

Libero Consorzio Comunale di Trapani

(ex art. 1 della L.R. n. 15 del 04/08/2015)

già Provincia Regionale di Trapani

SETTORE

GESTIONE E COORDINAMENTO SERVIZI TECNICI E PUBBLICA ISTRUZIONE

9° Ufficio Tecnico Edilizia, Gestione Beni Immobili Patrimoniali

P.E.C.: provincia.trapani@cert.prontotp.net - C.F. : 93004780818

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ECONOMICA

RELAZIONE TECNICO – ILLUSTRATIVA

Lavori urgenti di adeguamento sismico ed efficientamento energetico del Liceo Classico di Salemi “D’Aguirre” – Cod. edif. 0810182044



Il Progettista
Arch. Antonino Gandolfo

Il Responsabile Unico del Procedimento
I.D.T. Geom. Antonino Fontana

Documento informatico sottoscritto con firma elettronica qualificata ai sensi dell'art. 1 lett. s) del decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82 – Codice dell'amministrazione digitale – il quale sostituisce il testo cartaceo e la firma autografa.

SOMMARIO

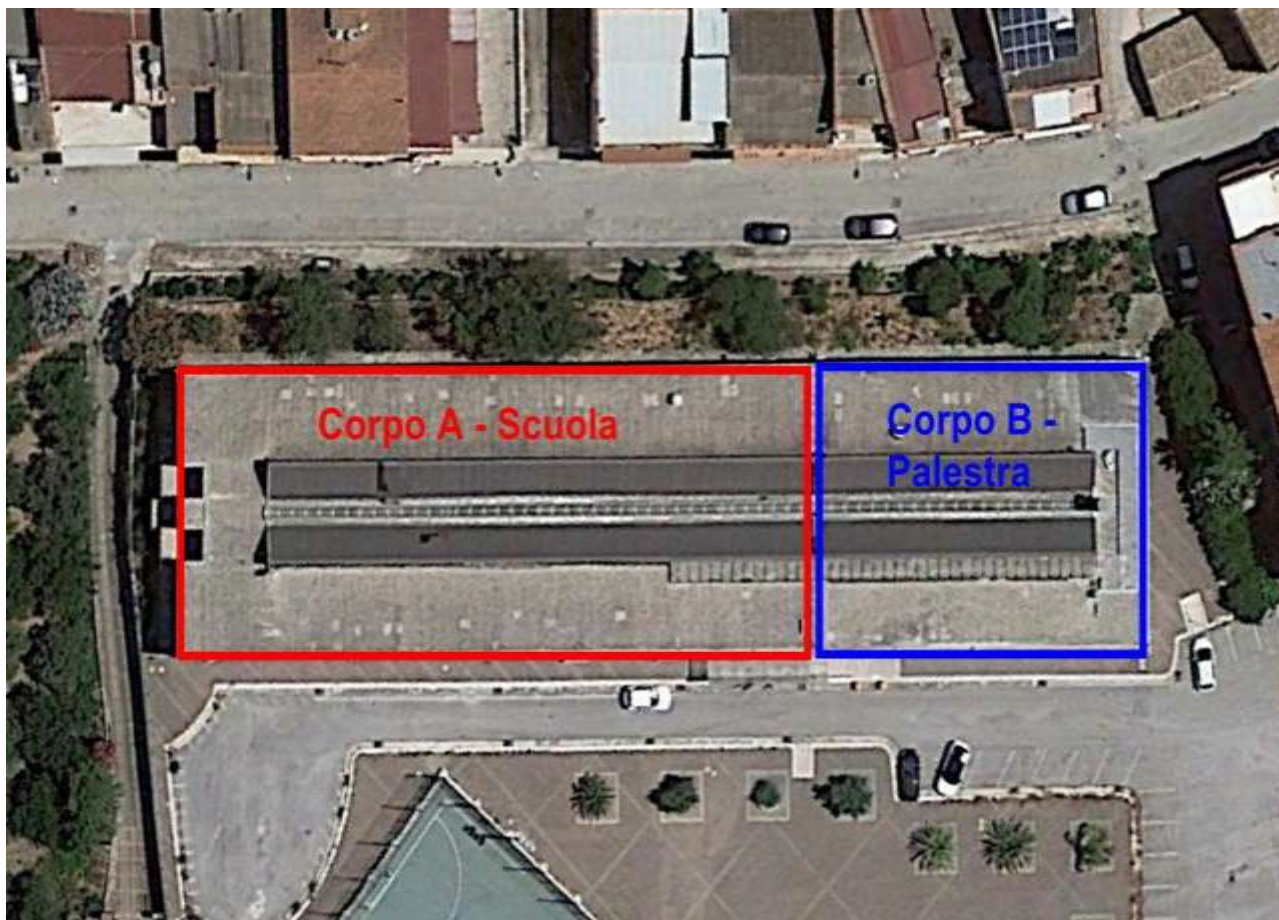
1. Premessa	2
2. Descrizione Generale Edificio	3
3. Esito Verifica di Vulnerabilità Sismica	4
4. Proposta di Miglioramento Sismico	6
5. Lavori edili , impiantistici connessi agli interventi strutturali e all'efficientamento energetico	9
6. Calcolo Sommario della Spesa	9
7. Quadro Tecnico Economico	10
8. Schema Calcolo Parcelle	11

1-PREMESSA

L'edificio oggetto di studio è sito nel centro abitato del Comune di Salemi (TP), Via G. Baviera n° 01 (latitudine:37°49'9,16" ; longitudine: 12°47'40,33"; alt.: 446 m s.l.m.).

Nella seguente immagine è rappresentata una vista aerea del fabbricato.

figura 1 - Vista aerea dell'edificio



L'edificio in oggetto è sito nel comune di Salemi provincia di Trapani e precisamente in via G. Baviera n° 1.

È una struttura che ben si inserisce nel tessuto urbano di Salemi ed è ubicato nella fascia orientale del territorio urbano sui fianchi della collina degradante verso Marsala (Monte Rose).

Nonostante sia stato realizzato circa trenta anni fa appare ancora esteticamente gradevole e funzionale.

Come si diceva innanzi il manufatto in questione è stato realizzato a fine degli anni '80 ed adibito da sempre a plesso scolastico e sembrerebbe che non abbia mai subito modifiche strutturali e/o di destinazione d'uso significative nel corso del tempo.

Il fabbricato si compone di due Unità Strutturali giuntate (corpo A e B). Al corpo A è stata aggiunta successivamente alla costruzione, una “tettoia di ingresso”, che, in considerazione delle sue dimensioni e della tipologia costruttiva, risulta di scarsa rilevanza strutturale e poco significativa nell'analisi di vulnerabilità complessiva del plesso scolastico.

Il plesso è costituito da due piani fuori terra (tranne la tettoia di ingresso che è a un solo piano fuori terra). Esso è realizzato con una intelaiatura in conglomerato cementizio armato formata da travi e



pilastri disposti in maniera mutuamente ortogonale, con solai in latero-cemento precompresso. Le sue dimensioni planimetriche sono di m 85,00 x 21,50 circa, altezza alla gronda 7,40 m circa.

Dai sopralluoghi è emerso che nel complesso la struttura non presenta significativi dissesti o criticità strutturali. Non si rilevano dissesti dovuti alla perdita di capacità portante del terreno, a fenomeni di instabilità del terreno o a scorrimenti relativi tra le fondazioni.

2-Descrizione Generale Edificio

L'immobile sede dell'Istituto Scolastico Liceo Classico “F. D’Aguirre” di Salemi si trova in Via G. Baviera n° 1 e fa parte dell'Istituzione Scolastica denominata, Istituto di Istruzione Secondaria Superiore “ Francesco d’Aguirre Salemi – Dante Alighieri Partanna”.

L'edificio in questione è stato realizzato dal Comune di Salemi e poi transitato alla Provincia

Regionale di Trapani ai sensi della L.R. n° 15 del 09/08/1988.

La struttura si compone di un unico corpo di fabbrica, composto di due elevazioni fuori terra per una superficie coperta di mq 1745,13 e un volume costruito di mc. 11.954,00, inserita in un lotto la cui superficie complessiva è di mq. 7780.00.

Al piano terra sono allocati gli uffici amministrativi compreso La Presidenza, laboratori, aula riunione, palestra e servizi igienici.

Al primo piano sono allocati n° 11 aule, biblioteca aula insegnante e i servizi igienici.

All'interno del complesso scolastico sono presenti sia servizi per disabili sia adeguati scivoli e ascensore, il tutto per garantire la fruizione a persone diversamente abili.

Gli infissi esterni sono in alluminio a taglio termico e i vetri sono conformi alle norme UNI 7697, gli infissi interni sono in parte in alluminio e in parte di legno, oltre alle zone compartimentale con infissi REI 60/120.

Le condizioni manutentive nel loro complesso sono buone, in linea con i parametri igienici sanitari.

La struttura nel suo complesso non ha segni di dissesti.

L'area esterna realizzata in conglomerato bituminoso riguardo alla zona viabile, e la zona adibita a parcheggi, la restante zona è stata sistemata con pavimentazione in autobloccante all'interno della quale sono stati ricavati spazi per le attività ludiche, attività didattiche e aree a verde.

3-ESITO DELLE VERIFICHE TECNICHE DI VULNERABILITÀ

La struttura in esame è stata realizzata da circa trenta anni e si trova in condizioni apparentemente accettabili.

I valori di resistenza dei materiali rinvenuti in situ tramite le indagini distruttive e semi distruttive effettuate sono risultate soddisfacenti e compatibili con quelli indicati nei progetti originali.

Si tratta di una struttura ben progettata, ben costruita (a meno delle distribuzioni delle staffe che appare approssimativa) e ben documentata per il periodo in cui è stata edificata. È infatti raro trovare edifici con la documentazione progettuale pressoché completa.

La struttura oggi non mostra segni di danno dovuti a cedimenti differenziali delle fondazioni o da sollecitazioni indotte dai recenti eventi sismici ricordati in altra parte di questa relazione.

Ciononostante, in considerazione del fatto che la struttura è stata progettata con normative oggi superate, l'edificio non manifesta in tutti gli elementi strutturali la dovuta e richiesta sicurezza prevista dalla normativa vigente (NTC 2018). In particolare, dagli esami condotti in situ e da quanto emerge dalle documentazioni di progetto, si rileva la presenza di nodi non confinati tra le travi e i pilastri. Detta circostanza non era obbligatoria all'epoca della progettazione originaria ed è un fatto abbastanza comune per gli edifici realizzati in quel periodo.

Le NTC 2018, per quanto riguarda le strutture in cemento armato, oggi impongono l'obbligo delle

verifiche di resistenza dei nodi nelle strutture a telaio. Verifiche considerate obbligatorie a prescindere dalla classe di duttilità scelta e addirittura necessarie anche per le strutture non dissipative. Queste verifiche, intervenute restrittivamente solo con le NTC 2018, sono estremamente rigorose e vincolanti ed hanno comportato non pochi problemi a quasi tutte le strutture realizzate antecedentemente al 1996 data in cui è stato emesso il D.M. 9 gennaio 1996, che invitava i calcolisti e le imprese edili a dare opportuna valenza al confinamento dei nodi.

Dette problematiche si sono manifestate anche alla struttura in oggetto, tant'è che le verifiche effettuate sono risultate ampiamente insoddisfacenti. Proprio per detto motivo sono stati previsti interventi edili per la mitigazione dell'indicatore del rischio sismico, che hanno richiesto l'applicazione di elementi sismo-resistenti assorbenti lo sforzo tagliante.

Invero, occorre sottolineare, che anche per quanto riguarda le verifiche statiche, alcuni elementi, del plesso scolastico non risultano verificate poiché non adeguate alle azioni di taglio, ma sono deficit strutturali facilmente risolvibili con delle placcature in PFR.

Per quanto riguarda invece le verifiche sismiche condotte in ottemperanza alle NTC 2018, come era lecito aspettarsi per un edificio costruito alla fine degli anni 80', il livello di sicurezza è lontano da quello previsto dalle norme vigenti per strutture di nuova costruzione proprio per l'assoluta mancanza dei confinamenti dei nodi, infatti l'indice di rischio agli S.L.V. è stato valutato $\xi_e = 0.15$ per il corpo A e $\xi_e = 0.51$ per il corpo B.

In questa fase della relazione si vuol far notare come un valore anche molto basso dell'indice di rischio sismico non indica un imminente crollo della struttura. Infatti il valore molto basso degli indicatori di rischio rivela che il livello di sicurezza della struttura esistente in esame, anche per sismi di intensità molto bassa, è inferiore a quello che le normative vigenti richiedono.

La normativa, in relazione ai risultati sopra riportati e alle azioni da intraprendere, nella Circolare 2 febbraio 2009 afferma al punto C8.3 al paragrafo Valutazione della Sicurezza:

“... Per valutazione della sicurezza si intende un procedimento quantitativo volto a:

- stabilire se una struttura esistente è in grado o meno di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC;

oppure:

- a determinare l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere con i margini di sicurezza richiesti dalle NTC, definiti dai coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui materiali “.

Gli esiti delle verifiche effettuate con il push-over hanno permesso di stabilire quali provvedimenti minimi da adottare affinché l'uso della struttura possa essere conforme ai criteri di sicurezza delle NTC 2018.

È evidente che i provvedimenti previsti sono necessari e improcrastinabili nel caso in cui non siano soddisfatte “ le verifiche relative alle azioni controllate dall’uomo, ossia prevalentemente ai carichi permanenti e alle altre azioni di servizio; ...” , e nel nostro caso esistono alcune membrature alle quali fornire un rinforzo strutturale solo “per le azioni controllate dall’uomo”. La norma specifica che per carichi controllati dall’uomo si intendono fondamentalmente i carichi usati in condizioni statiche (carichi permanenti e carichi variabili non sismici).

Pur non riscontrandosi pericoli imminenti nei confronti dei carichi statici, la Normativa impone l’applicazione degli interventi con rinforzi localizzati in modo da innalzare le condizioni di sicurezza sotto carichi statici per quegli elementi che risultano non verificati.

L’accertata consapevolezza che la struttura del complesso scolastico risulti idonea (ad eccezione di qualche elemento strutturale) all’azione dei carichi statici, mentre quasi tutte le membrature entrano in crisi anche per piccoli carichi sismici (problema connesso al confinamento dei nodi), consiglia di prendere in seria considerazione il miglioramento/adequamento sismico del plesso strutturale attraverso l’introduzione di elementi sismo-resistenti che assorbano interamente o quasi i carichi sismici ed in particolare le azioni taglianti.

In ultimo si sottolinea che i tempi di intervento (se la committenza decidesse di intervenire) specie nel corpo A devono essere rapidi atteso che la norma fissa il tempo di intervento in anni 1.

*Tabella - Sintesi delle verifiche di resistenza della struttura in calcestruzzo armato
(indicatori di rischio)*

	Corpo A	Corpo B
Verifica		
Indicatore di rischio	0.151	0.51

Si può notare che l’indicatore di rischio minimo è 0.151, determinato per la verifica di sicurezza strutturale.

La classificazione sismica della struttura in calcestruzzo armato, eseguita secondo le indicazioni fornite dal D.M. n°65 del 07/03/2017 (*Linee Guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni*), ha condotto ad una classe di rischio “F” per il Corpo A e classe di rischio “C” per il corpo “B”.

Infine, l’ampiezza dei giunti sismici tra i corpi componenti la struttura è risultata adeguata per evitare eventuali fenomeni di martellamento in caso di sisma.

4- Proposta di Intervento per il Miglioramento della struttura

Sulla scorta di quanto emerso dallo studio di vulnerabilità sismica sono stati progettati degli

interventi di consolidamento delle strutture dei due corpi di fabbrica che possono essere classificati come “interventi di miglioramento sismico”, così come definito al paragrafo 8.4 del D.M. del 17/01/2018.

In accordo a quanto prescritto al paragrafo 8.4.2 del D.M. 17/01/2018 per edifici in classe III ad uso scolastico, la soluzione progettuale di miglioramento sismico proposta comporterà il raggiungimento di un valore dell'indicatore di rischio (E , calcolato come rapporto tra capacità e domanda per tutte le verifiche di resistenza allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), non inferiore a 0.60.

Sia per il corpo “A” che per il corpo “B”, come si è visto, occorrerà predisporre alcuni interventi di rinforzo strutturale per migliorare la risposta delle strutture per quanto riguarda la capacità di deformazione e il loro comportamento soggetto allo sforzo di taglio.

Gli interventi proposti porteranno un miglioramento strutturale del corpo “A” ed un adeguamento strutturale del corpo “B”.

In sintesi ed in base alle risultanze di cui sopra, il progetto di adeguamento/miglioramento sismico consisterà solo ed esclusivamente in interventi locali che mirano a limitare le sollecitazioni sui nodi non confinati e migliorare il comportamento strutturale di alcune membrature nei confronti del taglio.

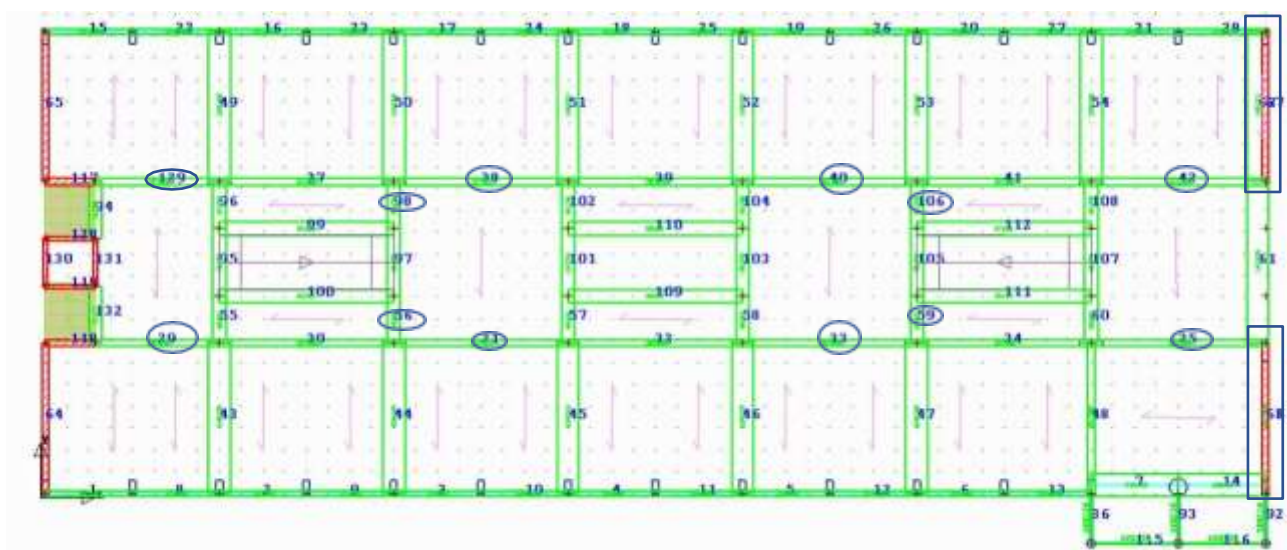
Riepilogo degli interventi da effettuare:

Gli interventi da effettuare per raggiungere gli obiettivi prefissati sono quelli infra riportati:

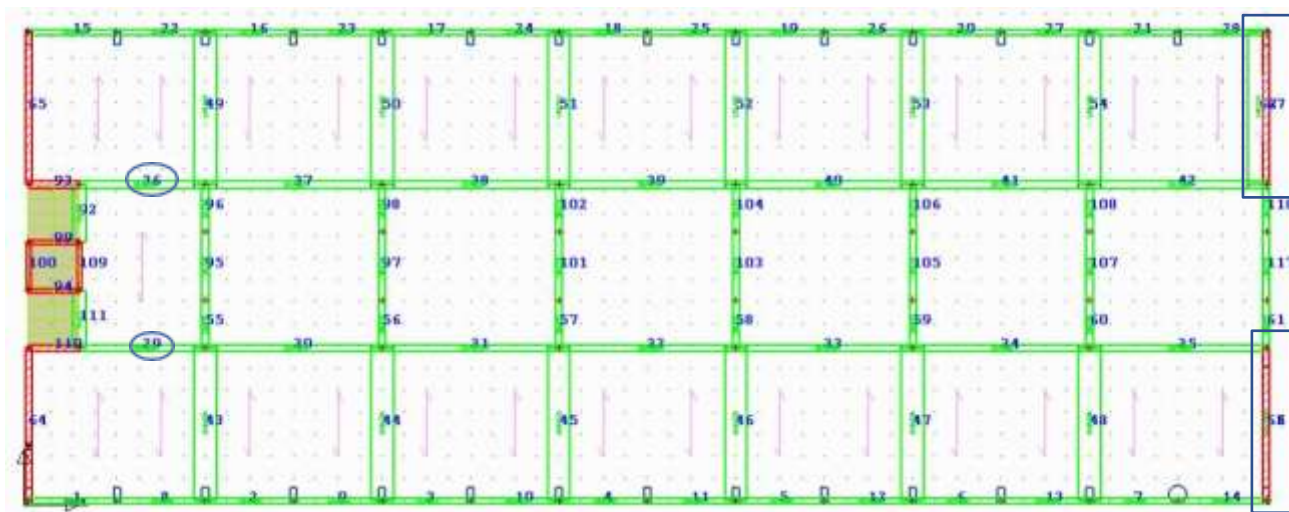
Corpo A

- **Travi a quota 3.55:** 29 – 31 -33 – 35 – 38 - 40 – 42 – 56 – 59 – 98 - 106 - 129
- **Travi a quota 6.85:** 29 – 36
- **Materiale 1:** Stuoia in FRP tipo MAPEWRAP C UNI AX 300 a doppio avvolgimento
- **Posa del materiale:** a guscio per tutta la lunghezza della trave

Applicazione della stuoia: complessivi mq 133.20



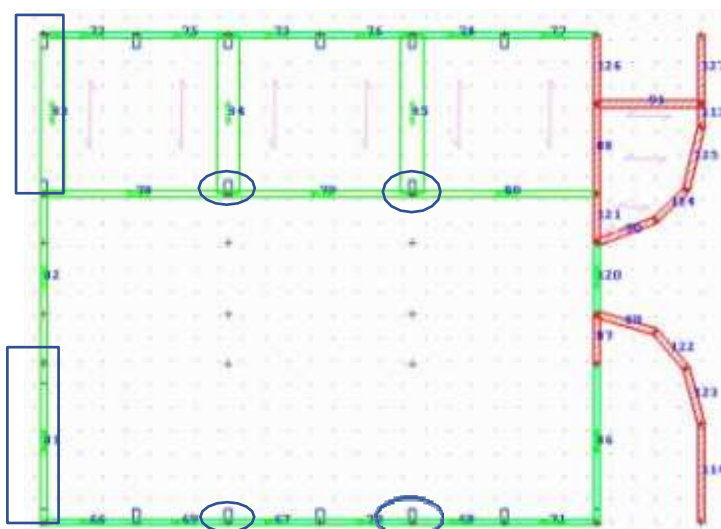
planimetria corpo A piano terra con indicazione dei placcaggi in FRP e dei setti in c.a.



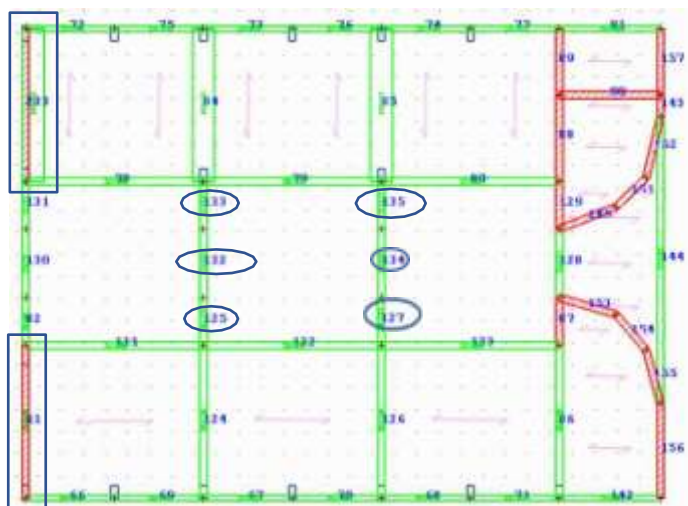
planimetria corpo A piano primo con indicazione dei placcaggi in FRP e dei setti in c.a.

Corpo B

- **Pilastri a quota 3.55:** 52 - 53 - 58 - 59 (aste inforzate mat. 2)
- **Materiale 2:** Stuoia in FRP tipo MAPEWRAP C UNI AX 600 a doppio avvolgimento
- **Travi a quota 3.55:** 78 - 80 (aste con rinforzo mat. 1)
- **Pilastri a quota 6.85:** 52 - 53 - 58 - 59 (aste rinforzate con mat. 2)
- **Travi a quota 6.85:** 124 - 125 - 126 - 127 - 132 - 133 - 134 - 135 (aste rinf. con materiale 1)



planimetria p.t. corpo B con inserimento placcaggi in FRP e setti in c.a.



planimetria p.1° corpo B con inserimento placcaggi in PRF e setti in c.a.

5- Lavori edili , impiantistici connessi agli interventi strutturali e all'efficientamento energetico

Oltre agli interventi connessi al miglioramento sismico occorre intervenire sull'intero involucro dell'edificio, attraverso la manutenzione straordinaria dell'edificio, degli impianti nonché a limitare l'influenza dei ponti termici tramite l'intervento di l'efficientamento energetico

Lo scopo fondamentale dei suddetti interventi è l'efficientamento energetico dell'immobile migliorando la qualità del volume edilizio. Tali interventi consentiranno di migliorare la prestazione energetica dell'immobile. In particolare, il progetto prevede la coibentazione a cappotto mediante la posa di pannelli EPS sinterizzato dello spessore di 5 cm per le pareti e pannelli di lana di vetro dello spessore di 9 cm per le coperture. Oltre a conseguire economie sui costi della energia elettrica con gli interventi in progetto sarà possibile raggiungere i requisiti minimi imposti dalla normativa vigente in rapporto all'epoca di esecuzione delle opere e alla zona climatica del sito. _ Tra gli interventi di efficientamento energetico è prevista anche l'installazione di un impianto fotovoltaico in modo da autoconsumare l'energia prodotta con lo scopo di ridurre il prelievo di energia dalla rete. Poiché il funzionamento della tecnologia fotovoltaica si basa sulla conversione della radiazione solare in energia elettrica, con l'installazione dell'impianto, potranno essere ridotti sensibilmente i consumi in fascia F1 ed in minor parte quelli in fascia F2 ed F3. L'impianto fotovoltaico sarà ubicato sulla copertura dell'immobile.

6-CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA

Nella seguente tabella si riporta la stima economica dell'intervento tenendo conto inoltre che qualsiasi intervento strutturale incide sia sulle finiture edili sia sugli impianti.

Stima economica delle soluzioni progettuali proposte

Intervento	Corpo A e B
Adeguamento sismico compreso opere edili	270.000,00
Per coibentazione involucro edilizio, compreso la sostituzione di parte degli infissi esistenti con infissi a taglio termico e lavori edili di manutenzione straordinaria	440.00,00
Per impianto fotovoltaico da 40 Kw e trasformazione centrale termica con sostituzione delle caldaie con pompe di calore e manutenzione della stessa	150.000,00
Importo Complessivo compreso costi sicurezza	860.000,00

QUADRO ECONOMICO

A) LAVORI A MISURA compresi costi della sicurezza	€ 860 000,00	€ 860 000,00
B) Somme a dispos. Ammin.ne		
1 Imprevisti	€ 86.000,00	
Spese Tecniche i cui schemi si riporta in		
2 allegato relativa progettazione ect....		
On+Sp Prog. Def. Ed Esec. + Coord. Prog.	€ 39.438,52	
On+Sp Direzione Lavori - Misura e Contab.	€ 84.559,13	
On+Sp Coord. della Sicurezza in Fase di Esec.	€ 22.117,43	
On+Sp Collaudo Tecnico Amministrativo	€ 7.077,58	
On+Sp Collaudo Statico in corso d'opera	€ 7.241,16	
On+Sp Verificatore	€ 11.313,39	
Inc. fun. tecn. art. 113 D.lgs 50/2016-Servizi	€ 2 950,00	
Inc. fun. tecn. art. 113 D.lgs 50/2016-Lavori	€ 17 200,00	
Sommano	<u>€ 191 897,21</u>	€ 191 897,21
3 Spese per accertamenti	€ 16 337,83	
4 Spese pubblicità	€ 2 000,00	
5 Oneri a scarica	€ 7 000,00	
6 Tassa autorità di vigilanza	€ 600,00	

7 Assicurazione professionale	€	4 000,00	
9 IVA 22% e tasse sui servizi	€	46 164,96	
10 IVA sui lavori 10%	€	86 000,00	
SOMMANO	€	440 000,00	€ 440 000,00

IMPORTO TOTALE PROGETTO (A + B)	€ 1 300 000,00
--	-----------------------

Trapani, 22/11/2021

IL TECNICO
(Arch. Antonino Gandolfo)

Documento informatico sottoscritto con firma elettronica qualificata ai sensi dell'art. 1 lett. s) del decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82 – Codice dell'amministrazione digitale – il quale sostituisce il testo cartaceo e la firma autografata.