

SG.INARCH Società di ingegneria



*via A.Moro, 14A int 10 - 95030 NICOLOSI  
via Nazionale 25 Mistretta  
tel. + 39 095/911727. + 39 3933359775*

# COMUNE DI ITALA

Provincia di Messina

**IL R.U.P. :**

**PROGETTISTA :** SG.INARCH s.r.l.s.  
Dott.Ing. Gaetano Saitta

## PROGETTO

MIGLIORAMENTO STRUTTURALE E ANTISISMICO  
EDIFICIO SEDE DEL COMUNE

**ELABORATO : RELAZIONE TECNICA GENERALE**

COMMESSA	FASE	REV.	DATA EMISSIONE	SCALA	DOCUMENTO
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	PE	<input type="checkbox"/>	<b>NOVEMBRE 2017</b>		G E N <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 0 1

1				
0				
REV.	DATA	DESCRIZIONE		APPROVATO

## Sommario

PREMESSA.....	2
ANALISI STORICO-CRITICA (punto 8.5.1 ntc) .....	2
RILIEVO (punto 8.5.2 ntc).....	3
CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI (punto 8.5.3 ntc).....	4
LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA (punto 8.5.4 ntc).....	6
AZIONI (punto 8.5.5 ntc).....	7
MATERIALI (punto8.6 ntc).....	8
INTERVENTO.....	9
FONDAZIONI,PILASTRI E TRAVI.....	12

## **Relazione tecnica strutturale**

### **PREMESSA**

La presente relazione riguarda il progetto esecutivo dei lavori di miglioramento sismico del fabbricato adibito a sede del Municipio nel comune di Itala.

Esso rappresenta un edificio strategico ai fini della protezione civile così come individuato dalle ordinanze emanate dal dipartimento nazionale e dai successivi decreti dirigenziali regionali.

Il progetto viene redatto a seguito di finanziamento ottenuto tramite la OCDPC n. 171 del 2014 come da determina del dirigente generale n. 641 del 27/03/2017.

Per l'intervento di miglioramento sismico le vigenti norme tecniche prevedono la valutazione della sicurezza prima e dopo l'intervento, e deve essere dimostrato, ai sensi dell'ordinanza sopradetta, di raggiungere un valore minimo del rapporto capacità/domanda pari ad 0,6 con un incremento non inferiore al 20% in termini di accelerazione per lo SLV . Al fine di soddisfare quanto contenuto nell'ordinanza è stato effettuato il confronto tra i valori ottenuti con la verifica della struttura nelle condizioni attuali di geometria e caratteristiche fisico meccaniche dei materiali , e la verifica con le opere di miglioramento.

### **ANALISI STORICO-CRITICA (punto 8.5.1 ntc)**

L'edificio è stato edificato negli anni settanta ed è ubicato all'interno del centro edificato del comune in posizione isolata rispetto agli edifici limitrofi. Esso è contornato da spazi pubblici , transitabili sia a piedi che con autoveicoli , che rappresentano vie di esodo in caso di calamità anche se la loro larghezza non consente agli automezzi un traffico a doppio senso di circolazione .

Il comune di Itala rientrava tra i comuni dichiarati sismici di 2° categoria dal decreto 1684 del 1962, pertanto i calcoli di stabilità, a suo tempo presentati e autorizzati dall'ufficio del genio civile di Messina con provvedimento n.9866 del Settembre 1971, facevano riferimento a tale normativa. I materiali utilizzati per la realizzazione della struttura, come si evince dal tabulato di calcolo sono: Conglomerato con  $\sigma_c$  40 kg/cm<sup>2</sup> e acciaio con  $\sigma_c$  1200kg/cm<sup>2</sup>.

L'edificio si sviluppa su due livelli fuori terra più il torrino della scala che porta alla copertura calpestabile ove in atto è sistemato un impianto fotovoltaico.

Ai vari piani trovano collocazione tutti i servizi comunali siano essi sia servizi tecnici che amministrativi e sociali.

Dopo la costruzione l'edificio non ha subito lavori di interesse strutturale, tranne opere che rientrano nella normale manutenzione ordinaria quale la revisione degli impianti igienici e lavori di coloritura di qualche vano. Non si hanno notizie circa interventi di altra tipologia interessanti l'aspetto distributivo delle partizioni interne dell'edificio. I lavori prima detti sono stati eseguiti, presumibilmente negli anni settanta..

### **RILIEVO (punto 8.5.2 ntc)**

Al fine di effettuare le verifiche previste dalle norme attuali è stato condotto un rilievo dettagliato dell'edificio e delle sue parti.

Da un punto di vista strutturale l'edificio è composto da organismi resistenti in cemento armato e dal rilievo puntuale eseguito è stato possibile riscontrare e quotare con le effettive dimensioni tutti gli elementi strutturali quali pilastri in c.a. e travi che in linea di massima coincidono con quanto contenuto negli elaborati visionati presso l'ufficio del genio civile. Il rilievo metrico effettuato è stato riportato in apposite tavole con le quote effettive

La muratura di compagno perimetrale esterna è costituita da mattoni pieni e malta cementizia, tipologia usuale dell'epoca nell'area del Messinese, mentre le tramezzature per la divisione degli ambienti sono costituite da laterizi da cm 8 . Gli orizzontamenti sono costituiti da solai in conglomerato di cemento e laterizi , tipologia classica dell'epoca dell'altezza complessiva strutturale di cm 19, costituite da cm 14 di laterizio e cm 5 di caldana . Nelle zone di appoggio dei solai non è stata rinvenuta alcuna fascia piena , per cui anche se il solaio può essere ipotizzato rigido nel proprio piano, ha un grado di vincolo che non può essere assimilato all'incastro. Da quanto è stato possibile acquisire presso il comune, all'ufficio del genio civile di Messina e dai saggi effettuati si evince che il sistema fondazionale è costituito da travi rovesce di sezione pari a cm 50\*100 che sono impostate su un massetto in cls in modo da evitare il diretto contatto con il sedime di fondazione la cui composizione geologica, generalmente , è la causa principale dell'ammaloramento del conglomerato strutturale .

### **CARATTERIZZAZIONE MECCANICA DEI MATERIALI (punto 8.5.3 ntc)**

In via preliminare , al fine di definire nel suo complesso il fabbricato e per potere valutare il livello di sicurezza è necessario conoscere oltre alla tipologia strutturale anche le caratteristiche meccaniche generali dei materiali impiegati , nonché il funzionamento del complesso fondazione – fabbricato in elevazione.

Per l'acquisizione di tali dati sono state effettuate le seguenti operazioni :

- acquisizione documenti e atti progettuali esistenti;
- rilievo strutturale in sito;
- indagine e prove diagnostiche in sito .

I documenti rinvenuti sono anche necessari per capire la genesi di eventuali degradi strutturali e/o delle caratteristiche di resistenza dei materiali impiegati per la costruzione.

Le indagini e prove in sito sono consistite in rilievi pacometrici che hanno interessato gli elementi strutturali quali pilastri e travi dei vari piani e dei vari corpi di fabbrica , nonché l'orditura dei solai.

Scopo dell'indagine pacometrica è stato quello di investigare gli elementi in calcestruzzo armato, analizzando a campione alcuni di essi in modo da rilevare la struttura e la geometria dell'armatura contenuta in essa, definendo in particolare:

la direzione ed il diametro degli elementi metallici longitudinali (armature principali) e quelli trasversali (staffe); la profondità di tali elementi dalla superficie della parete indagata (copriferro);

Per l'esecuzione dell'indagine, è stato utilizzato il pacometro DMF10 Zoom Professional della Bosch.

Sono stati effettuati carotaggi, in numero di 4 che hanno interessato sia i pilastri che le travi al fine di determinare la profondità, natura e tipologia del conglomerato , nonché del suo stato di conservazione.

Per tale indagine è stata impiegata una carotatrice a rotazione elettrica, marca HILTI modello DD300, dotata di carotiere con corona diamantata e raffreddamento ad acqua.

La consistenza granulometrica viene anche analizzata attraverso l'osservazione diretta delle carote estratte, nonché, attraverso le immagini della endoscopia effettuata nel foro di carotaggio.

Sono state prelevate n 4 barre di armatura di vari diametri per essere portate in laboratorio per le relative prove che fanno parte integrante della presente relazione.

## LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA (punto 8.5.4 ntc)

La normativa prevede che per il livello di conoscenza LC2 per strutture in cemento armato è necessario procedere ad una serie di verifiche sia per definire i dettagli strutturali che per caratterizzare i materiali e la geometria delle strutture secondo le tabelle di seguito esposte.

### A. Edifici in CA

Livello di conoscenza	Geometria (carpenterie)	Rilievo dei dettagli costruttivi		Metodi di analisi consentiti	FC
		Per ogni tipo di elemento «primario» (trave, pilastro, ...)	Prove sui materiali		
Verifiche limitate		La quantità e la disposizione dell'armatura sono verificate per almeno il 15% degli elementi	1 provino di CLS per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 1 campione di armatura per piano dell'edificio		
Verifiche estese		La quantità e la disposizione dell'armatura sono verificate per almeno il 35% degli elementi	2 provini di CLS per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 2 campioni di armatura per piano dell'edificio		
Verifiche esaustive		La quantità e la disposizione dell'armatura sono verificate per almeno il 50% degli elementi	3 provini di CLS per 300 m <sup>2</sup> di piano dell'edificio, 3 campioni di armatura per piano dell'edificio		
Livello di conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi consentiti	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali con rilievo visivo a campione oppure rilievo <i>ex novo</i> completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca + <i>limitate</i> verifiche in sito	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca + <i>limitate</i> prove in sito	Analisi lineare statica o dinamica	1,35
LC2	idem	Disegni costruttivi incompleti + <i>limitate</i> verifiche in sito oppure <i>estese</i> verifiche in sito	Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali + <i>limitate</i> prove in sito oppure <i>estese</i> prove in sito	tutti	1,20
LC3	idem	Disegni costruttivi completi + <i>limitate</i> verifiche in sito oppure <i>esaustive</i> verifiche in sito	Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto + <i>estese</i> prove in sito oppure <i>esaustive</i> prove in sito	tutti	1,00

La campagna di indagini , nel nostro caso , per livello di conoscenza LC2, verifiche limitate, è consistita in:

- esecuzione di indagini magnetometriche con pacometro su n.20 elementi strutturali (pilastri, travi e muri di contenimento) distribuiti nei vari corpi di fabbrica e nei vari piani dell'edificio;
- estrazione di carote in calcestruzzo da n. 4 elementi strutturali (pilastri, travi, fondazione );
- determinazione della profondità di carbonatazione sulle carote estratte;
- determinazione in laboratorio della massa volumica e della resistenza a compressione delle carote estratte;
- estrazione di barre di armatura da n. 4 elementi strutturali (pilastri e travi);
- prove di trazione in laboratorio per la determinazione dei parametri caratteristici di resistenza;
- prove sclerometri che sulle strutture del piano terra e del primo piano.

Ciò ha consentito di definire un fattore di confidenza pari ad 1,2.

### **AZIONI (punto 8.5.5 ntc)**

Per la verifica strutturale sono state considerate le azioni previste dalla normativa vigente e precisamente:

- azioni dovute al peso proprio delle strutture
- azioni dovute al peso proprio dei solai di piano e di copertura
- azioni dovute al peso proprio dei corpi scala
- azioni dovute al sovraccarico su solai, scale e copertura;
- azioni dovute all'azione sismica
- azione dovuta alla variazione di temperatura

Combinazione delle azioni sopracitate per gli stati limite considerati



## MATERIALI (punto 8.6 ntc)

### Valori caratteristici materiali

Per quanto attiene ai materiali considerati per le verifiche si è fatto riferimento alle caratteristiche meccaniche degli acciai e dei conglomerati scaturiti dalle prove di laboratorio effettuate sui campioni prelevati e riassunti nella seguente tabella

RISULTATI DELLA PROVA*													
N°	Carota Sigla	Data Prova	Dimensioni <sup>1</sup>			Sez. (mm <sup>2</sup> )	Peso (kg)	Massa Volum. (kg/m <sup>3</sup> )	Carico di rottura (kN)	Resistenza (N/mm <sup>2</sup> )	Umidità Superf. <sup>2</sup>	Preparaz. provino <sup>3</sup>	Rottura <sup>4</sup>
			∅ mm	h mm	∅/h								
1	CA1	19/09/2017	93,7	93,5	1,0	6885	1,452	2255	106,7	15,5	A	M	S
2	CA2	19/09/2017	93,7	93,8	1,0	6887	1,351	2092	79,1	11,5	A	M	S
3	CA3	19/09/2017	93,6	93,4	1,0	6882	1,464	2278	99,9	14,5	A	M	S
4	CA4	19/09/2017	93,6	93,8	1,0	6882	1,60	2479	170,3	24,7	A	M	S

Trazione								
sigla	d <sub>n</sub>	S <sub>e</sub>	f <sub>y</sub>	f <sub>t</sub>	(f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> )	A <sub>t</sub>	A <sub>g</sub>	A <sub>gt</sub>
	mm	mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		%	%	%
Fe01	16	207,62	454	659	1,45	17,9	12,4	12,7
Fe02	16	207,49	387	543	1,40	15,8	17,0	17,3
Fe03	14	155,96	370	522	1,41	34,0	18,1	18,4
Fe04	16	206,25	380	550	1,45	21,6	14,6	14,9

Sono state effettuate anche prove sclerometriche in numero sufficiente a determinare il valore di resistenza  $F_{ck} = 13,8 \text{ N/mm}^2$  per il pilastro ed  $F_{ck} = 16,2 \text{ N/mm}^2$  per la trave. La fase di sintesi del complesso delle indagini è determinante ai fini di calibrare una corretta valutazione della resistenza sismica delle strutture.

I valori di resistenza a compressione dei campioni di calcestruzzo prelevati sono stati interpretati utilizzando le NTC che, trattando il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera, ritengono accettabili valori medi di resistenza secondo la seguente espressione:

$$f_c = f_{core} \cdot F_l/d \cdot F_d$$

dove:

-  $f_{core}$  : è la resistenza scaturita dalla prova di compressione del campione;

-  $F_l/d$  : correzione per snellezza del provino, pari a:  $0,83 + (1 - 0,83) (l / D - 1)$

- Fd : correzione per il disturbo, pari a  $1 / 0.85$ .

Il criterio seguito per la caratterizzazione della resistenza meccanica è stato quello di raggruppare i risultati ottenuti per elementi omogenei, di tali risultati scartare quelli che presentano un valore anomalo rispetto agli altri .

Valori medi utilizzati nel calcolo:

travi :  $11,5+16,2= 13,85 *0,83/0,85$  viene scartato il valore di 24,7 N/mm<sup>2</sup> in quanto molto diverso dagli altri valori

pilastrini:  $15,5+14,5+13,8=14,6 *0,83/0,85 = 14,25$  N/mm<sup>2</sup>

Per quanto riguarda i provini di acciaio , dalle prove eseguite si sono avuti i risultati sintetizzati nella tabella allegata.

I valori utilizzati nelle verifiche sono:

$F_y=(387+370+380)/3=379$ N/mm<sup>2</sup> viene scartato il valore di 454 N/mm<sup>2</sup>

$F_t= (543+522+550)/3= 538$  N/mm<sup>2</sup> viene scartato il valore di 659 N/mm<sup>2</sup>

Come si può vedere dai risultati delle prove effettuate dal laboratorio ci troviamo di fronte a valori della resistenza caratteristica del conglomerato al disotto della media e da quelle previste dalle attuali norme.

## **INTERVENTO**

Al fine di descrivere e, prima ancora, studiare la tipologia di intervento da adottare per il fine ultimo che è il miglioramento della struttura esistente, è bene richiamare le caratteristiche geologico-geotecniche del sito in esame. Da un punto di vista stratigrafico si nota la presenza di filladi talvolta passanti a metareniti. Per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche del sedime su cui insiste l'edificio sono stati utilizzati dati provenienti da una recente campagna di indagini effettuata nella vicina c.da Mannello, nonché i risultati ottenuti dall'esecuzione di n. 1 prova sismiche attive M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Wave) e n. 1 prospezione sismica a rifrazione. Di seguito viene sintetizzata la successione stratigrafica individuata.

- Complesso Detritico

Litologicamente risulta formato da sabbia limosa e ghiaia con immersi dentro questa matrice ciottoli di dimensione centimetrica e decimetrica di natura metamorfica.

Tale coltre si presenta allentata o maggiormente areata rispetto ai litotipi sottostanti, formati da rocce metamorfiche.

I parametri geomeccanici di tali litotipi sono:

$$C=0,00 \text{ Kg/cm}^2 \quad \gamma= 1,75 \text{ t/m}^3 \quad \varphi=26^\circ$$

- Complesso Metamorfico

Le caratteristiche geomeccaniche variano con il grado di fratturazione e diminuiscono con l'aumentare delle fessure e dello spessore d'alterazione.

I parametri delle filladi alterate che arrivano fino a 10,00 metri sono i seguenti:

$$C=0,00 \text{ Kg/cm}^2 \quad \gamma= 1,95 \text{ t/m}^3 \quad \varphi= 28^\circ$$

Permeabilità da bassa a medio-alta per il complesso litoide, (per fratturazione) variabile con il grado di fratturazione e l'orientamento delle discontinuità.

Discreta capacità di ritenuta dei suoli

$$(K>10^{-5} \text{ cm/s, c.i.p. 50-60\%})$$

I parametri delle filladi integre meno alterate che si trovano da 10,00 m. in poi, sono i seguenti:

$$C=0,00 \text{ Kg/cm}^2 \quad \gamma= 2,05 \text{ t/m}^3 \quad \varphi=30^\circ-35^\circ$$

Gli stessi depositi presentano una componente limosa che conferisce all'insieme una certa coesione apparente, e quindi dei vincoli di aggregazione, ma per scopi ampiamente cautelativi la coesione viene trascurata a vantaggio della sicurezza.

La ristretta zona in cui ricadono le strutture interessate dall'intervento in progetto, non presenta forme di dissesto e/o da fenomeni erosivi in atto e non rientra tra le aree del

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Siciliana soggette a pericolosità e/o rischio geomorfologico.

Inoltre si ritiene che i lavori previsti, non comportando sbancamenti e/o movimenti di terra, non determineranno alcuna alterazione all'assetto geomorfologico locale.

Gli interventi strutturali in un edificio in c.a. necessitano di una filosofia di approccio che tenga conto della tipologia edilizia, della regola dell'arte di edificazione, dei materiali costituenti i macro elementi che caratterizzano il fabbricato. Nel progetto dell'intervento ci si è prefissati lo scopo di limitare la variazione del regime dei pesi dell'edificio che possono incidere negativamente sotto azioni dinamiche quali è il sisma.

Sappiamo bene che la nuova filosofia di approccio al fenomeno sismico predilige le strutture che riescono a dissipare energia rimanendo in campo elastico per sismi lievi e in campo plastico per sismi violenti senza però raggiungere il collasso.

Poichè ci troviamo di fronte a un edificio esistente non possiamo prescindere dalla sua configurazione strutturale data all'epoca della costruzione, epoca peraltro in cui il comune era stato dichiarato sismico di seconda categoria.

## **Fondazioni**

L'analisi effettuata ci restituisce valori di tensioni sul terreno e sulle strutture fondazionali compatibili con le caratteristiche meccaniche sia del terreno che della fondazione. Dagli esecutivi strutturali acquisiti in visione presso l'ufficio del genio civile di Messina è stato possibile desumere le dimensioni geometriche della trave di fondazione e la tipologia di armature messe in opera. La relazione geotecnica descrive meglio tutto il sistema e in essa sono contenuti i risultati dei calcoli specifici.

In particolare l'intervento di miglioramento strutturale non interessa il sistema fondazionale che quindi non subisce alcuna alterazione.

## **Pilastrini e Travi**

Le prove sui materiali effettuate dal laboratorio, unitamente alle indagini sulla quantità di armatura presente nelle strutture hanno orientato la scelta di un intervento che prevede l'utilizzo di un sistema di rinforzo per sollecitazioni a taglio e flessione degli elementi in cemento armato mediante l'applicazione di materiali compositi di natura fibrosa FRP (fibre rinforzate polimeriche) tipo ruredil o similari. Inoltre dall'analisi statica non lineare effettuata ci si è resi conto della necessità dell'inserimento di un sistema di controventature al piano terra in modo da riportare lo spostamento massimo della struttura entro limiti tali da mantenere il rapporto capacità domanda superiore al valore previsto dalla normativa.

Il progetto dell'intervento con l'utilizzo delle fibre deve rispettare quanto previsto dal Decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 220 del 09 luglio 2015 con il quale è stata approvata la "Linea Guida per la identificazione, la qualificazione ed il controllo di accettazione di compositi fibrorinforzati a matrice polimerica (FRP) da utilizzarsi per il consolidamento strutturale di costruzioni

esistenti.”, licenziata con parere favorevole n.115/2013 del 19 febbraio 2015 dalla Prima Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni, approvate con D.M. 14 gennaio 2008 prescrivono, al punto 11.1, che tutti i materiali e prodotti da costruzione, quando impiegati per uso strutturale, debbano essere identificabili, in possesso di specifica qualificazione all'uso previsto e debbano altresì essere oggetto di controllo in fase di accettazione da parte del Direttore dei lavori.

L'utilizzo a fini strutturali dei suddetti materiali nell'ambito di interventi di consolidamento di costruzioni esistenti, e perciò comunemente noti anche come sistemi di rinforzo FRP, è attualmente trattato al punto 8.6 delle NTC 2008.

Di seguito vengono riepilogate le caratteristiche tecniche del materiale utilizzato .

Rete bi-direzionale non bilanciata in PBO per rinforzi strutturali a base cementizia di costruzioni in calcestruzzo è un sistema di rinforzo strutturale costituito da una rete bidirezionale in fibre di PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo) e da una matrice inorganica stabilizzata appositamente formulata per l'utilizzo su supporti in calcestruzzo armato. Questo sistema brevettato, denominato FRCM (Fiber Reinforced Cementitious Matrix), non utilizza resine epossidiche ed eguaglia le prestazioni dei tradizionali FRP con fibre di carbonio e legante epossidico.

Il sistema è costituito da:

- 1) rete in fibra di PBO con larghezza 50 e lunghezza 15 m o larghezza 100 e lunghezza 15 m;
- 2) matrice inorganica stabilizzata conforme alla norma UNI EN 1504-3.

Il sistema , grazie all'impiego della matrice inorganica offre maggiori prestazioni anche rispetto ad un rinforzo FRP a base di resina epossidica o poliestere in quanto vi è un incremento della resistenza a flessione semplice, taglio e pressoflessione di

pilastri e travi, della duttilità nelle parti terminali di travi e pilastri, della resistenza dei nodi travopilastro.

L'elevato incremento della duttilità nell'elemento strutturale rinforzato conferisce grande capacità di dissipazione dell'energia ed elevata affidabilità del sistema, anche se sottoposto a

sovraccarichi di tipo ciclico (es. sisma);

Il sistema viene impiegato per il rinforzo delle strutture in calcestruzzo armato normale e precompresso, in particolare, si applica nel rinforzo statico di strutture soggette a flessione, a taglio, a torsione;

Nel campo dell'adeguamento sismico si impiega per incrementare la resistenza a flessione semplice e/o a pressoflessione di pilastri e travi e la resistenza a taglio di travi e pilastri nonché la duttilità delle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura;

Caratteristiche tecniche della fibra in PBO (poliPARAFENILEN BENZOBISOXAZOLO) utilizzata nei calcoli sono:

Resistenza a trazione 5,8 GPa

Modulo elastico 270 GPa

Densità di fibra 1,56 g/cm<sup>3</sup>

Allungamento a rottura 2,15 %

Peso delle fibre di PBO nella rete 88 g/m<sup>2</sup>

Spessore equivalente di tessuto secco in direzione dell'ordito 0,0455 mm

Spessore equivalente di tessuto secco in direzione della trama 0,0115 mm

Carico di rottura dell'ordito per unità di larghezza 264,0 kN/m

Carico di rottura della trama per unità di larghezza 66,5 kN/m

Peso della rete (supporto + fibre in PBO) 110 g

Caratteristiche della matrice inorganica:

Consistenza (UNI EN 13395-1) 175 mm

Peso specifico malta fresca (EN 1015-6) 1,80 } 0,05 g/cc

Acqua d'impasto per 100 kg 25 - 27 litri

Resa  $\approx$  1,400 kg/m<sup>2</sup>/mm

Resistenza a compressione (UNI EN 196-1) 40,0 MPa

Resistenza a flessione (UNI EN 196-1) 4,0 MPa

Modulo elastico secante (UNI EN 13412) 12.500 MPa

PUSHOVER	PUSH ANTE SLV PGA cSLV/ PGAdSLV	PUSH POST SLV PGA cSLV/ PGAdSLV	DELTA PGA
1	0.185	1.028	0.843
2	0.185	0.828	0.643
3	0.123	0.721	0.598
4	0.108	0.644	0.536
5	0.123	1.242	1.119
6	0.123	1.012	0.889
7	0.108	0.721	0.613
8	0.108	1.319	1.211
9	0.185	0.997	0.812
10	0.185	0.844	0.659
11	0.123	0.874	0.751
12	0.108	0.613	0.505
13	0.108	1.242	1.134
14	0.123	1.319	1.196
15	0.108	0.675	0.567
16	0.108	1.350	

Da quanto ottenuto tramite le verifiche strutturali in condizioni post intervento si può senz'altro affermare che le opere previste in progetto sono efficaci e fanno sì che l'edificio, nel suo complesso, raggiunga un indice di rischio superiore all'unità che è quello minimo previsto per l'adeguamento.

Per l'edificio in esame, il sottoscritto dott. Ing. Gaetano Saitta n. q. di amm.re e D.T. della società SG.INARCH srls, progettista delle opere



Dichiara che il progetto strutturale depositato al genio civile , a meno di qualche variazione , è rispondente al progetto approvato e realizzato.

IL Progettista

Dott. Ing. Gaetano Saitta n.q.