

# FUTURA

# LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



Finanziato  
dall'Unione europea  
Next Generation EU



Ministero dell'Università



Italiadomani  
INIZIATIVA DI COOPERAZIONE

## PROVINCIA DI PESCARA

SETTORE I

**SERVIZIO EDILIZIA SCOLASTICA**

### PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

#### MISSIONE 4: ISTRUZIONE E RICERCA

Componente 1: Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido alle  
Università

Investimento 3.3: Piano di messa in sicurezza e riqualificazione dell'edilizia scolastica

### INTERVENTI DIRETTI ALL'ADEGUAMENTO SISMICO ED ANTINCENDIO DELL'ISTITUTO TECNICO STATALE "ATERO- MANTHONE" DI PESCARA - SEDE EX ARTIGIANELLI

**CUP: C23H19000020001**

### PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

**Elaborato: RELAZIONE TECNICA**

**All. A**

**Progettista:**  
**arch. Luciano Mancini**

**Responsabile del Procedimento:**  
**ing. Raffaella Paolini**

**Data:**  
**MARZO 2023**

## **1. PREMESSA**

L'intervento di adeguamento sismico e antincendio dell'edificio denominato "ex Artigianelli" dell'Istituto Tecnico Statale "Aterno-Manthonè" di Pescara, approvato con Decreto del Presidente della Provincia n. 82 del 25/05/2018 ed inserito nel Piano Triennale Regionale di Edilizia Scolastica 2018/2020 della Regione Abruzzo, è successivamente confluito tra i cd. "progetti in essere" del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza giunto Decreto del Ministero dell'Istruzione e del Merito 6 dicembre 2022, n. 320 per un importo complessivo pari a € 3.388.800,00.

L'Ente dispone di una analisi di vulnerabilità (livello di conoscenza LC1) dalla quale è stato possibile stabilire preliminarmente la tipologia degli interventi strutturali da eseguirsi sull'edificio. Analogamente è stata redatta una relazione tecnica di prevenzioni incendi al fine di individuare gli interventi finalizzati all'adeguamento antincendio.

Nella redazione del progetto definitivo-esecutivo andranno approfondite le indagini geologico-strutturali eseguite a carico della stazione appaltante a seguito della trasmissione del Piano delle indagini da parte del progettista incaricato.

Si riportano di seguito le scadenze imposte dal P.N.R.R. relativamente all'intervento in oggetto:

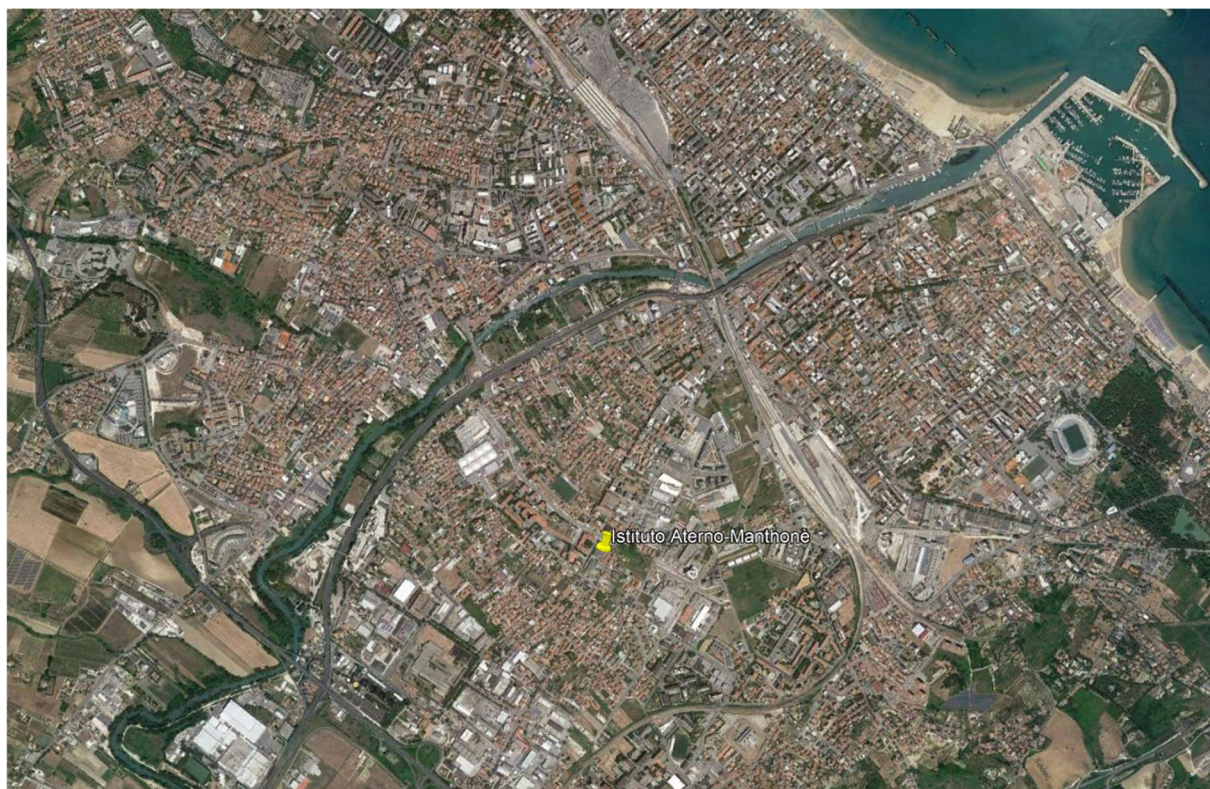
|                               |                                   |                                      |
|-------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Aggiudicazione lavori</b>  | <b>Entro il 15 settembre 2023</b> | <b>Determina di aggiudicazione</b>   |
| <b>Avvio dei lavori</b>       | <b>Entro il 30 novembre 2023</b>  | <b>Verbale di consegna lavori</b>    |
| <b>Conclusione dei lavori</b> | <b>Entro il 31 marzo 2026</b>     | <b>Verbale di ultimazione lavori</b> |
| <b>Collaudo dei lavori</b>    | <b>Entro il 30 giugno 2026</b>    | <b>Certificato di collaudo</b>       |

## **2. DESCRIZIONE DEL FABBRICATO**

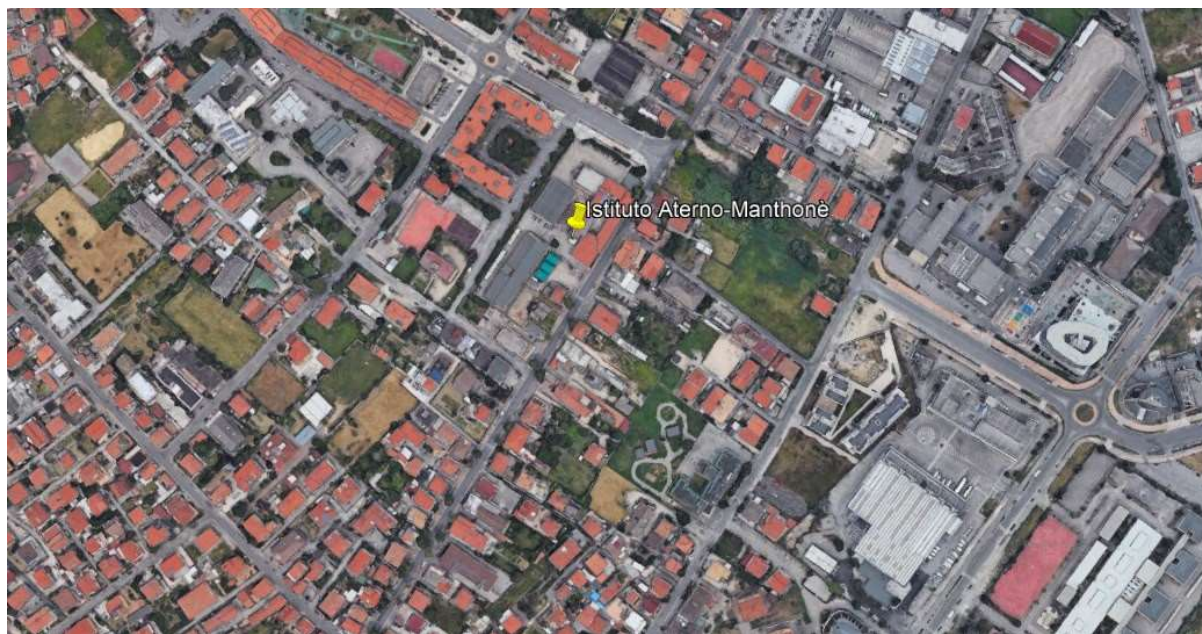
L'edificio oggetto di studio è ubicato in via Tiburtina 202, nel territorio comunale di Pescara (PE), ed attualmente sede dell'Istituto Tecnico Statale "Aterno-Manthonè".

Le coordinate identificative della struttura nel sistema cartografico WGS84 sono:

Latitudine 42°27'1.74"N e Longitudine 14°12'14.29"E



**Inquadramento Geografico su ortofoto**



**Inquadramento territoriale**



**Rilievo 3-D satellitare**

L'edificio si erge su tre livelli, ed è caratterizzato da una forma in pianta rettangolare molto allungata. Dal punto di vista strutturale è realizzato totalmente in conglomerato cementizio armato.

La struttura oggetto di studio si presenta con uno sviluppo planimetrico lordo ai vari piani costante di circa 1120 m<sup>2</sup>.

Questo edificio ha la classica forma e architettura riconducibili al tipico stile del periodo neoclassico e inizialmente fu edificato per essere la sede di una tipografia. La volumetria complessiva lorda è pari a circa 13.000 m<sup>3</sup>.

Nell'edificio, al piano terra, oltre alle aule, ai corridoi e agli ambienti destinati ai servizi igienico-sanitari, sono presenti: l'aula magna e un piccolo bar. Ai piani rialzati gli spazi sono destinati alle aule per il normale svolgimento delle attività didattiche ordinarie.

Per maggiori dettagli sulla distribuzione interna degli ambienti si può fare riferimento agli elaborati architettonici dello stato di fatto allegati al presente studio.

Dai rilievi eseguiti e dalle informazioni ricevute non è stato possibile escludere la presenza, in corrispondenza della parte di edificio a più piani, di locali interrati potenzialmente ritombati. Tale aspetto, in considerazione delle somme a disposizione, dovrà essere dettagliatamente affrontato nel corso di una successiva fase diagnostica tesa alla messa in sicurezza dell'edificio.

### **3. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO**

Fino al 28 aprile 2006 il territorio nazionale risultava suddiviso in 4 zone a pericolosità decrescente sulla base del valore dell'azione sismica espresso in termini di accelerazione massima su roccia. Ogni Regione, sulla scorta dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 23.03.2003, compilò l'elenco dei propri comuni con la relativa attribuzione di una delle quattro zone secondo la classificazione sotto riportata.

| ZONA SISMICA | DEFINIZIONE  | ACCELERAZIONE MASSIMA DI PROGETTO (G) |
|--------------|--|---------------------------------------|
| 1            | Zona più pericolosa dove possono verificarsi forti terremoti | 0,35                                  |
| 2            | Zona in cui possono verificarsi terremoti abbastanza forti   | 0,25                                  |
| 3            | Zona in cui possono verificarsi scuotimenti modesti          | 0,15                                  |
| 4            | Zona meno pericolosa   | 0,05                                  |

La nuova normativa di riferimento per la classificazione del territorio nazionale dal punto di vista della pericolosità sismica è l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28.04.2006 che ha introdotto specifici intervalli dell'accelerazione di riferimento ( $a_g$  = accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni. Sotto questo aspetto il territorio nazionale è stato classificato ancora in 4 zone sismiche, ma questa volta in relazione ad **intervalli di accelerazione  $a_g$**

| ZONA SISMICA | Accelerazione ( $a_g$ ) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni |
|--------------|---|
| 1            | $a_g > 0,25$  |
| 2            | $0,15 < a_g \leq 0,25$  |
| 3            | $0,05 < a_g \leq 0,15$  |
| 4            | $a_g \leq 0,05$   |

Con riferimento alla OPCM 3519 il Comune di Pescara rientra in zona sismica 3.

#### **4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- **OPCM 20 marzo 2003, n° 3274** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica";
- **OPCM 2 ottobre 2003, n° 3316** "Modifiche ed integrazioni all'OPCM 20 marzo 2003 n° 3274";
- **OPCM 3 maggio 2005, n° 3431** "Ulteriori modifiche ed integrazioni all'OPCM 20 marzo 2003, n° 3274";
- **OPCM 28 aprile 2006, n° 3519** "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone";
- **Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 gennaio 2008** (G.U. 4 febbraio 2008, n.29 - Suppl. Ord.) "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- **Circolare 2 febbraio 2009 n.617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti** (G.U. 26 febbraio 2009, n.27 - Suppl. Ord.) "Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008";
- **L.R. 11 agosto 2011 n.28** "Norme per la riduzione del rischio sismico e modalità di vigilanza e controllo su opere e costruzioni in zone sismiche".
- **Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018** (Suppl. Ord. 20 febbraio 2018, n.8 della G.U.) "Norme Tecniche per le Costruzioni"

#### **5. PROVE IN SITU ED INDAGINI EFFETTUATE**

Per conseguire un'adeguata conoscenza della tecnologia costruttiva e dello stato dei materiali sono stati considerati i risultati delle indagini in situ realizzate sulle strutture, in possesso dell'amministrazione.

In particolare, la fase diagnostica ha previsto la realizzazione di indagini invasive sulla muratura per definirne in modo univoco lo spessore e la tipologia muraria ed alcune prove per la classificazione della classe di resistenza del calcestruzzo come prove di natura sclerometrica e son-reb; scansioni tramite termocamera per individuazione delle orditure dei solai; etc.

I risultati ottenuti ed il materiale fotografico sono riportati negli elaborati specifici allegati.

Per i parametri di resistenza caratteristici dei materiali si faccia riferimento al capitolo dei **livelli di conoscenza e fattori di confidenza**.

### **Caratterizzazione dei materiali**

I risultati delle prove, riportati in parte sotto e nella documentazione allegata, hanno permesso di caratterizzare quindi i materiali come segue:

- CALCESTRUZZO DI CLASSE C20/25 sia per le travi che per i pilastri;

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Richiedente:</b>          | Amministrazione Provinciale di Pescara<br>P.za Italia, 30 65100 Pescara                    |
| <b>Rif. Lavori:</b>          | Certificazione di idoneità statica degli Istituti Scolastici Provinciali                   |
| <b>Edificio Scolastico:</b>  | Istituto Tecnico "Manthonè" – Edificio Artigianelli<br>Via Tiburtina, 202<br>65100 Pescara |
| <b>Oggetto:</b>              | Stima della resistenza a compressione di strutture in calcestruzzo<br>– Metodo SONREB      |
| <b>Norma di Riferimento:</b> | UNI EN 12504/2, UNI 9524   |

#### **STRUMENTAZIONE DI PROVA**

|                       |                                    |
|-----------------------|------------------------------------|
| Rilievi microsismici: | Apparecchio SIRIO modello 4000 CSM |
| Indice sclerometrico: | Sclerometro                        |

#### **UBICAZIONE DELLE PARTI STRUTTURALI SOTTOPOSTE A PROVA**

|          |                            |
|----------|----------------------------|
| Prova 1: | Piano Terra – Pilastro     |
| Prova 2: | Piano Terra – Aula Magna   |
| Prova 3: | Primo Piano – Trave        |
| Prova 4: | Primo Piano – Aula Disegno |
| Prova 5: | Secondo Piano – Trave      |

#### **RISULTATI DELLE PROVE**

| Tabella   | Ubicazione controlli<br>Ist. Tecnico "Manthonè"<br>Via Tiburtina 202 Pescara | Resistenza a<br>Compressione<br>(MPa) | Velocità di<br>Propagazione<br>(m/s) |
|-----------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>S1</b> | Piano Terra - Pilastro   | 17,1                                  | 3453                                 |
| <b>S2</b> | Piano Terra - Aula Magna   | 24,5                                  | 3668                                 |
| <b>S3</b> | Primo Piano - Trave  | 17,1                                  | 3465                                 |
| <b>S4</b> | Primo Piano - Aula Disegno   | 19,8                                  | 3620                                 |
| <b>S5</b> | Secondo Piano - Trave  | 26,2                                  | 3698                                 |

## **6. LIVELLI DI CONOSCENZA E FATTORI DI CONFIDENZA**

Nel caso degli edifici esistenti la conoscenza delle caratteristiche geometriche e costruttive può essere

conseguita con diversi livelli di approfondimento, tenendo conto anche dell'ampiezza e della rilevanza dell'edificio in esame.

Le NTC del 2018 organizzano la qualità della conoscenza su tre possibili livelli, in funzione di un minore o maggiore approfondimento della conoscenza del manufatto.

A ciascun livello di conoscenza (LC1 superficiale, LC2 adeguata e LC3 approfondita) è associato un corrispondente valore per il "fattore di confidenza" (rispettivamente: 1.35, 1.20 e 1.00). Tale valore verrà impiegato per dividere i valori di resistenza dei materiali così da ottenere il valore da utilizzare per le analisi e le verifiche.

A livelli di conoscenza maggiori corrispondono fattori di confidenza più bassi, che portano a poter impiegare nei calcoli un valore maggiore per la resistenza.

Secondo quanto riportato nel punto 8.5.4 delle NTC, sulla base del rilievo geometrico, dei dettagli costruttivi e sulle proprietà dei materiali è possibile definire il fattore di confidenza da attribuire all'edificio in esame.

Nel nostro caso, non avendo a disposizione alcuna informazione sulle tecniche di esecuzione della struttura, né sui dettagli strutturali, e avendo eseguito un rilievo geometrico di dettaglio della stessa, dei solai e delle coperture, indagini invasive limitate sugli elementi portanti orizzontali e verticali, realizzato un numero di prove per la caratterizzazione dei materiali limitate, anche in considerazione delle somme a disposizione e dell'estensione dell'edificio, è stato possibile assumere come livello di conoscenza l'**LC1**.

## **7. ASPETTI GEOLOGICI E DI CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO**

### ***Inquadramento geologico***

L'area di studio si trova nel settore orientale più esterno del settore abruzzese e dal punto di vista tettonico-paleogeografico nell'Unità tettonica denominata: Avanfossa periadriatica. Tale unità è costituita da una profonda depressione allungata parallelamente all'attuale linea di costa e, durante il sollevamento della Catena Appenninica nel Pliocene, è stata sede di notevoli fenomeni di subsidenza.

La successione marina, nota in letteratura come Formazione di Mutignano, rappresenta una successione marina riferibile ad ambienti che vanno dall'offshore allo shoreface, con fasi di progradazione degli ambienti deposizionali verso le aree bacinali, con tendenza al colmamento del depocentro plio-pleistocenico. Tale successione ha inizio con la deposizione di litotipi trasgressivi e discordanti sulla Formazione della Laga, cui segue una potente successione argillosa nella quale sono intercalati, a varie altezze stratigrafiche, corpi e/o orizzonti clastici a granulometria fine e grossolana. La sequenza si chiude con sabbie e conglomerati in facies da litorale a continentale.

Nel Quaternario, in discordanza stratigrafica con le Argille siltose grigio-azzurre, si depositarono i sedimenti del Fiume Pescara. Quest'ultimo apporto sedimentario, nel tempo è stato condizionato dalle variazioni eustatiche, le quali hanno influenzato il potere erosivo e di trasporto del fiume stesso.


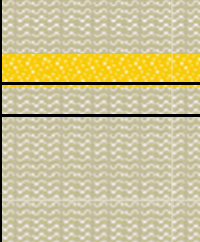
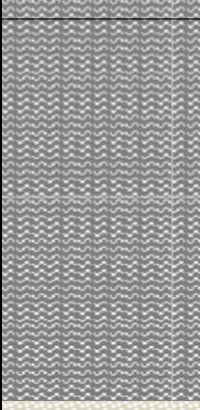

La successione di episodi di erosione e di deposito da parte del corso d'acqua ha causato la formazione di morfosculture a forma di ripiano noti in letteratura come "Terrazzi fluviali".

Stratigraficamente, per quanto riguarda la nuova cartografia redatta nell'ambito del progetto CARG, emerge che nell'area di studio affiorano depositi riferibili al subsistema di Chieti Scalo (AVM4). Tali

depositi sono costituiti da depositi alluvionali quali sabbie, limi e ghiaie, con stratificazione incrociata a basso angolo o pianoparallela, localmente massive, con lenti di argille e torbe. Le ghiaie sono prevalentemente nella parte bassa del deposito, sono ben arrotondate, a clasti poligenici, di dimensioni da centimetriche a decimetriche, immerse in abbondante matrice sabbioso – limosa.

### **Caratteri geologici e geotecnici locali**

Ai fini delle verifiche geotecniche si può assumere il modello geotecnico di seguito riportato:

| PROFONDITÀ           | PROFILO STRATIGRAFICO   | DESCRIZIONE  | PARAMETRI GEOTECNICI  |  |
|----------------------|---|--|---|--|
| 0.0 m<br><br>1.00 m  |    | Terreno agrario  | $\gamma = 18,15 \text{ kN/m}^3$<br>$\phi = 22^\circ$<br>$C_u = 42,00 \text{ kPa}$<br>$c' = 0,00 \text{ kPa}$<br>$M = 4903,32 \text{ kPa}$                                       |  |
| 1.00 m<br><br>5.80 m |   | Limi argillosi mediamente consistenti con intercalazioni limo – sabbiose e sabbiose  | $\gamma = 19,51 \text{ kN/m}^3$<br>$\phi = 26^\circ$<br>$C_u = 78,45 - 98,06 \text{ kPa}$<br>$c' = 1,47 - 1,96 \text{ kPa}$<br>$M = 4903,32 - 7845,32 \text{ kPa}$              |  |
| 5.80 m<br><br>40.90  |  | <p>A - Limi argillosi torbosi di colore grigio, poco consistenti</p> <p>B – Limi argillosi grigi, mediamente consistenti presenti da -20,00 a -30,00 m dal p.c a</p> | <p>A</p> $\gamma = 16,47 \text{ kN/m}^3$<br>$\phi = 23^\circ - 24^\circ$<br>$C_u = 19,61 - 39,22 \text{ kPa}$<br>$c' = 0,09 \text{ kPa}$<br>$M = 1667,13 - 2941,99 \text{ kPa}$ | <p>B</p> $\gamma = 18,14 \text{ kN/m}^3$<br>$\phi = 25^\circ$<br>$C_u = 49,03 - 68,64 \text{ kPa}$<br>$c' = 0,98 \text{ kPa}$<br>$M = 7845,32 \text{ kPa}$ |
| 40.90<br><br>45.00   |  | Ghiaia eterometrica  | $\gamma = 21,57 \text{ kN/m}^3$<br>$\phi = 33^\circ - 35^\circ$<br>$D_r = 85\%$<br>$c' = 0,00 \text{ kPa}$<br>$M = 29419,95 - 39226,60 \text{ kPa}$                             |  |

### **Caratterizzazione sismica del sito**

Il capitolo 7 delle attuali NTC, progettazione per azioni sismiche, disciplina la progettazione delle nuove

opere soggette anche all'azione sismica, quindi quelle opere che rientrano nella zonazione sismica nazionale. L'effetto delle azioni sismiche è trattato nel paragrafo 3.2 delle stesse norme e al paragrafo C3.2 della circolare 02/02/2009.

Secondo il paragrafo 3.2.2, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo in funzione delle velocità delle onde sismiche  $V_{s30}$  ed in base alle condizioni topografiche del sito, relativamente alla pendenza media della superficie topografica.

Attraverso indagini specifiche è stato determinato che il sottosuolo su cui insiste la struttura oggetto di verifica è assimilabile a un sottosuolo di **categoria C** e **categoria topografica T1**.

## 8. **AZIONI ED ANALISI DEI CARICHI**

L'analisi dei carichi è stata eseguita in accordo a quanto riportato nelle attuali NTC, in cui si richiede che le strutture esistenti debbano soddisfare i requisiti di resistenza rispetto agli Stati Limite Ultimi e pertanto le azioni gravanti sulle strutture portanti sono valutate prendendo a riferimento quanto esposto al cap. 3 dello stesso Testo Unico.

Nello specifico, per la struttura in esame è stata individuata un'unica tipologia di solaio riconducibile allo schema classico dei solai in latero cemento di altezza 20/25 cm. Di seguito si riporta l'analisi di carico per tale solaio.

| Stringa identificativa                                    | Solaio scuola                     |
|---|-----------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> <b>Dati di carico</b> |                                   |
| G1:peso proprio e perm. def...                            | 5.0000e-02 [daN/cm <sup>2</sup> ] |
| G2:permanenti NON definiti                                | 1.0000e-02 [daN/cm <sup>2</sup> ] |
| Sovraccarico variabile                                    | 3.0000e-02 [daN/cm <sup>2</sup> ] |
| Coefficiente psi0   | 0.7                               |
| Coefficiente psi1   | 0.7                               |
| Coefficiente psi2   | 0.6                               |
| <input type="checkbox"/> Autoportante                     |                                   |
| G1iso:quota peso proprio is...                            | 0.0 [daN/cm <sup>2</sup> ]        |
| <input checked="" type="checkbox"/> <b>Generalità</b>     |                                   |
| Categoria   | ND                                |
|   |                                   |
|   |                                   |
|   |                                   |
|   |                                   |

**Analisi dei carichi solaio di piano in latero cemento**

|                                       |                                   |
|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Stringa identificativa                | Copertura                         |
| <b>Dati di carico</b>                 |                                   |
| G1:peso proprio e perm. def...        | 5.0000e-02 [daN/cm <sup>2</sup> ] |
| G2:permanenti NON definiti            | 0.0 [daN/cm <sup>2</sup> ]        |
| Sovraccarico neve                     | 1.0000e-02 [daN/cm <sup>2</sup> ] |
| Coefficiente psi0                     | 0.5                               |
| Coefficiente psi1                     | 0.2                               |
| Coefficiente psi2                     | 0.0                               |
| <input type="checkbox"/> Autoportante |                                   |
| G1iso:quota peso proprio is...        | 0.0 [daN/cm <sup>2</sup> ]        |
| <b>Generalità</b>                     |                                   |
| Categoria                             | ND                                |
|                                       |                                   |
|                                       |                                   |

#### Analisi dei carichi solaio di copertura

#### Azione della neve

La valutazione del carico neve è stata eseguita in accordo con quanto riportato nel cap. 3.4 delle attuali NTC. Nello specifico, al fine di valutare il coefficiente di forma è stato adottato lo schema di copertura a una falda con inclinazione di 0°.

#### CALCOLO DELL'AZIONE DELLA NEVE

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | <b>Zona I - Alpina</b><br>Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.  | $q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$<br>$q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$ |
|  | <b>Zona I - Mediterranea</b><br>Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.  | $q_{sk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$<br>$q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$ |
|  | <b>Zona II</b><br>Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.   | $q_{sk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$<br>$q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$ |
|  | <b>Zona III</b><br>Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Ogliastro, Olbia, Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo. | $q_{sk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$<br>$q_{sk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$ |

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/mq])} = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

$\mu_i$  (coefficiente di forma)

$q_{sk}$  (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])

$C_E$  (coefficiente di esposizione)

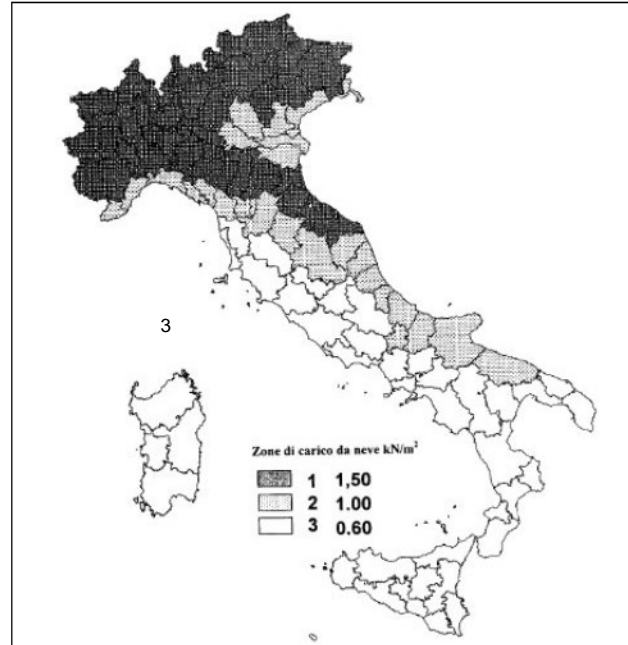
$C_t$  (coefficiente termico)

#### Valore caratteristico della neve al suolo

|   |      |
|---|------|
| $a_s$ (altitudine sul livello del mare [m])         | 2    |
| $q_{sk}$ (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq]) | 1,00 |

#### Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato  **$C_t = 1$** .



#### Coefficiente di esposizione

| Topografia | Descrizione   | $C_E$ |
|------------|---|-------|
| Normale    | Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi. | 1     |

#### Valore del carico della neve al suolo

|  |      |
|--|------|
| $q_s$ (carico della neve al suolo [kN/mq]) | 1,00 |
|--|------|

## **Azione sismica**

L'azione sismica è stata valutata in conformità alle indicazioni riportate al capitolo 3.2 del D.M. 14 gennaio 2008 Norme tecniche per le Costruzioni. In particolare il procedimento per la definizione degli spettri di progetto per i vari Stati Limite per cui sono state effettuate le verifiche è stato il seguente:

- Definizione della Vita Nominale e della Classe d'Uso della struttura, il cui uso combinato ha portato alla definizione del Periodo di Riferimento dell'azione sismica;
- Individuazione, tramite latitudine e longitudine, dei parametri sismici di base  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c$  per tutti e quattro gli Stati Limite previsti (SLO, SLD, SLV e SLC);
- Determinazione dei coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica;
- Calcolo del periodo  $T_c$  corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello Spettro.

## **Classe d'uso**

Il punto 2.4.2 delle NTC 2018 prevede la suddivisione in 4 classi d'uso dei fabbricati.

|            |   |
|------------|---|
| Classe I   | Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli;   |
| Classe II  | Costruzioni con normali affollamenti senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti nelle classi III o IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi conseguenze rilevanti; |
| Classe III | Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti nella classe IV. Ponti e reti viarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso;           |
| Classe IV  | Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente.   |

Secondo il Decreto del Capo della Protezione Civile n° 3685 del 21.10.2003 le scuole, in quanto edifici soggetti ad affollamento significativo, ricadono in **classe III (EDIFICI RILEVANTI)**.

## **Vita nominale**

La vita nominale **V<sub>n</sub>** è definita come il numero di anni durante i quali la struttura, purché soggetta ad una manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La tabella 2.4.I delle NTC 2018 disciplina la vita nominale dei fabbricati per diversi tipi di opere.

**Tabella 1 Tab. 2.4.I NTC 2018**

| TIPI DI COSTRUZIONE |  | Vita nominale<br>V <sub>n</sub> (in anni) |
|---------------------|--|---|
| 1                   | Opere provvisorie – opere provvisionali – strutture in fase costruttiva                                | ≤ 10                                      |
| 2                   | Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale | ≥ 50                                      |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| 3 | Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica | $\geq 100$ |
|---|---|------------|

Secondo il DCPC n° 3685 del 21.10.2003 il carattere strategico di un'opera o la sua rilevanza per le conseguenze di un eventuale collasso sono dipendenti dalla classe d'uso; pertanto, gli edifici adibiti a scuola, ricadono in **categoria 2**, dovendo garantire una vita nominale maggiore di 50 anni.

### **Periodo di riferimento per l'azione sismica**

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un **periodo di riferimento  $V_r$** , ottenuto moltiplicando la **vita nominale  $V_n$**  per il **coefficiente  $C_u$  dipendente dalla classe d'uso della costruzione** secondo la formula

$$V_r = V_n \times C_u$$

La tabella 2.4.II delle NTC 2018 stabilisce i valori del coefficiente d'uso  $C_u$  al variare della classe d'uso dell'edificio.

**Tabella 2 Tab. 2.4.II NTC 2018**

| CLASSE D'USO       | I   | II  | III | IV  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| COEFFICIENTE $C_u$ | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

La tabella C.2.4.I della Circolare 02.02.2009 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sotto riportata, indica gli intervalli di valori attribuiti a  $V_r$  al variare della vita nominale e della classe d'uso dell'edificio.

**Tabella 3 Tab. C.2.4.I NTC 2018**

| Vita nominale $V_n$ | Valori di $V_r$ |            |            |            |
|---------------------|-----------------|------------|------------|------------|
|                     | Classe d'uso    |            |            |            |
|                     | I               | II         | III        | IV         |
| $\leq 10$           | 35              | 35         | 35         | 35         |
| $\geq 35$           | $\geq 35$       | $\geq 35$  | $\geq 75$  | $\geq 100$ |
| $\geq 100$          | $\geq 70$       | $\geq 100$ | $\geq 150$ | $\geq 200$ |

**Il Valore di riferimento ( $V_r$ ) per la costruzione oggetto di indagine viene pertanto determinato in 75 anni.**

Una volta determinata la vita nominale  $V_n$  del fabbricato e il periodo di riferimento  $V_r$  dell'azione sismica occorre definire la pericolosità sismica di base.

### **Pericolosità sismica di base**

Per eseguire qualsiasi verifica sismica, la prima grandezza da determinare è il **periodo di ritorno  $T_r$**  dell'azione sismica. Secondo le NTC 2018, infatti, il periodo di ritorno caratterizza la pericolosità sismica di un sito, definita come la probabilità che, in un certo lasso di tempo, si verifichi nello stesso luogo un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Tale lasso di tempo è il periodo di riferimento

Vr sopra calcolato (75 anni) mentre la probabilità (Pvr) è la grandezza percentuale che indica la possibilità di superamento del valore prefissato durante il periodo di riferimento.

La probabilità di superamento Pvr, detta anche probabilità di eccedenza, è strettamente legata alle prestazioni attese dalla costruzione, cioè dallo stato limite che si intende non debba essere superato.

Per la valutazione della sicurezza di strutture esistenti, le NTC 2018 danno la possibilità di eseguire le verifiche con riferimento ai soli Stati Limite Ultimi, dei quali si può scegliere se conseguire lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) od in alternativa lo Stato Limite di Prevenzione del Collasso (SLC). L'opportunità di poter omettere la verifica allo Stato Limite di Danno (SLD) trova giustificazione nella precisa scelta della norma di focalizzare l'attenzione verso quegli stati limite di verifica che più si avvicinano al collasso ritenendo quindi che una costruzione esistente debba essere soprattutto preservata dall'eventuale crollo.

Tuttavia, poiché la struttura in esame ricopre un ruolo di pubblica utilità, si ritiene che la valutazione dello Stato Limite di Danno (SLD) sia assolutamente imprescindibile.

I valori delle probabilità di superamento (Pvr), o di eccedenza, nel periodo di riferimento Vr, relativamente agli stati limite da verificare, Stato Limite di Danno (SLD) e Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV), sono riportate nella Tabella 3.2.I delle NTC.

**Tabella 4 Tab. 3.2.I NTC 2018**

| <b>Stato limite</b>                           | <b>Pvr – probabilità di superamento nel periodo di riferimento Vr</b> |
|---|---|
| Stato limite di danno (SLD)                   | 63%   |
| Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) | 10%   |

Il **Periodo di ritorno del sisma Tr** si ricava dalla relazione

$$Tr = - Vn \cdot Cu / \ln (1 - Pvr)$$

ottenendo per i vari stati limite le espressioni di Tr in funzione di Vr come disposto dalla Tabella C.3.2.I della Circolare 2 febbraio 2009, sotto riportata.

**Tabella 5 Tab. C.3.2.I NTC 2018**

| <b>Stato limite</b>                           | <b>Valori in anni del periodo di ritorno Tr al variare del periodo di riferimento Vr</b> |
|---|--|
| Stato limite di danno (SLD)                   | Tr = Vr (75 anni)  |
| Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) | Tr = 9,5 Vr (712 anni)   |

**In particolare, per lo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (SLV) il periodo di ritorno è stimato in 712 anni.**

#### **Parametri di pericolosità sismica del sito**

I tre parametri caratteristici della pericolosità sismica del sito oggetto di indagine sono **l'accelerazione orizzontale massima (ag)**, espressa in decimi dell'accelerazione di gravità, **il coefficiente di**

**amplificazione dello spettro di accelerazione orizzontale ( $F_o$ )**, adimensionale, ed il **periodo di inizio del tratto a velocità costante delle componenti orizzontali ( $T_c^*$ )**, espresso in secondi.

Tali parametri vengono determinati in base alle coordinate geografiche del luogo in cui sorge la struttura oggetto di verifica, con riferimento al relativo stato limite da indagare, in funzione del periodo di ritorno ( $T_r$ ).

Nella fattispecie le coordinate del baricentro dell'Istituto Delfico, espresse nel sistema WGS84 sono le seguenti:

**Latitudine 42°27'1.74"N Longitudine 14°12'14.29"E**

Poiché il periodo di ritorno corrispondente allo Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita è stato stimato in 712 anni (vedi paragrafo 10.2.4), e tale valore non è contemplato dalla tabella 1 dell'Allegato B delle NTC 2018, i parametri simili saranno ottenuti per interpolazione a partire dai rispettivi valori relativi ai periodi di ritorno posti a cavallo del periodo stimato, ossia come interpolazione tra i valori corrispondenti a  $T_r = 475$  anni e  $T_r = 975$  anni.

A conti fatti, per il sito in questione, i parametri caratteristici della pericolosità sismica riferita allo Stato Limite Ultimo di Salvaguardia della Vita (SLV) sono i seguenti:

| <b>Stato limite</b> | <b><math>T_r</math> (anni)</b> | <b><math>a_g</math></b> | <b><math>F_o</math> (-)</b> | <b><math>T_c^*</math> (sec)</b> |
|---------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| SLV                 | 712                            | 0.173                   | 2.48                        | 0.36                            |

Gli effetti del trasferimento dell'azione sismica dal sito alla struttura dipendono dal tipo di terreno su cui risulta costruito il fabbricato, o meglio, la risposta di un edificio alla vibrazione sismica del sito dipende dalla conformazione del sottosuolo. La determinazione dello spettro di risposta elastico deve pertanto tenere in considerazione gli aspetti legati alle caratteristiche del sottosuolo ed alle sue condizioni topografiche.

### **Categoria del sottosuolo**

In assenza di particolari analisi si può far riferimento alle categorie di sottosuolo descritte nella tabella 3.2.II delle NTC 2018.

Il sito di riferimento è assimilabile alla **categoria C**.

Dalla categoria del sottosuolo dipendono il coefficiente di amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) ed il coefficiente  $C_c$ , in funzione di  $T_c$ .

### **Condizioni topografiche**

Il sottosuolo determina una diversa risposta sismica sul fabbricato non solamente per la sua natura (caratterizzata dalla categoria), ma anche per la sua specifica configurazione topografica.

Vista la collocazione dell'edificio, il sito di riferimento rientra in **categoria T1** con coefficiente di amplificazione topografica pari ad 1,00.

## **9. DETERMINAZIONE DELLA VULNERABILITA' SISMICA**

La normativa vigente, relativamente alla valutazione della sicurezza per edifici esistenti, consente l'utilizzo di diversi metodi di verifica che possono sostanzialmente così riassumersi:

1. Verifica con l'impiego del fattore di struttura  $q$  - analisi lineare statica o dinamica - per edifici in C.A., in muratura, in acciaio o in legno (cfr. par. C8.7.2 circolare D.M. 17/01/2018 e par. C8.7.1. circolare D.M. 14/01/2008);
2. Verifica con lo spettro elastico ( $q=1$ ) - analisi lineare statica o dinamica - per edifici in C.A. (cfr. par. C8.7.2 circolare D.M. 14/01/2008);
3. Verifica con analisi statica non lineare (Push-over) per edifici in muratura e C.A. (cfr. par. 7.3.4.1 D.M. 17/01/2018 e par. C8 7.2.4 circolare D.M. 14/01/2008).

### ***Metodo di analisi adottato***

Nel caso specifico, al fine di valutare la vulnerabilità sismica dell'edificio è stato deciso di adottare l'analisi dinamica lineare generando due modelli distinti: uno, per la determinazione dei meccanismi di rottura fragili (fattore di struttura  $q=1.50$ ); il secondo, per quelli duttili (fattore di struttura  $q=3.12$ )

L'analisi dinamica lineare o modale, consiste in tre passaggi fondamentali:

- Determinazione dei modi di vibrare naturali della costruzione;
- Calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati;
- Combinazione degli effetti relativi a ciascun modo di vibrare.

In questa modalità, infatti, è possibile utilizzare come spettro di progetto quello che si ottiene dallo spettro elastico riducendone le ordinate con l'uso del fattore di struttura  $q$ , il cui valore è scelto nel campo tra 1.50 e 3.00 sulla base della regolarità nonché dei tassi di lavoro dei materiali sotto le azioni statiche. Tutti gli elementi strutturali duttili devono soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza. Tutti gli elementi strutturali fragili devono, invece, soddisfare la condizione che la sollecitazione indotta dall'azione sismica ridotta per  $q=1.50$  sia inferiore o uguale alla corrispondente resistenza.

I limiti e la descrizione analitica del metodo sono riportati nel cap. 7.3.3.1 delle NTC.

### ***Risultati ottenuti***

I risultati ottenuti dalle modellazioni numeriche vengono di seguito rappresentati mediante report grafici delle principali verifiche effettuate e finalizzate alla valutazione della vulnerabilità dell'edificio in accordo all'Ordinanza n. 3274/2003 della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Per le simulazioni e le verifiche è stato utilizzato il codice di calcolo implementato nel Software ProSap della 2SI vers. 18.1.1.

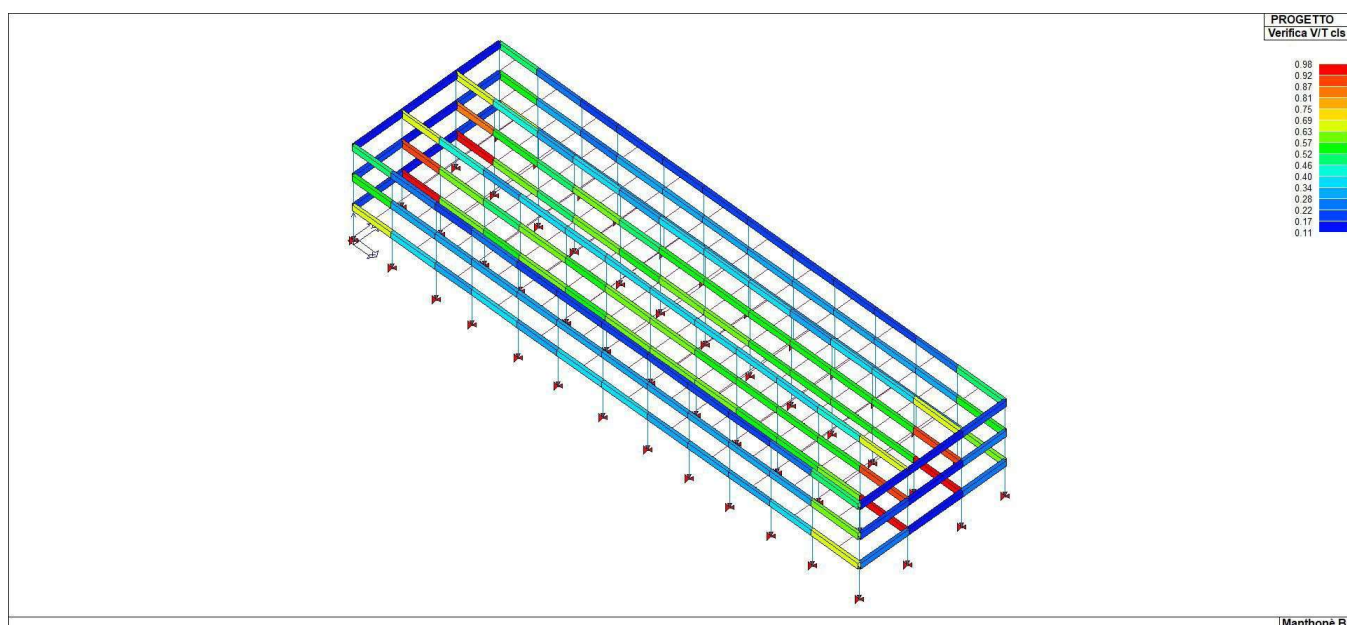
Ai fini della determinazione della vulnerabilità sismica globale dell'edificio sono state valutate le capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno per il solo Stato limite Ultimo di Salvaguardia della Vita (SLV).

### **Primo collasso a taglio**

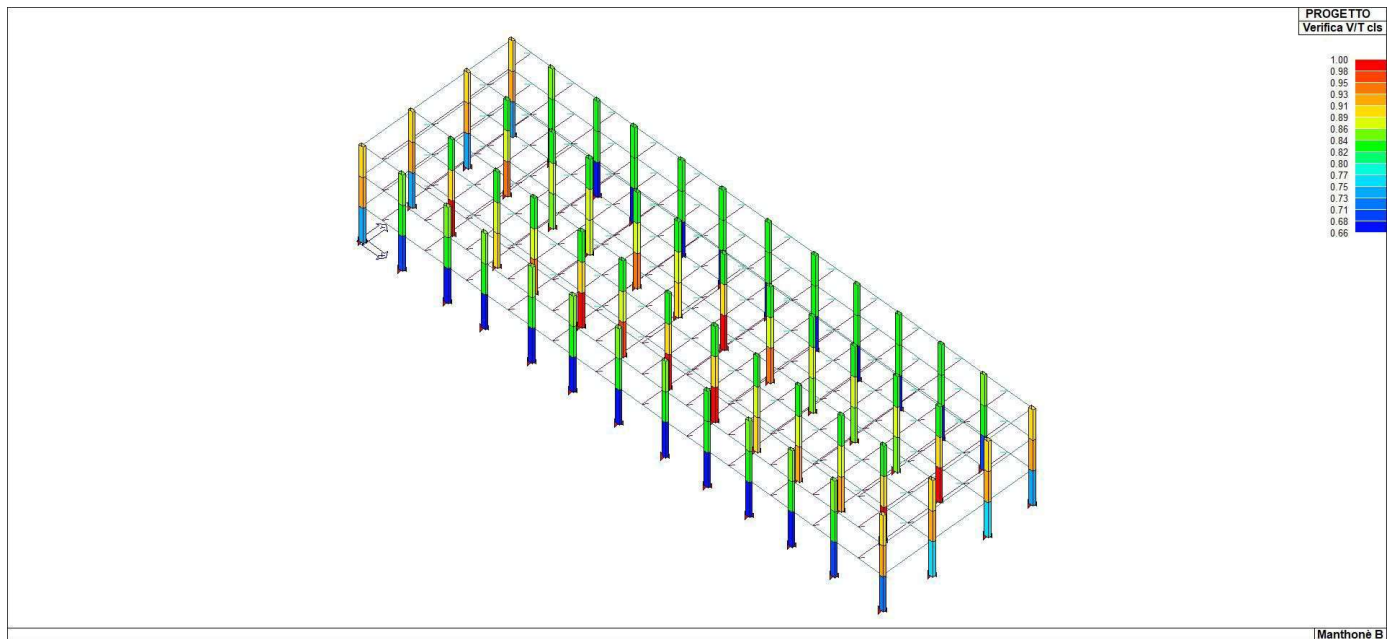
La deformazione del primo collasso a taglio è stata valutata prendendo in considerazione le verifiche a taglio sia degli elementi orizzontali che verticali, e nello specifico:

- Verifica a taglio lato calcestruzzo per le travi cfr. formula 4.1.19 NTC;
- Verifica a taglio lato acciaio per le travi cfr. formula 4.1.18 NTC;
- Verifica del rapporto  $S_d/S_u$  con sollecitazioni taglienti e torcenti per i pilastri cfr par. 4.1.2.1.3 delle NTC;

Le verifiche sono state condotte adottando un fattore di struttura pari a 1.5, al fine di valutare i meccanismi di rottura fragili. I risultati ottenuti, mostrano un'insufficienza delle armature a taglio, prima negli elementi orizzontali e successivamente in quelli verticali. Di seguito, si riportano le immagini relative alle verifiche a taglio, lato acciaio, omettendo quelle lato cls, in quanto, queste ultime risultano verificate fino al valore percentuale di  $p_{ga}$  di sito adottato nelle verifiche.



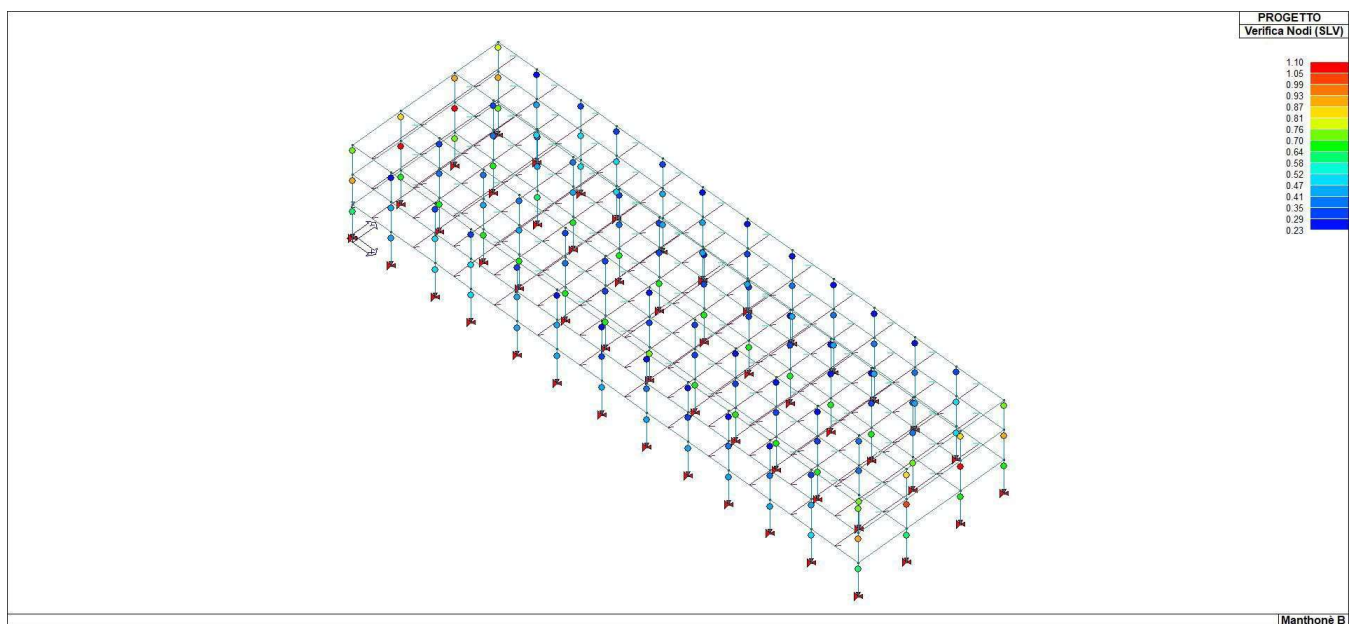
**Verifica a taglio lato acciaio delle travi al 18% della  $p_{ga}$**



**Verifica a taglio lato acciaio dei pilastri al 18% della pga**

### **Collasso di un nodo**

La valutazione della sicurezza sui nodi è stata eseguita in accordo al cap. 7.4.4.3.1., utilizzando per lo spettro di progetto un fattore di struttura pari a 1,5.



**Stato di verifica della resistenza ai nodi all'18% della pga**

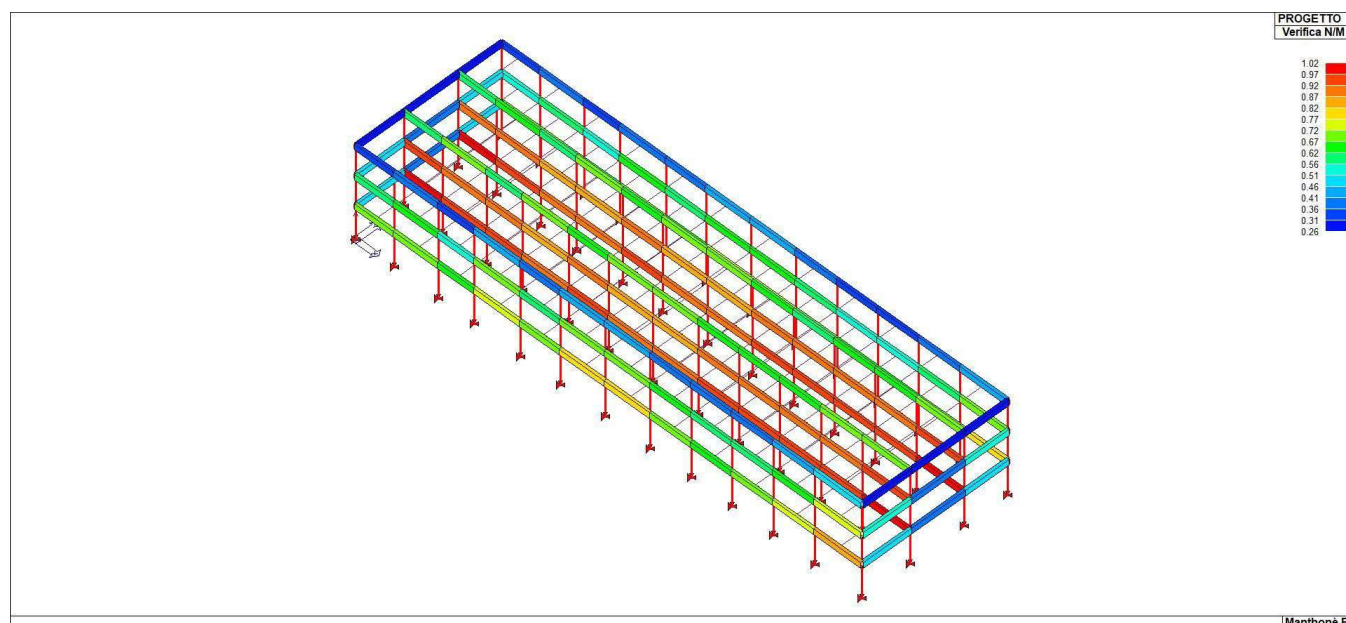
Dalle modellazioni numeriche è stato possibile osservare che la rottura del nodo in copertura, avviene già con un minimo incremento dell'azione sismica. Spingendo oltre l'analisi è stato possibile notare che fino al 9% della pga di sito, l'unico nodo ad essere compromesso, risulta quello identificato nell'immagine sopra riportata e già valutato per una pga dell'1%. Superato il valore del 9%, la resistenza dei nodi viene

a mancare diffusamente sulla struttura, anche sul primo impalcato. In considerazione di ciò, è stato deciso di attribuire una capacità sismica della resistenza ai nodi pari al 9% della pga.

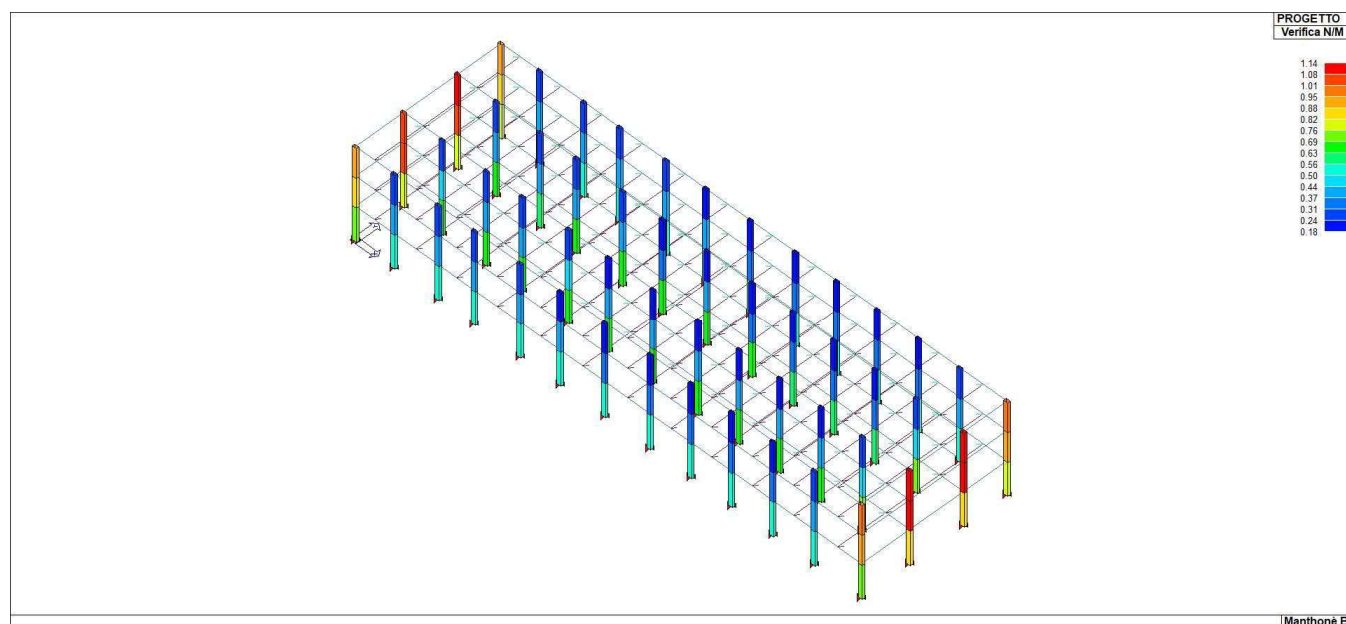
### **Verifica pressoflessione**

Al fine di valutare il criterio di rottura per pressoflessione, sono state considerate le risposte sia dei pilastri che delle travi secondo quanto riportato di seguito:

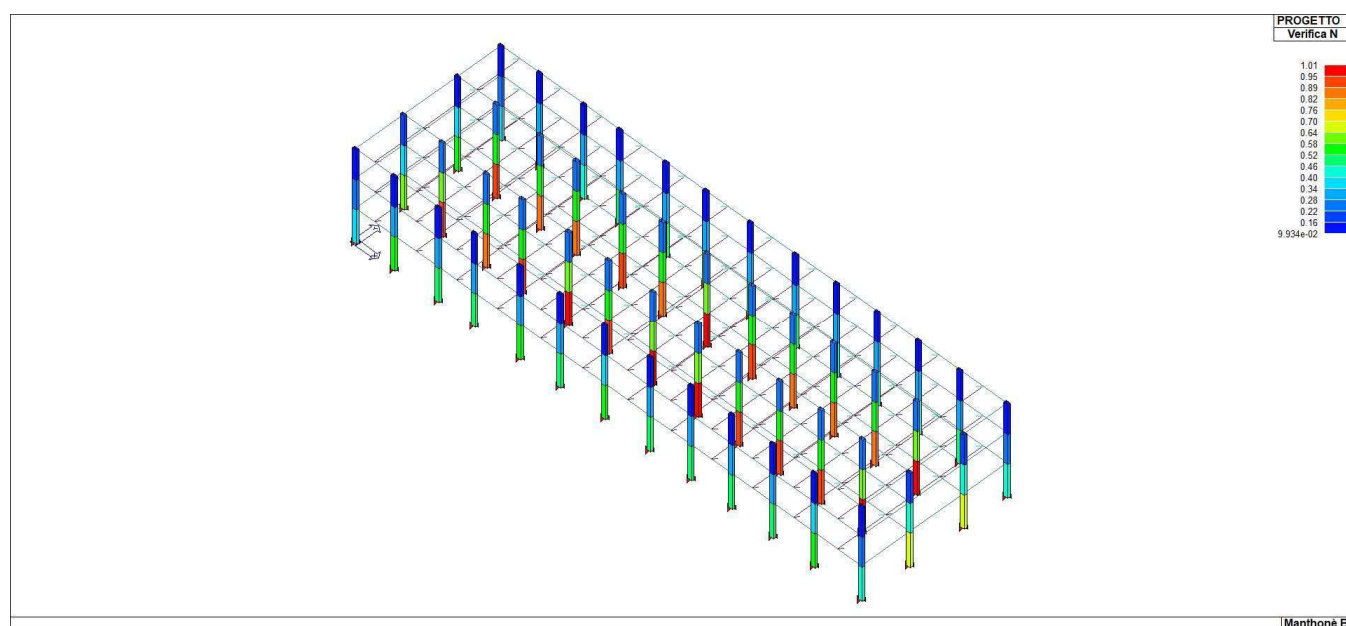
- Verifica a pressoflessione delle travi cfr. par. 4.1.2.1.2.4 delle NTC,
- Verifica del rapporto  $S_d/S_u$  con sollecitazioni flettenti per i pilastri cfr par. 4.1.2.1.3 delle NTC;
- Verifica a pressoflessione secondo il par. 7.4.4.2.2.1 delle NTC.



**Verifica di pressoflessione delle travi al 18% della pga**



**Verifica di pressoflessione dei pilastri al 18% della pga**



Verifica a compressione dei pilastri al 18% della pga

## 10. CONCLUSIONI

La verifica di vulnerabilità sismica dell'edificio in esame, è stata effettuata contestualmente ad una serie di attività propedeutiche, necessarie, da un lato, alla determinazione della geometria del fabbricato, dall'altro, alla caratterizzazione strutturale dei materiali.

Al fine di accelerare le fasi di rilievo e per conseguire il raggiungimento di un livello di confidenza sufficiente è stata condotta, presso gli archivi del Genio Civile di Pescara, del Comune di Pescara e dell'Archivio di Stato, una ricerca finalizzata al ritrovamento di notizie riportanti l'anno di edificazione, la tecnologia costruttiva e qualunque altra notizie utile a definire la configurazione dello stato attuale della struttura. Tale ricerca ha dato esito negativo.

Lo stato di fatto, pertanto, è stato definito mediante un rilievo geometrico strutturale teso alla determinazione delle geometrie degli elementi portanti oltre che alla definizione della tipologia di solai e coperture.

La struttura risulta completamente realizzata in cemento armato e, da una valutazione delle foto storiche dell'IGM, è stato possibile definire l'anno di edificazione intorno al 1950.

Nello specifico, per la geometria dei pilastri e delle travi, si può fare riferimento all'elaborato grafico riguardante il rilievo geometrico strutturale dello stato di fatto, per quanto concerne, invece, le tipologie di tamponatura, di solai e della copertura, nonché delle armature di carpenteria, al rapporto di indagine allegato al presente studio.

Dalle simulazioni numeriche è emersa una valutazione della vulnerabilità sismica della struttura piuttosto elevata, in quanto, anche per piccoli incrementi delle azioni orizzontali alcuni elementi non risultano verificati.

La valutazione della sicurezza, è stata condotta, come descritto nella relazione, avvalendosi del codice di calcolo implementato nel Software Pro\_sap della 2SI ver. 18.1.1 utilizzando il metodo di analisi dinamica

lineare e secondo la modalità di seguito descritta:

1. Una volta definito lo spettro di progetto, è stata valutata la condizione delle verifiche per gli elementi strutturali portanti al 100% della pga di sito;
2. Accertata la condizione della struttura a non sopportare carichi orizzontali pari al 100% della pga di sito si è verificata la condizione che l'edificio potesse avere una riserva sismica applicando uno spettro corrispondente all'1% di quello di sito;
3. Sono stati generati, in accordo alla metodologia di analisi adottata due modelli numerici distinti, uno per le verifiche duttili, l'altro per quelle fragili;
4. Successivamente, sono stati definiti gli indicatori di capacità, incrementando, iterativamente, la percentuale dell'azione sismica fino alla condizione di non verifica di almeno un elemento verticale o orizzontale;
5. Gli indicatori di capacità in termini di accelerazione al suolo, sono stati determinati valutando la percentuale della stessa, conseguente alla condizione di non verifica di travi o pilastri.

La deformazione del primo collasso a taglio è stata valutata prendendo in considerazione le verifiche a taglio sia degli elementi orizzontali che verticali, secondo quanto riportato nelle NTC 2018:

- Verifica a taglio lato calcestruzzo per le travi cfr. formula 4.1 NTC;
- Verifica a taglio lato acciaio per le travi cfr. formula 4.1NTC;
- Verifica del rapporto  $S_d/S_u$  con sollecitazioni taglianti e torcenti per i pilastri cfr par. 4.1 delle NTC;

Al fine di valutare il criterio di rottura per pressoflessione sono state eseguite le verifiche che seguono:

- Verifica a pressoflessione delle travi cfr. par. 4.1 delle NTC,
- Verifica del rapporto  $S_d/S_u$  con sollecitazioni flettenti per i pilastri cfr par. 4.1 delle NTC;
- Verifica a pressoflessione secondo il par. 7.4 delle NTC.

Dalle valutazioni effettuate è stato possibile definire una capacità al primo collasso al taglio corrispondente al **18%** della pga di sito ovvero pari a  **$0.18 \times 0.115 = 0.00692g$** .

Le stesse considerazioni sono state effettuate per tutte le altre verifiche.

Di seguito si riporta un report di sintesi delle verifiche effettuate.

| Tipo di collasso                  | Tipologia di verifica | Percentuale di pga di calcolo | Pga di sito al SLV | Capacità in termini di accelerazione |
|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| <u>Primo collasso a taglio</u>    | Fragile               | 18%                           | 0.155g             | <b>0.0207g</b>                       |
| <u>Collasso di un nodo</u>        | Fragile               | 18%                           | 0.155g             | <b>0.0207g</b>                       |
| <u>Verifica a pressoflessione</u> | Duttile               | 18%                           | 0.155g             | <b>0.0207g</b>                       |
| <u>Verifica schiacciamento</u>    | Fragile               | 18%                           | 0.155g             | <b>0.0207g</b>                       |

Va oltremodo precisato che la simulazione effettuata e la valutazione della vulnerabilità della struttura sono stati condotti con un livello di confidenza basso, ipotizzando le armature del conglomerato cementizio tramite una progettazione simulata ai sensi della normativa dell'epoca.

In considerazione di quanto sopra, si rimanda a una campagna d'indagine di dettaglio al fine di calibrare con maggiore accuratezza gli interventi strutturali da effettuarsi. Date le caratteristiche geometriche riscontrate, si possono proporre in questa fase preliminare due tipologie d'intervento fondamentali:

- La prima mira ad accrescere la capacità delle sezioni resistenti tramite ringrossi in HPFRC o incamiciature in C.A. ed alla realizzazione di un giunto sismico nella mezzera dell'edificio.
- La seconda, data la presenza dei pilastri in C.A. si caratterizza con l'isolamento dell'edificio alla base, tramite la creazione di un piano di isolamento con isolatori sismici elastomerici.

Il Tecnico

**PROGETTO DI MESSA A NORMA ANTINCENDIO  
DELL'EDIFICIO SCOLASTICO  
I.T.C.G. "ATERO - MANTHONÉ" - PLESSO B  
IN PESCARA**

**COMMITTENTE: AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE  
DI PESCARA**

**RELAZIONE TECNICA DI PREVENZIONE INCENDI  
D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151  
D.M.I. 7 Agosto 2012**

**ATTIVITA' PRESENTI:**

- Attività principale: (67) SCUOLE DI OGNI ORDINE, GRADO E TIPO  
Individuata al punto < 67.2.C > del D.P.R. 1 agosto 2011 n. 151 e D.M.I. 7 Agosto 2012.

**IL TECNICO**

### PREMESSA

IL PRESENTE PROGETTO RIGUARDA I LAVORI DI MESSA A NORMA ANTINCENDIO DELL'EDIFICIO SCOLASTICO I.T.C.G. "ATERNO - MANTHONÉ" - PLESSO B

Gli interventi in progetto consistono nella realizzazione dei lavori occorrenti per mettere a norma l'edificio scolastico dal punto di vista della sicurezza antincendio.

In particolare detti interventi riguarderanno:

- Realizzazione di impianto idrico antincendio con Naspi DN20 e attacco esterno per VV.F., messa a norma centrale idrica antincendio a norma UNI 12845, rete idrica antincendio a norma UNI 10779.
- Realizzazione di impianto di rilevazione e segnalazione incendi.
- Realizzazione di impianto di illuminazione di emergenza.
- Adeguamento delle uscite di sicurezza.

### DATI GENERALI

**Attività: (67) SCUOLE DI OGNI ORDINE, GRADO E TIPO**

**Individuata al punto < 67.2.C > del D.P.R. 1 agosto 2011 n. 151 e D.M.I. 7 Agosto 2012.**

Attività definita nel modo seguente:

SCUOLA SECONDARIA DI SECONDO GRADO con numero di presenze contemporanee da 301 a 500 persone.

### RIFERIMENTO NORMATIVO

**DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA n. 151 del 1° agosto 2011.**

Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.

**Lettera Circolare del MINISTERO DELL'INTERNO n. 13061 del 06/10/2011.**

Nuovo regolamento di prevenzione incendi – D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151: "Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122." Primi indirizzi applicativi.

**Decreto del Ministero dell'Interno del 7 agosto 2012.**

Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del decreto del Presidente della Repubblica 1° agosto 2011, n. 151..

**DECRETO MINISTERIALE DEL 26 AGOSTO 1992.**

Norme di Prevenzione Incendi per l'Edilizia Scolastica.

**DECRETO MINISTERIALE. DEL 12 APRILE 1996.**

Approvazione della Regola Tecnica di Prevenzione Incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.

**DECRETO del MINISTERO DELL'INTERNO - 16/02/2007.**

Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.

|  |
|--|
|  |
| <b>DECRETO del MINISTERO DELL'INTERNO - 9/03/2007.</b><br>Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco.  |
| <b>D.M. 30/11/1983.</b><br>Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.   |
| <b>Decreto n. 37 del 22/1/2008.</b><br>Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 quattredices, comma 13, let. a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti degli edifici. |
| <b>DECRETO del MINISTERO DELL'INTERNO del 7 gennaio 2005.</b><br>Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio.   |
| <b>DECRETO del MINISTERO DELL'INTERNO del 3 novembre 2004.</b><br>Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio.               |
| <b>Norme UNI</b>   |
| <b>Prescrizioni del competente Comando dei Vigili del Fuoco</b>  |

## **Attività 67:**

### **SCUOLE DI OGNI ORDINE, GRADO E TIPO**

**Individuata al punto < 67.2.C > del D.P.R. 1 agosto 2011 n. 151 e D.M.I. 7 Agosto 2012.**

## **1.1 CAMPO DI APPLICAZIONE**

La presente relazione si riferisce ad un edificio scolastico esistente sede della scuola secondaria di secondo grado I.T.C.G. "ATERNO - MANTHONÉ" - PLESSO B.

Dal punto di vista della prevenzione incendi l'Attività è definita come SCUOLA di TIPO 2: scuola con numero di presenze contemporanee da 301 a 500 persone.

Si farà riferimento al punto 13 del D.M. 26 agosto 1992: edifici preesistenti alla data di entrata in vigore del DM 18 dicembre 1975.

## **1.2 CLASSIFICAZIONE**

L'edificio scolastico sede del Plesso B è costituito da un unico corpo di fabbrica.

L'edificio è del tipo isolato con destinazioni d'uso dei locali pertinenti la sola attività scolastica.

Considerato il numero di persone contemporaneamente presenti all'interno della struttura, la scuola, per numero di presenze, può essere classificata di tipo 2: scuole con numero di presenze contemporanee da 301 a 500 persone.

L'edificio scolastico è costituito da tre livelli:

- un piano terra ospitante le aule didattiche ed i servizi annessi;
- un piano primo ospitante le aule didattiche ed i servizi annessi;
- un piano secondo ospitante le aule didattiche ed i servizi annessi.

## **2 CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE**

I PUNTI DA 2.0 A 2.3 VENGONO OMESSI IN QUANTO TRATTASI DI EDIFICI ESISTENTI.

### **2.4 Separazioni**

Trattasi di edificio isolato con destinazioni d'uso dei locali pertinenti la sola attività scolastica.

## **3 COMPORTAMENTO AL FUOCO**

### **3.0 Resistenza al fuoco delle strutture**

L'edificio è costituito da struttura in cemento armato gettato in opera con pilastri, travi e solai in travetti e pignatte.

Le strutture, così come realizzate, sono in grado di garantire una resistenza al fuoco di almeno R 60 per le strutture portanti e REI 60 per le strutture separanti.

Le valutazioni vengono realizzate secondo quanto previsto dal D.M.I. 9/03/2007-Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco e dal D.M.I. 16/02/2007 -Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.

### **3.1 Reazione al fuoco dei materiali**

I materiali utilizzati per i rivestimenti, le pavimentazioni, le separazioni, etc., avranno caratteristiche di reazione al fuoco idonee per l'attività in oggetto.

In particolare:

- a) negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale verrà impiegato materiale di classe 1 in ragione del 50% massimo della loro superficie totale, per le restanti parti verrà impiegato materiale di classe 0 ;
- b) i restanti ambienti avranno pavimentazioni e relativi rivestimenti di classe non superiore a 2 e gli altri materiali di rivestimento di classe non superiore a 1 ;
- c) i materiali di rivestimento combustibili, ammessi nelle varie classi di reazione al fuoco saranno posti in opera in aderenza agli elementi costruttivi di classe 0 ;
- d) i materiali suscettibili di prendere fuoco su entrambe le facce (tendaggi, ecc.) saranno di classe reazione al fuoco non superiore a 1.

## **4 SEZIONAMENTI**

### **4.0 Compartimentazione**

La superficie complessiva dell'edificio non eccede quella indicata nella tabella A del decreto.

### **4.1 Scale**

L'edificio è dotato di 4 scale di cui 2 esterne e 2 interne.

Le 2 scale interne saranno di tipo protetto e servono tutti i piani dell'edificio scolastico.

Delle 2 scale esterne di sicurezza, una serve il piano primo e secondo dell'edificio scolastico, l'altra serve solo il piano primo.

L'edificio rispetta la condizione che la lunghezza delle vie di uscita misurate dal luogo sicuro alla porta più vicina allo stesso di ogni locale frequentato dagli studenti o dal personale docente e non docente è inferiore a 60 metri.

Le scale interne avranno superficie netta di aerazione permanente in sommità di 1 mq.

Tali scale avranno larghezza minima di due moduli (1.20 m), rampe rettilinee, non presentano restringimenti,

non hanno meno di 3 gradini e non più di 15, hanno alzate non superiori a 17 cm e pedate non inferiori a 30 cm.

#### **4.2 Ascensori e montacarichi**

E' presente all'interno dell'edificio un ascensore esistente.

Le caratteristiche di resistenza al fuoco del vano ascensore saranno congrue con quanto previsto al punto 3.0 del Decreto.

## **5 MISURE PER L'EVACUAZIONE IN CASO D'EMERGENZA**

### **5.0 Affollamento**

Si farà riferimento al numero di persone presenti contemporaneamente risultante da apposita dichiarazione rilasciata dal Dirigente dell'istituto scolastico.

#### *Piano Terra*

Al piano terra saranno presenti n. 92 alunni e n. 30 persone fra personale docente e non docente, per un totale al piano di 122 persone presenti contemporaneamente.

#### *Piano Primo*

Al piano primo saranno presenti n. 178 alunni e n. 50 persone fra personale docente e non docente, per un totale al piano di 228 persone presenti contemporaneamente.

#### *Piano Secondo*

Al piano secondo saranno presenti n. 40 alunni e n. 8 persone fra personale docente e non docente, per un totale al piano di 48 persone presenti contemporaneamente.

#### *Intero edificio*

Il totale delle persone presenti contemporaneamente all'interno del complesso edilizio scolastico risulta essere pari a 398.

### **5.1 Capacità di deflusso**

La capacità di deflusso (non superiore a 60 per ogni piano) ai vari piani sarà:

piano terra:                    2 uscite da 2 moduli (pari a 240 unità) ed 1 uscita da 3 moduli (pari a 180 unità) per un totale di 420 unità > max presenze pari a 122

piano primo:                   4 uscite da 2 moduli (pari a 480 unità) > max presenze pari a 228

piano secondo: 3 uscite da 2 moduli (pari a 360 unità) > max presenze pari a 48

Il massimo affollamento ipotizzabile dei due piani consecutivi a maggiore affollamento è inferiore od uguale alla capacità di sfollamento della larghezza totale delle vie di uscita di piano che immettono all'aperto.

piano terra + piano primo: max presenze pari a 350 unità

Presenti al piano terra 2 uscite da 2 moduli (pari a 240 unità) ed 1 uscita da 3 moduli (pari a 180 unità) per un totale di 420 unità > max presenze pari a 350 persone.

## **5.2 Sistema di via di uscita**

La scuola è dotata di un sistema organizzato di uscite costituito da due uscite di sicurezza in ciascun piano.

## **5.3 Larghezza delle vie di uscita**

Le larghezze delle vie di uscita sono tutte multiple del modulo base (60 cm).

## **5.4 Lunghezza delle vie di uscita**

La lunghezza delle vie di esodo non è superiore a 60 m nel senso che da qualsiasi punto interno frequentato dagli alunni e dal personale docente e non docente potrà raggiungersi la più vicina uscita percorrendo meno di 60 m.

## **5.5 Larghezza totale delle uscite di ogni piano**

Dall'analisi precedentemente fatta sull'affollamento e sulla capacità di deflusso risulta che la larghezza totale e di ciascun piano delle uscite è sufficiente per il corretto deflusso necessario in caso di emergenza.

Il massimo affollamento ipotizzabile dei due piani è inferiore alla capacità di sfollamento della larghezza totale delle vie di uscita di piano che immettono all'aperto.

## **5.6 Numero delle uscite**

Ogni piano frequentato dagli studenti è dotato di almeno due uscite di sicurezza.

I locali destinati ad uso collettivo, saranno dotati oltre che della normale porta di accesso, anche di un'uscita di larghezza non inferiore a due moduli, apribile nel senso di deflusso, con sistema a semplice spinta, che adduce in luogo sicuro.

## **6. SPAZI A RISCHIO SPECIFICO**

### **6.0 Classificazione**

Gli spazi a rischio specifico sono :

- spazi per esercitazioni;
- spazi per depositi
- servizi tecnologici

### **6.1 Spazi per le esercitazioni**

Gli spazi per le esercitazioni presenti nell'attività scolastica sono rappresentati dalle aule informatica (computers).

Le suddette aule non rientrano nella categoria delle aule con rischio elevato e quindi non necessitano di particolari accorgimenti (come indicato nell'allegato A della Lettera Circolare n.P954/4122 del 17/05/1996).

### **6.2 Spazi per depositi**

Sono previsti dei locali adibiti a ripostiglio ed archivio.

Tali locali saranno separati dal resto dell'attività da porta e strutture REI 60.

Il carico di incendio di questi locali non dovrà superare i 30 kg/mq e saranno dotati di estintori con capacità estinguente adeguata.

Detti locali avranno apertura di aerazione non inferiore a 1/40 della superficie in pianta.

### **6.3 Servizi tecnologici**

#### **6.3.0 Centrale termica**

La scuola è dotata di una centrale termica con generatore di calore alimentato a gas metano di rete ubicata in altro edificio non facente parte dell'edificio in oggetto.

Tale attività è esclusa dal presente progetto.

La distribuzione del calore all'interno dell'edificio avviene attraverso impianto a radiatori.

#### **6.3.1 Impianti di condizionamento e di ventilazione**

Non sono previsti impianti di condizionamento e di ventilazione.

### **6.4 Spazi per l'informazione e l'attività parascolastica**

Al piano terra è prevista la presenza di un'aula magna a servizio della sola attività scolastica.

L'aula magna è dotata di n. 2 uscite di sicurezza autonome verso l'esterno.

### **6.5 Autorimesse**

Non sono presenti autorimesse.

## **6.6 Spazi per servizi logistici**

Non sono previsti spazi per servizi logistici.

## **7. IMPIANTI ELETTRICI**

### **7.1 Generalità**

Gli impianti elettrici del complesso scolastico saranno realizzati in conformità ai disposti di cui alla legge 1° marzo 1968, n° 186.

La scuola sarà munita di interruttore generale che permette di togliere tensione all'intero impianto elettrico dell'attività, posto in posizione facilmente accessibile.

### **7.2 Impianto elettrico di sicurezza**

La scuola sarà dotata di un impianto di sicurezza alimentato da apposita sorgente distinta da quella ordinaria con autonomia non inferiore a 30 minuti.

L'impianto elettrico di sicurezza alimenterà le seguenti utilizzazioni:

l'illuminazione di sicurezza installata lungo le vie di esodo che garantiscono una illuminazione non inferiore a 5 LUX.

l'impianto di diffusione sonora e l'impianto di allarme.

## **8. SISTEMI DI ALLARME**

### **8.0 Generalità**

La scuola sarà munita di sistema di allarme in grado di avvertire gli alunni e il personale presenti in caso di pericolo.

Il comando di tale sistema sarà posto in locale costantemente presidiato durante il funzionamento della scuola.

### **8.1 Tipo di impianto**

L'edificio sarà dotato di un sistema di allarme ottico/acustico distinto da quello normalmente usato per la didattica costituito da una serie di pulsanti e segnalatori acustici e ottici posti in vicinanza delle uscite di sicurezza in grado di avvertire le persone presenti in caso di pericolo.

## **9. MEZZI ED IMPIANTI FISSI DI PROTEZIONE ED ESTINZIONE INCENDI**

La scuola sarà dotata di un impianto fisso costituito da una rete di Naspi costituita da una rete di tubazioni e da colonne montanti con derivazioni e Naspi DN20 ad ogni piano.

I naspi verranno installati garantendo la copertura completa di tutti gli spazi.

All'esterno, in posizione adeguata, verrà previsto un attacco per motopompa VV.F. UNI 70.

### **9.1 Impianto idrico antincendio**

Per il dimensionamento della rete idrica antincendio vengono considerati i seguenti parametri:

- tipo di Naspi utilizzati,
- numero di Naspi installati;
- portata Naspi;
- coefficiente utilizzo contemporaneo Naspi;
- prevalenza minima disponibile al Naspo più sfavorito (m.c.a.);
- tipo di materiale impiegato per l'esecuzione della rete idrica;
- perdita di carico impianto (m. c.a.).

Il dimensionamento verrà eseguito considerando la portata contemporanea dei 4 Naspi con una portata di 35 l/min più sfavoriti ed una pressione minima residua a disposizione dell'idrante di 2 bar.

Il volume minimo dell'accumulo idrico che deve garantire l'erogazione per un periodo continuativo di 30 minuti e per una portata di 140 l/min è dato da:

$$V = 4.200 \text{ litri}$$

Il gruppo di pressurizzazione idrica viene dimensionato considerando la portata richiesta e le perdite nel circuito considerando la pressione residua da garantire.

La centrale antincendio viene alloggiata in apposito locale.

La riserva idrica sarà costituita da un serbatoio da 5 mc.

Il serbatoio di accumulo verrà alimentato dalla rete idrica allacciata all'acquedotto ed il mantenimento del livello massimo sarà affidato ad appositi rubinetti a galleggiante.

Le tubazioni saranno in acciaio zincato tipo Mannesmann s.s serie media completa di raccorderia zincata ed in polietilene per le tubazioni interrato.

L'attacco motopompa UNI 70 verrà alloggiato in un'apposita cassetta esterna in lamiera zincata facilmente individuabile e raggiungibile con gli automezzi dei vigili del Fuoco.

### **9.2 Estintori**

I locali saranno dotati di un adeguato numero di estintori. Tali estintori saranno distribuiti in modo uniforme nelle aree da proteggere e comunque verranno installati in prossimità degli accessi ed in vicinanza delle aree di maggior pericolo.

Avranno capacità estinguente non inferiore a 13A, 89 B,C e saranno collocati in ragione di almeno un estintore ogni 200 mq.

Nei locali a rischio specifico verranno previsti estintori di tipo idoneo all'ambiente da proteggere.

## **10. SEGNALETICA DI SICUREZZA**

La segnaletica di sicurezza sarà conforme alla normativa vigente con l'adeguata segnalazione delle vie di uscita e delle attrezzature antincendio conformemente al D.L. 493 del 14/08/96.

## **12. NORME DI ESERCIZIO**

A cura del titolare dell'attività sarà predisposto un registro dei controlli periodici ove verranno annotati gli interventi ed i controlli su : impianti, presidi antincendi, dispositivi di sicurezza e controllo delle aree a rischio specifico e dell'osservanza delle limitazioni dei carichi d'incendio nei vari ambienti

Inoltre il titolare dell'attività dovrà far rispettare le norme di esercizio di seguito elencate :

- deve essere predisposto un piano di emergenza e devono essere effettuate una prova di esodo almeno due volte nel corso dell'anno scolastico;
- le vie di esodo devono essere mantenute costantemente sgombre;
- è vietato compromettere la funzionalità dei serramenti delle uscite di sicurezza verificandone l'efficienza prima dell'inizio delle lezioni;
- le attrezzature e gli impianti di sicurezza devono essere controllati periodicamente;
- nei locali con presenza di materiale infiammabile o esplosivo deve essere vietato fumare e fare uso di fiamme libere;
- i travasi di liquidi infiammabili possono essere effettuati solo in locali idonei e con attrezzature adeguate;
- nei locali della scuola non appositamente destinati a ciò non possono essere depositati e/o utilizzati recipienti contenenti gas compressi e/o liquefatti;
- al termine dell'attività didattica o di ricerca l'alimentazione centralizzata di apparecchiature utilizzando combustibili liquidi o gassosi deve essere intercettata;
- negli archivi e depositi i materiali devono essere depositati lasciando passaggi e corridoi di larghezza non inferiore a 0.9 m;
- eventuali scaffalature dovranno risultare a distanza non inferiore a 0.6 m. dall'intradosso del solaio di copertura.

Il titolare dell'attività dovrà provvedere affinché nel corso della gestione non vengano alterate le condizioni di sicurezza.

Il tecnico