



**Finanziato
dall'Unione europea**
NextGenerationEU



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



CITTÀ DI SCAFATI (SA)

Settore VI - LL.PP. e Manutenzione

Piazza Municipio
84018 Scafati

R.U.P.

geom. Ciro Alfano

Servizi di Ingegneria



Via A. De Gasperi, 45 - 80133 Napoli
Tel.: (+39) 081 19360779
Fax: (+39) 081 19360588

web: www.fmcengineering.it
e-mail: info@fmcengineering.it
pec: fmcengineeringsrl@pec.it

Progettista

ing. Luigi Fico



Progetto definitivo-esecutivo dei lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna Tenente Iorio

Via Martiri D'Ungheria n. 275, Scafati (SA) - 84018

PNRR: Missione 5 - Componente 2 Investimento/Subinvestimento 2.1 "Rigenerazione Urbana"



ELABORATO

CUP: G84I19000380001

Relazione Generale ed illustrativa degli interventi

No. DOC	Fase Progetto	Sezione	Ext.	Dimensioni foglio	
005	PDE	GEN	DOC	A4	
REV.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA	AUTORE	VERIFICA	APPROVAZIONE
R00	Prima emissione	24/03/2023	R. Lettieri	L. Fico	L. Fico
R01	Verbale del 03/04/2023	03/04/2023	R. Lettieri	L. Fico	L. Fico

NOME FILE: SCF-005-PDE-GEN-DOC-A4-R01-Relazione Generale ed illustrativa degli interventi

SOMMARIO

1	PREMESSA	5
2	CARATTERISTICHE STRUTTURALI E QUALITATIVE DELL'ESISTENTE	7
2.1	DOCUMENTAZIONE RINVENUTA ED ANALISI STORICO-CRITICA	7
2.2	DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	9
2.3	CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELL'EDIFICIO	12
2.4	RILIEVO DEL DANNO: DEGRADO STRUTTURALE, FISICO E MATERICO	13
3	RIEPILOGO DEI RISULTATI DELLA VERIFICA DI VULNERABILITÀ SISMICA	14
3.1	LIVELLO DI CONOSCENZA	14
3.2	RILIEVI, SAGGI ED INDAGINI SUI MATERIALI	14
3.3	PROPRIETÀ DEI MATERIALI ESISTENTI	14
3.4	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DEL SITO	15
3.5	RISULTATI DELLE ANALISI STRUTTURALI	15
4	SAGGI, RILIEVI ED INDAGINI INTEGRATIVE	17
4.1	SAGGI E RILIEVI	17
4.2	MODELLO BIM DELL'ESISTENTE	19
4.3	INDAGINI GEOLOGICHE	20
4.4	RISPOSTA SISMICA LOCALE	24
4.5	LIQUEFAZIONE	27
5	INTERVENTI DI PROGETTO	29
5.1	INTERVENTI STRUTTURALI DI ADEGUAMENTO SISMICO	29
5.2	ASPETTI ARCHITETTONICI	32
5.3	OPERE EDILI	33
5.4	MODELLO BIM DI PROGETTO	34
5.5	IMPIANTI	35
6	RISCHI E VINCOLI CONNESSI ALL'ESECUZIONE DEI LAVORI	37
6.1	VINCOLI ARCHEOLOGICI	37
6.2	VINCOLI PAESAGGISTICI	37
6.3	RISCHIO RINVENIMENTO ORDIGNI BELLICI INESPLOSI	37
7	ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI	38
7.1	PREZZI DI APPLICAZIONE	38
7.2	CALCOLO SOMMARIO DEL COSTO DELL'OPERA	38
7.3	INDICAZIONI SUL CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI	38

8	CONCLUSIONI	39
8.1	TITOLI AUTORIZZATIVI NECESSARI PER L'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI	39

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 – VISTA SATELLITARE (FONTE GOOGLE EARTH).....	5
FIGURA 2 – PIANTE PIANO SEMINTERRATO	9
FIGURA 3 – STATO DEI LUOGHI. PIANTE PIANO RIALZATO	10
FIGURA 4 – STATO DEI LUOGHI. PIANTE PIANO PRIMO.	10
FIGURA 5 – PROSPETTI SUD ED OVEST	11
FIGURA 6 – PROSPETTI NORD ED OVEST	11
FIGURA 7 – AULA	11
FIGURA 8 – PIANO SEMINTERRATO	11
FIGURA 9 – SCALA INTERNA	11
FIGURA 10 – ACCESSO LASTRICO SOLARE DA TORRINO SCALE.....	11
FIGURA 11 – CARPENTERIA 2° IMPALCATO.....	12
FIGURA 12 – RILIEVO SPESSORE RIVESTIMENTO ESTERNO.	13
FIGURA 13 – FENOMENI DI CARBONATAZIONE DEL CALCESTRUZZO ED OSSIDAZIONE DELLE ARMATURE RILEVATI.....	13
FIGURA 14 – SAGGIO SU MURATURA DI TUFO PRESENTE AL PIANO SEMINTERRATO.	17
FIGURA 15 – SAGGIO SU PARETI PIANO SEMINTERRATO. A SX PARETE LATO SUD, A DX PARETE LATO EST.	18
FIGURA 16 – PRELIEVO DI BLOCCO A FACCIA VISTA.	18
FIGURA 17 – MODELLO BIM DELL’ESISTENTE.	19
FIGURA 18 – UBICAZIONE DELLE PROVE SUI TERRENI.	20
FIGURA 19 – STRATIGRAFIA DEI TERRENI INVESTIGATI.	21
FIGURA 20 – RISULTATI PROVE PENETROMETRICHE DPSH.....	22
FIGURA 21 – ANALISI GRANULOMETRICA.	23
FIGURA 22 – PROVE EDOMETRICHE: DIAGRAMMI PRESSIONE – INDICE DEI VUOTI.	23
FIGURA 23 – MODELLO GEOTECNICO DEL SOTTOSUOLO.....	24
FIGURA 24 – MODELLO SISMOSTRATIGRAFICO UTILIZZATO NEL SOFTWARE STRATA PER L’ANALISI DI RSL 1D.	25
FIGURA 25 – SPETTRI OTTENUTI IN SUPERFICIE CON INPUT SISMICI ACC.1...ACC.7 SPETTRO-COMPATIBILI E SPETTRO MEDIO.	25
FIGURA 26 – CONFRONTO TRA SPETTRO MEDIO E SPETTRO DA NORMATIVA CALCOLATO PER CATEGORIA DI SOTTOSUOLO B.....	26
FIGURA 27 – SPETTRO MEDIO DA RSL REGOLARIZZATO.....	26
FIGURA 28 – SPETTRI ELASTICI IN PSEUDO-ACCELERAZIONI REGOLARIZZATI RICAVATI PER OGNI STATO LIMITE.	27
FIGURA 29 – PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA E PARAMETRI DI CARATTERIZZAZIONE SPETTRALI RICAVATI DA RSL.	27
FIGURA 30 – FUSI GRANULOMETRICI DI TERRENI SUSCETTIBILI DI LIQUEFAZIONE FIG. 7.11.1 NTC-2018.....	28
FIGURA 31 – UBICAZIONE DEL GIUNTO SISMICO.	29
FIGURA 32 - PARTICOLARE TIPOLOGICO: CAMICIA IN C.A. APPLICATA ALLA TRAVE - VISTA ASSONOMETRICA.	30
FIGURA 33 - PARTICOLARE TIPOLOGICO: CAMICIA IN C.A. APPLICATA ALLA AL PILASTRO.	30
FIGURA 34 - PARTICOLARE TIPOLOGICO: SISTEMA CAM® APPLICATA AL NODO TRAVE-PILASTRO IN FACCIATA.....	31
FIGURA 35 - PARTICOLARE TIPOLOGICO: SISTEMA CAM® APPLICATA AL NODO TRAVE-PILASTRO D’ANGOLO.....	31
FIGURA 36 – PARTICOLARE TIPOLOGICO: SISTEMA CAM® APPLICATA AL NODO TRAVE-PILASTRO IN FACCIATA, VISTA 3D.	31
FIGURA 37 - PARTICOLARE TIPOLOGICO: SISTEMA CAM® APPLICATA AL NODO TRAVE-PILASTRO IN FACCIATA, PROSPETTO.....	31
FIGURA 38 – RIPRISTINO DELLE ZONE DI DEGRADO DEGLI ELEMENTI IN C.A.	31
FIGURA 39 – VISTE 3D DEGLI INTERVENTI STRUTTURALI.	32
FIGURA 40 – MODELLO BIM, FASE DI DEMOLIZIONE.	34
FIGURA 41 – MODELLO BIM, STATO DI PROGETTO.	35
FIGURA 42 – STRALCIO CARTOGRAFICO DELLE AREE SOGGETTE AI VINCOLI DI CUI AL D.LGS.42/2004 (HTTP://SITAP.BENICULTURALI.IT/).....	37

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 – ANALISI STORICO-CRITICA. ELENCO DELLA DOCUMENTAZIONE RINVENUTA.	7
TABELLA 2 – NUMERO DI PROVE ESEGUITE NELL'AMBITO DELLE STUDIO DI VULNERABILITÀ SISMICA	14
TABELLA 3 – RISULTATI DELLE PROVE S.P.T.	22
TABELLA 4 – RIEPILOGO PROVE DI LABORATORIO ESEGUITE SUI CAMPIONI PRELEVATI.	22
TABELLA 5 – RIEPILOGO DEI PARAMETRI FISICI MISURATI.	23

1 PREMESSA

La presente relazione generale descrive le diverse attività svolte nell'ambito del progetto definitivo-esecutivo degli interventi di adeguamento sismico della scuola elementare e materna Tenente Iorio, sita in via Martiri D'Ungheria, 275 nel Comune di Scafati (SA).



Figura 1 – Vista Satellitare (Fonte Google Earth).

L'incarico professionale prende l'avvio con il mandato per l'affidamento del "servizio di progettazione definitiva ed esecutiva completa di PSC..." relativo ai "Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna Tenente Iorio" alla società d'ingegneria **FMC Engineering S.r.l.** con verbale N. 0037695 emesso dal Comune di Scafati il 29/06/2022.

In generale, l'incarico prevede l'espletamento delle seguenti prestazioni:

- Progettazione definitiva, in accordo all'art. 23 del D. Lgs. 50/2016, degli interventi di consolidamento strutturale avente come obiettivo principale l'adeguamento sismico dell'edificio scolastico in esame;
- Progettazione esecutiva, in accordo all'art. 23 del D. Lgs. 50/2016, degli interventi di consolidamento strutturale sulla base di quanto previsto nel Progetto Definitivo, comprensiva di redazione del PSC (Piano di Sicurezza e Coordinamento).

Sotto specifica indicazione della committenza, vista la necessità di velocizzare le procedure amministrative, è stato richiesto di unire i due livelli di progettazione previsti, nel presente progetto definitivo-esecutivo.

La progettazione in esame è stata sviluppata seguendo un percorso metodologico che può essere riassunto nelle attività di seguito elencate:

- Studio della documentazione a disposizione: grafici originali del progetto strutturale, studio di vulnerabilità sismica, planimetrie del progetto antincendio e grafici dello stato dei luoghi messi a disposizione dalla Stazione Appaltante;
- Sopralluogo generale finalizzato all'analisi del contesto architettonico-edilizio e alla rispondenza geometrica dello stato dei luoghi con gli elaborati grafici a disposizione;

- Aggiornamento di massima dei grafici a disposizione sulla base di quanto rilevato in fase di sopralluogo generale;
- Redazione di un piano di indagini per esecuzione di saggi visivi, finalizzati alla definizione di molteplici dettagli architettonici e strutturali;
- Ulteriore aggiornamento dei grafici a disposizione sulla base delle informazioni ottenute dalle indagini eseguite;
- Modellazioni e analisi strutturali al fine di valutare le condizioni del fabbricato nello stato dei luoghi;
- Confronto intermedio con la committenza sulle attività svolte e sui primi risultati ottenuti dalla fase di valutazione;
- Concezione degli interventi strutturali di adeguamento secondo un approccio graduale mirato innanzitutto ad eliminare le principali criticità emerse, che risultano maggiormente penalizzanti nei confronti del comportamento sismico dell'edificio;
- Attività di rilievo fotografico finalizzate all'approfondimento delle potenziali interferenze architettonico-impiantistico con i possibili interventi di adeguamento sismico;
- Progettazione definitiva degli interventi e valutazione dell'edificio nella nuova configurazione prevista dallo stato di progetto;
- Sintesi e analisi critica dei risultati ottenuti con redazione finale degli elaborati previsti dal progetto definitivo ed esecutivo.

A valle della descrizione del percorso metodologico seguito, si passa alla descrizione dell'edificio e delle diverse attività che hanno caratterizzato la progettazione in essere.

2 CARATTERISTICHE STRUTTURALI E QUALITATIVE DELL'ESISTENTE

L'edificio scolastico in oggetto, denominato "Scuola Elementare e Materna Tenente Iorio", è ubicato nel Comune di Scafati alla via Martiri d'Ungheria n. 275. L'edificio, individuato nel NCEU di Scafati (SA) al foglio 16 part. 945, è di proprietà del Comune di Scafati ed è utilizzato dallo stesso per ospitare il Plesso Tenente Iorio del IV Circolo Didattico Scafati "Carolina Senatore".

L'analisi degli elaborati della vulnerabilità sismica, lo studio degli elaborati originari di progetto e lo svolgimento delle prime attività di rilievo hanno consentito di individuare le caratteristiche geometriche-strutturali dell'edificio in esame. Nei paragrafi a seguire si riportano le informazioni sull'esistente ricavate durante lo studio di vulnerabilità sismica a firma dello Studio Tecnico Associato Aires Ingegneria (ingg. P. Crisci, G. Di Lauro, G. Laezza) nel maggio 2010.

2.1 DOCUMENTAZIONE RINVENUTA ED ANALISI STORICO-CRITICA

Da ricerche effettuate presso gli uffici del Comune di Scafati e del Genio Civile della Provincia di Salerno sono stati reperiti gli elaborati del progetto strutturale originario e alcune tavole architettoniche. L'elenco della documentazione rinvenuta è di seguito riportata:

Rif.	Tipo	Autore	Oggetto	Tav.	Data	Fonte*
STI01	Graf	Ing. Clemente Franco	Progetto di un edificio scolastico	-	18/08/1978	G
STI02	Rel	Ing. Michele Izzo	Relazione Tecnica	-	18/08/1978	G
STI03	Rel	Ing. Michele Izzo	Relazione sui materiali	-	18/08/1978	G
STI04	Rel	Itablok Moccia SpA	Calcolo statico dei solai prefabbricati	-	18/08/1978	G
STI05	Graf	Ing. Michele Izzo	Pianta fondazioni	1	18/08/1978	G
STI06	Graf	Ing. Michele Izzo	Plinti	2	18/08/1978	G
STI07	Graf	Ing. Michele Izzo	Carpenteria	3	18/08/1978	G
STI08	Graf	Ing. Michele Izzo	Orditura travi	4	18/08/1978	G
STI09	Graf	Ing. Michele Izzo	Tabella pilastri	5	18/08/1978	G
STI10	Graf	Itablok Moccia SpA	Solaio con travi precomprese – Solaio calpestio	-	18/08/1978	G
STI11	Rel	Impresa Borrelli Mario	Denuncia inizio lavori	-	18/08/1978	G
STI12	Rel	Ing. Clemente Franco	Relazione Finale	-	29/08/1978	G
STI13	Rel	GIEPI: Lab. per prove	Risultati prove a compressione provini cubici	-	29/12/1978	G
STI14	Rel	Ing. Alberto Spano	Certificato di collaudo statico	-	18/05/1979	G
STI15	Rel	Geol. Paolo Vangone	Relazione Geologica (Scala di emergenza in acciaio)	-	19/11/2002	C

* Legenda "Fonte":
C: Archivio Comune di Scafati (SA)
G: Ufficio Genio Civile di Salerno

Tabella 1 – Analisi Storico-Critica. Elenco della documentazione rinvenuta.

L'edificio scolastico è stato realizzato dal Comune di Scafati negli anni 1978 e 1979. L'autorizzazione è stata rilasciata con licenza edilizia n. 160 del 07/01/1979, previa autorizzazione del Comando dei Vigili del Fuoco di Salerno, espresso con nota n. 19555/12 del 28/07/1978.

Il progetto architettonico è stato redatto nel 1978 dall'ing. Clemente Franco iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli al n. 5671. Il progetto delle strutture in c.a. è stato eseguito dall'ing. Michele Izzo, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Salerno al n. 574, e depositato al Genio Civile di Salerno il 18/08/1978 con prot. 1675/G.

La Direzione dei Lavori è stata eseguita dall'ing. Clemente Franco mentre l'impresa esecutrice che ha realizzato l'edificio è la "Ditta Mario Borrelli".

I lavori sono iniziati in data 18/08/1978 e le strutture sono state ultimate il 21/12/1978. Come si evince dalla relazione finale del direttore dei lavori, le opere sono state realizzate nella loro interezza conformemente al progetto depositato. Alla relazione è allegato il certificato rilasciato dal laboratorio sperimentale GIEPI di Foggia (Aut. Min. n. 14.203 del 10/12/19975) in cui sono riportati i risultati di n. 3 prove di compressione su cubetti di calcestruzzo che hanno confermato i valori di resistenza utilizzati in sede di progetto. Sono state eseguite, inoltre, prove di carico sui solai i cui risultati ne hanno dimostrato una buona elasticità essendo la freccia residua trascurabile.

Il certificato di collaudo statico è stato redatto ai sensi delle leggi 5/11/1971 n. 1086 e 02/02/1974 n. 64 in data 09/05/1979 dall'ing. Alberto Spano iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli al n. 1802. Da tale certificato si evince che tutte le opere strutturali sono state eseguite in conformità al progetto depositato.

Dallo studio dei documenti di progetto si evince che:

- il progetto è stato redatto ai sensi delle leggi n. 1086 del 05/11/1971 e n. 64 del 02/02/1974 e del D.M. n. 9161 del 30/05/1972 "Strutture in cemento armato ed acciaio";
- l'edificio è stato verificato soltanto nei confronti dei carichi verticali con metodi semplificati;
- per i carichi di esercizio è stato assunto un sovraccarico pari a 350 Kg/m² per i solai e 400 kg/m² per le scale;
- strutturalmente l'edificio è formato da telai portanti di travi e pilastri in cemento armato gettato in opera orditi in una sola direzione e da travi emergenti perimetrali portatompagni; le fondazioni sono a plinti isolati collegati perimetralmente da pareti in calcestruzzo; le scale sono realizzate con travi a ginocchio; le verifiche di resistenza sono state eseguite utilizzando il metodo delle tensioni ammissibili.

La relazione di calcolo e quella sui materiali indicano che i materiali utilizzati nella costruzione sono i seguenti:

- Calcestruzzo R'bk $\sigma_{amm} = 60 \text{ kg/cm}^2$ per gli elementi strutturali soggetti a sola compressione
 $\sigma_{amm} = 85 \text{ kg/cm}^2$ per gli elementi strutturali soggetti a flessione;
- Acciaio FeB 32 per i pilastri;
- Acciaio FeB 44k per gli altri elementi strutturali.

Si osservi che nelle operazioni di verifica, come tensione ammissibile dell'acciaio, è stato assunto il valore di 2200 kg/cm².

L'edificio è stato costruito utilizzando fondazioni superficiali; i plinti isolati, collegati solo perimetralmente da pareti di chiusura in c.a., poggiano su platee di calcestruzzo magro proporzionate in modo da avere una sollecitazione sul terreno inferiore a 1.2 kg/cm².

L'edificio è stato munito nel 2002 di una scala di sicurezza esterna in metallo, non oggetto dell'incarico di verifica di vulnerabilità sismica. A corredo del progetto della scala di emergenza vi è la relazione geologica redatta dal geol. Paolo Vangone, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Campania al n. 342, che è stata comunque consultata e allegata alla documentazione rinvenuta al fine di attingere maggiori informazioni circa il suolo di fondazione.

2.2 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

L'edificio scolastico è sede della scuola elementare e materna statale ed è ubicato alla via Martiri d'Ungheria. Il fabbricato è stato realizzato negli anni 1978-1979 e si compone di un unico corpo di fabbrica costituito da un piano seminterrato e due piani fuori terra. Nell'edificio scolastico trovano spazio soltanto le zone destinate alle attività didattiche con i relativi servizi; non sono presenti invece le attività di segreteria e di direzione. Nel piano seminterrato si trovano la centrale tecnica, alcuni locali deposito, i servizi igienici, gli spogliatoi e uno spazio adibito ad attività ginniche, attualmente in disuso.

Al piano rialzato e al piano primo, invece, sono presenti le aule e i servizi igienici. In copertura è presente un lastrico solare raggiungibile da un torrino dal quale smontano le scale. L'edificio inoltre è dotato di una scala di sicurezza esterna in metallo a servizio dei piani rialzato e primo.

Il fabbricato presenta in pianta una forma ad "L" iscrivibile in un rettangolo di dimensioni massime 25.35 m x 16.05 m. L'area coperta risulta pari a 310 m² circa. L'altezza massima fuori terra è di 7.60 m circa.

Per informazioni più dettagliate si rimanda agli elaborati grafici architettonici a corredo del presente progetto.

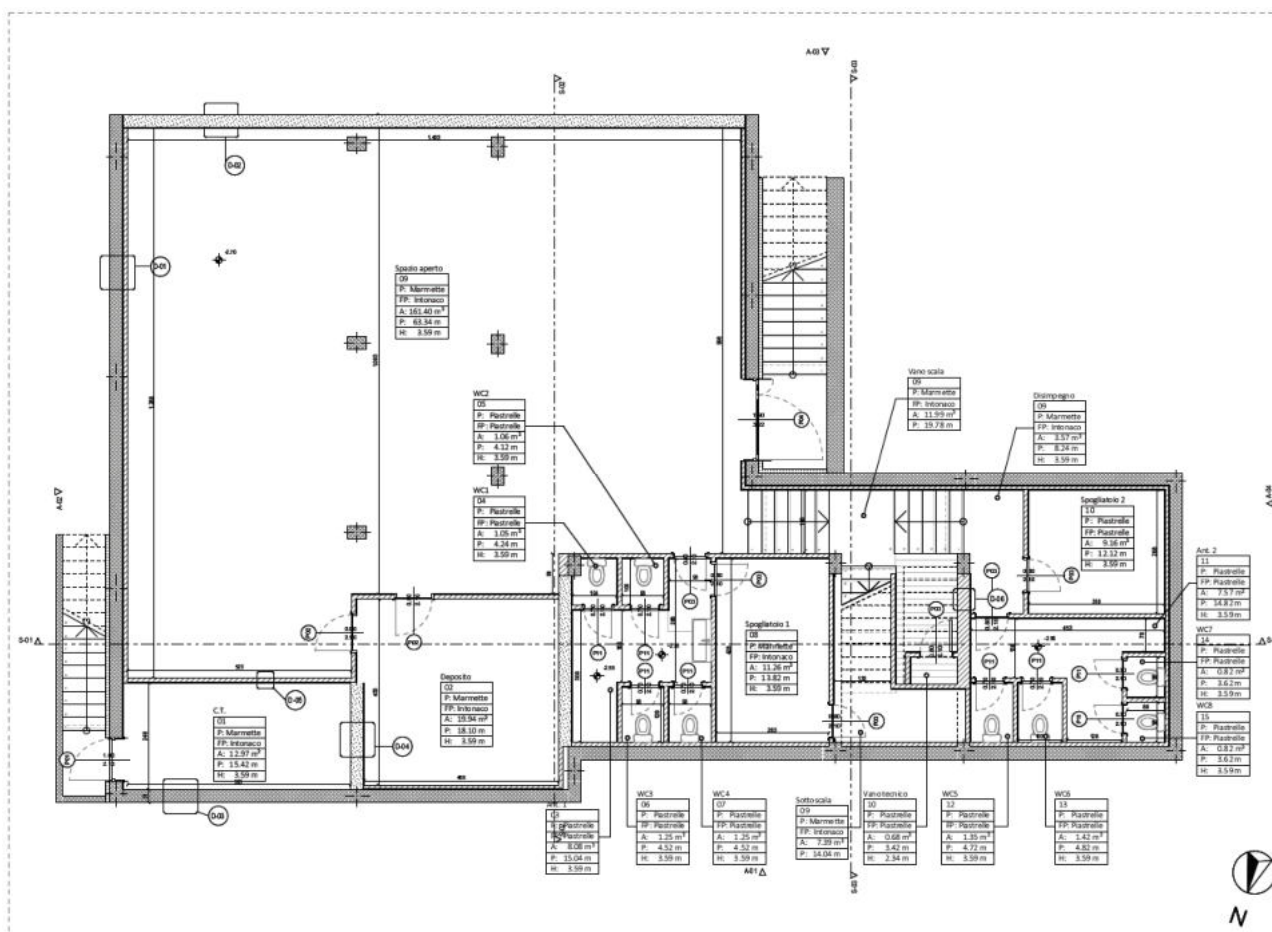


Figura 2 – Pianta Piano Seminterrato

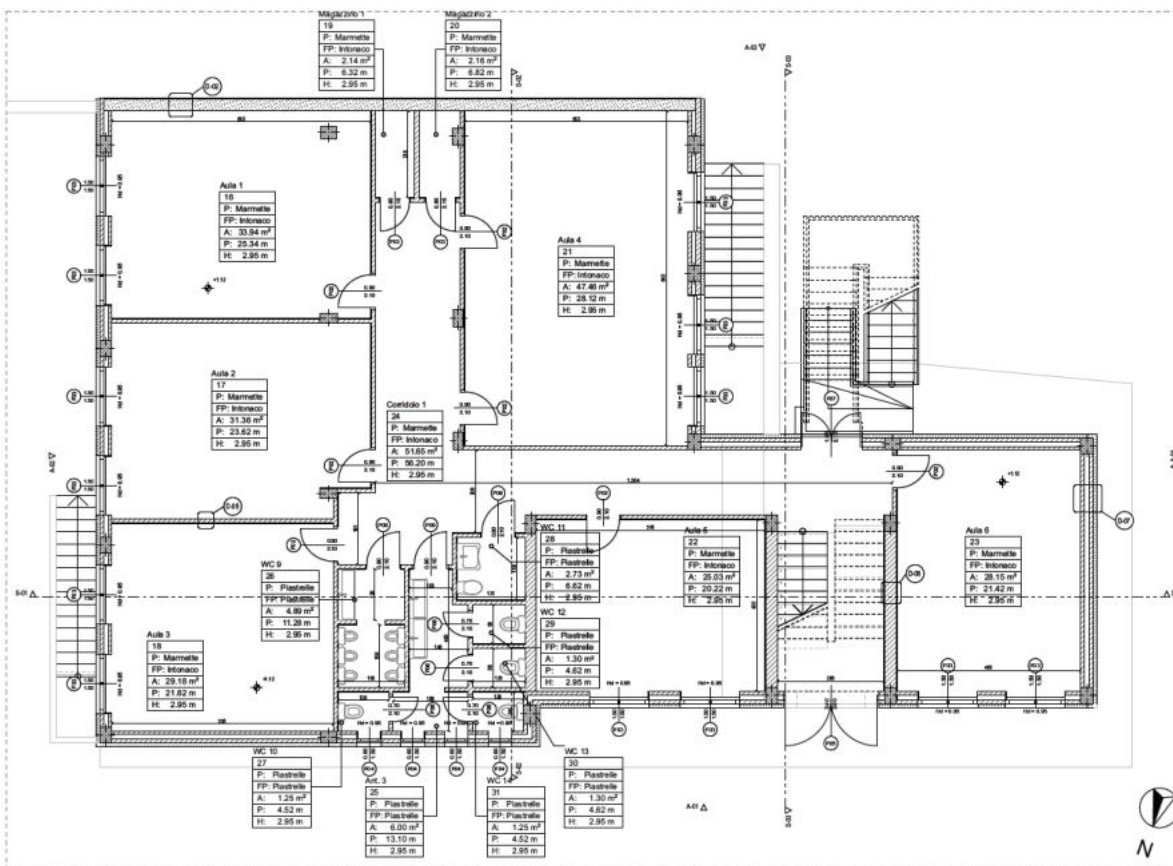


Figura 3 – Stato dei luoghi. Pianta Piano Rialzato

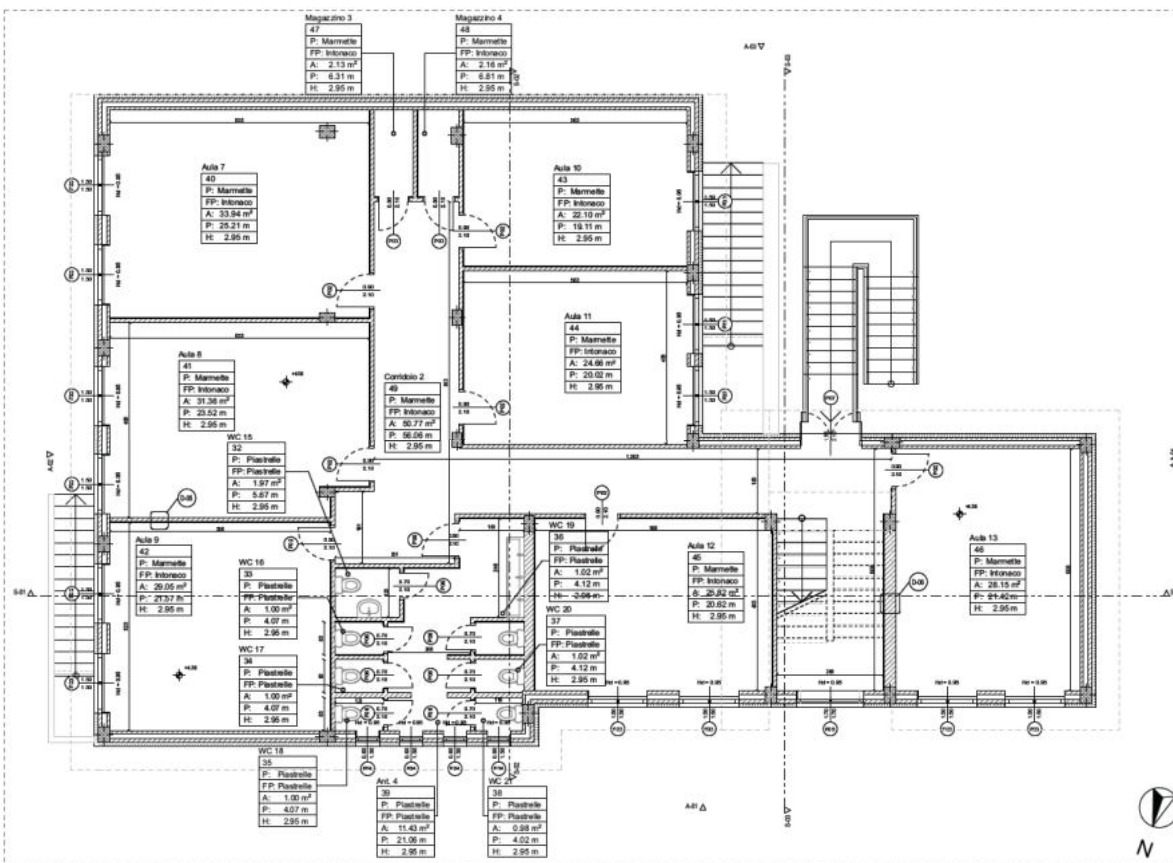


Figura 4 – Stato dei luoghi. Pianta Piano Primo.



Figura 5 – Prospetti Sud ed Ovest



Figura 6 – Prospetti Nord ed Ovest



Figura 7 – Aula



Figura 8 – Piano Seminterrato



Figura 9 – Scala interna



Figura 10 – Accesso lastrico solare da torrino scale

2.3 CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELL'EDIFICIO

La struttura portante dell'edificio è in conglomerato cementizio armato ed è formata da telai di travi e pilastri presenti nella sola direzione principale ortogonale all'orditura dei solai e da pareti perimetrali presenti solo nel piano seminterrato. Il collegamento tra i telai, pertanto, è affidato soltanto al solaio e ai telai di estremità realizzati con travi emergenti dimensionate per sostenere il solo peso dei tompani. Come si evince in Figura 11 la tipologia edilizia in oggetto è quindi caratterizzata da uno sviluppo prevalente in una sola direzione principale e dalla pressoché totale assenza di telai nell'altra direzione.

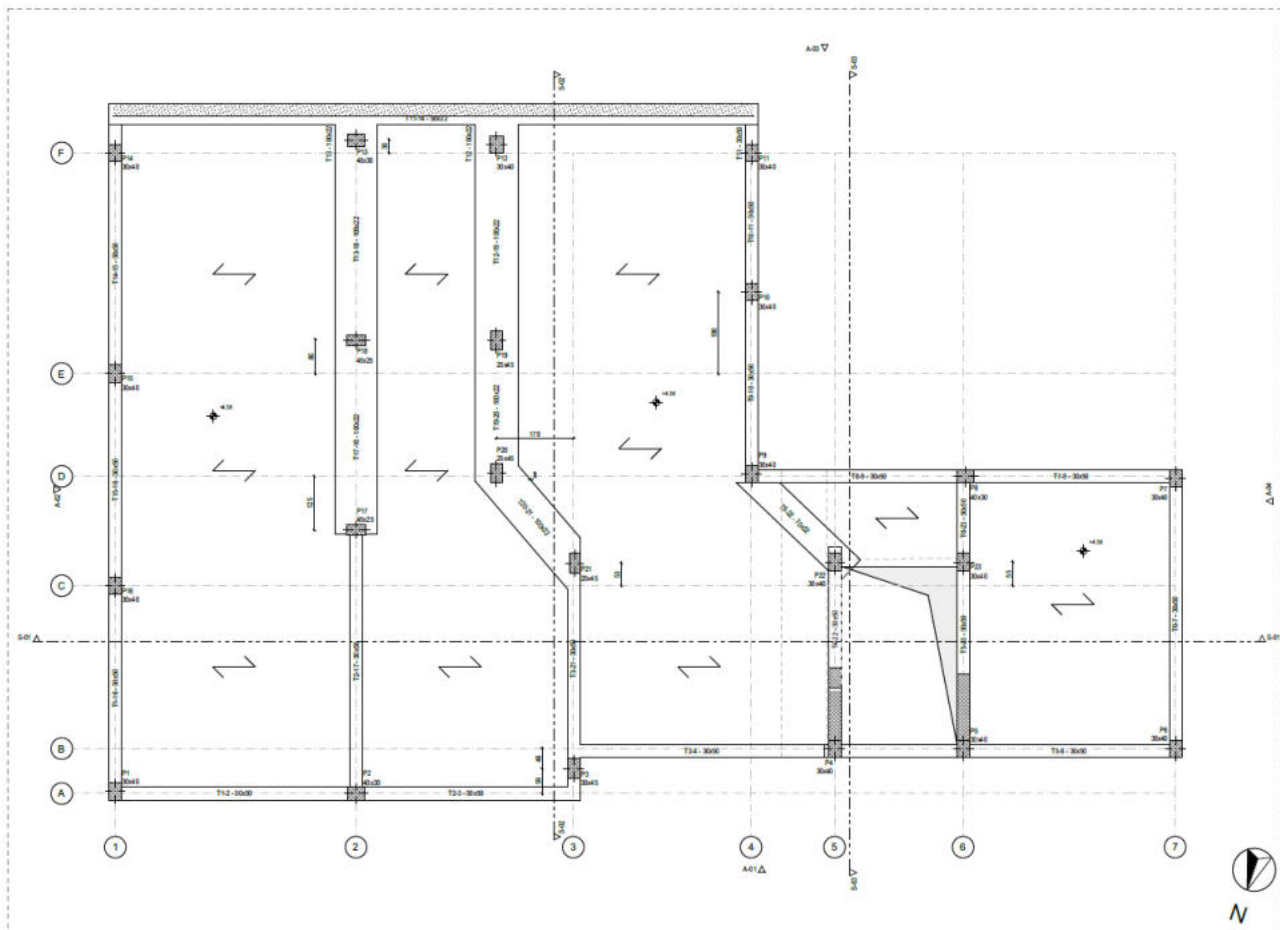


Figura 11 – Carpenteria 2° Impalcato.

I due solai di calpestio e quello di copertura sono del tipo latero-cementizio con travetti prefabbricati posti ad interasse di 50 cm, soletta armata di spessore 3 cm ed altezza totale pari a 22 cm. La scala è stata realizzata con travi a ginocchio e gradini a sbalzo.

Le fondazioni sono di tipo diretto realizzate con plinti collegati soltanto perimetralmente da pareti di chiusura controterra in c.a. poggianti su platee di calcestruzzo magro proporzionate in modo da avere una pressione di contatto sul terreno inferiore a 1.2 kg/cm². Sul lato sud, l'edificio scolastico risulta in aderenza e giuntato con un fabbricato privato monopiano. Su questo lato nel piano seminterrato in luogo della parete in c.a. è stata realizzata una parete in muratura di tufo di spessore 30 cm. La profondità del piano di posa delle fondazioni è di circa -4.10 m dal p.c.

I muri perimetrali dei piani fuori terra, spessi 30 cm, sono costituiti da tamponature a camera d'aria con doppia fodera in laterizio forato da 8 cm. Sul lato esterno sono inoltre presenti mattoni semipieni in lapillo-cemento a faccia vista dallo spessore di 10 cm. Lo spessore totale è pari a 40 cm. I tramezzi interni sono realizzati con

laterizi forati di spessore 8 cm. Il torrino di copertura, a differenza dei piani sottostanti è realizzato da tamponature in blocchi di lapillo-cemento aventi spessore 20 cm.

Per maggiori dettagli circa le dimensioni degli elementi costruttivi, altezze di interpiano etc. si rimanda agli elaborati grafici strutturali allegati.



Figura 12 – Rilievo spessore rivestimento esterno.

2.4 RILIEVO DEL DANNO: DEGRADO STRUTTURALE, FISICO E MATERICO

L'edificio si presenta in buono stato di conservazione; nel suo complesso non mostra un significativo quadro fessurativo e non sono presenti segni evidenti relativi a dissesti o a cedimenti fondali in atto che possano pregiudicare la staticità del fabbricato.

L'edificio non sembra aver subito danni rilevanti in occasione di eventi sismici passati né sembra che siano stati realizzati lavori di adeguamento o miglioramento sismico.

Al piano seminterrato ed al primo piano si sono osservate una limitata aree di solaio caratterizzate da carbonatazione del calcestruzzo ed avanzato stato di ossidazione delle armature.



Figura 13 – Fenomeni di carbonatazione del calcestruzzo ed ossidazione delle armature rilevati.

3 RIEPILOGO DEI RISULTATI DELLA VERIFICA DI VULNERABILITÀ SISMICA

Il presente capitolo ha lo scopo di fornire un quadro sintetico sulle principali rilevanze osservate dallo studio degli elaborati a corredo della Verifica di Vulnerabilità Sismica a firma dello Studio Tecnico Associato Aires Ingegneria (ingg. P. Crisci, G. Di Lauro, G. Laezza) nel maggio 2010.

3.1 LIVELLO DI CONOSCENZA

Per valutare la vulnerabilità sismica delle strutture esistenti e per definire il più appropriato livello di sicurezza nei confronti delle azioni sulle strutture, è stato conseguito un **Livello di Conoscenza Adeguata - LC2** in linea con quanto previsto dalla Circolare esplicativa delle NTC 2008 del 02/02/2009, ad oggi superata dall'attuale Circolare esplicativa delle NTC 2018 del 11/02/2019. Il livello di coscienza raggiunto ha consentito di poter adottare un **Fattore di Confidenza FC = 1,20**.

3.2 RILIEVI, SAGGI ED INDAGINI SUI MATERIALI

Si riporta di seguito uno schema sintetico circa il numero di prove eseguite:

N. Carote	Prelievo Armature	Pacometriche
3	2	21

Tabella 2 – numero di prove eseguite nell'ambito dello Studio di Vulnerabilità Sismica

Il numero di prove eseguito in fase di verifica della vulnerabilità sismica, anche se in disaccordo con quanto previsto dalla Circolare, è risultato sufficiente per raggiungere il Livello di Conoscenza Adeguato in quanto, la documentazione rinvenuta ha restituito informazioni sui dettagli costruttivi, in linea con quanto rilevato a campione. Inoltre, i valori di resistenza ottenuti dalle prove materiche sono risultati confrontabili con quanto previsto nel progetto originario. Per tali motivi si è ritenuto superfluo approfondire le indagini con ulteriori prove distruttive. Per maggiori dettagli si rimanda allo Studio di Vulnerabilità Sismica a disposizione della Stazione Appaltante.

Inoltre, sono stati eseguiti n. 2 saggi a vista per verificare la tipologia costruttiva delle pareti perimetrali del piano seminterrato ed è stata effettuata una campagna di rilevazioni termografiche ai vari piani per definire l'orditura dei solai e le dimensioni delle travi a spessore. L'omogeneità delle caratteristiche di resistenza del calcestruzzo è stata verificata attraverso una serie di battute sclerometriche. Infine, i disegni originali di carpenteria sono stati integrati con un rilievo metrico ex-novo.

3.3 PROPRIETÀ DEI MATERIALI ESISTENTI

Le caratteristiche meccaniche dei materiali esistenti assunte nelle analisi numeriche sono state dedotte dai risultati delle indagini svolte tenendo debitamente conto di quanto riportato nei documenti progettuali rinvenuti.

In sintesi, le indagini diagnostiche eseguite hanno fornito i seguenti valori medi di resistenza:

- Calcestruzzo $R_m = 26.3$ MPa;
- Acciaio $f_{ym} = 440$ MPa.

Le misure della profondità di carbonatazione del calcestruzzo hanno dato valori accettabili tra 0 e 2.5 cm, sostanzialmente contenuti nello spessore del copriferro. Per quanto riguarda le caratteristiche meccaniche della parete in muratura di tufo del piano seminterrato, in funzione del livello di conoscenza raggiunto, sono state assunte per le caratteristiche meccaniche i seguenti valori medi:

- $f_m = 1.9$ MPa;
- $\tau_0 = 0.035$ MPa;
- $E_m = 1080$ MPa;
- $G_m = 360$ MPa.

3.4 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DEL SITO

All'interno dello studio di vulnerabilità sismica, la caratterizzazione sismica del sottosuolo ai fini della determinazione della categoria di suolo di fondazione è stata effettuata sulla base dei risultati relativi alla prospezione sismica tipo MASW eseguita, su incarico dello Studio Tecnico Associato – Aires Ingegneria, dal dott. Geol. Raffaele Sessa nel lotto in cui ricade l'edificio scolastico.

Dai risultati ottenuti il sottosuolo è stato caratterizzato come segue: **“Categoria di suolo di fondazione di Tipo C”**. Inoltre, il sito si erge su una superficie di tipo pianeggiante, per cui è caratterizzabile con **“Categoria Topografica T1”**.

È importante segnalare che dallo studio della documentazione è emersa la possibilità che sotto l'effetto di azioni sismiche, in alcune aree del territorio comunale caratterizzate da terreni sabbiosi e/o sabbioso limosi sciolti a granulometria uniforme normalmente consolidati e saturi, si possono verificare fenomeni di liquefazione del terreno. Per tale motivo la Stazione Appaltante ha predisposto nuovo mandato avente l'obiettivo di approfondire il modello geologico del sottosuolo. Per i dettagli si rimanda al par. 4.3 del presente elaborato.

3.5 RISULTATI DELLE ANALISI STRUTTURALI

Dalle analisi effettuate si è riscontrato che le strutture sono verificate nei confronti dei carichi verticali; per quanto riguarda la sicurezza nei confronti delle azioni sismiche, una valutazione sulla stessa è stata effettuata attraverso gli indicatori di rischio sismico. Tali coefficienti sono parametri che, se prossimi o superiori all'unità, caratterizzano casi in cui il rischio è prossimo a quello previsto dalla normativa mentre se prossimi a zero caratterizzano casi in cui il rischio è molto elevato.

L'indicatore di rischio sismico nei confronti dello stato limite di operatività SLO dell'edificio è stato condizionato dall'eccessiva deformabilità laterale della struttura. Il valore del periodo di ritorno dell'azione sismica, ricavato dalle analisi, è risultato essere pari a $T_R=30$ anni, a cui corrisponde un indicatore di rischio $\alpha_{SLO}=0.846$ minore dell'unità.

L'indicatore di rischio sismico nei confronti dello stato limite di salvaguardia della vita SLV, è risultato quello più penalizzante per la sicurezza della struttura, in quanto condizionato dalla rottura fragile dei nodi trave/pilastro non confinati. Il valore del periodo di ritorno dell'azione sismica, ricavato dalle analisi, è risultato essere $T_R=30$ anni; l'indicatore di rischio corrispondente vale $\alpha_{SLV}=0.273$. Come evidenziato nello studio di vulnerabilità l'eliminazione dei meccanismi di rottura fragile dei nodi non confinati comporterebbe un buon incremento dell'indicatore di rischio fino al valore di 0.4 circa. Mentre, l'eliminazione di tutti i meccanismi di rottura fragile implicherebbe un ulteriore incremento dell'indicatore di rischio sismico fino al valore di circa 0.60.

Lo studio di vulnerabilità ha quindi evidenziato la condizione di particolare vulnerabilità sismica esibita dall'edificio, dovuta essenzialmente alla scarsa rispondenza ai principi fondamentali della progettazione sismoresistente previsti dai recenti codici normativi. Infatti, gli aspetti principali che hanno maggiormente influenzato negativamente la risposta sismica dell'edificio possono essere così sintetizzati:

- progettazione per soli carichi verticali e, pertanto, sviluppo dei telai prevalentemente in una sola direzione principale;
- scarsa cura delle regole di dettaglio, essenziale per le caratteristiche locali di resistenza e duttilità (armature a taglio, armature nei nodi, cura dei particolari costruttivi) che incide, in particolare, sulla

resistenza del nodo che può pervenire alla rottura prima delle zone della trave e del pilastro ad esso adiacenti;

- irregolarità in pianta, in elevazione e presenza di corpo scala con travi a ginocchio che causano eccentricità con conseguenti effetti torsionali.

Pertanto, è risultato doveroso procedere con la progettazione degli interventi di adeguamento sismico atti ad assorbire le azioni sismiche ed a correggere le deficienze intrinseche dello schema strutturale.

4 SAGGI, RILIEVI ED INDAGINI INTEGRATIVE

4.1 SAGGI E RILIEVI

Al fine di completare il bagaglio di informazioni ereditato dallo studio di vulnerabilità si è proceduto all'esecuzione di ulteriori saggi e rilievi. Tra le attività più significative si annoverano le seguenti:

1. Scavo finalizzato all'ispezione delle fondazioni su cui gravano le pareti di contenimento;
2. Spicconatura d'intonaco finalizzata all'individuazione di n.2 paramenti murari al piano seminterrato;
3. Saggi lungo il perimetro del piano seminterrato finalizzati all'individuazione delle tipologie di controparete presenti;
4. Taglio e prelievo di blocco a faccia vista rivolto all'individuazione della tipologia e del peso dello stesso;
5. Saggio eseguito al piano rialzato finalizzato all'individuazione del tipo di tamponatura ricorrente e della struttura muraria caratterizzante la stessa;
6. Saggio eseguito sul perimetro del torrino scala rivolto all'individuazione del tipo di tamponatura presente e della struttura muraria caratterizzante la stessa.

In ordine di elenco si riportano le seguenti informazioni rilevate:

- Le pareti in c.a. del piano seminterrato gravano su un piccolo cordolo di fondazione in c.a. di spessore 20 cm ed aggettante rispetto al filo parete di 20 cm;
- I due paramenti oggetto di indagine sono situati al piano seminterrato nel locale deposito. Dai saggi eseguiti è stata rinvenuta la presenza di una muratura di tufo avente uno stato di conservazione buono (Figura 14);



Figura 14 – Saggio su muratura di tufo presente al piano seminterrato.

- Il saggio eseguito al piano seminterrato sulla parete lato sud ha evidenziato la presenza di una controparete in cartongesso da 1.5 cm posizionata a 2 cm dalla parete in tufo. Il saggio ha inoltre evidenziato lo scarso grado di conservazione della muratura di tufo a causa dei fenomeni di infiltrazione ed umidità esistenti (Figura 15).
Per quanto riguarda invece, il saggio eseguito sul lato est, è stata rilevata la presenza di una controparete in laterizio forato sp. 8 cm, posizionata a 2 cm dalla parete di contenimento in c.a. in buono stato di conservazione.



Figura 15 – Saggio su pareti piano seminterrato. A sx parete lato sud, a dx parete lato est.

- Il blocchetto prelevato ha dimensioni 20x40x10cm, mostra una massa di 12 kg ed è costituito da lapillo-cemento con dimensione degli inerti inferiori ai 5 mm (Figura 16). Ne risulta un peso specifico di 15 kN/m³;



Figura 16 – Prelievo di blocco a faccia vista.

- Il saggio eseguito ha consentito di individuare la struttura muraria della tamponatura investigata. Tale elemento è costituito da una doppia fodera in laterizio forato sp. 8 cm con camera d'aria da 14 cm. Ne deduce uno spessore complessivo di 30 cm.
- Gli elementi di tamponamento del torrino scala sono invece realizzati da blocchi in lapillo cemento aventi spessore 20 cm.

4.2 MODELLO BIM DELL'ESISTENTE

Successivamente alla fase di rilievo si è proceduto alla realizzazione di un modello BIM (Building Information Modeling) comprensivo delle principali discipline: modello strutturale e modello architettonico. L'adozione del processo BIM all'interno del presente lavoro consente di velocizzare quei processi di verifica, analisi e di adeguamento delle soluzioni progettuali durante tutta la fase della progettazione. Infatti, il modello BIM rappresenta un vero e proprio database di informazioni coerenti ed univoche attraverso cui possono avvenire rapidamente: **verifica della coerenza** del contenuto informativo, **rapido aggiornamento degli elaborati** e **calcolo accurato delle quantità**.

Ad oggi si considerano sei livelli di applicazione del BIM, in funzione dell'approfondimento delle informazioni inserite e del grado di collaborazione applicato. Dal modello 2D e 3D in cui vengono gestite tutte le informazioni che riguardano le singole parti che compongono l'edificio, si passa al 4D dove entrano in gioco i flussi di materia e i tempi di esecuzione, fino al 5D e 6D in cui viene valutato l'intero modello facendo particolare attenzione all'economicità ed alle performance dell'edificio stesso.

Ad ogni livello di applicazione corrisponde un "Livello di sviluppo" (LOD) utilizzato per gestire il lavoro di tutti i professionisti che hanno concorso alla realizzazione del modello, stabilendo il grado di definizione di ogni componente, da quella architettonica, a quella strutturale ed impiantistica.

Nel caso in esame il livello di dettaglio raggiunto dagli oggetti BIM inseriti all'interno del modello risulta adeguato alla definizione della presente fase di progetto e in accordo a quanto previsto dalla normativa UNI11337. In particolare, pilastri, travi, solai e fondazioni sono rappresentati in ogni dettaglio sezione, materiale e localizzazione; muri e impalcati sono modellati con il dettaglio dello spessore definitivo e della composizione stratigrafica. Pertanto, da tale modello sarà possibile estrapolare tutte le informazioni necessarie alla stesura del progetto (quantità dei materiali, elaborati grafici, verifica delle interferenze architettoniche, etc.).

Per il presente progetto, che riguarda interventi sull'esistente, la modellazione dell'edificio attuale (realizzata sulla base dei rilievi eseguiti) ha rappresentato il punto di partenza fondamentale per la comprensione del complesso edilizio e la successiva modellazione degli interventi. Si riporta di seguito una rappresentazione tridimensionale del modello realizzato con il software ArchiCAD della Graphisoft.



Figura 17 – Modello BIM dell'esistente.

4.3 INDAGINI GEOLOGICHE

Con mandato per l'affidamento delle "Indagini Geognostiche e Geofisiche" relativo ai "Lavori di adeguamento sismico della scuola elementare e materna Tenente Iorio" in carica al **Geol. Fabio Lombardi**, con contratto del 18/07/2022, si è proceduto all'approfondimento della conoscenza del modello geologico del sito. Al fine di conseguire tale obiettivo sono state eseguite le seguenti prove, ubicate come in Figura 18:

- N.1 Sondaggio geognostico a carotaggio continuo, realizzato fino a profondità di 30 metri;
- N.3 prove SPT;
- N.2 prove Penetrometriche di tipo DPSH;
- Prelievo ed analisi di n.2 campioni indisturbati; con esecuzione delle seguenti prove di laboratorio:
 - Prova granulometrica/sedimentologica;
 - Prova di compressione edometrica;
 - Prova di taglio diretto;
 - Analisi fisiche generali.
- N.2 indagini HVSR;
- N.1 Indagine Downhole.

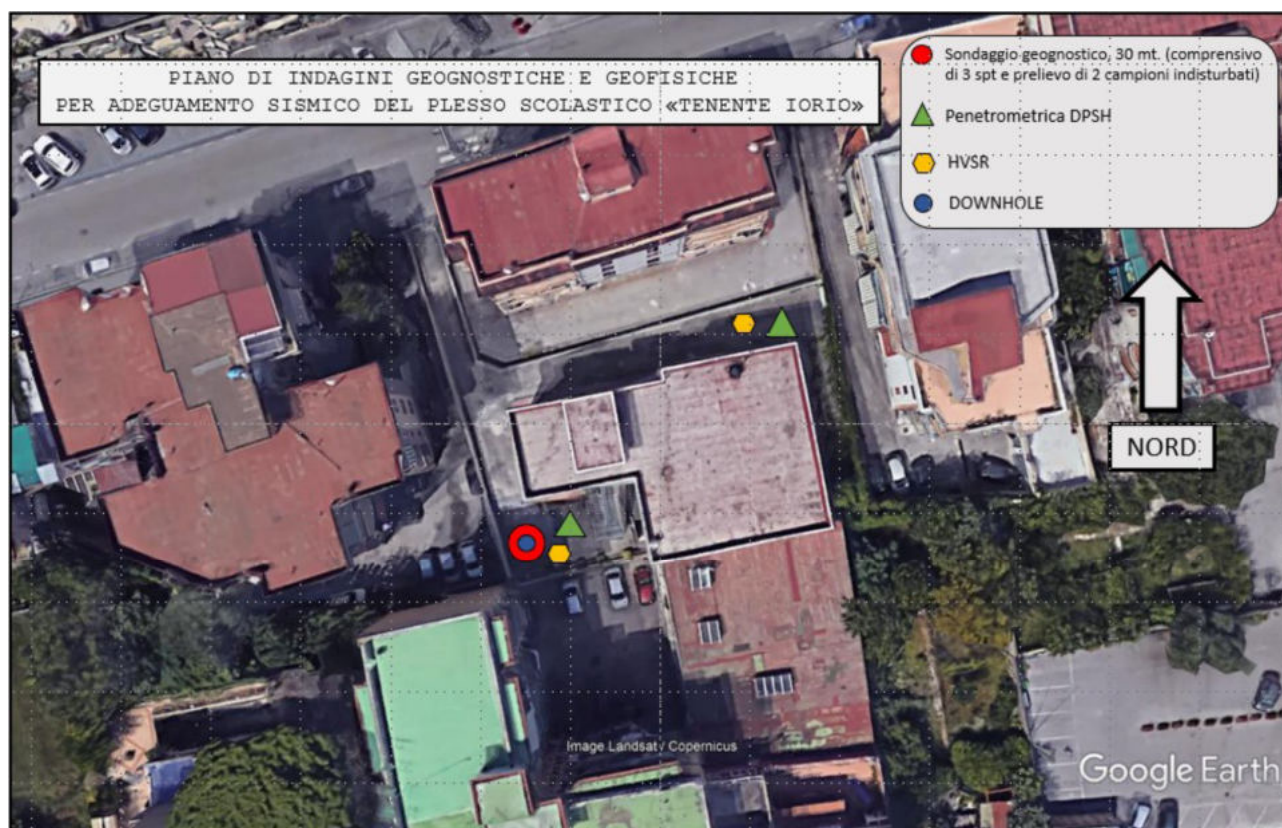


Figura 18 – Ubicazione delle prove sui terreni.

Le indagini eseguite hanno consentito di definire il modello geotecnico dell'area oggetto d'intervento. In particolare, hanno permesso di descrivere, dal punto di vista stratigrafico, il sottosuolo dell'area di indagine e di definire, in accordo con quanto prescritto dalle NTC 2018, le litologie riscontrate in termini di categorie di sottosuolo. Ciò ha permesso infine di ricavare la Risposta Sismica Locale, fondamentale per la progettazione sismica delle opere a farsi. In linea con quanto previsto dalle NTC2018 è stata inoltre eseguita la verifica stabilità nei confronti della liquefazione.

La stratigrafia risultante dalle indagini è la seguente:

- (0.00 – 1.50) Terreno di riporto;
- (1.50 – 2.50) Sabbia fine limosa;
- (2.50 – 4.00) Sabbia fine limosa debolmente ghiaiosa;
- (4.00 – 5.00) Sabbia grossolana argillosa ghiaiosa;
- (5.00 – 6.00) Limo sabbioso fine;
- (6.00 – 8.00) Sabbia limosa debolmente argillosa;
- (8.00 – 10.00) Sabbia fine limosa;
- (10.00 – 15.00) Sabbia ghiaiosa limosa;
- (15.00 – 30.00) Lava compatta.

La falda è stata rinvenuta ad una profondità di 6.00 metri dal piano campagna. Si riporta di seguito il profilo stratigrafico dei terreni investigati.

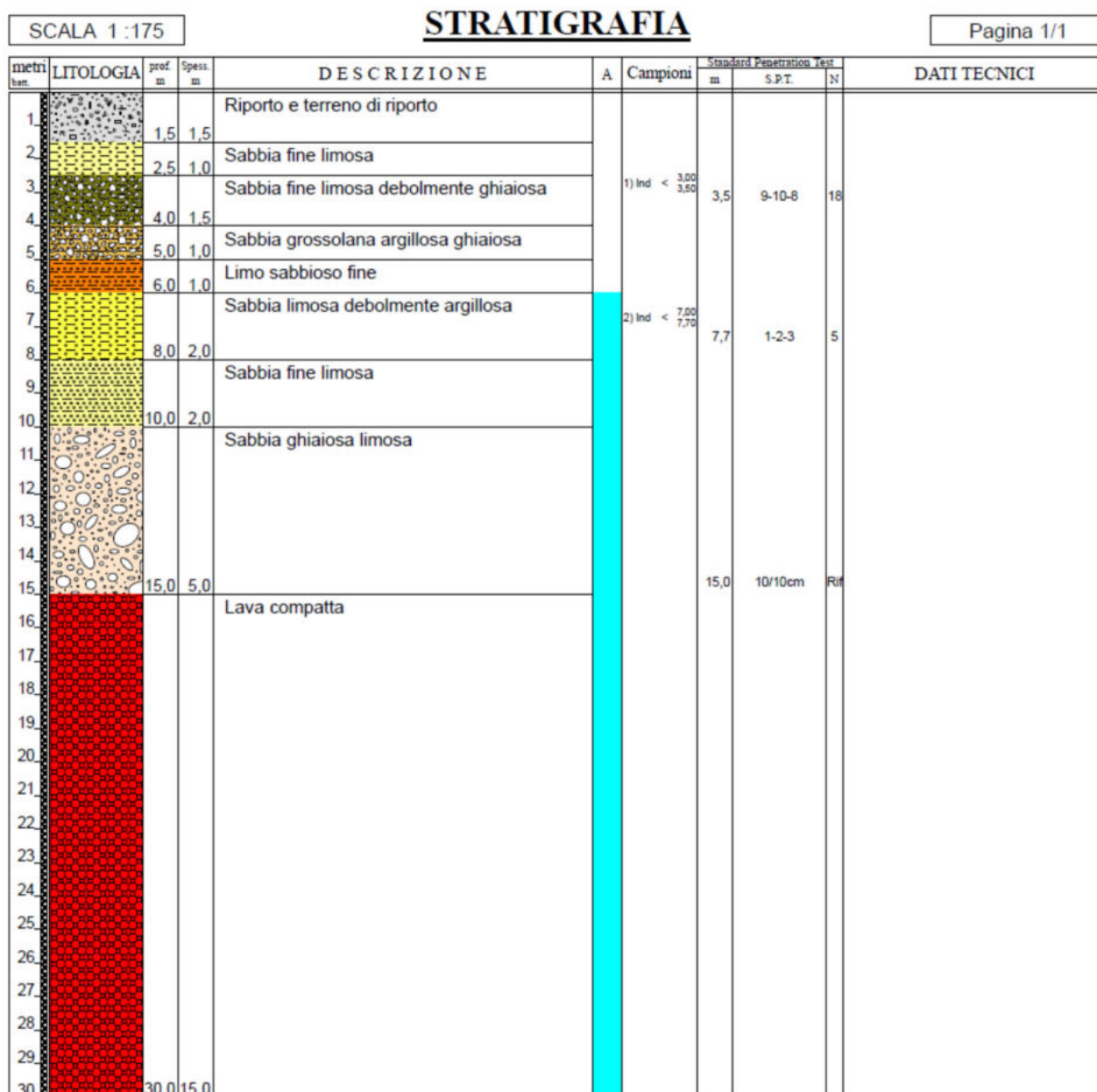


Figura 19 – Stratigrafia dei terreni investigati.

I risultati delle prove SPT vengono sintetizzati di seguito.

ID SONDAGGIO	ID SPT	PROFONDITÀ (m dal p.c.)	Nr. COLPI	Nspt	TIPO DI PUNTA	Litologia
S01_DH	SPT_1	3.50 m	5 - 2 - 2	4	Puata Conica Chiusa	Terreno e Riporto
	SPT_2	7.70 m	4 - 4 - 5	9	Puata Conica Chiusa	Terreno e Riporto
	SPT_3	15	10/Rif.	Rif.	Puata Conica Chiusa	Sabbia ghiaiosa/lava compatta

Tabella 3 – Risultati delle prove S.P.T.

Di seguito sono mostrati il numero di colpi delle due prove DPSH, le penetrometriche si sono spinte fino ad una profondità di 14.60 m.

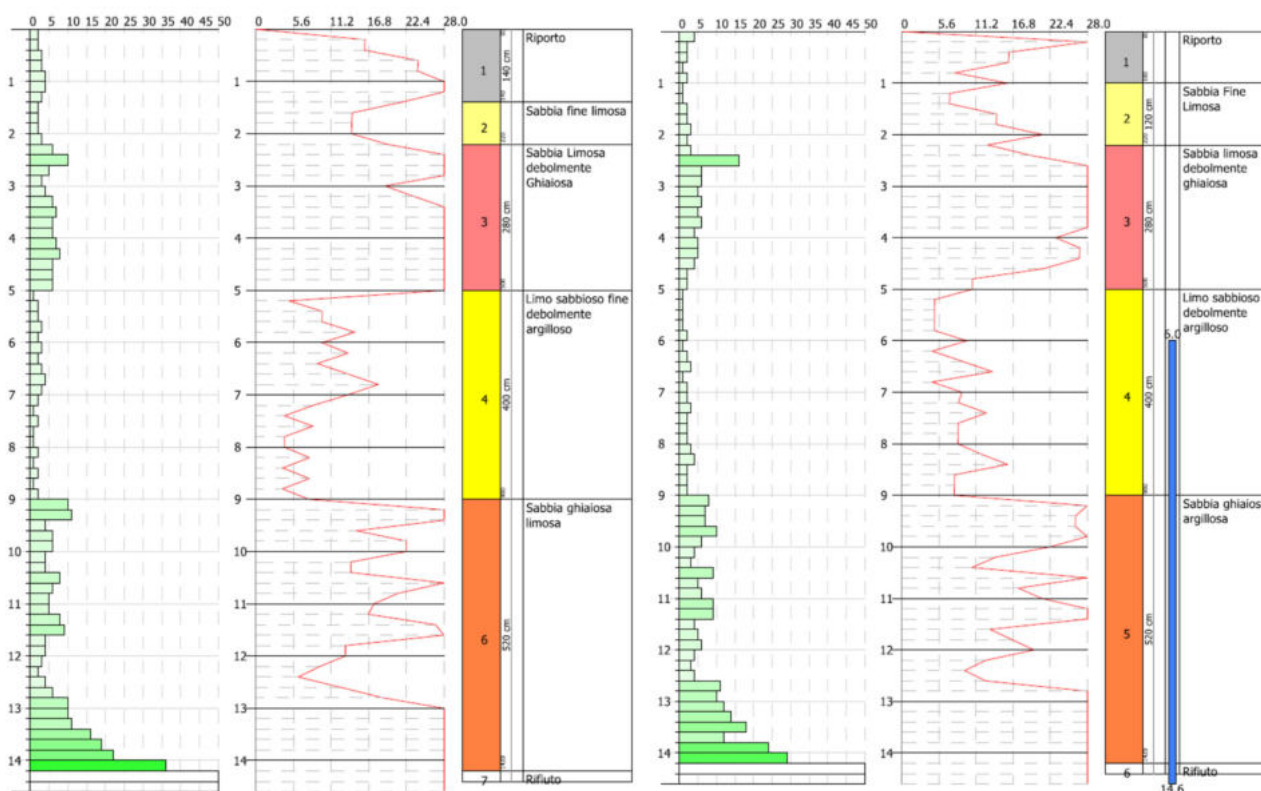


Figura 20 – Risultati prove penetrometriche DPSH.

Per quanto riguarda le prove di laboratorio, esse sono state effettuate dal laboratorio certificato ISOGEA s.r.l. con sede presso Via Cristoforo Colombo, 22, 84018 Scafati SA. I campioni analizzati sono 2 (S1-C1 ed S2-C1). Si riporta di seguito il riepilogo delle prove eseguite su ognuno dei campioni.

	C1 S1, Profondità 3.00 – 3.50	C1 S2, Profondità 7.00 – 7.70
Apertura e descrizione	X	X
Analisi fisiche generali	X	X
Prova granulometrica	X	X
Prova di compressione edometrica	X	X
Prova di taglio diretto	X	X
Prova di compressione ad espansione laterale libera		X

Tabella 4 – Riepilogo prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati.

A seguire si riportano i risultati delle diverse prove di laboratorio eseguite.

Campione	Contenuto di acqua naturale (W _n)	Struttura	Temperatura di essiccazione	Dimensione massima particella	Campione	Peso di volume naturale (kN/m ³)	Peso specifico dei granuli (kN/m ³)
S1-C1	50.8 %	Omogenea	110 °C	0.84 mm	S1-C1	15.4 %	26.4
Campione	Contenuto di acqua naturale (W _n)	Struttura	Temperatura di essiccazione	Dimensione massima particella	Campione	Peso di volume naturale (kN/m ³)	Peso specifico dei granuli (kN/m ³)
S1-C2	57.6 %	Omogenea	110 °C	0.84 mm	S1-C2	16.1 %	25.5

Tabella 5 – Riepilogo dei parametri fisici misurati.

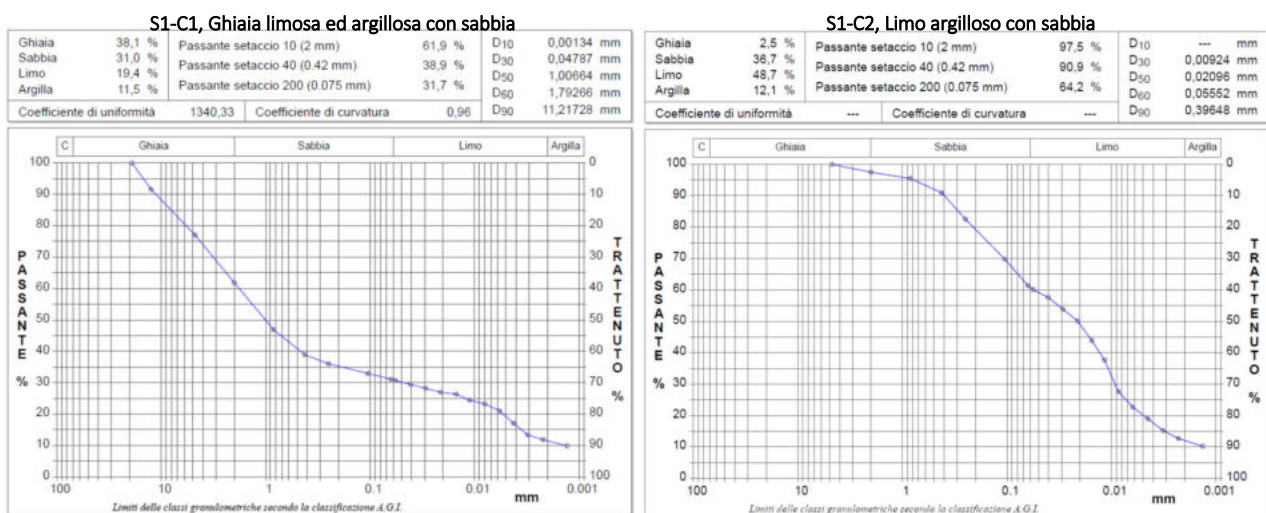


Figura 21 – Analisi granulometrica.

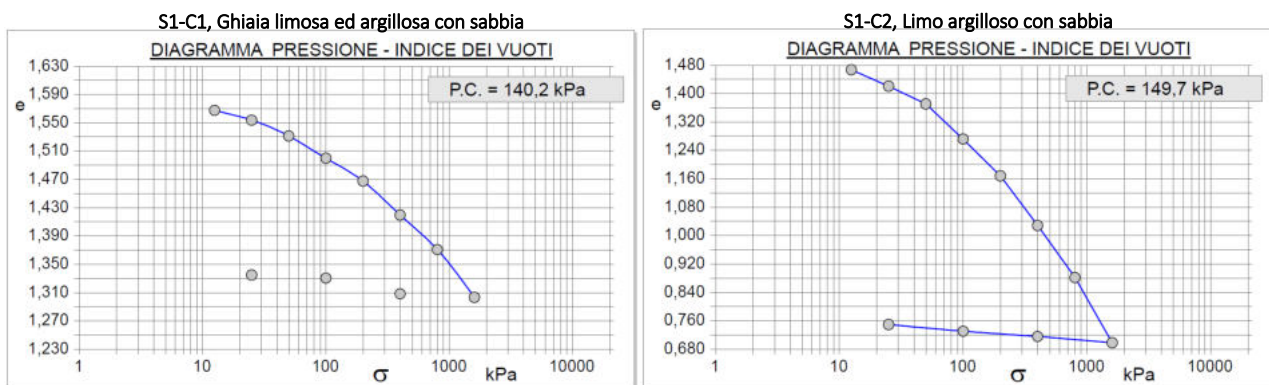


Figura 22 – Prove edometriche: diagrammi pressione – indice dei vuoti.

Risultati prove di taglio diretto:

- S1-C1: $\phi' = 31^\circ$ $c' = 0.30$ kPa;
- S1-C2: $\phi' = 27^\circ$ $c' = 4.10$ kPa;

Prova di compressione ad espansione libera laterale:

- Tensione finale a rottura: 135.3 kPa.

Il modello geotecnico definitivo risulta essere il seguente.

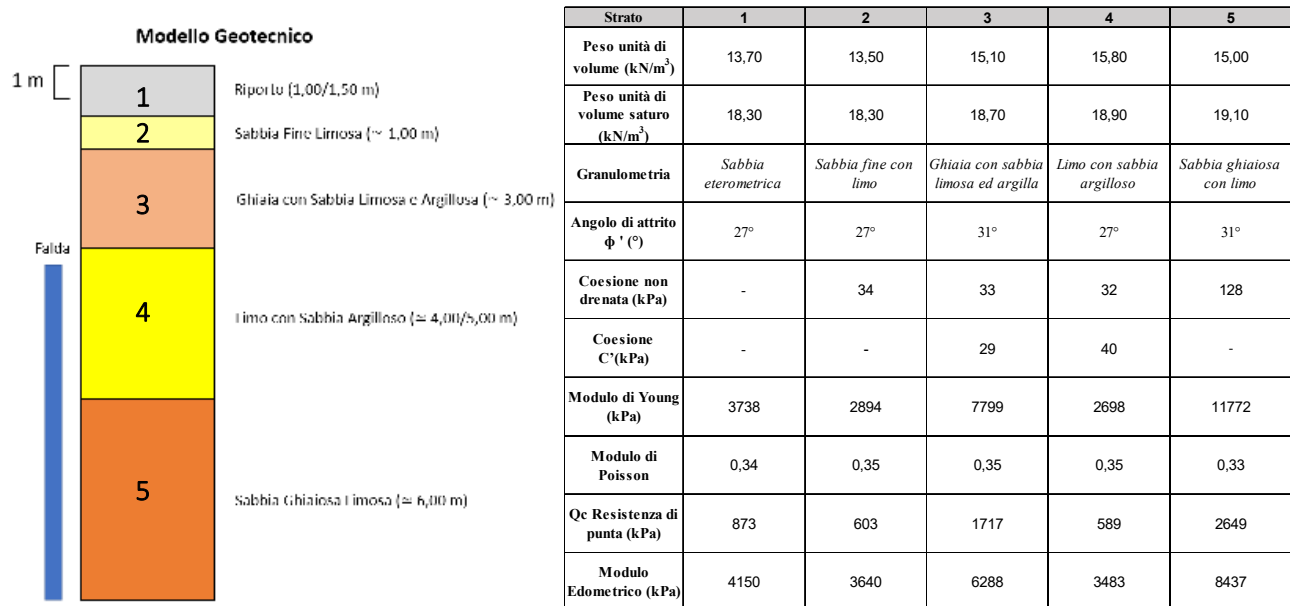


Figura 23 – Modello Geotecnico del sottosuolo.

Come riportato precedentemente, nel sito è stata eseguita n.1 prospezione sismiche di tipo Down – Hole e n.2 indagine HVSR che hanno permesso di ricostruire il profilo di velocità delle onde di taglio V_s ed il calcolo della V_{seq} . È stato quindi determinato il parametro V_{seq} del sito, definendo la categoria di suolo nell'area investigata:

- Tramite l'indagine Down Hole è stata calcolata una V_{seq} pari a 447 m/s;
- $H=15$ m.

Entrambe le indagini hanno quindi fornito un valore attribuibile alla **categoria di sottosuolo B**, diversamente da quanto dichiarato in fase di vulnerabilità sismica.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione geologica a corredo del presente progetto.

4.4 RISPOSTA SISMICA LOCALE

Al fine di valutare la risposta sismica locale e la reale attendibilità delle Categorie di Sottosuolo e del coefficiente Topografico è stato utilizzato il codice di calcolo STRATA, all'interno del quale ciascun punto della superficie esaminato viene definito mediante un modello di sottosuolo monodimensionale, ossia a strati paralleli, in cui bisogna specificare la stratigrafia lungo la verticale considerata. Nel rispetto della normativa vigente è stata effettuata una modellazione numerica assegnando una severità dell'azione sismica con la probabilità di superamento, P , e con il periodo di ritorno, T_r , relativi agli stati limite considerati. In particolare, è stata considerata una vita nominale della costruzione (V_n) di 50 anni, una classe d'uso (C_u) di III con il relativo coefficiente pari a 1.50 e quindi una vita di riferimento $V_r = 75$ anni. A partire da queste indicazioni si è determinato un periodo di ritorno dell'azione sismica di 712 anni corrispondenti allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV).

Una volta estrapolati gli accelerogrammi spettrocompatibili con il sito di esame, e dopo aver costruito un adeguato modello di terreno, si è proceduti all'analisi di risposta sismica locale facendo propagare gli accelerogrammi di input, opportunamente scalati rispetto alla PGA di riferimento per ciascun stato limite, dal bedrock alla superficie. Gli input sismici utilizzati sono rappresentati da una settupla di storie accelerometriche applicate alla base del modello per lo stato limite considerato e riferite agli spettri di normativa calcolati per il sito in esame, considerando un sottosuolo di roccia affiorante (classe A) con topografia sub-orizzontale (T1) e

correttamente deconvoluto (v. Dynamic Analysis della ITASCA, 2018). In particolare, gli accelerogrammi sono stati ricavati tramite l'utilizzo del software REXEL.

Per la caratterizzazione meccanica dei vari litotipi presenti è stato necessario definire le curve di decadimento del modulo di rigidezza al taglio normalizzata G/G_{max} e di incremento del fattore di smorzamento D rispetto alla deformazione tangenziale. Non essendo disponibili misurazioni dirette effettuate in laboratorio attraverso la prova triassiale ciclica o tramite colonna risonante, si è fatto ricorso a curve di letteratura, scegliendo tra quelle associate a terreni aventi caratteristiche simili a quelli del caso di studio.

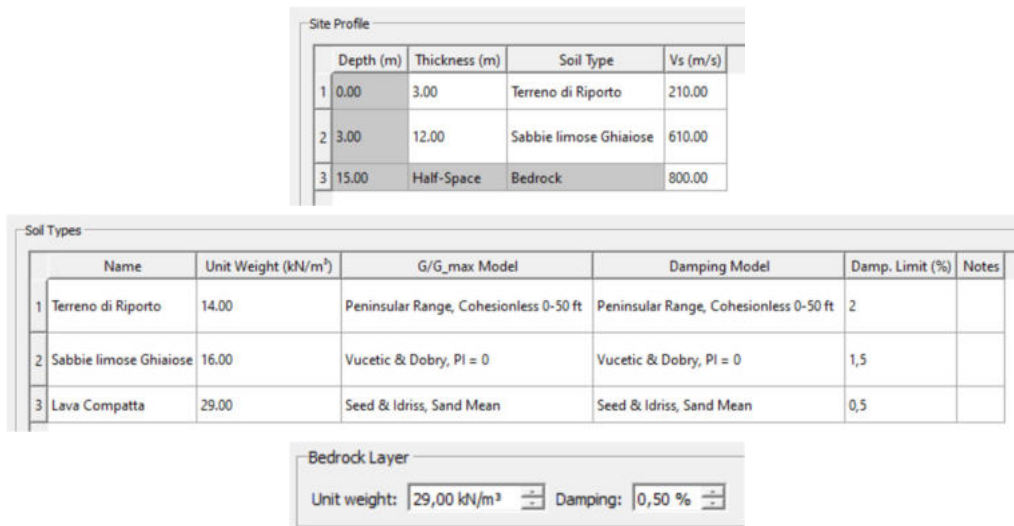


Figura 24 – Modello sismostratigrafico utilizzato nel software STRATA per l'analisi di RSL 1D.

I risultati ottenuti dalla analisi sono riportati di seguito.

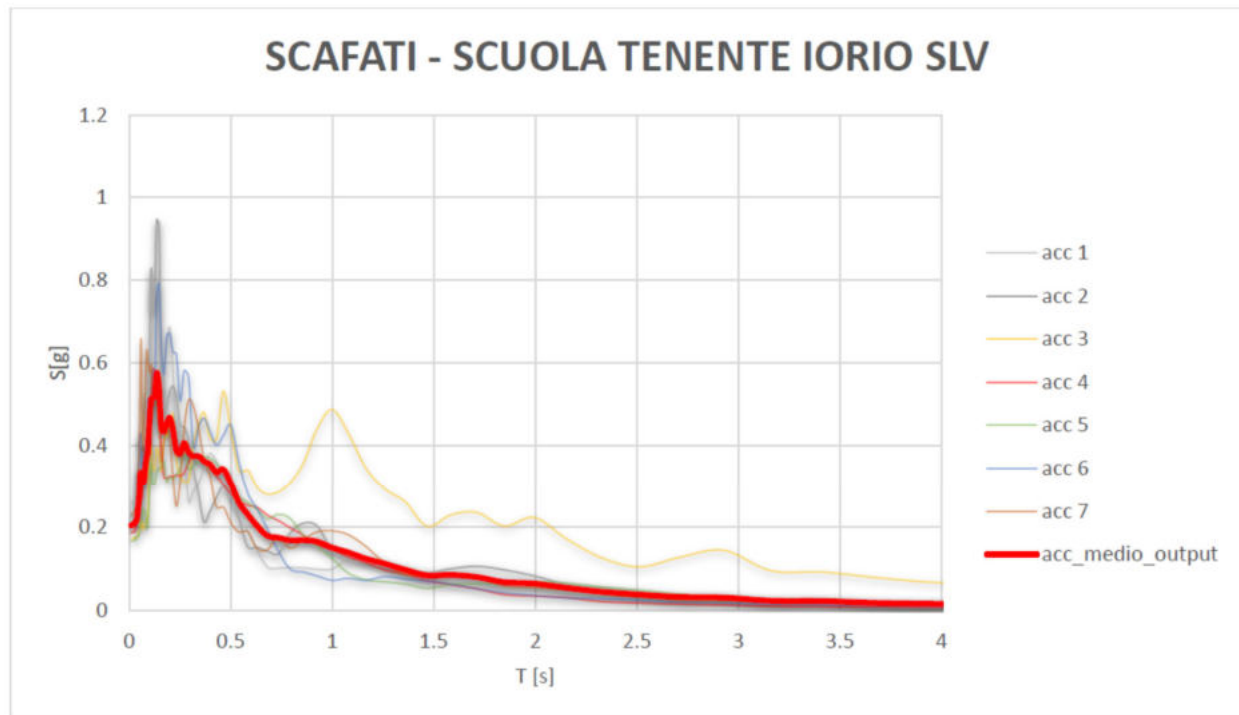


Figura 25 – Spettri ottenuti in superficie con input sismici acc.1...acc.7 spettro-compatibili e spettro medio.

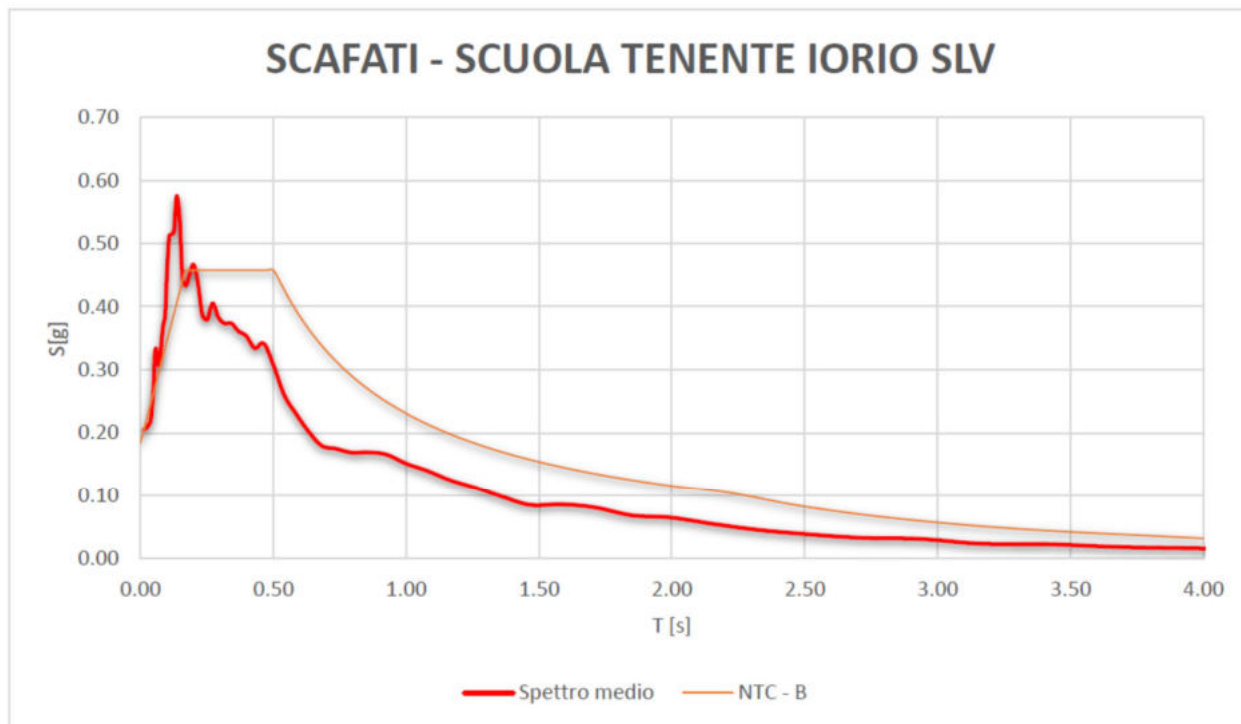


Figura 26 – Confronto tra spettro medio e spettro da normativa calcolato per categoria di sottosuolo B.

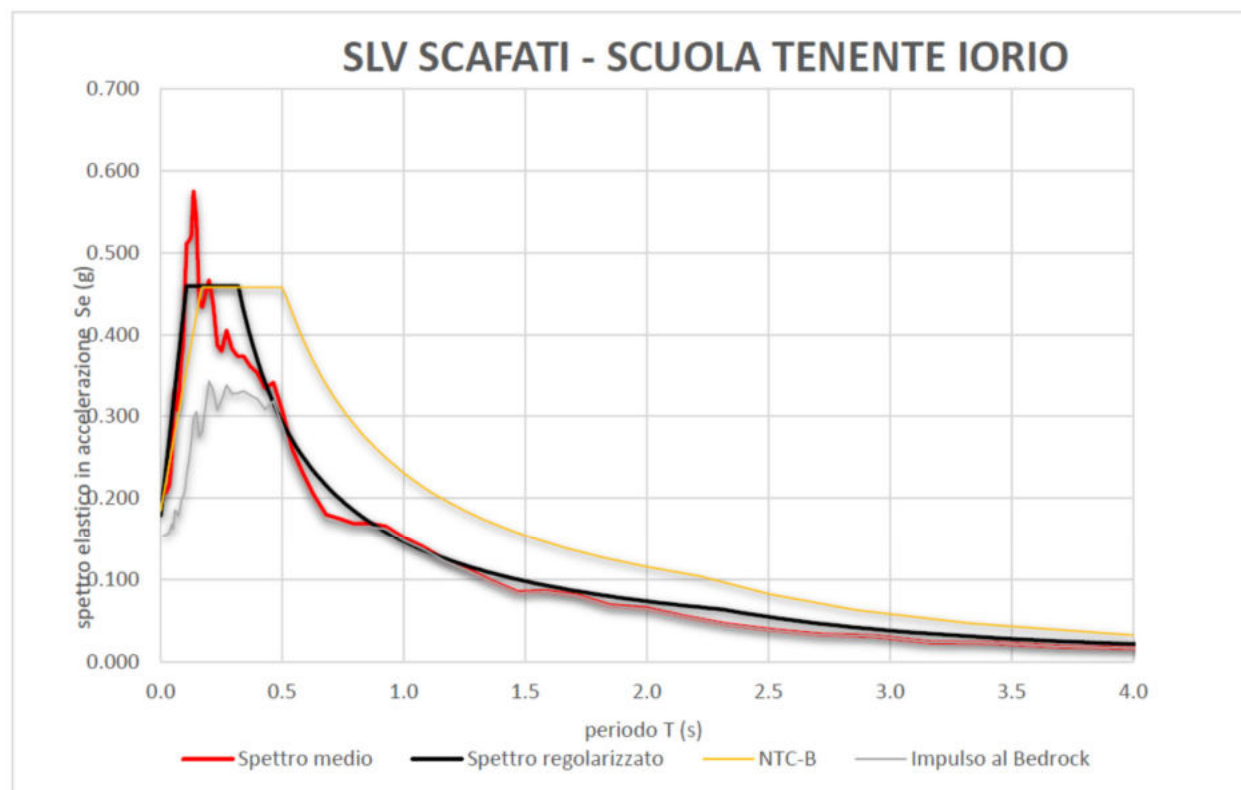


Figura 27 – Spettro medio da RSL regolarizzato.

Considerando lo spettro regolarizzato, possiamo inoltre notare che lo spettro di sottosuolo di categoria B-T1 delle NTC, al quale il sito appartiene, risulta simile con lo spettro di risposta modellato per periodi inferiori a 0,45 s, mentre per periodi maggiori lo spettro di sottosuolo di categoria B-T1 sovrastima le ordinate spettrali.

Analogamente a quanto fatto per lo stato limite di salvaguardia, attraverso il software STRATA, sono stati valutati gli spettri di risposta elastici in pseudo-accelerazioni per i restanti stati limite previsti in normativa (SLO, SLD e SLC). Di seguito si riportano i seguenti parametri sismici e relativi spettri di risposta.

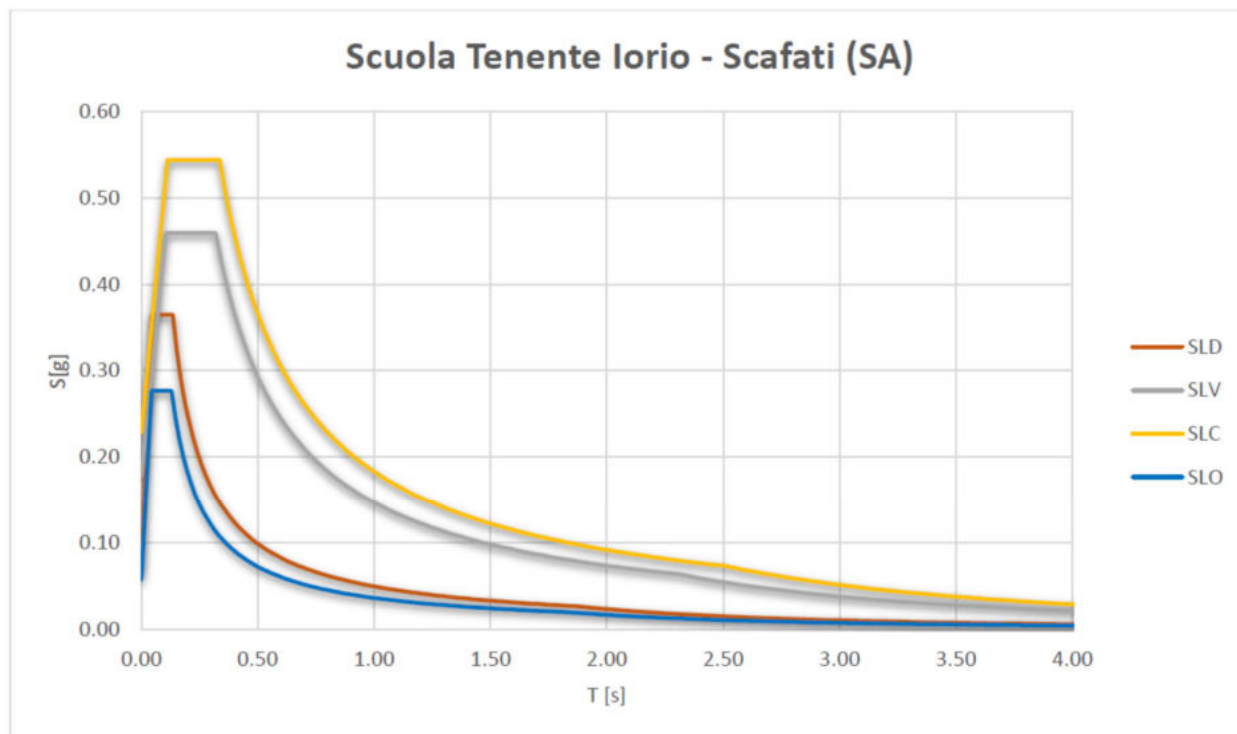


Figura 28 – Spettri elastici in pseudo-accelerazioni regolarizzati ricavati per ogni stato limite.

	Cu	Ag (g)	Fo	Tc' [s]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se	Cc
SLO	1.5	0,0571	4,839	0,3124	0,0434	0,130	1,828	0,240	1.388
SLD	1.5	0,0680	5,363	0,3315	0,0451	0,135	1,872	0,329	1.371
SLV	1.5	0,1780	2,580	0,3769	0,106	0,319	3.105	0,459	1.337
SLC	1.5	0,2277	2.3894	0.3874	0.112	0.335	2.511	0.544	1.329

Figura 29 – Parametri di pericolosità sismica e parametri di caratterizzazione spettrali ricavati da RSL.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione geologica a corredo del presente progetto.

4.5 LIQUEFAZIONE

Come riportato all'interno della relazione geologica allegata al PUC si evidenzia la possibilità che, sotto l'effetto di azioni sismiche, in alcune aree del territorio comunale caratterizzate da terreni sabbiosi e/o sabbioso limosi sciolti a granulometria uniforme normalmente consolidati e saturi, si possono verificare fenomeni di liquefazione del terreno. Pertanto, preliminarmente al presente progetto di adeguamento sismico è stata esaminata tale problematica calcolando il rischio di liquefazione.

Le NTC 2018, al § 7.11.3.4.2 - "Esclusione della verifica a liquefazione", individuano le condizioni per le quali è possibile omettere la verifica a liquefazione. In particolare, la verifica a liquefazione può non effettuarsi quando si verifiche una delle seguenti circostanze:

- Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.10 g;

- Profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano di campagna, per piano di campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella seguente figura nel caso (a) di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ e nel caso (b) di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

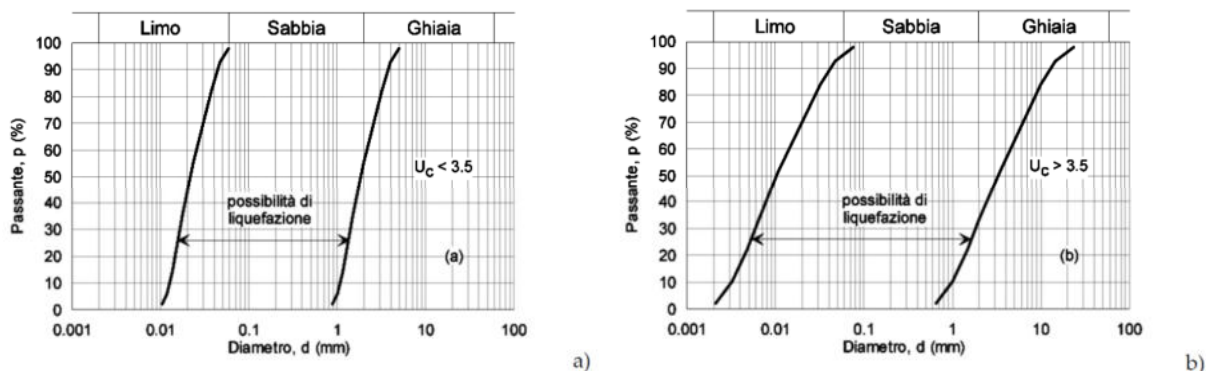


Figura 30 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione fig. 7.11.1 NTC-2018.

Dal momento che nessuna delle precedenti condizioni previste dalla norma risulta verificarsi è stata necessaria la verifica a liquefazione al fine valutare il coefficiente di sicurezza alla liquefazione alle profondità in cui sono presenti i terreni potenzialmente liquefacibili.

Al fine di procedere con la verifica, l'analisi è stata focalizzata sui livelli di "Limo sabbioso fine debolmente argilloso e le "Sabbie ghiaiose limose" interessati dal livello di falda.

Il programma per il calcolo del Fattore di Sicurezza FS è Liquiter di Geostru. Al fine di avere di valutare con maggiore affidabilità il rischio di liquefazione sono state utilizzate metodologie di verifica a cura di diversi autori, tra questi:

- Seed H.B. & Idriss I.M. (1982);
- Boulanger R.W. & Idriss I.M. (2014);
- Iwasaki et al (1982);
- Tokimatsu & Yoshimi (1983);
- Approccio Normativo Italiano (NTC - Circolare 2019 §C7.11.3.4).

Per nessuno degli autori considerato il fattore di sicurezza è risultato inferiore ad 1.00 o comunque a 1.25; in conclusione, si può affermare che, in base agli studi effettuati, i litotipi oggetti di studio non sono soggetti a liquefazione. Rimane però, per tutti gli autori, l'abbassamento del Fattore di Sicurezza con la profondità (fino al top delle lave compatte).

Per ulteriori approfondimenti si rimanda alla relazione geologica a corredo del presente progetto.

5 INTERVENTI DI PROGETTO

Il presente progetto definitivo-esecutivo, redatto in accordo al DPR 207/2010, individua compiutamente i lavori da realizzare, nel rispetto delle esigenze, dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti dalla Stazione Appaltante. Tra questi si sottolinea in particolare, la volontà da parte della Stazione Appaltante, di eseguire una progettazione mirata al raggiungimento dell'adeguamento sismico dell'edificio (cfr. §8.3 NTC2018).

Gli interventi di adeguamento sismico trattati nel presente progetto sono illustrati nel paragrafo seguente.

5.1 INTERVENTI STRUTTURALI DI ADEGUAMENTO SISMICO

Alla luce dei risultati forniti dalla verifica di vulnerabilità sismica e dalle osservazioni maturate durante le attività di rilievo e di ulteriori indagini è stato analizzato un insieme sistematico di interventi, che riconfigurano il sistema strutturale permettendo l'adeguamento sismico dell'opera in esame. Tali interventi vengono descritti dettagliatamente di seguito:

- Realizzazione di giunto sismico finalizzato alla creazione di due strutture sismicamente indipendenti. La creazione del giunto, nella posizione indicata in Figura 31, consente di realizzare due strutture regolari in pianta con conseguente miglioramento della distribuzione delle sollecitazioni negli elementi sismo resistenti. Al fine di realizzare l'intervento in sicurezza si dovrà eseguire la demolizione di una fascia di solaio di dimensioni (6.10 x 0.95 m) portando a vista i travetti c.a.p. esistenti, successivamente si dovrà procedere all'installazione di casseforme ed armature e al getto della porzione di solaio demolita utilizzando dei fogli polistirene per garantire la formazione del giunto. A seguito della maturazione del getto il polistirene sarà rimosso e si potrà procedere al taglio delle armature e dei conci di travetti esistenti. Il giunto dovrà avere un'ampiezza pari a 5 cm.

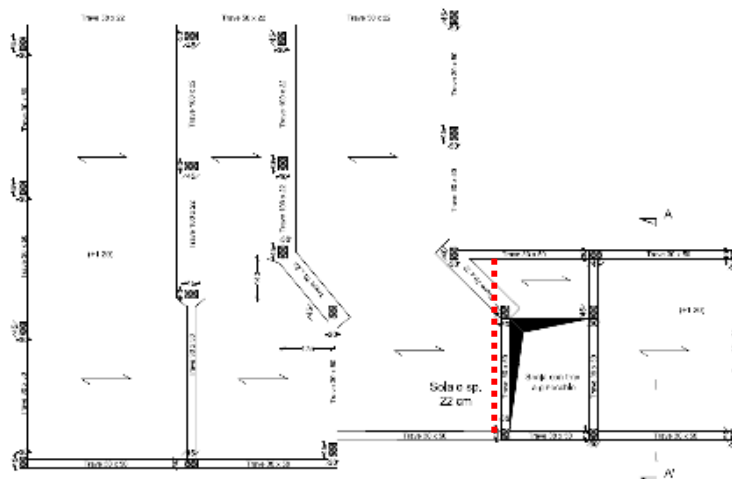


Figura 31 – Ubicazione del giunto sismico.

- Inserimento di **elementi verticali sismo resistenti** (*pareti e setti in c.a.*). La realizzazione di nuovi elementi permette di convogliare le azioni sismiche sulle pareti andando a diminuire le aliquote assorbite dai telai producendo un notevole beneficio per il sistema pilastro-trave e relativi nodi. Il progetto prevede l'inserimento di pareti in c.a. di vari spessori, disposte compatibilmente con l'architettonico rilevato e principalmente lungo il perimetro, a sostituire lo spessore di tamponature o tramezzi. Sono previste pareti di spessore 0.30 m, 0.40 m, 0.50 m, talvolta continue da cielo a terra e talvolta interrotte a livello di primo o secondo impalcato in base alle necessità strutturali e architettoniche. Fondamentale sarà la collaborazione tra la struttura esistente e i nuovi elementi strutturali; al fine di garantire tale collaborazione sarà necessario preparare i pilastri

mediante la rimozione del calcestruzzo per uno strato di spessore pari ad almeno 7 cm e prevedere l'inserimento di barre verticali e orizzontali di collegamento tra gli elementi esistenti e i nuovi. Inoltre, al fine di garantire il collegamento con i solai esistenti, saranno inserite ulteriori barre orizzontali in corrispondenza degli impalcati.

- Realizzazione di **camicie in c.a.** per travi e pilastri che presentano tassi di lavoro elevati; L'applicazione di un ringrosso in c.a. comporta una variazione delle caratteristiche dell'elemento, in quanto la variazione delle dimensioni della sezione e l'inserimento di armature aggiuntive contribuiranno all'incremento della resistenza sia a flessione che a taglio.

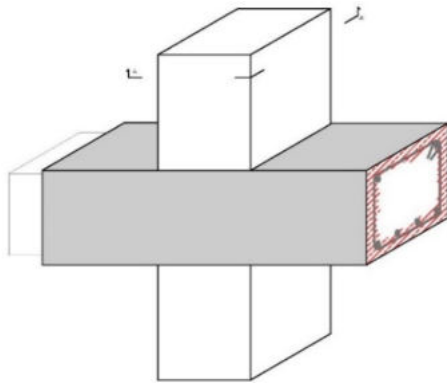


Figura 32 - Particolare tipologico: camicia in c.a. applicata alla trave - Vista assonometrica.

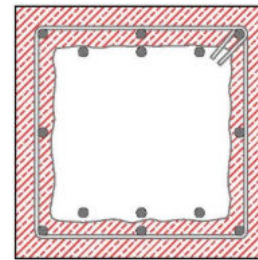


Figura 33 - Particolare tipologico: camicia in c.a. applicata al pilastro.

- Realizzazione di nuove travi in c.a. finalizzata al collegamento degli elementi portanti verticali in direzione x, in quanto lungo tale direzione l'edificio ne risulta attualmente sprovvisto, infatti, come osservato nello studio di vulnerabilità sismica la struttura portante è stata progettata con un sistema a telai piani paralleli;
- Intervento di consolidamento dei nodi trave-pilastro mediante **Sistema CAM®**.
L'acronimo CAM® sta per Cucitura Attiva dei Manufatti. In esso è racchiuso un sistema di consolidamento strutturale basato sulla realizzazione di tirantature metalliche realizzate tramite un nastro di dimensioni ridotte che vengono poste in tensione attraverso una apposita macchina certificata in grado di imprimere al nastro uno stato di "presollecitazione" che fa sì che l'elemento rinforzato presenti una staffa disposta nel nodo a posteriori. Il sistema si compone di 4 parti:
 - Nastro in acciaio INOX di dimensioni estremamente ridotte (19x0.90 mm) da disporre in configurazione di anello chiuso che può essere posto anche in sovrapposizione;
 - Sigillo in acciaio INOX, elemento di chiusura del singolo anello di nastro;
 - Angolari in acciaio tipo S275 da disporre in corrispondenza degli spigoli degli elementi per ripartire il carico;
 - Piastra imbutita in acciaio S355, anch'esso elemento ripartitore, da applicare in corrispondenza degli eventuali fori da realizzarsi su travi e pilastri.

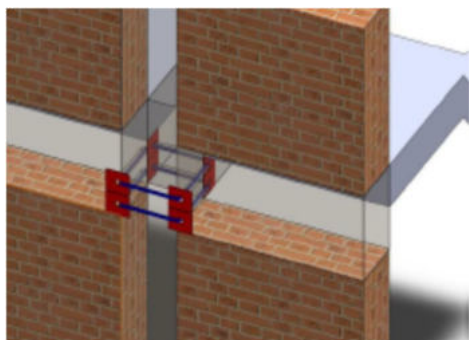


Figura 34 - Particolare tipologico: Sistema CAM® applicata al nodo trave-pilastro in facciata.

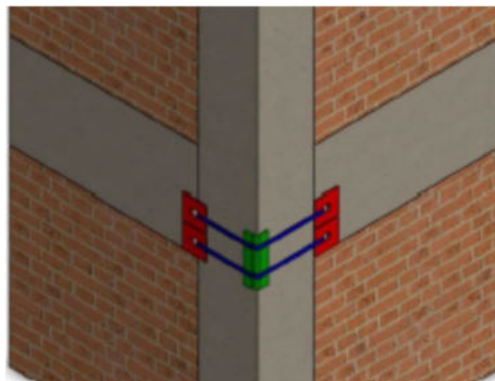


Figura 35 - Particolare tipologico: Sistema CAM® applicata al nodo trave-pilastro d'angolo.

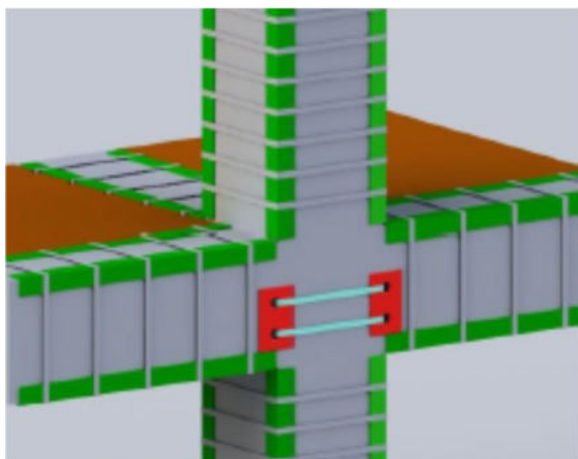


Figura 36 – Particolare tipologico: Sistema CAM® applicata al nodo trave-pilastro in facciata, vista 3d.

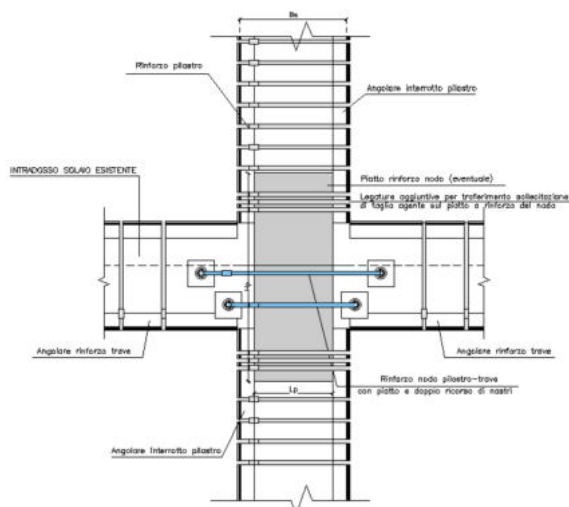


Figura 37 - Particolare tipologico: Sistema CAM® applicata al nodo trave-pilastro in facciata, prospetto.

- **Ripristino dell'integrità del calcestruzzo e trattamento delle armature** nelle zone caratterizzate da degrado del calcestruzzo ed ossidazione dei ferri;

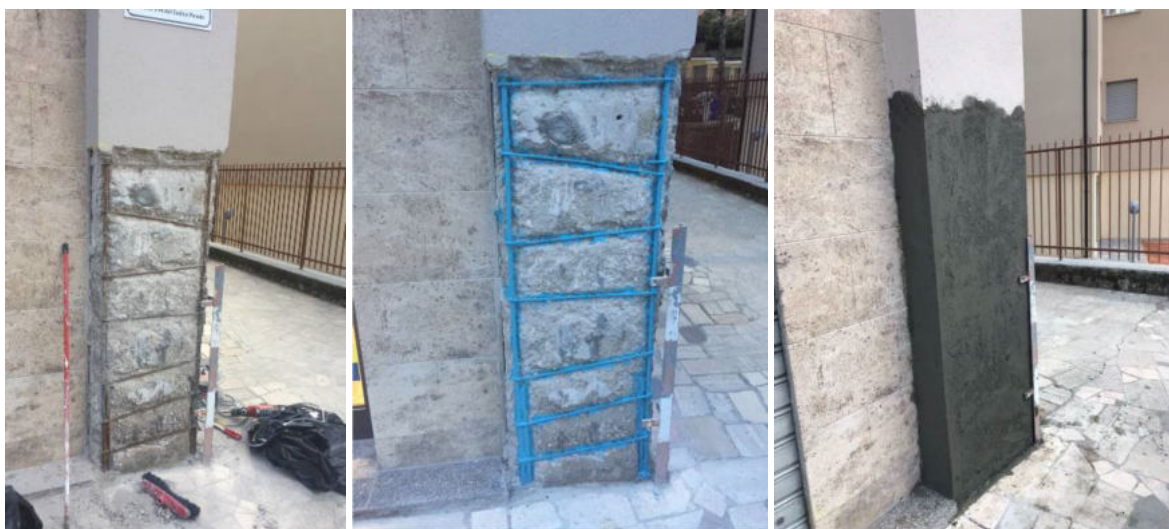


Figura 38 – Ripristino delle zone di degrado degli elementi in c.a.

- Realizzazione di un nuovo sistema di fondazione costituito da n.2 platee in c.a. sp. 50 cm anch'esse opportunamente giuntate nella zona a ridosso dei due corpi strutturali;
- Ringrosso in c.a. delle pareti esistenti controterra al fine di garantire le opportune capacità in termini di resistenza nei confronti delle sollecitazioni sismiche derivanti dalla sovrastruttura.
- Sistema di protezione di pareti interrato mediante applicazione di membrana in polietilene estruso ad alta densità con rilievi semisferici. Tale sistema è previsto a protezione della nuova parete in c.a. da realizzarsi al piano seminterrato lungo lato sud.

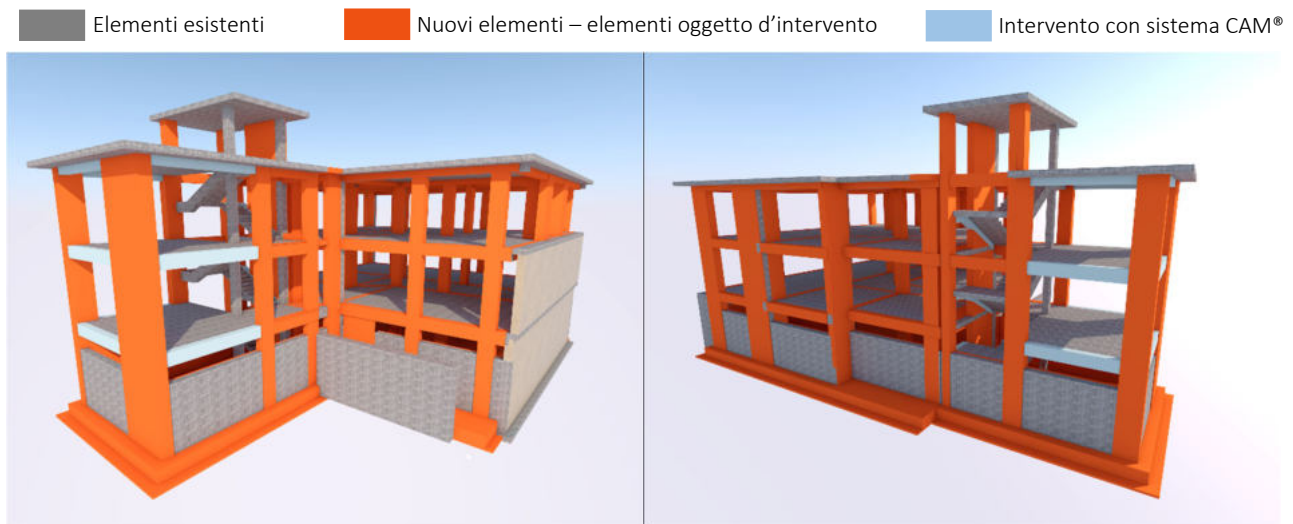


Figura 39 – Viste 3D degli interventi strutturali.

Per l'ubicazione ed i dettagli degli interventi si rimanda ai seguenti elaborati grafici strutturali:

- SCF-240-PDE-STR-DWG-A1+-R01-Stato di Progetto_Strutture di Fondazione;
- SCF-245-PDE-STR-DWG-A1+-R01-Stato di Progetto_Strutture in Elevazione_Carpenterie;
- SCF-250-PDE-STR-DWG-A1+-R01-Stato di Progetto_Strutture in Elevazione_Sezioni;
- SCF-255-PDE-STR-DWG-A1+-R01-Dettagli Costruttivi.

5.2 ASPETTI ARCHITETTONICI

In generale, gli interventi strutturali sono consistiti nell'introduzione di nuovi elementi sismo-resistenti (pareti e setti in c.a.). L'ingombro di tali elementi, risultando non trascurabile, ha comportato inevitabilmente l'interferenza con le parti architettoniche. Per tale motivo il posizionamento dei nuovi elementi è stato opportunamente progettato al fine di ridurre l'impatto sull'attuale configurazione degli spazi, lasciando quindi inalterata la fruibilità degli stessi. In misura estremamente limitata sono state apportate piccole variazioni al posizionamento di alcune porte e finestre, senza compromettere il soddisfacimento dei rapporti aero-illuminanti esistenti. Unica eccezione è rappresentata da una delle finestre del vano scala (prospetto nord), la quale presenterà un'altezza ridotta di circa 30 cm. Tale modifica garantisce comunque un rapporto aero-illuminante maggiore di 1/8.

Per una visione completa sulla natura e la magnitudo di tali modifiche si rimanda ai seguenti elaborati grafici:

- SCF-120-PDE-ARC-DWG-A1+-R01-Demolizioni_Piante;
- SCF-125-PDE-ARC-DWG-A1+-R01-Demolizioni_Prospetti e Sezioni;
- SCF-130-PDE-ARC-DWG-A1+-R01-Stato di Progetto_Piante 1 di 2;
- SCF-135-PDE-ARC-DWG-A1+-R01-Stato di Progetto_Piante 2 di 2;
- SCF-140-PDE-ARC-DWG-A1+-R01-Stato di Progetto_Prospetti e Sezioni.

5.3 OPERE EDILI

Al fine di realizzare gli interventi di adeguamento strutturale in progetto si dovrà procedere con i seguenti interventi di scavo, demolizione e rimozione:

1. Rimozione e smaltimento di canna fumaria esistente contenente amianto;
2. Smontaggio della scala di emergenza in acciaio;
3. Demolizione di mattoni in lapillo cemento sp. 10 cm ubicati sull'intera superficie esterna dell'edificio;
4. Demolizione di una fascia di pavimentazione di larghezza 2.00 m lungo il perimetro esterno dell'edificio;
5. Scavo lungo il perimetro dell'edificio (fascia 1.50 m) per una profondità di 3.10 m fino al raggiungimento della quota d'imposta della nuova fondazione;
6. Demolizione di porte, pavimenti, tramezzature, contro-pareti in laterizio e cartongesso attualmente presenti al piano seminterrato;
7. Rimozione di tutti gli infissi e demolizione di tutti gli elementi di tamponamento;
8. Demolizione di soglie di marmo;
9. Demolizione di tutti i pavimenti e delle fasce di massetto interessate dagli interventi;
10. Rimozione di tutte le porte;
11. Demolizione completa dei locali wc;
12. Demolizione parziali degli elementi di partizione interna verticale, come indicato nei grafici;
13. Spicconatura di intonaci delle superfici strutturali oggetto d'intervento;
14. Rimozione di manto di copertura e delle fasce di massetto interessate dagli interventi strutturali.

A valle della realizzazione degli interventi strutturali, si procederà al ripristino delle opere demolite mediante l'esecuzione dei seguenti interventi:

1. Realizzazione di muratura monostrato di tamponamento in blocchi di laterizio sp. 30 cm avente conducibilità termica non maggiore di 0.319 W/mK;
2. Posa in opera di membrana in polietilene estruso ad alta densità (HDPE) con rilievi emisferici a chiusura meccanica da eseguirsi su superfici controterra (nuova parete lato sud piano seminterrato);
3. Rinterro e compattazione dei volumi di scavo;
4. Compensazione di riseghe emergenti in facciata mediante realizzazione di nuovo strato di laterizi forati sp. 10 cm;
5. Realizzazione di tramezzature in tavole di laterizio sp. 10 cm;
6. Posa in opera di partizioni antincendio con resistenza al fuoco REI120 da realizzarsi con tre lastre in calcio silicato sp. 15 mm. Tale soluzione è da applicarsi al solo locale termico ubicato al piano seminterrato;
7. Posa in opera di nuovi controtelai in acciaio zincato per tutti i nuovi serramenti esterni;
8. Posa in opera di nuovi controtelai in legno per alloggio delle porte interne;
9. Realizzazione di intonaco sulle nuove superfici interne ed esterne;
10. Realizzazione di massetto di sottofondo a completamento delle zone non demolite;
11. Posa in opera di nuovi infissi in PVC con doppio vetrocamera e trasmittanza non superiore a 2.00 W/m²K;
12. Recupero di infissi esistenti;
13. Posa in opera di nuova porta tagliafuoco e griglia di ventilazione per locale caldaia ubicato al piano seminterrato;
14. Posa in opera di e pavimenti in gres porcellanato con superficie antiscivolo formato 40x40 cm per aule, corridoi e ripostigli;
15. Posa in opera di battiscopa in gres porcellanato;
16. Posa in opera di pavimenti e rivestimenti di piastrelle di gres porcellanato con superficie antiscivolo formato 20x20 cm per i locali bagni ed i locali tecnici;
17. Rasatura, stuccatura e tinteggiatura di tutti gli ambienti;
18. Posa in opera di nuove porte in legno per aule e ripostigli;
19. Recupero e montaggio di porte in alluminio per i locali wc;

20. Ripristino di massetto delle pendenze in copertura e posa in opera di guaina impermeabilizzante;
21. Rasatura, stuccatura e tinteggiatura dei prospetti;
22. Montaggio di scala di emergenza in acciaio;
23. Ripristino delle pavimentazioni esterne mediante compattazione del piano di posa, realizzazione di strato di base in conglomerato bituminoso sp. 10 cm, posa in opera di strato di collegamento (binder) sp. 7 cm e strato di usura (tappetino) sp. 3 cm.

Nel presente appalto non sono previste le seguenti lavorazioni: pavimentazione, relativo sottofondo e tinteggiatura dei locali ubicati al piano seminterrato.

Per maggiori dettagli sull'ubicazione e la magnitudo degli interventi si rimanda ai seguenti elaborati:

- SCF-120-PDE-ARC-DWG-A1+-R01-Demolizioni_Piante;
- SCF-125-PDE-ARC-DWG-A1+-R01-Demolizioni_Prospetti e Sezioni;
- SCF-130-PDE-ARC-DWG-A1+-R01-Stato di Progetto_Piante 1 di 2;
- SCF-135-PDE-ARC-DWG-A1+-R01-Stato di Progetto_Piante 2 di 2;
- SCF-140-PDE-ARC-DWG-A1+-R01-Stato di Progetto_Prospetti e Sezioni.

5.4 MODELLO BIM DI PROGETTO

Per quanto riguarda la modellazione degli interventi di progetto, l'utilizzo del modello è stato fondamentale per sviluppare la proposta progettuale in modo coerente valutando l'impatto delle scelte progettuali su tutto l'organismo edilizio nello spazio tridimensionale risolvendo molteplici criticità ed interferenze.

Inoltre, il processo che ha consentito di modellare gli interventi di progetto ha dovuto necessariamente tener conto del fattore tempo (modello 4D). Infatti, ogni oggetto di modellazione è stato contraddistinto da un parametro che ne ha individuato la posizione nel tempo attraverso una delle seguenti fasi:

- Stato dei luoghi;
- Fase di Demolizione;
- Stato di Progetto.

Si riporta di seguito una rappresentazione tridimensione del modello realizzato con il software ArchiCAD della Graphisoft, sia nella fase di Demolizione, sia nello stato di Progetto.



Figura 40 – Modello BIM, fase di demolizione.



Figura 41 – Modello BIM, stato di progetto.

5.5 IMPIANTI

Gli interventi impiantistici che si andranno ad eseguire saranno mirati alla risoluzione delle interferenze degli interventi strutturali con le reti impiantistiche presenti, questi dovranno essere eseguiti in conformità alle disposizioni degli Operatori Economici gestori della manutenzione e /o dei servizi stessi.

Per quanto concerne la risoluzione delle interferenze impiantistiche, si prevedono le seguenti attività di rimozione:

1. Intercettazione dei sotto-servizi in prossimità delle aree di scavo e sezionamento temporaneo delle reti intercettate;
2. Sezionamento impianto elettrico necessario allo smontaggio dei pannelli fotovoltaici ubicati in copertura. Tali elementi dovranno essere accuratamente stoccati onde evitarne il danneggiamento;
3. Smontaggio di caldaia esistente mediante chiusura delle valvole, svuotamento delle tubazioni di mandata e ritorno. La caldaia dovrà essere accuratamente stoccata onde evitarne il danneggiamento;
4. Smontaggio di serbatoio di accumulo dell'acqua e relativo sistema di pompaggio, mediante sezionamento delle tubazioni e svuotamento del volume stoccato. Tutte le componenti smontate dovranno essere accuratamente depositate per successivo riutilizzo;
5. Smontaggio dei corpi scaldanti mediante chiusura delle valvole e svuotamento dell'elemento;
6. Smontaggio di apparecchi igienico sanitari;
7. Smontaggio di corpi illuminanti, dispositivi multimediali-informatici, cassette con frutti elettrici e cassetteria. Tutte le componenti smontate dovranno essere accuratamente depositate per successivo riutilizzo;
8. Smontaggio di dispositivi di fonia dati e relative cassetteria. Tutte le componenti smontate dovranno essere accuratamente depositate per successivo riutilizzo;
9. Smontaggio di dispositivi video-sorveglianza e relativa cassetteria. Tutte le componenti smontate dovranno essere accuratamente depositate per successivo riutilizzo;
10. Rimozione di pluviali esistenti.

Successivamente alla realizzazione degli interventi strutturali si dovrà procedere al ripristino degli impianti. Si prevedono le seguenti lavorazioni principali:

1. Ripristino dei sotto-servizi in prossimità delle aree di scavo;
2. Recupero e montaggio di sistema a pannelli fotovoltaici in copertura;

3. Recupero e montaggio di caldaia, serbatoio di accumulo dell'acqua e relativo sistema di pompaggio;
4. Recupero e montaggio dei corpi scaldanti;
5. Fornitura e posa in opera di nuovi apparecchi igienico-sanitari;
6. Recupero e montaggio di corpi illuminanti, dispositivi multimediali-informatici e cassette con frutti elettrici;
7. Recupero e montaggio di dispositivi di fonìa dati e di video-sorveglianza;
8. Fornitura e posa in opera di pluviali.

Saranno inoltre previste, a seconda dei casi, idonee misure preventive, protettive e/o operative, quali ad esempio la richiesta all'ente erogatore di interruzione momentanea del servizio.

In generale le componenti impiantistiche presenti verranno preservate il più possibile dai danneggiamenti accidentali, cercando per quanto possibile il loro recupero. Le componenti danneggiate verranno invece sostituite. In ogni caso gli interventi consisteranno nella dismissione del servizio, mediante intercettazione delle tubazioni a monte e a valle, compreso esecuzione di allacciamenti provvisori per consentire l'esecuzione delle lavorazioni in sicurezza, e il successivo ripristino delle stesse in conformità alle loro specifiche costruttive.

Gli interventi a farsi dovranno in ogni modo garantire, o migliorare, l'attuale stato di funzionalità dell'edificio.

6 RISCHI E VINCOLI CONNESSI ALL'ESECUZIONE DEI LAVORI

6.1 VINCOLI ARCHEOLOGICI

Come riportato all'art.34 delle "NTA relative alle disposizioni strutturali e programmatiche del Piano Urbanistico Comunale", in considerazione del suo interesse archeologico, l'intero territorio comunale di Scafati è considerato ambito d'attenzione archeologica (secondo le Linee Guida per il paesaggio della Campania) e a esso è attribuito un valore archeologico potenziale ipotizzato in base a ritrovamenti diffusi. Di conseguenza, è fatto obbligo ai soggetti che intendano realizzare interventi comportanti scavi, anche limitati, di preavvertire la Soprintendenza per i Beni Archeologici con 20 giorni di anticipo dell'inizio dei lavori. Tale comunicazione preventiva si rende necessaria in quanto i lavori in progetto prevedono attività di scavo. Non è richiesto invece il parere preventivo vincolante della soprintendenza in quanto l'immobile in esame non è oggetto di vincolo proposto o in osservazione.

Si precisa che le attività di scavo interesseranno aree già oggetto di scavo all'epoca della costruzione, per cui non vi è rischio di ritrovamento di beni archeologici.

6.2 VINCOLI PAESAGGISTICI

Come riportato in figura seguente, l'immobile in oggetto non ricade in zone soggette a vincolo paesaggistico. Inoltre, in linea con quanto prescritto nel dpr 31/2017, trattandosi di interventi che non alterano lo stato dei luoghi e l'aspetto esteriore dell'edificio, per il progetto in esame non dovrà essere richiesta l'autorizzazione paesaggistica.

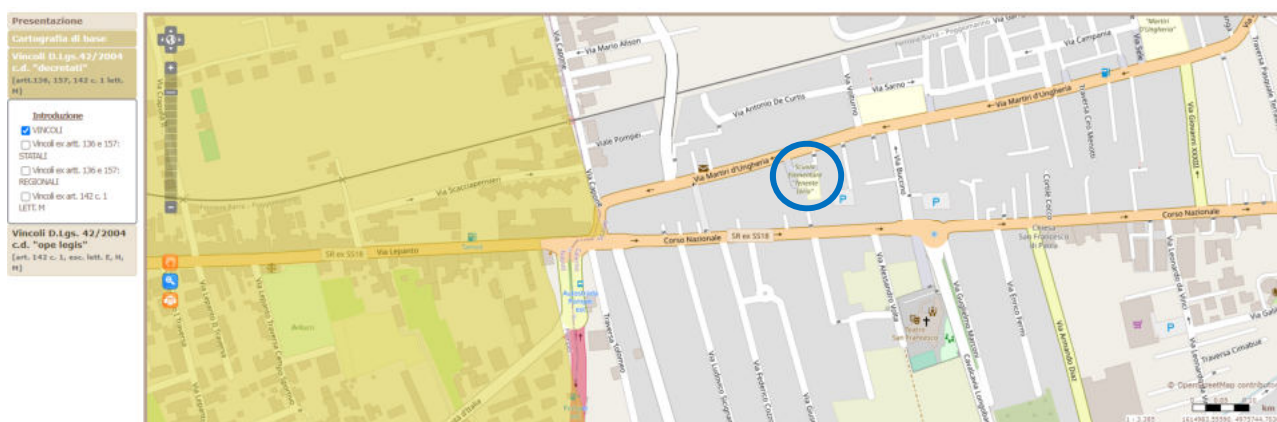


Figura 42 – Stralcio cartografico delle aree soggette ai Vincoli di cui al D.Lgs.42/2004 (<http://sitap.beniculturali.it/>).

6.3 RISCHIO RINVENIMENTO ORDIGNI BELLICI INESPLOSI

In merito al rischio di rinvenimento di ordigni bellici inesplosi (OBI) si specifica che non è necessario individuare misure di prevenzione e protezione da adottare nel corso dei lavori, in quanto:

- per realizzare le fondazioni dell'attuale scuola elementare e materna Tenente Iorio è stato necessario eseguire uno scavo avente profondità maggiore di 3.00 m. I depositi piroclastici, caratterizzanti il sito in esame si sono formati, in tempi notevolmente antecedenti al '900. Per tale ragione si può presumere che dai i primi del '900 fino agli anni in cui sono iniziati i lavori di scavo, l'orografia del sito sia rimasta inalterata. Viste tali considerazioni si deduce che eventuali ritrovamenti avrebbero dovuto interessare gli scavi all'epoca della realizzazione dell'opera e non quelli attualmente interagenti con le fondazioni;
- Gli interventi previsti per l'adeguamento sismico delle fondazioni non interessano porzioni di terreno ricadenti al difuori di aree già oggetto di scavi precedenti.

7 ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI

7.1 PREZZI DI APPLICAZIONE

Tutti i prezzi utilizzati per la quantificazione economica dell'intervento sono stati desunti dai sotto elencati prezziari al fine di avere un corretto valore di costruzione dell'opera:

Prezzario utilizzato per opere edili, impianti e strutture:

- Prezzario regionale dei Lavori Pubblici (Regione Campania) – Edizione 2023 - Approvato con D.G.R. n.50 del 8 febbraio 2023.
- Prezzario DEI II sem 2022 – Recupero Ristrutturazione e Manutenzione.

Prezzario utilizzato per la computazione oneri della sicurezza ai sensi del D.P.R. 22/03 “Regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei e mobili”:

- Prezzario regionale dei Lavori Pubblici (Regione Campania) – Edizione 2023 - Approvato con D.G.R. n.50 del 8 febbraio 2023.
- Prezzario DEI II sem 2022 – Recupero Ristrutturazione e Manutenzione.

Prezzario utilizzato per la computazione della manodopera:

- Prezzario regionale dei Lavori Pubblici (Regione Campania) – Edizione 2023 - Approvato con D.G.R. n.50 del 8 febbraio 2023.
- Prezzario DEI II sem 2022 – Recupero Ristrutturazione e Manutenzione.

Relativamente alle opere non previste negli elenchi si è fatto riferimento ai prezzi di mercato stante l'ampia disponibilità di analoghe realizzazioni. La determinazione del prezzo di applicazione è avvenuta tramite media aritmetica dei prezzi di offerta aumentati del 17% per spese generali e del 10% per utile d'impresa.

7.2 CALCOLO SOMMARIO DEL COSTO DELL'OPERA

Per i costi di intervento, si rimanda all'elaborato di progetto SCF-430-PDE-ECN-DOC-A4-R00-Computo metrico estimativo.

7.3 INDICAZIONI SUL CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

La durata dei lavori è stimata per **n. 267 giorni lavorativi** e di circa **n. 372 giorni naturali e consecutivi**. Per le durate delle singole attività previste per l'esecuzione dei lavori si rimanda all'elaborato “SCF-450-PDE-ECN-DOC-A1-R00-Cronoprogramma dei lavori”.

8 CONCLUSIONI

Il presente progetto, redatto nel rispetto delle normative tecniche vigenti, è stato calibrato sulla base dei molteplici aspetti sia di natura architettonica-strutturale che amministrativo-procedurale. In particolare sono stati considerati fattori imprescindibili i seguenti punti:

- Corrispondenza alle aspettative dell'utenza;
- Limiti di spesa;
- Conservazione della qualità estetica del costruito;
- Facilità di intervento nelle operazioni di manutenzione straordinarie dovute all'inevitabile degrado nel tempo dei materiali utilizzati;
- Sicurezza e massima fruibilità delle aree.

Inoltre, gli interventi progettati soddisfano i requisiti richiesti dalle Norme tecniche delle costruzioni del 2018 e garantiscono l'adeguamento sismico del complesso strutturale con un livello di sicurezza pari a quello di una nuova costruzione.

8.1 TITOLI AUTORIZZATIVI NECESSARI PER L'ESECUZIONE DEGLI INTERVENTI

Si riporta di seguito l'elenco di autorizzazioni, comunicazioni e licenze necessarie per la realizzazione degli interventi in progetto e da richiedere prima della realizzazione degli stessi:

- Autorizzazione sismica da richiedere tramite il portale S.I.smi.CA. (Sistema Informativo della sismica in Regione Campania per la presentazione e gestione delle istanze di cui alla Legge Regionale della Campania 7 gennaio 1983, n.9);
- Comunicazione di inizio lavori alla Soprintendenza per i Beni Archeologici da effettuarsi entro 20 giorni di anticipo dell'inizio dei lavori.

Napoli, 05 aprile 2023

Il Progettista

