZZA.....	19
11. VERIFICHE DI VULNERABILITA'	22
11.1 VERIFICHE DI VULNERABILITA' STATICHE.....	24
11.2 VERIFICHE DI VULNERABILITA' SISMICHE.....	25
12. CRITERI DI INTERVENTO	27
13. CONCLUSIONI	28

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

1. PREMESSE E FINALITÀ DEL SERVIZIO

A seguito di determina a contrarre prot. reg. int. n. 2017/1074/DRSI del 17 luglio 2017 ai sensi dell'art. 60 del D.Lgs. 50/2016, in vista di un possibile utilizzo della struttura immobiliare l'Agenzia del Demanio ha indetto la procedura per l'affidamento del servizio professionale di "*Verifica della vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto*" di Messina. La procedura prevedeva una richiesta di offerta (RDO) aperta sul Mercato Elettronico della Pubblica Amministrazione (MePA) mediante aggiudicazione col criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, ai sensi dell'art. 95/3 d.lgs. 50/2016, per l'importo a base d'asta di € 111.870,00 oltre contributi e tasse.

A conclusione delle operazioni di gara, sulla scorta della graduatoria dei punteggi ottenuti dai concorrenti, con determinazione n° 1243 del 24/ agosto 2017 il Direttore della Direzione Regionale della Sicilia ha disposto l'aggiudicazione a favore del costituendo R.T.P. tra Sud Progetti srl e ABGroup snc per l'importo netto di € 55.000,00 oltre imposte e tasse.

In adempimento all'Ordinanza n° 1289/2017 del 30 ottobre 2017 emessa dal T.A.R. Sicilia – Palermo che aveva respinto l'istanza cautelare avverso il provvedimento di aggiudicazione di cui al ricorso R.G. 2225/2017 proposto dallo Studio di Ingegneria Lucchesi-Zambonini Associati, a seguito della verifica dei requisiti si è proceduto alla stipula del contratto di cui al Rep. n° 209 del 23 febbraio 2018, sottoscritto tra l'R.T.P. e il Rappresentate dell'Agenzia del Demanio della Sicilia.

Per l'espletamento del servizio occorreva preliminarmente fornire l'elenco delle figure e dei mezzi che avrebbero dovuto essere impiegati, elenco che l'Agenzia del Demanio avrebbe girato alla Prefettura di Messina per l'ottenimento del relativo nulla osta; in aggiunta, atteso che allo stesso tempo si trattava di un bene tutelato dalla Soprintendenza BB.CC.AA. di Messina, era anche necessario presentare una relazione nella quale avrebbero dovuto essere specificate e pianificate le operazioni che si intendevano compiere sugli elementi strutturali dei manufatti affinché la stessa Soprintendenza si sarebbe potuta esprimere ai fini del rilascio del proprio nulla osta.

Il servizio ha potuto avere inizio dal 28 marzo 2018, data di autorizzazione della sola Prefettura di Messina all'accesso nell'area della Caserma, con tempo contrattuale previsto di giorni settantacinque naturali e consecutivi.

La fase di rilascio dei permessi, ogni volta richiesti alla Prefettura sempre tramite l'Agenzia del Demanio di Palermo, mediante un elenco nel quale venivano specificati gli uomini e i mezzi che si sarebbero impiegati, procedura che si è rivelata alquanto laboriosa per i tempi di attesa a volte lunghi che hanno stravolto il programma delle attività ipotizzato all'inizio del servizio e pertanto non si è potuta rispettare la tempistica contrattuale.

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

2. GENERALITÀ E DESCRIZIONE DEI MANUFATTI

2.1 Introduzione

Oltre che raccogliere informazioni ricercando nei vari siti per via telematica, ci si è avvalsi della gentile concessione dell'ing. Domenico Massaro Cenere che ha fornito indicativa documentazione riguardante le origini del complesso che forma la Caserma Masotto, ricavata da ricerche presso gli archivi degli Enti competenti, nonché presso alcune biblioteche della Città di Palermo e Messina.

Alcuni documenti sono stati reperiti presso l'XI Reparto Infrastrutture dell'Esercito Italiano con sede presso la Caserma Sole di Palermo e presso la Caserma Geraci che è la sede distaccata di Messina, dove hanno fornito altre informazioni custodite negli archivi storici.

Il dimensionamento delle singole unità immobiliari è stato rilevato a cura del R.T.P. unitamente al rilievo materico, tenuto anche conto dell'impossibilità di rilasciare le planimetrie catastali di immobili destinati a funzioni militari.

La descrizione degli immobili è riportata nel "*Verbale di consegna dello stabile di proprietà del Demanio dello Stato, da adibire ad uso di servizi dipendenti dal Ministero della Guerra*", datato 25 settembre 1928 tenuto presso gli archivi dell'Agenzia del Demanio che assegna il complesso alla Direzione di Artiglieria.

Dal predetto verbale si evince che a circa dieci anni dalla sua fondazione il complesso era costituito dagli ambienti descritti e verosimilmente corrispondenti ai fabbricati attualmente denominati come Magazzino 1, Magazzino 2, Magazzino 3, Magazzino 4, Palazzina B, Palazzina C, Palazzina D, Palazzina E, Palazzina E1, Palazzina 1, Palazzina 2, Palazzina 3 e Palazzina 6. Vi erano inoltre altri due edifici sul perimetro a Nord-Est, lato monte, prospicienti la via Comunale Bisconte che oggi risultano demoliti.

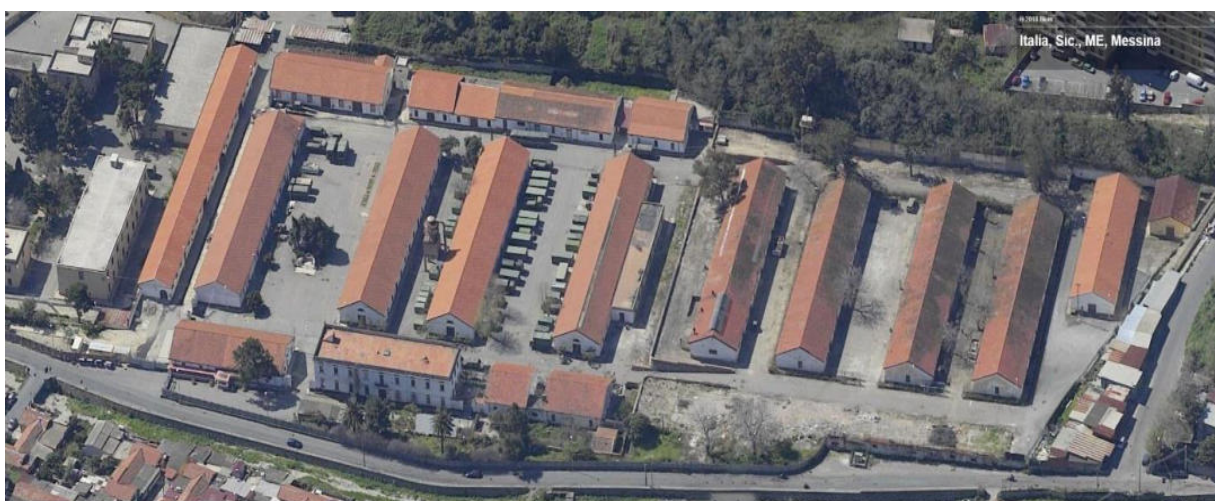


Figura 1 - Vista del complesso degli immobili che costituiscono la Caserma Masotto

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

Il verbale descrive anche due tettoie una delle quali è stata successivamente trasformata in edificio e oggi denominata Palazzina G; descrive anche 7 riserve per munizioni presumibilmente poste sul confine Sud-Ovest del lotto, oggi non più esistenti. Ad avvalorare questa ipotesi oltre alla descrizione del verbale anche la Tavoletta I.G.M. n. 254 IV SO del 1937.



Figura 2 – Planimetria con identificazione dei manufatti della Caserma Masotto

2.2 Descrizione del sito

L'area su cui ricade l'immobile è rappresentata sulla tavoletta n° 254 IV Quadrante Sud Ovest "Messina" (1969), ma oscurata in quanto area militare e sul foglio 601030 della Carta Tecnica Regionale (2012) a scala 1:10.000. Il lotto di terreno della caserma è censita al Catasto Terreni al foglio 119 del Comune di Messina ed è identificato dalle particelle 218 e 225 su cui si erigono anche la Caserma Nervesa e la Caserma Gasparro.

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

Le coordinate geografiche corrispondenti alla Palazzina N.1 in UTM risultano: 33 S 547015,52 m E; 4227007,31 m N; dal punto di vista altimetrico l'area di sedime è compresa tra 80 e 90 m.s.l.m..



Figura 3 - Ortofoto del comprensorio militare Masotto - Nervesa - Gasparro

Al Catasto Fabbricati i singoli padiglioni che costituiscono la Caserma Masotto sono registrati al foglio 119 particelle: 719 - 720721 - 722 - 723 - 724 - 725 - 726 - 727 - 728 - 729 - 730 - 912 - 913 - 914 - 915 - 916 - 917 - 918 - 919920 - 921, fra loro graffate, categoria B/1, classe 1, consistenza 67.125 mc, rendita Euro 62.400,74. Occorre osservare che tali particelle fanno riferimento anche a padiglioni oggi demoliti, mentre alcuni di quelli esistenti non risultano censiti.

Il sito del complesso militare è nei pressi del Rione Bisconte, in territorio Comunale di Messina, dove è presente un complesso di tre Caserme: Masotto, Bisconte e Gasparro che occupano una superficie complessiva di circa 6,5 ha di cui circa 3,8 solo per la Caserma Masotto eretta nella zona più alta dell'area. Essa confina a Nord-Ovest con via della Polveriera, a Nord-Est con la via Comunale Bisconte (già via Direzione d'Artiglieria), a Sud-Est con i padiglioni della Caserma Nervesa e a Sud-Ovest con un vasto terreno urbanizzato in parte.

Secondo le risultanze del Certificato di Destinazione Urbanistica prot. 241999 del 03.10.2017, rilasciato dal Dipartimento Politiche del Territorio della Città Metropolitana di Messina, ai sensi delle disposizioni della Variante Generale al Piano Regolatore Generale di Messina, approvata con D.D.R. n. 686/2002 e nel P.P.R. (L.R. 6 luglio 1990, n.10) le aree del comprensorio militare ricadono interamente all'interno dell'Ambito di Risanamento "C", approvato con L.R. 15.05.2002, n.4, in parte in zona VPU (Verde Pubblico Urbano), in parte in Zona Dr - Attrezzature di livello urbano, in parte in viabilità.

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

L'area interessata dal complesso militare presenta la seguente collocazione:

- all'esterno del P.A.I.;
- all'esterno dell'area soggetto a Vincolo paesaggistico [D.P.R.S. 06.07.1967, n.705];
- all'esterno della Z.P.S. [cod. sito ITA 030042];
- all'esterno della S.I.C. Lago di Ganzirri [cod. sito ITA 030008];
- all'esterno della S.I.C. Monti Peloritani [cod. sito ITA 030008].

2.3 Breve descrizione del complesso immobiliare

L'epoca di fondazione del complesso a destinazione militare risale al 1917, periodo successivo al tragico terremoto del 1908, allorquando emersero delle pressanti esigenze di realizzare nuove strutture ed infrastrutture per stabilizzare la presenza militare in un punto strategico del territorio italiano e di controllo del Mediterraneo; inizialmente la Caserma Masotto ospitò l'Artiglieria a Cavallo di Messina e l'area della Caserma, in ragione della sua altimetria che presentava una pendenza pressappoco costante, è stata suddivisa secondo due piani, Lotto Valle e Lotto Monte, realizzando un muro di contenimento dell'altezza f.t. di circa 2 metri quale separazione; addossati a questo muro sono stati realizzati dei servizi che oggi non sono più esistenti.



Figura 4 - Vista del comprensorio militare Masotto - Nervesa - Gasparro

Nel corso della sua lunga storia, la Caserma Masotto ha subito diversi interventi di manutenzione e trasformazione, più o meno significativi, che hanno mutato l'originario impianto per arrivare all'attuale assetto; alcuni padiglioni sono stati ampliati, altri trasformati nella destinazione d'uso e distribuzione

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

planimetrica interna, altri ancora completamente demoliti.

Le trasformazioni che si sono succedute nel corso del tempo possono essere desunte dalle planimetrie reperite presso gli archivi della Caserma Geraci di Messina grazie alle quali si possono mettere in luce le modifiche fino all'attuale consistenza.

Negli anni '50 tali padiglioni, che allora erano 19, furono utilizzati con varie funzioni connesse alle attività logistiche che venivano espletate dall'11.a Direzione d'Artiglieria. Tra tali attività vi era quella della riparazione dei vagoni ferroviari blindati che richiedevano la presenza di meccanici, falegnami, saldatori, elettricisti, fucinatori, stagnini, coloritori, sellai ed altri mestieri, alloggiati in appositi locali a loro destinati. Ai padiglioni costruiti inizialmente e innanzi elencati, si aggiunsero quelli che odiernamente vengono denominati Palazzina M e Palazzina N (rispettivamente I ed L negli anni '50) nonché altri piccoli magazzini sparsi all'interno del perimetro.

Negli anni successivi, ovvero nel 1967, la tettoia R realizzata per la riparazione dei vagoni ferroviari (attualmente denominata Palazzina G) è stata ampliata, chiusa e utilizzata in parte ad aula didattica ed in parte a deposito di legname. Lo spazio tra le palazzine N ed M (nella planimetria del 1950) che inglobava il terzo ingresso è stato edificato collegando di fatto le due palazzine. Qualche piccola modifica è avvenuta alla divisione interna dei servizi della Palazzina C, per il resto il complesso non pare aver subito altri sostanziali cambiamenti rispetto agli anni '50.

Dagli elaborati grafici allegati si può facilmente dedurre che oggi sono esistenti 16 padiglioni che presentano una configurazione del tutto simile fra loro, ad eccezione della Palazzina Comando denominata n.2. Quasi tutti i padiglioni si caratterizzano per una conformazione planimetrica rettangolare ad una elevazione fuori terra, con struttura portante in muratura, copertura a due falde sostenuta da capriate (lignee o metalliche). L'unico edificio a due elevazioni fuori terra, con struttura portante a pareti in c.a., è rappresentato dalla Palazzina n.2 che un tempo ospitava gli uffici e gli alloggi degli Ufficiali di grado superiore.



Figura 5 - Resti della Palazzina M su via Comunale Bisconte

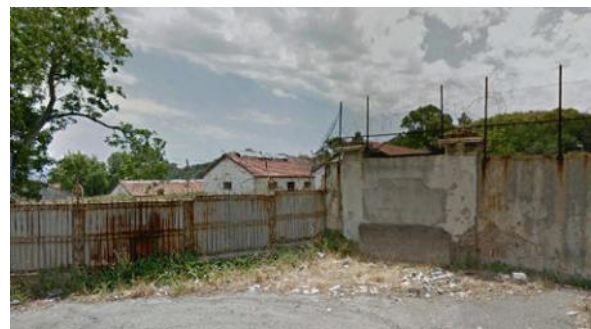


Figura 6 - Resti del Portale su via Comunale Bisconte

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

Gli accessi perimetrali erano due nello spigolo Est, tuttora presenti, e uno di cui rimane traccia nel portale sulla via Comunale Bisconte, poi chiuso con muratura, ubicato tra gli edifici M ed N, oggi non più esistenti, e i cui muri perimetrali fungono ancora da recinzione dell'area.

All'interno della perimetrazione, i vari padiglioni sono collegati fra loro mediante viali e piazzali, il più grande dei quali è quello di piazza d'Arme dove avvenivano le principali funzioni giornaliere e di rappresentanza.

Allo stato attuale la caserma Masotto è un bene in disuso, poiché inutilizzato da diversi anni, subendo l'incuria del tempo e del conseguente degrado; tutti i fabbricati versano in un pessimo stato di conservazione e gran parte di essi risultano vandalizzati con infissi rimossi e cavi elettrici trafugati. A causa dello stato di abbandono anche l'interno dei padiglioni è stato invaso da vegetazione spontanea; molta parte dei piazzali è stata coperta dalla medesima vegetazione.

Dal 2014 il bene è stato affidato al Ministero degli Interni, giusti verbali di dismissione e consegna siglati nell'agosto del 2014 al fine di sopperire determinata dai flussi migratori.

3. DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

La caserma Masotto è composta da 16 edifici isolati, di cui 14 hanno una medesima tipologia costruttiva in muratura portante, ad una sola elevazione e con copertura a doppia falda inclinata (Palazzina 1, 3, 6, C, B, D, E, E1, Magazzino 1, 2, 3 e 4, Palazzina M ed N); la Palazzina G, anch'essa ad una sola elevazione e copertura a capanna, è in struttura mista muratura/c.a.; mentre la Palazzina 2, a due elevazioni fuori terra, possiede una struttura portante costituita da pareti in c.a. e solai in c.a. e in latero-cemento.

La geometria, i dati e le caratteristiche fisiche e meccaniche degli elementi strutturali e dei materiali costituenti i manufatti sono stati dedotti attraverso un **percorso di conoscenza** descritto nella relazione *R05 – Piano delle Indagini*, eseguito con prove e indagini puntuali esemplificate in *R06 – Relazione delle Indagini Strutturali* e sintetizzate in *R07 – Relazione di Sintesi delle Indagini e F.C.* Le informazioni raccolte hanno permesso di individuare compiutamente l'organismo resistente e le sue peculiarità. Di seguito si descrivono brevemente, per ogni manufatto, le caratteristiche strutturali rinviando alle tavole e alle altre relazioni per i dettagli sui valori meccanici assunti alla base del calcolo.

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

3.1 Orizzontamenti

Le coperture dei 14 manufatti in muratura portante e della Palazzina G sono costituiti a doppia falda, con orditura secondaria in legno e orditura principale composta da capriate in legno e/o acciaio.



Figura 7 - Capriate in legno, Palazzina 6



Figura 8 - Capriate in acciaio, Palazzina N

Solamente alcuni locali della Palazzina 3, C ed E1 possiedono coperture piane in c.a. o in laterocemento. Tali presenze, probabilmente, sono dovute a successive trasformazioni o ampliamenti dei corpi originari. La Palazzina 2 presenta, invece, solai in c.a. armate a piastra nei corridoi posti a copertura del piano terra e primo e solai in latero cemento all'interno dei locali dei due livelli.

3.2 Elementi Verticali

I 14 edifici con struttura in muratura portante, a seguito delle indagini e delle prove eseguite, sono state identificate, in accordo con le Tab. C8A.2.1 e 2 della Circ. 617/2009, con le seguenti quattro tipologie:

Tipologia	f_m (N/cm ²)	τ_0 (N/cm ²)	E (N/mm ²)	G (N/mm ²)	w (kN/m ³)
<i>Muratura in pietra a spacco con buona tessitura</i>	320	6.50	1740	580	21
<i>Muratura in mattoni pieni e malta di calce</i>	320	7.60	1500	500	18
<i>Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. di foratura 45%)</i>	500	35.00	4500	1350	12
<i>Muratura in pietra a spacco con buona tessitura con ricorsi o listature</i>	352	7.15	1740	580	21

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica



Figura 9 - Muratura in pietra a spacco con buona tessitura



Figura 10 - Muratura in mattoni pieni e malta di calce

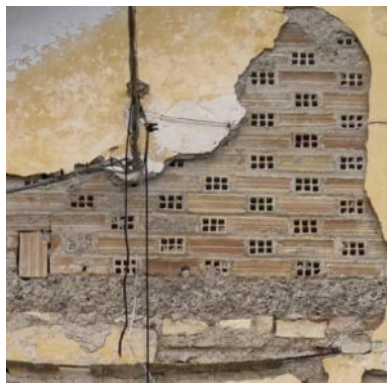


Figura 11 - Muratura in blocchi laterizi semipieni (perc. di foratura 45%)



Figura 12 - Muratura in pietra a spacco con buona tessitura con ricorsi o listature

La Palazzina G è invece composta da una struttura mista muratura/cemento armato, nella quale la muratura è realizzata con mattoni pieni e malta di calce, mentre la struttura in c.a. è del tipo intelaiata con travi e pilastri posti lungo la sola direzione longitudinale. Il telaio ubicato al confine del lotto poggia su una trave posizionata alla testa di un muro di sostegno a gravità, mentre il telaio longitudinale interno poggia su plinti con travi di collegamento in c.a..



Figura 13 – Telaio a confine su muro, Palazzina G



Figura 14 – Telaio interno, Palazzina G

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

La Palazzina 2 è un edificio il cui sistema resistente è del tipo a pareti c.a. armate con barre orizzontali e verticali sulle due facce e con solai in c.a. e laterocemento.



Figura 15 – Palazzina 2



Figura 16 – Saggio e misurazione armatura

3.3 Fondazioni

Le fondazioni dei 14 edifici in muratura portane hanno rivelato una fondazione superficiale con travi rovesce in muratura o in c.a. disposte perimetralmente all'edificio e senza maglie chiuse ad eccezione dei casi in cui sono presenti ulteriori pareti portanti interne. Le travi di fondazione, di altezza variabile da 50 a 100cm possiedono un allargamento rispetto alla parete soprastante di circa 10/20cm.

Le fondazioni del corpo G sono del tipo superficiali in c.a. sia a plinti che a travi rovesce. Quest'ultima, in realtà, solo per il telaio longitudinale posto a confine, è posta al di sopra del muro di sostegno a gravità e costituisce la fondazione per i pilastri del telaio e della muratura in mattoni. I pilastri del telaio interno, invece, sono incastrati alla base su plinti di forma parallelepipedica di dimensioni in pianta di circa 120x120cm con altezza di circa 50cm collegati tra di loro con travi in c.a. di dimensione 30x50cm su cui sono impostate le pareti in muratura di mattoni.



Figura 17 – Trave di fondazione, Palazzina 1



Figura 18 – Plinto e pilastro, Palazzina G

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

Le fondazioni della Palazzina 2 sono invece del tipo a travi rovesce in c.a. con sezione a T, poste al di sotto delle pareti in elevazione ed hanno una dimensione 85x80cm.

4. NORMATIVA E TESTI DI RIFERIMENTO

Il presente documento è stato redatto ai sensi della seguente normativa vigente e testi di riferimento:

- *Ordinanza P.C.M. n.3274/2003 e s.m. i.*
- *D.M. Infrastrutture 14 Gennaio 2008 “Nuove Norme Tecniche per le costruzioni”;*
- *D.M. Infrastrutture 17 Gennaio 2018 Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le costruzioni”;*
- *Circolare 02 Febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP.;*
- *Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del Patrimonio culturale, C26/2010 Ministero per i beni e le attività culturali;*
- *Regione Toscana – Servizio Sismico Regionale_ Programma Regionale Vulnerabilità sismica edifici in cemento armato (VSM). Rilevamento della vulnerabilità sismica degli edifici in muratura (Luglio 2010).*
- *Linee di Indirizzo per la stesura delle relazioni tecniche per le verifiche di vulnerabilità di edifici esistenti ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008 e della circolare n° 617 del 2 febbraio 2009 - Regione Marche.*
- *Linee guida per la valutazione del rischio sismico di edifici strategici rilevanti- Mauro Dolce, Angelo Masi - Regione Basilicata 2005*

5. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

In accordo con il punto 2.4 delle Linee Guida del Ministero e su esplicito suggerimento della Committenza si sono adottati i seguenti valori:

Vita nominale: 50 anni (Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari - paragrafo 2.4.1 del DM 17.01.08 e della circolare del 02/02/2009);

$$V_n = 50 \text{ anni}$$

Classe d'uso: IV (Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti - paragrafo 2.4.2 del DM 17.01.18 e della circolare del 02/02/2009);

$$C_u = 2,0$$

Periodo di riferimento per l'azione sismica:

$$V_r = V_n * C_u = 50 * 2,0 = 100 \text{ anni}$$

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

6. PERCORSO DI CONOSCENZA E F.C.

Le norme tecniche di cui all' O.P.C.M n.3274/2003 all'art. 2, hanno introdotto per prime l'obbligo *“per edifici d'importanza strategica ed opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale ai fini della protezione civile”* così come per *“opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un'eventuale collasso”* di effettuare delle valutazioni di sicurezza sismica, all'interno di un percorso, recepito ed approfondito dalle recenti NTC2018 nonché dalla circolare del 26/02/2009, che prevede la definizione di un **Livello di Conoscenza** della struttura attraverso una fase di indagine geometrica, costruttiva e materica. Alla fine della campagna d'indagini, una volta definita la completezza e l'affidabilità dell'informazione, è possibile restituire il **Fattore di Confidenza**, utilizzato nelle verifiche di sicurezza per abbattere i parametri di capacità dei materiali e/o amplificare le azioni sulle strutture.

Nel caso della Caserma Masotto, trattandosi di un complesso di edifici storici di interesse culturale, sottoposto a vincolo da parte della Soprintendenza BB.CC.AA., si è seguito, per la definizione del fattore di confidenza, il percorso normativo dettato dalle *“Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del Patrimonio culturale - Allineamento alle nuove norme tecniche per le costruzioni”* approvate dal Ministero per i beni e le attività culturali" recepiti integralmente con circolare n°C26/2010 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Il percorso di conoscenza adottato che ha riguardato *il rilievo geometrico, l'identificazione delle specificità storiche e costruttive (rilievo materico) della fabbrica, l'identificazione delle proprietà meccaniche dei materiali, l'identificazione delle proprietà dei terreni e delle fondazioni* ha permesso di raggiungere un elevato grado di approfondimento degli organismi edilizi che compongono la Caserma Masotto. Nello specifico:

- Rilievo geometrico completo e restituzione tridimensionale in BIM dei 16 edifici, con rappresentazione inoltre in piante prospetti e sezione, nonché restituzione di quadri fessurativi e deformativi (**F_{c1}=0,00**);
- Restituzione parziale delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione e alla verifica delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, verifica diagnostica delle ipotesi storiografiche) (**F_{c2}=0,06**);
- Limitate indagini sui parametri meccanici dei materiali (**F_{c3}=0.06**);
- Disponibilità di dati geotecnici e sulle strutture fondazionali e limitate indagini sul terreno e le fondazioni (**F_{c4}=0.03**).

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

Che restituisce complessivamente un valore unico da adottare per ogni manufatto, pari a:

$$F_C = 1 + \sum_{k=1}^4 F_{CK} = 1,15$$

Tale valore risulta essere adeguato per la tipologia di edifici in esame e inferiore al fattore di confidenza previsto dalle NTC2018 per un LC2. Pertanto per le analisi e le verifiche di vulnerabilità di seguito descritte si utilizzerà un Livello di Conoscenza LC2 e un FC=1.2.

Rilievo geometrico	identificazione delle specificità storiche e costruttive della fabbrica	Proprietà meccaniche dei materiali	Terreno e fondazioni
rilievo geometrico completo $F_{C1} = 0.05$	restituzione ipotetica delle fasi costruttive basata su un limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche) $F_{C2} = 0.12$	parametri meccanici desunti da dati già disponibili $F_{C3} = 0.12$	limitate indagini sul terreno e le fondazioni, in assenza di dati geotecnici e disponibilità d'informazioni sulle fondazioni $F_{C4} = 0.06$
rilievo geometrico completo, con restituzione grafica dei quadri fessurativi e deformativi $F_{C1} = 0$	restituzione parziale delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su: a) limitato rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione e alla verifica delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, verifica diagnostica delle ipotesi storiografiche); b) esteso rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche) $F_{C2} = 0.06$	limitate indagini sui parametri meccanici dei materiali $F_{C3} = 0.06$	disponibilità di dati geotecnici e sulle strutture fondazionali; limitate indagini sul terreno e le fondazioni $F_{C4} = 0.03$
	restituzione completa delle fasi costruttive e interpretazione del comportamento strutturale fondate su un esaustivo rilievo materico e degli elementi costruttivi associato alla comprensione delle vicende di trasformazione (indagini documentarie e tematiche, eventuali indagini diagnostiche) $F_{C2} = 0$	estese indagini sui parametri meccanici dei materiali $F_{C3} = 0$	estese o esaustive indagini sul terreno e le fondazioni $F_{C4} = 0$

Tabella 1: Definizione dei livelli di approfondimento delle indagini sui diversi aspetti della conoscenza e relativi fattori parziali di confidenza

7. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

La conformazione del piano di posa delle fondazioni degli edifici è stata accertata mediante l'esecuzione di diversi saggi a pozzo che hanno messo in evidenza la presenza di depositi sedimentari a prevalente composizione sabbiosa. Le sabbie si presentano poco umide e prive di plasticità e mediamente addensate. I parametri geotecnici del terreno sono stati determinate mediante le prove di laboratorio eseguite su di un campione di terreno appositamente prelevato e da dati disponibili di letteratura provenienti da prove

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
 ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

eseguite sulla via Comunale Bisconte, adiacente alla Caserma Masotto. si ritiene il sottosuolo meglio assimilabile alla categoria “C” anche in relazione ai valori della velocità sismica equivalente determinata con le prove geofisiche effettuate e sulla base dei dati di letteratura comparata.

8. AZIONI DI CALCOLO

Le condizioni di carico elementari incluse nell’analisi di sicurezza sismica degli edifici sono le seguenti:

- Carichi Permanenti;
- Sovraccarichi Variabili;
- Carichi da Neve;
- Azioni Sismiche;

Le condizioni sono state ricavate come di seguito specificato e ripartite, ove possibile, sui rispettivi elementi strutturali secondo le rispettive aree di influenza.

8.1 Carichi Permanenti (par. 3.1.2 e 3.1.3 D.M. 17/01/2018)

Tale condizione di carico include i pesi propri degli elementi strutturali resistenti ed i sovraccarichi di esercizio (DM 2018 pt. 3.1.2, 3.1.3).

Il carico dovuto al peso proprio degli elementi è rappresentato attraverso un carico uniformemente ripartito sull’elemento strutturale (per unità di lunghezza, di superficie o di volume), agente secondo l’asse z negativo nel sistema di riferimento globale e pari al peso specifico del materiale costitutivo. In particolare il peso proprio della muratura è assunto in relazione alla tipologia individuata, il peso degli elementi in c.a. è pari a 2500 daN/m³, quello degli elementi in acciaio è pari a 7850 daN/m³ e quello degli elementi strutturali in legno a 350 daN/m³.

I sovraccarichi di esercizio raccolgono tutti i carichi strettamente connessi all’utilizzo in servizio della struttura, ovvero il peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali portati dagli elementi strutturali principali. Tali carichi, ripartiti sugli elementi strutturali portanti (per unità di lunghezza, di superficie o di volume) in funzione della zona di influenza, agiscono secondo l’asse z negativo nel sistema di riferimento globale.

8.2 Carichi variabili (par. 3.1.4 D.M. 17/01/2008)

I “*Sovraccarichi variabili*” comprendono la classe dei carichi legati alla destinazione d’uso dell’opera. Essi si distinguono in sovraccarichi uniformemente distribuiti, carichi lineari e carichi concentrati. Soltanto quelli uniformemente distribuiti formano oggetto di verifica globale di sicurezza per le strutture portanti mentre i restanti formano oggetto di verifiche locali e non devono essere sovrapposti con i primi. Essi,

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

ripartiti sugli elementi strutturali portanti (per unità di lunghezza, di superficie o di volume) in funzione della zona di influenza, agiscono secondo l'asse z negativo nel sistema di riferimento globale.

Le intensità da assumere per i sovraccarichi accidentali verticali, comprensivi degli effetti dinamici ordinari, sono riportati nella tabella 3.1.II del DM 14/01/2008. Con riferimento alle analisi in oggetto si differenzieranno i carichi in relazione alla destinazione d'uso dei locali:

- **Uffici non aperti al pubblico. Cat. B1** a cui corrisponde un carico di 200 daN/mq.
- **Uffici aperti al pubblico. Cat. B2** a cui corrisponde un carico di 300 daN/mq.
- **Coperture e sottotetti accessibili per sola manutenzione, Cat. H**, a cui corrisponde un carico di 50 daN/mq.
- **Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D, Cat. I**, da definire in relazione alla categoria di appartenenza.

8.3 Azione della neve (par. 3.4 D.M. 17/01/2008)

Il carico da neve è stato calcolato seguendo le prescrizioni del §3.4 del D.M. 2018 e le integrazioni della Circolare 02-02-2009 n. 617. Il carico da neve, calcolato come di seguito riportato, è stato combinato con le altre azioni variabili definite al §2.5.3, ed utilizzando i coefficienti di combinazione della Tabella 2.5.I del D.M. 2018. Il carico da neve superficiale da applicare sulle coperture è stato stimato utilizzando la relazione [cfr. §3.4.1 D.M. 2018]:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_r \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

- q_{sk} è il valore di riferimento del carico della neve al suolo, in [kN/m²].

8.4 Azione sismica

Il moto sismico è descritto dallo spettro di risposta elastico di riferimento delle due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale e sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta. Salvo quanto specificato al pt. 7.11 delle NTC18 non è necessario considerare la componente verticale.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicata per il valore della accelerazione orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano in funzione delle caratteristiche geologiche dell'area di sedime dell'immobile e della **probabilità di superamento** nel periodo di riferimento P_{VR} . Di seguito si riportano i parametri sismici necessari alla definizione degli spettri.

- *Caratteristiche della costruzione*

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

Periodo di riferimento per l'azione sismica:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 100 \text{ anni}$$

- *Caratteristiche del sito:*

Comune: Messina

Coordinate ED 50

Latitudine: 38.193333

Longitudine: 15.553889

- *Categoria di suolo:*

C ovvero "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s".

$$1.0 \leq S_s = 1.70 - 0.60 F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.5$$

$$C_c = 1.05 (T_c^*)^{-0.33}$$

- *Caratteristiche della superficie topografica:*

T1 (Superfici pianeggianti, pendii con inclinazione <15° (DM 14.01.08 pt. 3.2.2)

S_T=1

- *Probabilità di superamento di verifica nel periodo di riferimento SLV:*

(DM 17.01.18 pt. 3.2.1 e circolare del 02/02/2009)

P_{vr}=10%

- *Periodo di ritorno:* $T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = 949 \text{ anni}$

Tale periodo sarà utilizzato come riferimento nella determinazione dell'Indicatore di Rischio I_{R_SL} come definito nel seguito della presente relazione.

Di seguito sono riportati i parametri necessari alla costruzione degli spettri associati a ciascuno stato limite (SLO, SLD, SLV ed SLC) per i diversi valori del periodo di ritorno T_R.

Parametri di pericolosità sismica

Stato Limite	a _g /g	F ₀	T* _c	C _c	T _B	T _c	T _D	S _s
			[s]		[s]	[s]	[s]	
SLO	0.0903	2.311	0.301	1.56	0.157	0.470	1.961	1.50
SLD	0.1187	2.318	0.320	1.53	0.163	0.489	2.075	1.50
SLV	0.3337	2.444	0.382	1.44	0.184	0.551	2.935	1.21
SLC	0.4419	2.480	0.419	1.40	0.195	0.586	3.368	1.04

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
 ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

In Figura 19 sono riportate le curve degli spettri di risposta elastico e di progetto per gli stati limite sopra elencati.

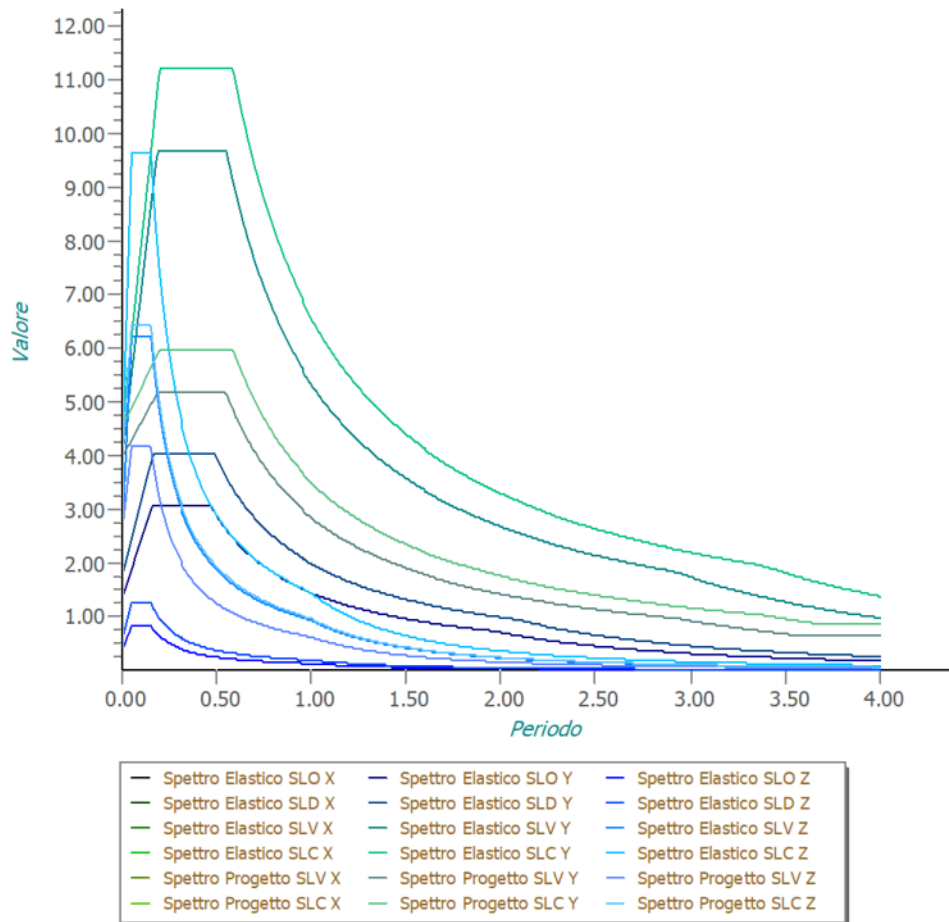


Figura 19 – Grafico Spettri di Risposta Magazzino 3 ($q=1.875$)

Nei quali per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita:

Fattore di Struttura (q_x) per sisma orizzontale in direzione X: 1,875;

Fattore di Struttura (q_y) per sisma orizzontale in direzione Y: 1,875;

Fattore di Struttura (q_z) per sisma verticale: 1,50.

Essendo la struttura oggetto di studio una struttura esistente, il fattore di struttura è calcolato secondo quanto indica la Circolare 02-02-2009 n. 617 al §C8.7.1.2. Per la verifica di edifici con analisi lineare ed impiego del fattore q , il valore da utilizzare per quest'ultimo è pari a:

- $q = 2,0 \cdot \alpha_u / \alpha_1$ per edifici regolari in elevazione;
- $q = 1,5 \cdot \alpha_u / \alpha_1$ negli altri casi;

in cui α_u e α_1 sono definiti al §7.8.1.3 del D.M. 2018. In assenza di più precise valutazioni, potrà essere assunto un rapporto α_u / α_1 pari a 1,5.

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
 ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

9. COMBINAZIONI DI AZIONI

Le **combinazioni sismiche** sono quelle previste nel DM18; in cui i valori dei coefficienti ψ_{2j} sono assegnati ai carichi accidentali presenti con esplicito riferimento alla tabella 2.5.1 del DM18 secondo la seguente combinazione:

$$G_1 + G_2 + E + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Le **combinazioni statiche** di riferimento vanno diversificate in funzione degli elementi strutturali:

- per gli elementi sismoresistenti verticali la combinazione statica di riferimento per la valutazione di vulnerabilità statica finalizzata all'analisi sismica del fabbricato è quella che prevede i carichi gravitazionali combinati come nel caso sismico $G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$
- per gli orizzontamenti e le coperture la combinazione statica di riferimento è quella prevista al punto 8.5.5 del DM08 relativa alle strutture esistenti, nella quale è consentito di adottare coefficienti parziali modificati in ragione del livello di informazione disponibile

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot Q_k + \gamma_Q \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Nel caso in oggetto, in ragione del tipo di rilievo geometrico e materico effettuato, si è scelto di mantenere i classici valori di $\gamma_G = 1 \div 1.3$ e $\gamma_Q = 0 \div 1.5$.

10. ANALISI STRUTTURALI E VERIFICHE DI SICUREZZA

Le analisi strutturali e verifiche di sicurezza dei 15 edifici in muratura portante della Caserma Masotto sono state svolte con modelli completi ad elementi finiti piani del tipo triangolari che includono nella loro rappresentazione tutti gli elementi portanti verticali e orizzontali. La scelta di tale approccio, che naturalmente risulta più onerosa e complessa, rispetto ad un modello per sottosistemi o per macroelementi, permette di valutare in maniera più approfondita sia lo stato tensionale che deformativo. Il modello completo prevede la schematizzazione dell'aggregato edilizio in un due livelli: Piano Terra e Piano Copertura. Il manufatto è posto su una fondazione schematizzata mediante travi in muratura o in c.a. con comportamento alla Winkler che prevede una reazione elastica lineare ortogonale alla superficie del terreno. La struttura sismoresistente verticale è costituita da pareti in muratura schematizzate attraverso elementi piani denominati HP-Shell (High Performance Shell), i quali consentono di conoscere tensioni e deformazioni in ogni punto della struttura, superando la classica modellazione a telaio equivalente. Tuttavia, in linea con gli approcci normativi vigenti, le verifiche sono svolte sugli elementi strutturali tipici della costruzione in muratura: *maschi*, *sub-maschi* e *fasce*, ottenendo le sollecitazioni risultanti per integrazione delle tensioni lungo una linea e/o superficie. Gli orizzontamenti in genere

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

consentono la trasmissione dei carichi verticali alle pareti su cui sono impostati, in funzione della loro area di influenza, mentre questi, in relazione alla loro rigidezza nel piano sono in grado di ripartire le azioni orizzontali alle pareti che ad essi afferiscono.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state svolte mediante l'ausilio di un programma di calcolo commerciale EDILUS MU Versione 42.00d BIM, distribuito da **ACCA software S.p.A.**, Via Michelangelo Cianciulli, 83048 Montella (AV), Tel. 0827/69504 r.a. - Fax 0827/601235; concesso in licenza d'uso all'ABGroup s.n.c. con n. di serie: **11020486 – 2012k**. Il modulo EDILUS – Mu schematizza la struttura portante verticale (pareti in muratura) attraverso elementi piani denominati HP-Shell (High Performance Shell). Dopo l'inserimento dell'input geometrico, dei carichi e la definizione delle proprietà dei materiali (Figura 20), viene generato un modello strutturale con una mesh la cui accuratezza è definibile (Figura 21); le analisi strutturali sono svolte su tale modello e da questo è possibile risalire alle sollecitazioni sui singoli elementi strutturali (maschi, sub-maschi e fasce) attraverso integrazione delle tensioni sulla superficie o su una direttrice (Figura 22). Il modello tiene conto della ripartizione delle azioni sugli elementi strutturali verticali attraverso un sistema di ripartizione delle azioni che è funzione della tipologia di orizzontamenti (Figura 23).

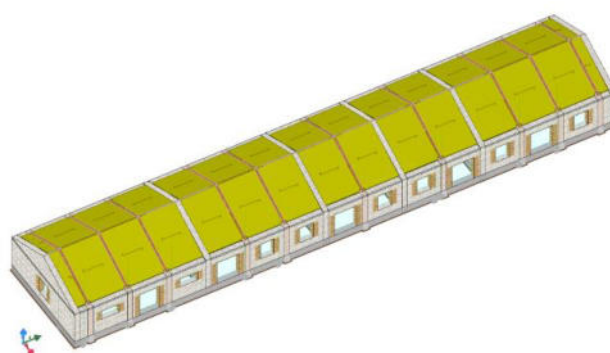


Figura 20 – Modello Geometrico_ Mag 1

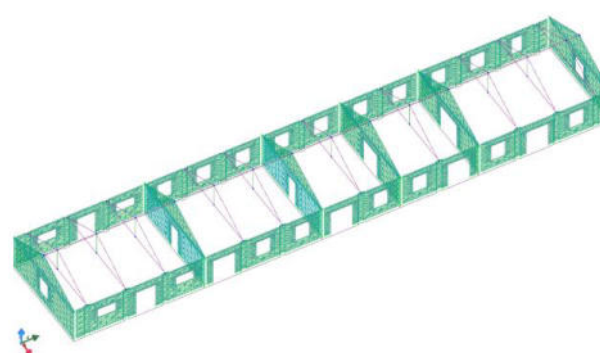


Figura 21 – Modello Strutturale_ Mag 1

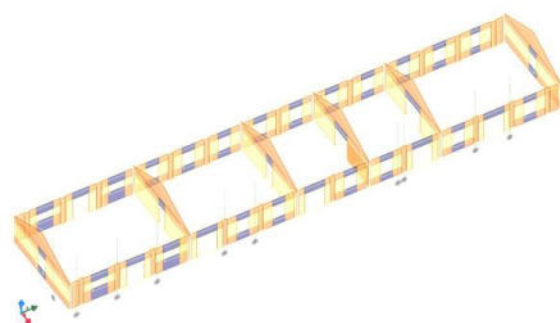


Figura 22 - Modello a Macroelementi_ Mag 1

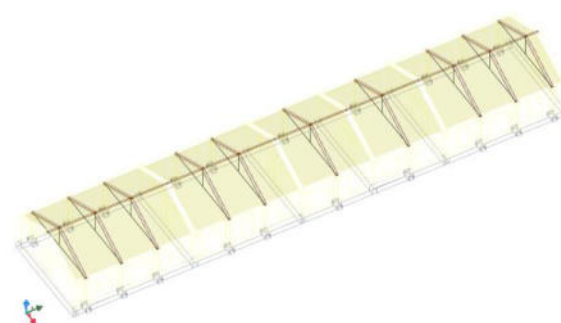


Figura 23 - Orizzontamenti_ Mag 1

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

Le analisi e le verifiche di sicurezza per la Palazzina G sono state eseguite considerando come sistema sismoresistente quello in muratura analogo a quello dei 15 modelli precedentemente illustrato, affidando agli elementi in c.a. un ruolo secondario.

Le analisi e le verifiche di sicurezza per la Palazzina 2 sono state eseguite con EDILUS C.A. schematizzando il manufatto con pareti portanti in c.a. su una fondazione a travi rovesce in c.a. e solai rigidi nel proprio piano.

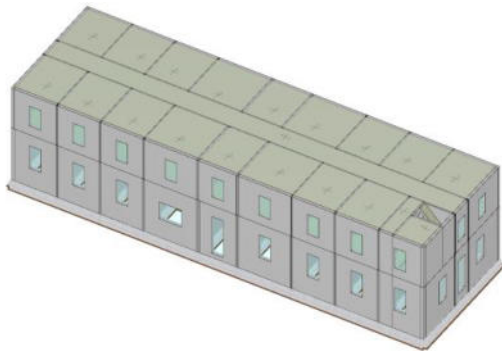


Figura 24 – Modello FEM, Palazzina 2

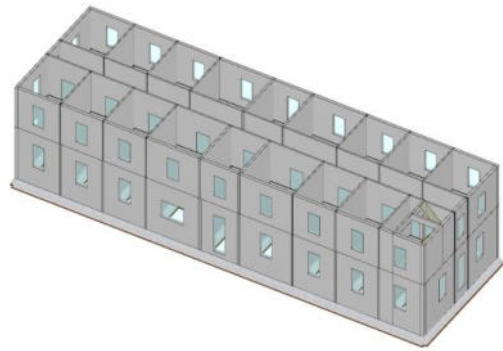


Figura 25 – Modello FEM senza solai, Palazzina 2

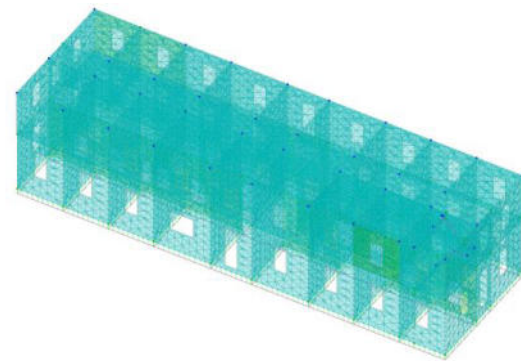


Figura 26 – Modello strutturale, Palazzina 2

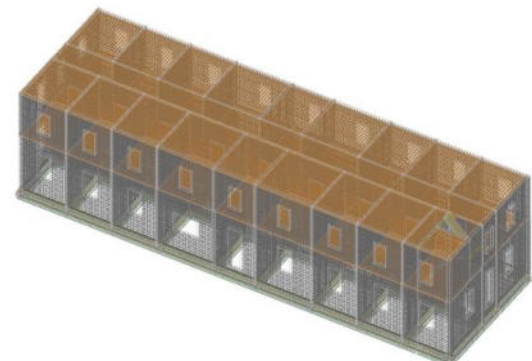


Figura 27 – Armature, Palazzina 2

Per ognuno dei 16 edifici sono stati svolte le seguenti analisi e verifiche di sicurezza:

- **Analisi Statica:** fondamentale per valutare le vulnerabilità statiche presenti nella struttura e verso le quali deve essere prioritariamente indirizzato l'eventuale intervento di rafforzamento/miglioramento;
- **Analisi Sismica dello Stato di Fatto:** finalizzato a valutare il grado di sicurezza sismica dello stato di fatto (Accelerazione sismiche di Collasso), scegliere la tipologia di intervento: *rafforzamento* o *miglioramento*, ed identificare gli elementi più "sensibili" su cui indirizzare gli eventuali interventi.

L'**Analisi Statica** prevede un'analisi per soli carichi verticali utilizzando i carichi verticali combinati in accordo con la normativa vigente secondo la **combinazione fondamentale**; mentre l'**Analisi Sismica** è stata svolta eseguendo un'analisi **dinamica modale**, considerando il comportamento della struttura in **regime elastico lineare** e ricorrendo ad un numero proprio di modi vibrare tale che la massa strutturale attivata sia superiore all'85%. Si è usata una mesh autogenerata costituita da elementi con lunghezza

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

massima di 50cm e che prevede infittimenti in corrispondenza dei fori e delle bucatore. È da sottolineare che considerato che i manufatti hanno quasi esclusivamente una sola elevazione fuori terra e che non posseggono un solaio rigido in copertura si attivano numerosi modi di vibrare della struttura che non permettono sempre di raggiungere l'85% della massa previsto dalle norme. Tuttavia, i modi prevalenti attivati si ritengono rappresentativi del comportamento del manufatto e dunque testimoniano la bontà delle analisi svolte.

Per i dettagli sui parametri e i risultati dei singoli manufatti si rinvia alle *R08 – Relazione di Calcolo* e *R09 – Tabulati di Calcolo* in cui sono contenuti tutti i risultati ottenuti. Una rappresentazione grafica dei modelli di calcolo adoperati e dei risultati ottenuti è riportata nelle *T04 – Sintesi dei Risultati delle Analisi e delle Verifiche*.

11. VERIFICHE DI VULNERABILITA'

Per quanto concerne la verifica degli elementi in muratura, visto che tali elementi sono schematizzati attraverso elementi FEM di tipo shell (HP Shell), si procede, preventivamente, a determinare le sollecitazioni agenti, attraverso l'integrazione delle tensioni eseguite su almeno tre sezioni. Una volta determinate le sollecitazioni (sforzo normale, momento e taglio nel piano e momento fuori piano) si procede alle verifiche di resistenza su tali elementi. In particolare, per i maschi murari, vengono eseguite le seguenti verifiche:

- **Pressoflessione nel piano:** la verifica, per gli elementi in muratura ordinaria, si effettua confrontando il momento agente di calcolo (M_S) con il momento ultimo resistente (M_u), calcolato assumendo la muratura non reagente a trazione ed un'opportuna distribuzione non lineare delle compressioni, secondo l'espressione (7.8.2) del D.M. 17/01/2018. Nel caso di una sezione rettangolare, tale momento ultimo può essere calcolato come:

$$M_u = (L \cdot t \cdot \sigma / 2) \cdot (1 - \sigma / 0,85 \cdot f_d)$$

dove:

M_u è il momento corrispondente al collasso per pressoflessione;

L è la lunghezza complessiva della parete (inclusiva della zona tesa);

t è lo spessore della zona compressa della parete;

$\sigma = P/(L \cdot t)$ è la tensione normale media, riferita all'area totale della sezione, con P forza assiale agente (positiva se di compressione). $M_R = 0$ se P è di trazione oppure se $(1 - \sigma / 0,85 \cdot f_d) < 0$;

$f_d = f_k / \gamma_M$ è la resistenza a compressione di calcolo della muratura.

- **Taglio nel piano:** la verifica, per gli elementi in muratura ordinaria, si effettua confrontando il taglio agente di calcolo (V_{Ed}) con il taglio ultimo resistente (V_{Rd}) calcolato secondo l'espressione (7.8.3) del

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

D.M. 2018. Per gli elementi realizzati in muratura armata, il taglio ultimo resistente (V_{Rd}) è calcolato secondo quanto indicato al §7.8.3.2.2 del D.M. 2018.

- **Pressoflessione fuori piano:** la verifica, degli elementi in muratura ordinaria, per le combinazioni sismiche, si effettua confrontando il momento agente di calcolo (M_S) con il momento ultimo resistente (M_R), calcolato assumendo un diagramma delle compressioni rettangolare, con un valore di resistenza pari a $0,85 \cdot f_d$ e trascurando la resistenza a trazione della muratura. Nel caso di una sezione rettangolare tale momento ultimo può essere calcolato come:

$$M_R = (t \cdot L \cdot \sigma / 2) \cdot (1 - \sigma / 0,85 \cdot f_d)$$

dove:

M_R è il momento corrispondente al collasso per pressoflessione;

L è la lunghezza complessiva della parete (inclusiva della zona tesa);

t è lo spessore della zona compressa della parete;

$\sigma = P / (L \cdot t)$ è la tensione normale media, riferita all'area totale della sezione, con P forza assiale agente (positiva se di compressione). $M_R = 0$ se P è di trazione oppure se $(1 - \sigma / 0,85 \cdot f_d) < 0$;

$f_d = f_k / \gamma_M$ è la resistenza a compressione di calcolo della muratura.

Per le combinazioni in assenza di sisma, invece, tale verifica viene effettuata secondo quanto indicato al §4.5.6.2 del D.M. 2018, confrontando lo sforzo normale di calcolo (N_S) con lo sforzo normale resistente (N_R). Nel caso di una sezione rettangolare tale sforzo normale resistente può essere calcolato come:

$$N_R = \Phi_t \cdot A \cdot f_d;$$

dove:

$A = L \cdot t$ è l'area della parete;

$f_d = f_k / \gamma_M$ è la resistenza a compressione di calcolo della muratura;

Φ_t è il coefficiente "trasversale" di riduzione della resistenza

Negli edifici in muratura esistente, in cui vi è una carenza sistematica di elementi di collegamento tra le pareti a livello degli orizzontamenti, è possibile richiedere una valutazione della vulnerabilità nei riguardi di **meccanismi locali**, che possono interessare non solo il collasso fuori dal piano di singoli pannelli murari, ma più ampie porzioni dell'edificio (ribaltamento e/o spanciamento di intere pareti mal collegate, ribaltamento e/o spanciamento di pareti sommitali, ecc.). Il modello utilizzato per questo tipo di valutazioni è quello dell'analisi limite dell'equilibrio delle strutture murarie, di cui al par. C8.A.4 della Circolare 02-02-2009 n. 617.

Per ogni possibile meccanismo locale, ritenuto significativo per l'edificio, il metodo si articola nei seguenti passi:

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

- trasformazione di una parte della costruzione in un sistema labile (catena cinematica), attraverso l'individuazione di corpi rigidi, definiti da piani di frattura ipotizzabili per la scarsa resistenza a trazione della muratura, in grado di ruotare o scorrere tra loro (meccanismo di danno e collasso);
- valutazione del moltiplicatore orizzontale dei carichi α_0 che comporta l'attivazione del meccanismo (stato limite di danno);
- valutazione dell'evoluzione del moltiplicatore orizzontale dei carichi α al crescere dello spostamento d_k di un punto di controllo della catena cinematica, usualmente scelto in prossimità del baricentro delle masse, fino all'annullamento della forza sismica orizzontale;
- trasformazione della curva così ottenuta in curva di capacità, ovvero in accelerazione a^* e spostamento d^* spettrali, con valutazione dello spostamento ultimo per collasso del meccanismo (stato limite ultimo);
- verifiche di sicurezza, attraverso il controllo della compatibilità delle resistenze richieste alla struttura (analisi cinematica lineare).

Per l'applicazione del metodo di analisi, si ipotizza:

- resistenza nulla a trazione della muratura;
- assenza di scorrimento tra i blocchi;
- resistenza a compressione infinita della muratura.

11.1 VERIFICHE DI VULNERABILITA' STATICHE

Tali verifiche sono state condotte sia per gli elementi portanti in muratura e c.a. che per gli orizzontamenti, quali: orditura secondaria e capriate, nonché per le fondazioni. I risultati ottenuti rivelano una sostanziale adeguatezza degli elementi strutturali di copertura in legno e in acciaio le cui verifiche sono state eseguite utilizzando:

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad [2.5.1]$$

Si ritiene tuttavia opportuno, ove necessario, rinforzare e/o sostituire gli elementi che denunciano evidenti fenomeni di degrado e/o rovina. Si suggerisce, invece, un intervento più esteso per le coperture delle Palazzine 1, C e G (Figura 28).

Le pareti dei manufatti in muratura denunciano, invece, una sostanziale vulnerabilità statica nei riguardi della pressoflessione fuori piano dovuta alla rilevante snellezza delle pareti e del loro comportamento prevalentemente a mensola, nonché a taglio nelle fasce murarie.

Non ci sono vulnerabilità statiche riguardano la Palazzina 2.

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

Nella Figura 28 si riporta una rappresentazione del Coefficiente di Sicurezza (rapporto tra capacità e domanda) relativamente alle coperture dei manufatti. In verde sono rappresentate le coperture che hanno un $CS > 1$, in giallo $1 > CS > 0.6$ e in rosso $CS < 0.6$.



Figura 28 – Coefficiente di sicurezza delle Coperture

11.2 VERIFICHE DI VULNERABILITA' SISMICHE

La valutazione della sicurezza delle costruzioni esistenti in muratura richiede la verifica degli stati limite definiti al paragrafo 3.2.1 delle NTC, con le precisazioni riportate al paragrafo 8.3 delle NTC. In particolare, si assume che il soddisfacimento della verifica allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita implichi anche il soddisfacimento della verifica allo Stato Limite di Collasso. Pertanto di seguito le verifiche di sicurezza saranno effettuate considerando il solo SLV.

Per i 15 dei 16 manufatti della Caserma Masotto, in cui gli elementi sismoresistenti verticali sono rappresentati dai maschi murari, si è identificato il livello di sicurezza sismico del singolo manufatto con il valore minimo dell'Indicatore di Rischio Sismico (Is), rapporto tra capacità e domanda in termini di accelerazione: PGA_C/PGA_D .

L'algoritmo utilizzato dal software che conduce alla verifica degli elementi allo SLU opera secondo il seguente procedimento:

- si costruiscono le combinazioni non sismiche in base al D.M. 2018, ottenendo un insieme di sollecitazioni;

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

- si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'azione del sisma secondo quanto indicato nel §2.5.3, relazione (2.5.5) del D.M. 2018;
- per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte (pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.

Secondo tale procedimento sono stati investigati i singoli edifici e per essi è stato possibile determinare il grado di sicurezza sismica. Si rinvia alle *R08 – Relazione di Calcolo* e *R09 – Tabulati di Calcolo* in cui sono contenuti tutti i risultati ottenuti. Una rappresentazione grafica dei modelli di calcolo adoperati e dei risultati ottenuti è riportata nelle *T04 – Sintesi dei Risultati delle Analisi e delle Verifiche*.

Le verifiche eseguite rivelano l'inadeguatezza l'estrema vulnerabilità dei manufatti dovuto prevalentemente ad uno schema strutturale sensibile alle azioni orizzontali. Caratterizzato da edifici a grande aula, con pareti a comportamento a mensola e senza irrigidimenti trasversali o alla testa dei maschi murari. Tale circostanza ribadisce, sostanzialmente, la rilevante vulnerabilità sismica dei maschi murari dei manufatti per azioni fuori dal piano, anche riguardo ad eventuali meccanismi di ribaltamento. L'assenza, inoltre, di pareti di irrigidimento nel lato corto dei manufatti determina una rilevante vulnerabilità delle pareti trasversali per azioni nel piano (Taglio e Pressoflessione nel piano).

In Figura 29 e in Figura 30 si riporta una rappresentazione dell'Indicatore di Rischio Sismico dei singoli manufatti in cui in verde sono rappresentate gli edifici che hanno un $I_s > 1$, in giallo $1 > I_s > 0.6$ e in rosso $I_s < 0.6$. I singoli valori rivelano una vulnerabilità maggiore per azioni fuori piano.



Figura 29 - I_s per azioni fuori piano



Figura 30 - I_s per azioni nel piano

La Palazzina 2 possiede, invece, livelli di sicurezza pari a quello di un edificio adeguato.

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
 ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

È da evidenziare inoltre che tutti i manufatti non denunciano vulnerabilità riguardanti l'interazione suolo struttura e le fondazioni risultano essere adeguate a sopportare i carichi di natura statica e sismica. Ovviamente, i manufatti in muratura possiedono una rilevante deformabilità determinata dallo schema a mensola delle pareti e pertanto le verifiche allo SLD non risultano soddisfatte.

12. CRITERI DI INTERVENTO

È opportuno ricordare che i 16 edifici della caserma Masotto rientrano tra i beni di interesse culturale ricadenti in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del DLgs 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio", e pertanto, in accordo con il paragrafo 8.4 delle NTC 2018 è in ogni caso possibile **limitarsi ad interventi di miglioramento**, effettuando la relativa valutazione della sicurezza. Tuttavia, dovendo questi assumere un ruolo strategico ai fini della protezione civile (**classe IV**) è necessario, come suggerito al paragrafo 8.4.2 delle NTC2018, che il **valore di ζ_B** , a seguito degli interventi di miglioramento, sia comunque **non minore di 0,6**.

Sulla base delle rilevanti vulnerabilità statiche e sismiche denunciate si suggerisce dunque di prevedere un sistema di irrigidimento trasversale delle pareti longitudinali, in numero e frequenza funzione della lunghezza dell'edificio e della presenza di pareti in muratura intermedie esistenti (Figura 31).

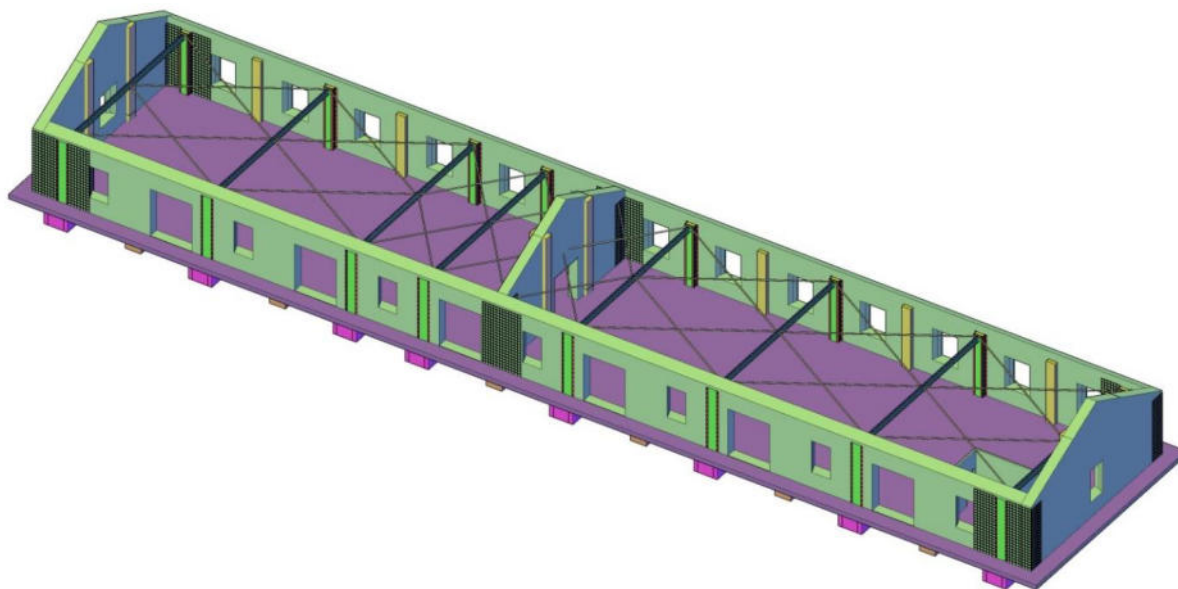


Figura 31 – Intervento di Miglioramento Sismico - Magazzino 4

È ipotizzabile per ragioni di tecnologiche ed economiche trasformare le colonne in muratura, su cui sono poggiate le capriate, in pilastri in acciaio calastrellati, alla testa dei quali installare una trave in acciaio che trasformi in telaio trasversale il nuovo sistema resistente. Una maggiore efficacia dell'intervento si ottiene se si prevede la controventatura orizzontale alla quota delle travi in acciaio. Infine, ove necessario, si può

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

prevedere, puntualmente, un rinforzo delle pareti e dei martelli murari attraverso l'applicazione di un intonaco armato con una rete in GFRP disposto sulle due facce.

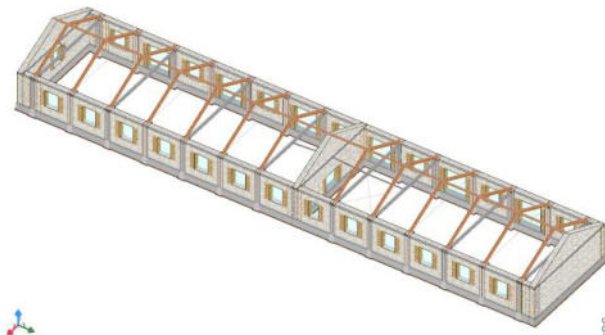


Figura 32 – Modello FEM con interventi

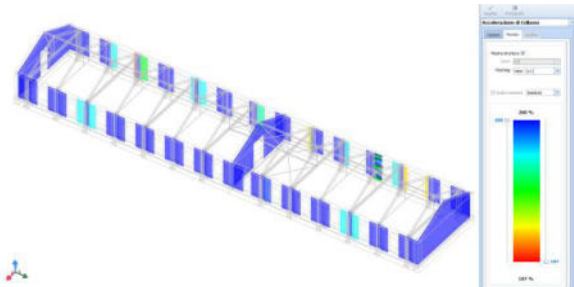


Figura 33 – Accelerazioni sismiche di collasso PFF_Mag 4

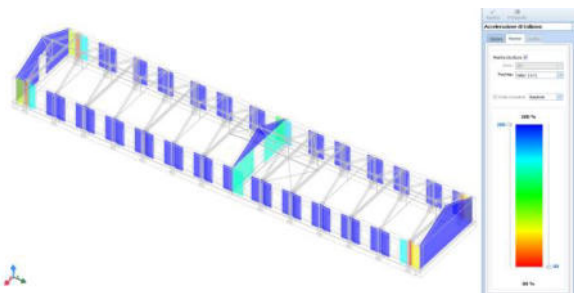


Figura 34 – Accelerazioni sismiche di collasso Taglio_Mag 4

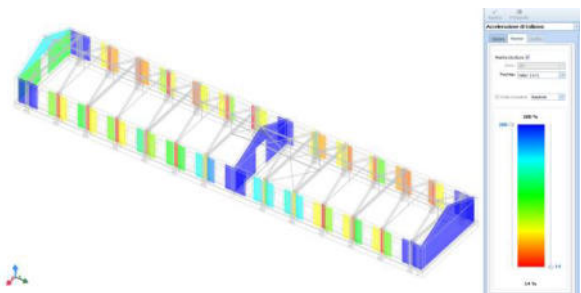


Figura 35 – Accelerazioni sismiche di collasso PFF_Mag 4

13. CONCLUSIONI

Oggetto del presente incarico è la *Verifica della vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto*. Il complesso della Caserma è composto da 16 edifici, quindici dei quali sono edifici a grande aula, ad una sola elevazione, a prevalente sviluppo longitudinale realizzati in muratura portante con copertura a doppia falda sostenuta da un'orditura secondaria in legno poggiante su capriate in legno e/o acciaio. Un solo edificio, la Palazzina 2, possiede due elevazioni fuori terra ed è interamente realizzata con una struttura a pareti in c.a. Essi sono edifici dichiarati di interesse storico dalla Soprintendenza di Messina.

- gli edifici della caserma Masotto sono sottoposti tutela dalla Soprintendenza di Messina in quanto di interesse storico;
- l'analisi di vulnerabilità sismica è rivolta a valutare una possibile riconversione degli edifici come sede della Polizia di Stato e pertanto, le analisi sono state eseguite assumendo una $V_n=50$ anni e per una $C_u=IV$;
- il percorso di conoscenza utilizzato, che ha previsto il rilievo geometrico degli edifici, l'identificazione delle specificità storiche e costruttive (rilievo materico) delle fabbriche,

R.T.P.: SUD PROGETTI srl – via Generale E. Di Maria, 83, Palermo
ABGroup snc – via Maggiore P. Toselli 10, Palermo

Committente: Agenzia del Demanio – Direzione Regionale Sicilia
Servizio: Verifiche di vulnerabilità sismica degli immobili costituenti la Caserma Masotto di Messina
Elaborato: R01 – Relazione Generale sulla verifica della vulnerabilità sismica

l'identificazione delle proprietà meccaniche dei materiali, l'identificazione delle proprietà dei terreni e delle fondazioni, ha permesso di raggiungere un elevato livello di conoscenza ($FC=1.15$), assimilato ad un LC2;

- le analisi e le verifiche di sicurezza sugli edifici sono stati eseguiti con modelli completi ad elementi finiti che includono la rappresentazione di tutti gli elementi portanti del manufatto;
- gli edifici in muratura hanno denunciato la presenza di diffuse vulnerabilità statiche e sismiche per azioni fuori piano delle pareti in muratura e a taglio per le pareti trasversali;
- Il sistema strutturale di tali edifici, poco adatto a sopportare e ripartire eventuali carichi orizzontali, richiede interventi di miglioramento statico/sismico che devono essere rivolti a irrigidire trasversalmente gli edifici e migliorare il comportamento a mensola dei maschi murari;
- la Palazzina 2 possiede livelli di sicurezza pari a quelli di una struttura adeguata.